

IMASCONGRESS

INTERNATIONAL MARMARA SCIENCES CONGRESS

IMASCON 2019 AUTUMN PROCEEDINGS BOOK

November 01 - 03, 2019 Kocaeli / TURKEY

International Marmara Sciences Congress (Autumn 2019)

01 – 03 November 2019 KOCAELI

NATURAL AND APPLIED SCIENCES PROCEEDINGS E-BOOK

-Natural and Applied Sciences-
(Full Papers and Abstracts)

Organizer

Sponsors

This congress proceedings book is published as an electronic format as e-book.

All rights reserved.

Editorial Board

Sciences: **Assoc.Prof.Dr. Arif ÖZKAN**
Assist.Prof.Dr. Serdar BİROĞUL
Lect. Dr. Ömer GÜNGÖR
Lect. Mustafa OF
Lect. Barış DEMİR
Research Asist. Çağatay TAŞDEMİRCİ

ISBN: 978-605-69509-6-4

Address Kocaeli Üniversitesi Rektörlüğü, Umuttepe Yerleşkesi Kocaeli, TÜRKİYE
Phone +90 262 303 1000
E-mail info@imascon.com
Web www.imascon.com

All legal and ethical responsibility of the studies belongs to the authors. All rights reserved. The copyright of this proceedings book belongs to Kocaeli University. It can not be copied or reproduced without permission.

Table Of Contents

BRIEFLY ABOUT xii
IMASCON 2019 ORGANIZATION xiii
SCIENTIFIC COMMITTEE xiv
IMASCON 2019 INVITED SPEAKERS xvi
CONGRESS PROGRAMME xvii
ABSTRACTS AND POSTERS 1
GÜÇ SİSTEMLERİNDE OPTİMUM GÜÇ AKIŞI İLE EKONOMİK İŞLETME ANALİZİ 2
FIRÇASIZ DOĞRU AKIM MOTORLARINDA KONTROL YÖNTEMLERI VE UYGULAMASI 3
KALİTE YÖNETİM VE GIDA KONTROL LABORATUVARI UYGULAMALARI 4
GERİ DÖNÜŞÜMÜ YAPILMIŞ PP İLE ÜRETİLEN PROTOTİP ÜRÜNÜN TERMAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ 5
GERİ DÖNÜŞÜMÜ YAPILMIŞ ABS MALZEMESİ İLE ÜRETİLEN PROTOTİP ÜRÜNÜN MEKANİK VE TERMAL ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL OLARAK 6
ENJEKSİYON KALIPLAMA YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN NANO GRAFEN TAKVİYELİ POLİPROPİLEN KOMPOZİT MALZEMELERİN MEKANİK VE TERMAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ 7
GRAFİT TAKVİYELİ POLİPROPİLEN (PP) KOMPOZİT MALZEME İLE İMALATI YAPILAN ÜRÜNÜN TERMAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ 8
BAZI PAKETLİ GLUTENSİZ ÜRÜNLERDE MİKOTOKSİN VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI 9
ESCHERİCHİA COLİ NİSSLE 1917 PROBİYOTİK SUŞUNUN ANTİBİYOTİKLERE KARŞI DUYARLILIK VE ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK YÖNÜNDEN ARAŞTIRILMASI 10
YAŞ VE CİNSİYETE GÖRE ANJİYOGRAFİ, BALON VE STENT UYGULAMA MİKTARLARININ VE MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI 12
AĞ MERKEZİYET ÖLÇÜTLERİNİN FARKLI AĞ TİPLERİNDE ETKİLİ DÜĞÜM TESPİT PERFORMANSLARININ ANALİZİ 13
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN OLUMSUZ ETKİLERİNİ AZALTMAK AMACI İLE BİREYSEL OLARAK NELER YAPABİLİRİZ? 14
YANGIN GÜVENLİĞİNDE TERMAL ALGILAMA SİSTEMLERİNİN KULLANIMI ORMAN YANGINLARI 15
TEHLİKELİ SINIFA GİREN İŞLETMELERDE YANGINI ÖNLEME VE YANGINDAN KORUNMA 16
IMPORTANCE OF PHYTOREMEDIATION METHODS FOR REMOVAL OF HEAVY METALS FROM WASTEWATER 17
SENTEZ GAZINDAN OLEFİN ÜRETİMİNE YÖNELİK İNORGANİK VE POLİMERİK KATALİZÖRLERİN GELİŞTİRİLMESİ 18
ZAMAN SERİSİ ANALİZ YÖNTEMLERİNİN PERFORMANS KARŞILAŞTIRMASI 20
TÜRKİYE 400 KV'LUK GÜÇ SİSTEMİ İÇİN OPTİMAL FAZÖR ÖLÇÜM BİRİMLERİNİN YERLEŞİM YERLERİNİN BELİRLENMESİ 21
WİSTAR SIÇANLARDA NEONATAL DÖNEMDE UYGULANAN KAFEİNİN EPİLEPTİK NÖBETLERİNE ETKİSİNİN ATR-FT-IR SPEKTROSKOPİSİ İLE İNCELENMESİ 23
SYNTHESIS, STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF NEW 1-(OXYETHYL)PYRROLIDINE SUBSTITUTED SILICON(IV)PHTHALOCYANINE AND INVESTIGATION OF AGGREGATION FEATURE 25
PİROLİZ YÖNTEMİ İLE ÇEŞİTLİ MATERYALLER KULLANILARAK SON ÜRÜNLER ELDE EDİLMESİ VE SİSTEM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ 26

ATIK SULARDAN YAĞ VE SOLVENT GİDERİMİ İÇİN YUMURTA KABUĞU İLE KİTOSANDAN OLUŞAN ADSORBAN MEMBRAN GELİŞTİRİLMESİ 27

ET ENDÜSTRİSİNDE ULTRASON UYGULAMALARI 29

TAVUKÇULUK ALANINDA ÇALIŞANLARIN İŞ GÜVENLİĞİ KÜLTÜR VE FARKINDALIĞININ İNCELENMESİ: BOLU'DA BİR ALAN ARAŞTIRMASI 30

RESTORAN ÇALIŞANLARININ GIDA ALERJİSİ BİLGİ, TUTUM VE UYGULAMALARI: İSTANBUL İLİ ÖRNEĞİ 31

RAYLEİGH GERİSAÇILMA TABANLI OPTİK ZAMAN ALANLI YANSIMAÖLÇERİN SİMÜLASYONU 33

PDT İÇİN POTANSİYEL IŞIĞA DUYARLAŞTIRICI ADAYLAR: TETRAKİS (1,6-HEKSANDİTİOL) SÜBSTİTÜE EDİLMİŞ DİHİDROKSİ SİLİKON(IV) VE OKSO-TİTANYUM (IV) FTALOSİYANİNLER 34

TEK FAZLI TAM KÖPRÜ GERİLİM BESLEMELİ İNVERTERLERDE PR VE PID KONTROLLERİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ 35

TİTANYUM DİOKSİT NANOTOZLARIN MİKROEMÜLSİYON TEKNİĞİ İLE ÜRETİLMESİ 36

KOKU KİRLİLİĞİNİN OLFAKTOMETRE İLE BELİRLENMESİ: KOCAELİ ÖRNEĞİ 37

KİLLİ BİR ZEMİNİN ÇİMENTO İLE STABİLİZASYONU 39

ARAZİDE YÜKSEK SU MUHTEVASI İÇEREN BİR KİLİN KİREÇ İLE STABİLİZASYONU 40

TOPLAM VERİMLİ BAKIM VE GÜVENİRLİK MERKEZLİ BAKIM YÖNTEMLERİNİN KIYASLANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA 41

ÖĞRENCİ DERS BAŞARISINI ETKİLİYEN FAKTÖRLERİN KARAR AĞAÇLARIYLA İNCELENMESİ 43

MEZOTELYOMA HASTALIĞININ ERKEN TEŞHİSİ İÇİN MAKİNE ÖĞRENMESİ TABANLI ERKEN TEŞHİS SİSTEMİ 44

DAĞITIM ŞEBEKELERİNDE YEREL ELEKTRİK SANTRALLERİNİN ARTIRILMASI 45

METALİK OLUKLU SANDVİÇ PANEL ÇEKİRDEKLERİNİN ÜRETİMİ VE NUMUNE HAZIRLAMA SÜRECİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ 46

PREFABRİKE BİNALARIN DEPREM GÜVENLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ ÖNCESİ VE SONRASI 48

OSMANLI VAKIFLARINA DAYALI OLARAK OSMANLI ŞEHİRLERİNDE KENTSEL ÇEVRE TASVİRİ 49

OLUKLU ÇEKİRDEĞE SAHİP METALİK SANDVİÇ PANELLERİN SONLU ELEMANLAR METODU KULLANILARAK TİTREŞİM ANALİZİ 51

FARKLI POLİMERLERDEN ELEKTRO-EĞİRME TEKNİĞİ İLE NANOTEKNOLOJİK DOKUSUZ YÜZEY ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU 52

BETONARME YAPILARIN SİSMİK DAVRANIŞINDA YAPI ZEMİN ETKİLEŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI 53

MEVCUT BİNALARIN DEPREM GÜVENLİĞİNİ BELİRLEMEYE YÖNELİK YÖNTEMLER 54

ARSENİK ADSORPSİYONUNUN DİFÜZYON YÖNTEMİ (DİFFUSİVE GRADİENTS İN THİN FİLMS, DGT) KULLANILARAK İNCELENMESİ 55

MEAT PRODUCTS AND SAUSAGES 56

BASİT, EĞİK VE ENİNE OLECRANON KIRIKLARINDA GERGİ BANDI UYGULAMASININ SONLU ELEMANLAR ANALİZİ İLE İNCELENMESİ 57

APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY ON TAXATION SYSTEM 58

STRUCTURES AND SECURITY OF THE BLOCKCHAIN TECHNOLOGY 59

SOIL MICROBIOME AS A BIOINDICATOR IN ENVIRONMENTAL MONITORING 60

ONE-POT SYNTHESIS OF SUBSTITUED TETRAHYDROQUINAZOLIN-2-AMINES 61

ANTİMİCROBİAL RESİSTANCE PROBLEM AT THE HUMAN ANİMAL ENVİRONMENT INTERFACE AND ONE HEALTH APPROACH 62

SYNTHESİS AND CHARACTERİZATİON OF NEW AZO-DYES BEARİNG NİTROMETHYLENOBENZİMİDAZOLE 63

EVALUATION OF RADIOACTIVITY FROM VARIOUS WATER SAMPLES IN TURKEY: A REVIEW 64

EFFICIENT RANDOM NUMBER GENERATION FOR LATTICE BASED CRYPTOGRAPHY 65

BORU İMALATI SÜRECİNDE SAC KALINLIKLARI ARASI GEÇİŞ SIRALAMASININ OPTİMİZASYONU İÇİN BİR ÖNERİ 66

A PROPOSAL FOR OPTİMİZİNG THE ORDER OF TRANSİTİON BETWEEN SHEET THİCKNESSES İN THE PİPE MANUFACTURİNG PROCESS 67

4,5 DİHİDRO-4(2-,3- VE 4-) METOKSİFENİL)-1,4-NAFTO[6,7-B] OKSAZEPİN-3(2H)-ON'LARIN SENTEZİ 68

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION OF UNSATURATED NITRILE COMPOUNDS AND THEIR POTENTIAL APPLICATIONS 69

SYNTHESIS OF ASYMMETRIC VINYL DERIVATIVES, CHARACTERIZATION AND VARIOUS APPLICATIONS 70

COLUMN SOLİD PHASE EXTRACTİON OF PD(II) IONS FROM AQUEOUS SOLUTİONS USİNG DİMERCAPTOTRİAZİNE BONDED SİLİCA GEL 71

FULL PAPER PROCEEDINGS 72

LIGHT IN TILES, TRADITIONAL TILES WITH SMART LIGHTING TECHNOLOGIES 73

RECYCLING OF PACKAGING WASTE PLASTIC FOR ANKARA PROVINCE 82

ORMAN YANGINLARINI GÖZETLEMEDE YENİ YAKLAŞIM MOBİL YANGIN GÖZETLEME KULELERİ (İSTANBUL ÖRNEĞİ) 91

EXTREME LEARNING MACHINE FOR LOCAL RANGE FOR FINE IMAGE REGISTRATION 98

AISI 4140 VE AISI 4340 ISLAH ÇELİKLERİNE UYGULANAN ISIL İŞLEMLERİN MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ 105

AISI 4140 ISLAH ÇELİĞİNİN TORNALANMASINDA TİTREŞİM VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ 111

GÜÇ SİSTEMİNDE GERİLİM KARARLILIĞI İÇİN TCSC'NİN OPTİMAL YERLEŞTİRİLMESİ 117

GÜÇ SİSTEMİNDE DURUM KESTİRİMİNİN TEKRARLI YENİDEN-AĞIRLIKLANDIRMALI EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ 124

BİORİSK YÖNETİMİNDE DEĞERLENDİRME, AZALTMA, PERFORMANS (DAP) MODELİ 132

REVIEW THE IMPACT OF ANIMAL ABATTOIR RESIDUES ON THE ENVIRONMENT AND METHODS OF TREATMENT 138

THE SHKODRA LAKE ECOSYSTEM AND THE EFFECT OF LOCAL CLIMATE CHANGE 143

PROGNOSIS OF SEEPAGE WATER QUALITY AND SOLUTE TRANSPORT IN THE GROUNDWATER AT A SITE CONTAMINATED WITH BENZENE AND NAPHTHALENE 149

SAYISAL ENTEGRE TASARIMINDA KLASİK YÖNTEMLER VE FPGA TEMELLİ YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI 160

RFID KART SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE KART SİSTEMİNE İLİŞKİN VERİ KAYIT YÖNTEMLERİ 169

THE ANALYTIC SOLUTION OF INITIAL BOUNDARY VALUE PROBLEM INCLUDING TIME-FRACTIONAL DIFFUSION EQUATION 173

DETECTION OF PREMATURE VENTRICULAR CONTRACTION BY USING ADABOOST ALGORITHM AND FRACTIONAL DERIVATIVE 179

FONKSİYONEL BİR BİLEŞEN: ÇEREZLİK KABAK ÇEKİRDEĞİ UNU 183

TARIMSAL FAALİYETİN KOCAELİ İÇİN ÖNEMİ 190

THE IMPORTANCE IN LANDSCAPE ARCHITECTURE OF HOBBY GARDENS 195

EXAMINATION OF ADAPTATION OF NATURAL AQUATIC PLANTS IN ANTALYA –EXPO/TURKEY 201

EFFECTS OF AQUATİC PLANTS ON WATER TREATMENT IN WETLANDS 211

EKLEMELİ METAL İMALAT TEKNOLOJİLERİ İÇİN METAL TOZU ÜRETİM YÖNTEMLERİ 219

ÇOK KATLI POLİAMİD KOMPOZİT BORUNUN EXTRÜZYON İLE ÜRETİMİNDE ALEV UYGULAMASININ MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİNİN İNCELENMESİ 228

TÜKETİCİLERİN SERA SEBZESİ SATIN ALMA TERCİHLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ANALİZİ: İZMİR İL MERKEZİ ÖRNEĞİ 234

TÜRKİYE'DE YUMURTA ÜRETİMİ, TÜKETİMİ, İHRACATI VE GELECEĞİ 240

PATATES CİPSİ ATIKSULARININ MİKROALG İLE ARITIMI 246

ISPARTA ORMAN VARLIĞININ DURUMU VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİN İRDELENMESİ 249

HAVZA YÖNETİMİNDE CBS VE UZAKTAN ALGILAMANIN ÖNEMİ 255

THE IMPORTANCE OF URBAN FORM IN URBAN AESTHETICS AND LANDSCAPE ARCHITECTURE 261

THE EVALUATION OF TOKAT-AMASYA HIGHWAY (GOVERNOR ZEKAI GÜMÜŞDIŞ HIGHWAY) PLANTING DESIGN IN TERMS OF LANDSCAPE ARCHITECTURE 266

FPGA TABANLI SAYISAL DEVRELER İÇİN SENTEZLENEBİLİR TAMSAYI ÇARPMA İŞLEMİ YAPAN IP ÇEKİRDEĞİ TASARIMI 274

ISI İLETİMİ TEMELLİ GRİ GÖRÜNTÜ KENAR BELİRLEME OPERATÖRÜ 280

ISI İLETİMİ TEMELLİ GRİ GÖRÜNTÜ İYİLEŞTİRME YÖNTEMİ 289

SPLİT KLİMALARDA R22 YERİNE, ÇEVRE DOSTU R32 VE R410A KULLANILMASININ ENERJİ TASARRUF POTANSİYELİ İLE ÇEVRESEL ETKİLERİNİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ 298

KİŞİSEL TOZ ÖRNEKLEME VE GRAVİMETRİK ANALİZ METOTLARININ UYGULANMASINDA, İŞ HİJYENİ ÖLÇÜM TEST VE ANALİZİ YAPAN LABORATUVARLARDA KARŞILAŞILAN UYGUNSUZLUKLAR 310

AMELİYATHANELERDE KULLANILAN TIBBİ CİHAZLARDA PERİYODİK, ÖNLEYİCİ VE KESTİRİMCİ BAKIM 317

PİEZO ELEKTRİK KUVVET SENSÖRLERİNİN KALİBRASYONU VE BELİRSİZLİK ANALİZİ 322

ANTALYA KONYAALTI CADDESİNDE YEŞİL DALGA KORİDORU ÜZERİNDEKİ EŞ PERİYOTLU STATİK KOORDİNASYONLU SİNYALİZASYON SİSTEMLERİNDE FAZ FARKININ MODÜLER ARİTMETİK YÖNTEMİYLE HESAPLANMASI 329

ANTALYADA SİNYALİZE KAVŞAKLARDA FLAŞ MODUNUN FARKLI SENARYOLU MİKROSİMİLASYON MODELLERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ 334

SCREENING OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF DECOCTION AND INFUSION OF *THYMUS SIPYLEUS* BOISS. AND *T. ZYGIOIDES* GRISEB. 340

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE OLUŞABİLECEK MİNERAL STRESİNE KARŞI İKİ BUĞDAY GENOTİPİNDE TOLERANSLI TÜRÜN BELİRLENMESİ 346

ORMANLARDAKİ KARBON HAVUZLARI 352

STENTLER, ÖZELİKLERİ VE MEKANİK TESTLERİ 358

ELEKTROANSEFALOGRAFİ SİNYALLERİ İLE FARKLI SENARYOLARDA EPİLEPSİ NÖBET TESPİTİ 364

DYNAMIC MODELING OF 3-DOF RRP TYPE SERIAL ROBOTIC MANIPULATOR USING LAGRANGE-EULER METHOD 371

AN INVESTIGATION ON PARAMETERS AFFECTING OIL AND GAS DRILLING EFFICIENCY 378

DEVELOPING A VISUAL COMPUTER PROGRAM FOR DRILLING OPTIMIZATION 384
DRILLING OPTIMIZATION THROUGH THE DEVELOPED COMPUTER PROGRAM: AN APPLICATION 391
BALIKESİR İLİNDE KURULU GES ENERJİ ÜRETİMİ İLE ÜRETİM TAHMİN PROGRAMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI 400
YUVACIK BARAJINDA SU DERİNLİĞİ İLE SICAKLIK VE RENK İLİŞKİLERİ 406
YUVACIK REZERVUARINDAKİ PLANKTON ÇEŞİTLİLİĞİ VE YOĞUNLUĞU 412
BİLEK REHABİLİTASYON CİHAZI İÇİN İNSAN MAKİNE ARAYÜZÜ TASARIMI 419
EL-BİLEK REHABİLİTASYON ROBOTU TASARIM YAKLAŞIMLARININ TARTIŞILMASI 425
DETECTION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS IN INDUSTRIAL AIR# 436
TİP-II CDSE/CDTE KUANTUM NOKTALARIN OLEYLAMİNSİZ SENTEZİ 443
VERBASCUM ASCHERSONİİ BOİSS. & SİNT. EX MURB. BİTKİSİNİN ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ 449
THE INVESTIGATION OF THERMAL EFFECTS ON $\eta 21645$ AND $\eta 21870$ MESONS IN HOT MEDIUM 456
PROPERTIES OF PSEUDOTENSOR $\pi 2(1670)$ MESON UNDER EXTREME THERMAL CONDITIONS 463
VERİTABANINDA İNDEXLEMENİN ÖNEMİ 469
LYAPUNOV TİPİ BİR GÖZLEMLEYİCİ KULLANARAK ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DEĞİŞKEN MOMENTLERDEKİ KARARLILIĞININ SAĞLANMASI 473
ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA ENERJİ DEPOLAMA VE ŞARJ TEKNOLOJİSİ 478
GÜÇ SİSTEMLERİNDE FARKLI YÖNTEMLER İLE FAZÖR ÖLÇÜM BİRİMİNİN OPTİMAL BAĞLANTI YERLERİNİN BELİRLENMESİ 487
CLASSIFICATION OF DIABETIC RETINOPATHY IMAGES WITH MATLAB PARALLEL PROGRAMMING 497
TİP-2 DİYABET HASTALARI İÇİN MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA İLE MENÜ PLANLAMA 502
MASS DETECTION IN MAMMOGRAMS USING SVM CLASSIFIER 510
YÜKSEK BAŞARIMLI HESAPLAMANIN DÜNÜ VE BUGÜNÜ 516
PVA/PAMPS KATALİTİK MEMBRANLARDA İYON DEĞİŞİM KAPASİTESİ VE ETKİLEŞİM PARAMETRESİ HESAPLAMALARI 521
ODUN PLASTİK KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİNDE KULLANILAN MALZEMELERLE İLGİLİ TÜRKİYE'DE YAPILAN ÇALIŞMALAR 526
DALGA BOYU BÖLMELİ OPTİK SİSTEMLERDE DOĞRUSAL OLMAYAN İLETİM BOZULMALARININ YAPAY ARI KOLONİSİ ALGORİTMASI İLE OPTİMİZASYONU 535
İMLEÇ HAREKETLERİNDEN KULLANICI CİNSİYETİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ TABANLI TESPİTİ 541
İNSANSIZ SUALTI ARAÇLARININ KİNEMATİK MODELLENMESİ 549
MISIR YAĞI METİL ESTERİ VE DİZEL YAKIT KARIŞIMLARININ ENJEKSİYON BASINCINA BAĞLI OLARAK MOTOR GÜRÜLTÜ EMİSYONLARINA ETKİSİ 557
KOCAELİ'DE SANAYİNİN VE DOĞA İLE KARDEŞLİĞİ PROJESİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÇEVRE BİLİNCİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ 562
ARK FLAŞ ANALİZİ HESAPLAMALARI NEDİR NASIL YAPILIR 569
VİCKERS SERTLİK DENEYİNDE ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİ HESAPLAMASI VE SAYISAL UYGULAMASI 581
SIX SIGMA METHODOLOGY AND AN APPLICATION IN AUTOMOTIVE INDUSTRY 588
ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ VE ŞEBEKE ÖLÇEKLİ UYGULAMALARI 595

FOSFAT İÇERİKLİ ALEV GECİKTİRİCİ KİMYASALLARIN ÜRE FORMALDEHİT VE MELAMİN ÜRE FORMALDEHİT REÇİNELERİNE TATBİKİ, YANMA VE JEL (SERTLEŞME, KÜRLEŞME) SÜRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ 601

TAZE KESİLMİŞ MEYVE VE SEBZELERDE KALİTENİN KORUNMASINDA UYGULANAN SON TEKNOLOJİLER 607

FARKLI RENKLERİN GÜCÜ "HAVUÇ" 615

SOĞANLI SÜS BİTKİLERİNDEN LALE, NERGİS VE SÜMBÜL'DE HASAT SONRASI KALİTE 623

GIDALARDA AKILLI AMBALAJLARIN GELECEĞİ, AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI 632

YAŞ MEYVE VE SEBZELER MUMLAMA VE UYGULAMADAKİ SORUNLARI 640

VALINE MOLEKÜLÜNÜN SİYAH FOSFOREN İLE ETKİLEŞİMİNİN KURAMSAL OLARAK İNCELENMESİ 647

FARKLI GENERATÖR MODELLERİNE GÖRE RÜZGAR SANTRALİ İÇEREN GÜÇ SISTEMİNİN KARŞILAŞTIMALI OLARAK GEÇİCİ HAL KARARLILIKLARININ ANALİZİ 652

WINDSIM PROGRAMI KULLANILARAK ÇATALCA BÖLGESİNDE RÜZGÂR ENERJİ SANTRALİ MİKRO-KONUŞLANDIRMA ÇALIŞMASI YAPILMASI VE ENERJİ ÜRETİM POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ 660

WEAR ANALYSIS OF A DIESEL GENERATOR USING AVIATION-FUEL BLENDED WITH ASPIRE METHYL ESTER . 669

VERİTABANI UYGULAMALARININ VERİLERİ AL VE DÖNÜŞTÜR İLE KOD BİLGİSİ GEREKMEDEN İŞLENMESİ 677

ÇEVRESEL KOŞULLARIN KAUÇUK MALZEMELERİN YORULMA DAVRANIŞLARINA OLAN ETKİLERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ 684

PLAKLARI YERLEŞTİRMEDE KULLANILAN KORTİKAL VİDALARI ÖNYÜKLEME DEĞERLERİNİN KEMİK VE PLAK ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ 693

FARKLI STEM TASARIMLARININ KEMİK VE STEM ÜZERİNE ETKİLERİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ KULLANARAK İNCELENMESİ 699

YEDİNCİ SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİ IŞIK ÜNİTESİNDE ALGODOO YAZILIMI İLE DESTEKLENEN 5E ÖĞRETİM MODELİNİN ÖĞRENCİLERİN AKADEMİK BAŞARI VE MOTİVASYONUNA ETKİSİ 705

JONCRYL İLE UYUMLAŞTIRILMIŞ İNDİRGENMİŞ GRAFEN OKSİT TAKVİYELİ POLİ(ETİLEN TERAFTALAT)/POLİ(BÜTİLEN TERAFTALAT) KOMPOZİTLERİNİN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ 711

İSTANBUL BÜYÜKADA'DA ORMAN YANGIN RİSKİNİN TESPİTİ 718

SENSÖR TABANLI CİHAZLAR İÇİN UZAK MESAFE VE DÜŞÜK GÜÇ TÜKETİMLİ KABLOSUZ HABERLEŞME TEKNOLOJİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE TÜRKİYE'DEKİ KULLANIM ALANLARI 724

YANGIN SÖNDÜRME KÖPÜĞÜ NEDİR? KULLANIM ALANLARI NELERDİR? 731

PERFORMANCE COMPARISON OF CMOS *LC* VCO CIRCUITS 737

AA7075 MALZEMENİN GELENEKSEL İMALAT YÖNTEMLERİYLE İŞLENEBİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 745

KUZEY MARMARA OTOYOLUNUN KOCAELİ İLİ' NDEKİ HAVA KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 754

PLASTİK AMBALAJ SEKTÖRÜNDE KESİCİ TAKIM PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ 763

ÜRETİM İŞLETMELERİNDE EKOLOJİK YETENEKLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERFORMANSINA OLAN ETKİSİNE ALTERNATİF BİR BAKIŞ 768

EKO-BELİRLEYİCİLER İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR PERFORMANS FAKTÖRLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERDE İNOVASYON STRATEJİSİNİN MODERATÖR ETKİSİ 780

BİR SULAMA HAVZASINDA YERALTI VE YÜZEYSEL SULARIN BİRLİKTE KULLANIMIN ENERJİ ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ 789

YUVACIK BARAJI HAVZASINDA ARAZİ KULLANIMININ BARAJ EKONOMİK ÖMRÜNE ETKİLERİ 797

FOCUS VARIATION METHOD İLE AŞINMA KARAKTERİZASYONUNDA ÖLÇÜM SIKLIĞININ SONUÇLARIN DOĞRULUĞUNA ETKİSİNİN İNCELENMESİ 804

TRİKALSİYUM FOSFAT NANOTOZLARIN MİKROEMÜLSİYON TEKNİĞİ İLE ÜRETİLMESİ VE Ti6Al4V ALTLIKLAR ÜZERİNE ELEKTROFORETİK BİRİKTİRME YÖNTEMİ İLE KAPLANMASI 810

DETERMINATION OF SOME BIOACTIVE COMPONENTS IN HARDALIYE 818

TİTREŞİMİ ALGILAYAN VE ANALİZ EDEN KABLOSUZ GÖMÜLÜ SİSTEM TASARIMI 824

KALSİNE KOLEMANİTİN MİNERALOJİK VE TERMAL ANALİZİ 831

EFFECT OF AMMONIUM ACETATE CONCENTRATION ON METAL RECOVERY FROM INDUSTRIAL ZINC LEACH RESIDUES 836

INVESTIGATION OF USE OF DEEP EUTECTIC SOLVENTS ON COPPER RECOVERY FROM ANODE SLIME 840

MATEMATİK EĞİTİMİNDE MANGA ÇİZGİ ROMAN KULLANIMI 845

ZK60 MAGNEZYUM ALAŞIMINDA KALSİYUM KATKISININ MİKROYAPI VE SERTLİK ÜZERİNE ETKİSİ 851

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ "KÜLTÜR" VE "MATEMATİK" ALGILARININ İNCELENMESİ 859

LİSANS VE LİSANSÜSTÜ ÖĞRENCİLERİN HAZIRLADIKLARI SORULARDA KULLANDIKLARI ÖLÇME TEKNİKLERİNİ TANIMA YETERLİLİKLERİNİN İNCELENMESİ 866

GEMİ İNŞA VE BAKIM-ONARIM ENDÜSTRİSİNDE ÇEVRESEL ETKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ 871

PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLAMADA HIZLI ISITMA VE SOĞUTMA TEKNOLOJİSİ 879

TARIMSAL GİRİŞİMCİLİK ÖRNEĞİ: KOCAELİ KANDIRA İLÇESİ GENÇ ÇİFTÇİ PROJESİ VE SONUÇLARI 888

CNC TORNA TEZGÂHINDA ISLAH ÇELİĞİNİN İŞLENMESİNDE TİTREŞİM VE YÜZEY PÜRÜZLÜĞÜNÜN DENEYSEL ANALİZİ 895

KADEMELİ KAYAR ARTIMLI ŞEKİLLENDİRME METODU İLE DİK KENARLARI OLAN PARÇA ÜRETİMİ 900

ASHBY, AHP VE AKSİYOMATİK TASARIM YÖNTEMLERİ İLE KÜREK MALZEMESİ SEÇİMİ 908

FARKLI PARAMETRELERDE BİLYALI DÖVÜLEN Ti6Al4V ALAŞIMININ YÜZEY ALTI MİKROYAPISAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ 916

DFT AND MOLECULAR DOCKING CALCULATIONS ON THE 1-(4-((4-(FURAN-2-YL)THIAZOL-2-YL)AMINO)PHENYL)ETHAN-1-ONE O-BENZYL OXIME DERIVATIVES 923

FARKLI PARAMETRELERDE BİLYALI DÖVÜLEN Ti6Al4V ALAŞIMININ ADHEZİF AŞINMA DAVRANIŞI 930

INVESTIGATIONS ON THE 2-(BENZYLTHIO)-4-(FURAN-2-YL)THIAZOLE DERIVATIVES: A DFT AND MOLECULAR DOCKING STUDY 938

34MNB5 BORU DENGE ÇUBUĞU ÜZERİNE BİR HASAR ANALİZ ÇALIŞMASI 945

TOZ METALURJİSİ İLE Ni-Cr-Si-Fe-B-C TOZLARININ Ti6Al4V ALAŞIMI ÜZERİNE KAPLANMASI 952

UZAY ELEKTRONİĞİNDE UYGULANAN GÜVENİLİRLİK MUAYENE VE TESTLERİ 958

BİR OTOMOTİV YAN SANAYİ FİRMASINDA TAŞIMA MALİYETLERİNİ AZALTARAK TESİS YERLEŞİMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ 967

BİR OTOMOTİV FİRMASINDA MÜŞTERİ STRATEJİLERİNİN SİPARİŞ DEĞİŞKENLİKLERİNİN ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ 975

RAYLI SİSTEMLERDE KULLANILAN Y32 BOJİSİNİN TİTREŞİM ANALİZİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME 981

ZİHİNSEL İŞ YÜKÜNÜN NASA-TLX YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA 990

UÇAK ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN TİTANYUM ALAŞIMLARININ TIG KAYNAĞI YÖNTEMİYLE BİRLEŞTİRİLMESİNDE KAYNAK AKIMININ MEKANİK VE MİKROYAPI ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ 998

BİR LOJİSTİK FİRMASININ DENGELENMİŞ PERFORMANS KARTI VE ANAHTAR PERFORMANS GÖSTERGESİ YÖNTEMLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ 1004

NANOPARTICLE SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SM_2O_3; INVESTIGATION OF ANTIMICROBIAL EFFECTS 1012

BİR İMALAT FIRMASINDA YALIN ÜRETİM ARACI OLARAK DEĞER AKIŞ HARİTALAMASI 1017

YÜKSEK GERİLİM ALTINDA ROGOWSKİ BOBİNİ İLE ÇEVRİMİÇİ KISMİ BOŞALMA ÖLÇÜMÜ 1024

İMALAT İŞLETMELERİNDE GÜRÜLTÜ HARİTASI OLUŞTURMA VE GÜRÜLTÜ ANALİZİ 1028

ELEKTROFORETİK İNFİLTRASYON TEKNİĞİ KULLANILARAK SİC PARTİKÜL TAKVİYESİYLE YOĞUNLUĞU ARTIRILAN KARBON MALZEMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ 1034

UÇAK BAKIM ONARIMINDA FİYAT TEKLİFİ OLUŞTURMAK İÇİN BİR KARAR DESTEK MODELİ 1040

ENDÜSTRİYEL İŞLETMELERDE KULLANILAN SOĞUTMA KULELERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI 1048

INVESTIGATION OF CONFERENCE SCHEDULING WITH GENETIC ALGORITHM 1053

INTERNET OF THINGS: MIGRATION OF 4G TO 5G 1060

ON GENERALIZED HYPERHARMONIC NUMBERS OF ORDER r, $Hnr(\alpha)$ WITH RIORDAN ARRAYS 1063

KARAMAN ENERJİ VERİMLİLİK MERKEZİ (KAREN) 1069

ON UMBRAL METHODS AND GENERALIZED HARMONIC NUMBERS $Hn(\alpha)$ 1075

HASTALIK YÖNETİMİNDE BASKILAYICI TOPRAK 1081

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF HOUSEHOLD SOLID WASTE RECYCLING AND ENERGY PRODUCTION FOR JEDDAH, SAUDI ARABIA 1090

EKLEMELİ İMALAT UYGULAMALARINDA FONKSİYONEL MALZEMELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ 1096

FARKLI SES ÖZNİTELİK KÜMELERİYLE PARKİNSON HASTALIĞI TESPİTİ 1103

EKSENEL FANLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ: TEKSTİL SANAYİ ÖRNEĞİ 1109

BOYA SEKTÖRÜNDE ÇALIŞANLARIN MARUZ KALDIKLARI KIMYASALLAR, SEBEP OLDUKLARI MESLEK HASTALIKLARI VE KORUNMA YÖNTEMLERI 1116

FARKLI REGRESYON MODELLERİYLE METRO YOLCU AKIŞ TAHMİNİ 1119

GLISERIN VE DIMETIL KARBONATTAN (DMC) BIYOTEKNOLOJIK OLARAK GLISERIN KARBONAT ÜRETIMI 1124

YÜKSEK KARBONLU KALIN ÇELİK HALATLARIN ÜRETİMİ 1128

KOCAELİ KARTEPE İLÇESİNDE TARIMSAL ÖRGÜTLENME DURUMU 1134

HİBRİT BİR ARACIN MOTOR PERFORMANS KARAKTERİSTİKLERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ 1143

ANALYSIS OF TRANSVERSE VIBRATIONS OF WEDGE-SHAPED BEAMS USING ADOMIAN DECOMPOSITION METHOD 1148

ANALYSIS OF LONGITUDINAL VIBRATIONS OF NON-UNIFORM RODS USING HOMOTOPY PERTURBATION METHOD 1154

KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ'NDE ENERJİ TÜKETİMİ VE VERİMLİLİĞİN İNCELENMESİ 1160

3D YAZICI İLE ELDE EDİLEN MODELLERİN BOYUTSAL HASSASİYETİ 1167

ETHERCAT BASED TRAJECTORY TRACKING CONTROL OF AN AC SERVO MOTOR 1171

EVALUATON OF POTANTIAL HARMFUL EFFECTS OF POLYETHYLENE MICROPLASTICS IN FISH DIGESTIVE SYSTEM; A LABORATORY MODEL STUDY WITH ZEBRAFISH 1177

ÖRNEK BİR HİBRİT ENERJİ SİSTEMİNİN ŞEBEKELİ VE ŞEBEKESİZ AÇISINDAN MODELLENEREK TEKNİK VE EKONOMİK OLARAK İNCELENMESİ 1182

A POTENTIAL PHOTOSENSITIZER CANDIDATES FOR PDT: TETRAKIS (1,6-HEXANEDITHIOL) SUBSTITUTED DIHYDROXY SILICON(IV) AND OXO-TITANIUM(IV) PHTHALOCYANINES 1191

EFFECTS OF POLYPROPYLENE MICROPLASTIC ON ZEBRAFISH DIGESTIVE SYSTEM; A LABORATORY MODELLING 1194

ÇEVRESEL CİDAR EZME İŞLEMİNİN DAİRESEL METALİK TÜPLERİN ENERJİ ABSORBE KABİLİYETİNE ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ 1198

KARE DERİN ÇEKMEDE DP600 VE DP800 ÇELİĞİNİN SINIR ÇEKME ORANINI SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ 1205

DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ 1211

TAKVİYELİ ALÜMİNYUM SİLİNDİRİK TÜPLERİN EKSENEL YÜK ALTINDA ENERJİ ABSORBE ETME KAPASİTELERİNİN İNCELENMESİ 1215

EFFECTIVE USE OFFRESHLY HARVESTED, FREEZ DRIED AND PROCESSED USE OF POMEGRANATE *(PUNİCA GRANATUM L.)* FRUITS IN PAKISTAN 1223

TEST SENARYO YAZMA AŞAMASINDA MODEL TABANLI TEST DENEYİMİ 1227

LOCATION PROBLEM FOR PREVENTIVE HEALTH CARE FACILITIES 1236

MADEN SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ 1240

RANDOMİZİNG LOW-RATE DDOS ATTACK FLOW PATTERNS TO DECEİVE DETECTİON METHODS 1244

SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF AGGREGATION BEHAVIOUR OF NOVEL PHTHALOCYANINES, CONTAINING PARAMANYETIC METAL IONS 1250

TRANSVERS VE OBLİK OLEKRANON KIRIKLARINDA GERGİ BANDI UYGULAMASININ SONLU ELEMANLAR ANALİZİ İLE İNCELENMESİ 1254

AISI 1040 ÇELİĞİNİN DELİNEBİLİRLİĞİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE TAYİNİ 1258

İNSAN HAYVAN ÇEVRE ARAYÜZÜNDEKİ ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ SORUNU VE TEK SAĞLIK YAKLAŞIMI ... 1262

TRANSPORT OF MERCURY IONS ON THE BULK LIQUID MEMBRANE CONTAINING THE CALIX[4]ARENE DERIVATIVE 1273

PYTHON İLE NESNEYE YÖNELİK PROGRAMLAMA TEKNİKLERİ 1276

SINTERING BEHAVIOUR AND CHARACTERIZATION OF A NEW CERAMIC MATERIAL PRODUCED BY SLIP CASTING 1282

YENİDEN KULLANILABİLİR KULLANICI ARAYÜZÜ OLUŞTURMA: REACT ÖRNEĞİ 1289

BİLGİSAYAR PROGRAMLAMA DİLLERİNİN ÖĞRENİLMESİNDEKİ TEMEL KAVRAMLAR 1294

İKİ ALANLI TERMİK GÜÇ SİSTEMİ YÜK FREKANS KONTROLÜNDE PID DENETLEYİCİNİN SİMBİYOTİK ORGANİZMALAR ARAMA ALGORİTMASI İLE TASARIMI 1301

EISENIA FETIDA TÜRÜ TOPRAK SOLUCANLARININ KİMYASAL GÜBRE KULLANILMIŞ TOPRAKLAR ÜZERİNE ETKİSİ 1309

KOKU KİRLİLİĞİNİN OLFAKTOMETRE İLE BELİRLENMESİ: KOCAELİ ÖRNEĞİ 1316

BRIEFLY ABOUT

International Marmara Science Congress was held between 01-03 November 2019 by Kocaeli University and TUBITAK MAM. The congress aims to bring together researchers whose working on interdisciplinary subjects in science and social sciences and also to establish an effective communication platform between them. In congress;

In Natural and Applied Sciences; Acoustical Engineering, Astrophysics, Astronomy and Space Sciences, Atmospheric Sciences, Bacteriology, Fisheries Sciences, Computer Engineering, Building Services Engineering, Plant Sciences, Biochemistry Biodiversity, Biology, Biomedical Engineering, Botany, Environmental Science Environmental Engineering, Ecology, Electrical Engineering, Electrical Engineering , Electronics Engineering Industrial Engineering, Energy Engineering, Pharmacology, Physics and Physics Engineering, Physical Sciences, Physiology, Genetic Engineer, Geotechnical Engineering, Food Engineering, Climate and Climate Change, Civil Engineering, Statistics and Actuarial Sciences, Geophysics, Geophysical Engineering, Geology, Geological Engineering, Chemistry, Chemical Engineering, Mechanical Engineering, Materials Engineering, Mathematics, Mechatronics Engineering, Meteorology, Microbiology, Molecular Biology and Genetics, Molecular Engineering, Nano Engineering, Nuclear Engineering, Optics M Engineering, Automotive Engineering, Petroleum Engineering, Psychology, Agricultural Engineering, Transportation Engineering, Applied Engineering Sciences, Space Engineering, Production Engineering, Software Engineering, Earth Sciences

The language of the congress is English or Turkish, and all full papers and abstracts submitted for publication in the congress on current issues have been evaluated by at least two referees by the blind reviewing method. 247 papers, abstracts and posters were accepted for oral presentation and publication as a result of peer review. We would like to thank all the researchers who have shown interest in the Congress..

IMASCON 2019 ORGANIZATION

IMASCON 2019, organized by Kocaeli University and (KOÜ) ve TUBITAK MAM and also sponsored by Kocaeli Metropolitan Municipality, Körfez Municipality, Kartepe Municipality, Gölcük Municipality and East Marmara Development Agency.

Imascon 2019 General Chair

Öznur GÖKKAYA (KOÜ)

Organizing Committee

Şükrü DURSUN (Konya Teknik Ü)

Arif ÖZKAN (Kocaeli Ü)

Serdar BİROĞUL (Düzce Ü)

Ömer GÜNGÖR (Kocaeli Ü)

Mustafa OF (Kocaeli Ü)

Barış DEMİR (Kocaeli Ü)

İsmail KILIÇASLAN (Kocaeli Ü)

Kazım KAHRAMAN (Kocaeli Ü)

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Ahmet Küçük (Kocaeli U)

Prof. Dr. Alaeddin Bobat (Kocaeli U)

Prof. Dr. Ayşe Gül Gürek (Gebze Teknik U)

Prof. Dr. Bahadır Akın (Necmettin Erbakan U)

Prof. Dr. Durmuş Kaya (Kocaeli U)

Prof. Dr. Engin Özdemir (Kocaeli U)

Prof. Dr. Fabienne Dumoulin (Gebze Teknik U)

Prof. Dr. Fatma Çanka Kılıç (Kocaeli U)

Prof. Dr. Fazilet Burcu Candan (Kocaeli U)

Prof. Dr. C. Gazi Uçkun (Kocaeli U)

Prof. Dr. Hanefi Bayraktar (Bayburt U)

Prof. Dr. Hasan Latif (Kocaeli U)

Prof. Dr. Hasan Tutar (Sakarya U)

Prof. Dr. Hülya Gündüz Çekmecelioğlu (KocaeliU)

Prof. Dr. Hysen Mankolli (Editor of IJEES, USA)

Prof. Dr. İlyas Uygur (Düzce U)

Prof. Dr. Juan Carlos (Roca U. of Huelva, Spain)

Prof. Dr. Kadri Süleyman Yiğit (Kocaeli U)

Prof. Dr. M. Emin Özdemir (Uludağ U)

Prof. Dr. Maan T. J. Maaroof (Mousul U., Iraq)

Prof. Dr. Mahmut Durmuş (Gebze Teknik U)

Prof. Dr. Mehmet Demirtaş (Bitlis Eren U)

Prof. Dr. Mustafa Yaşar (Karabük U)

Prof. Dr. Numan Akdoğan (Gebze Teknik U)

Prof. Dr. Novo Palakalovic (East Sarajevo U, Bosnia and Herzegovina)

Prof. Dr. Olena Demyanyuk (Institute of Agroecology and Environmental Management, Ukraine)

Prof. Dr. Resul Kara (Düzce U)

Prof. Dr. Shahabuddin Memon (University of Sindh, Pakistan)

Prof. Dr. Sibel Zor (Kocaeli U)

Prof. Dr. Şükrü Dursun (Konya Teknik U)

Prof. Dr. Ümit Alnıaçık (Kocaeli U)

Prof. Dr. Vefa Ahsen (Gebze Teknik U)

Prof. Dr. Tamara Milenkovic Kerkovic (University of Nis, Serbia)

Assoc. Prof. Dr. Azeta Tartaraj (Aleksander Moisiu Durres University, Albania)

Assoc. Prof. Dr. Flora Merko (Aleksander Moisiu Durres University, Albania)

Assoc. Prof. Dr. Eda Bezhani (Aleksander Moisiu Durres University, Albania)

Assoc. Prof. Dr. Brunela Trebicka (Aleksander Moisiu Durres University, Albania)

Assoc. Prof. Dr. Lyudmyla Symochko (Uzhhorod National University, Ukraine)

Assoc. Prof. Dr. Nagip Skenderi (University of Prishtina, Kosovo)

Assoc. Prof. Dr. Natalya Gudkova (The State Ecological Academy, Ukraine)

Assoc. Prof. Dr. Arif Özkan (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Arzu Yüce Morkoyunlu (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Ayşe GÜNSEL (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Ebubekir Ayan (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Erdinç Doğancı (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Esra Alnıaçık (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Fadime Sertçelik (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Fatih Koç (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Ferah Yıldız (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Gönül Konakay (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Halil Atmaca (Artro Klinik)

Assoc. Prof. Dr. Hasan Kaya (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Dikme (İstanbul Gelişim U)

Assoc. Prof. Dr. M. Kenan Döşoğlu (Düzce U)

Assoc. Prof. Dr. Orhan Gezici (Ömer Halis Demir U)

Assoc. Prof. Dr. Öznur Gökkaya (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Samad Rahimi Aghdam (Tabriz U, Iran)

Assoc. Prof. Dr. Serhat Duman (Düzce U)

Assoc. Prof. Dr. Selda Uca (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Sinan Aydın (Kocaeli U)

Assoc. Prof. Dr. Şükran Güzin Ilıcak Aydınalp (İstanbul Gelişim U)

Assoc. Prof. Dr. Yunus Taş (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Mazin Nazar Fadhel (Mosul U, Iraq)

Assist. Prof. Dr. A. Arzu Arı Bural (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Aslıhan Kuyumcu Vardar (Düzce U)

Assist. Prof. Dr. Aysun Kaya (İstanbul Gelişim U)

Assist. Prof. Dr. Fatih Sevgi (Selçuk U)

Assist. Prof. Dr. Fatma Oğuz Erdoğan(Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. İpek Sucu (İstanbul Gelişim U)

Assist. Prof. Dr. Kamuran Soylu (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Merve Doğancı (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Nermin Demirkol (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Oğuz Polatel (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Oğuzhan Karahan (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Larissa Shragina (Mechnikov U, Ukraine)

Assist. Prof. Dr. Rüştü Taştan (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Safiye Bozkurt Ekren (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Seher Uçkun (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Serpil Özkurt Sivrikaya (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Serdar Biroğul (Düzce U)

Assist. Prof. Dr. Seyil Najimudinova (Kırgızistan Türkiye Manas U)

Assist. Prof. Dr. Taner Erdoğan (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Vystavkina Daria (Mechnikov U, Ukraine)

Assist. Prof. Dr. Yasemin Katrancı (Kocaeli U)

Assist. Prof. Dr. Yusuf Budak (Kocaeli U)

Phd. Alba Ramallari (Aleksandër Moisiu U, Albania)

Phd. Alma Zisi (Aleksandër Moisiu U, Albania)

Phd. Blerina Vrenozi (Tirana U, Albania)

Phd. Mirela Alushllari (University of Albania, Albania)

Phd. Cand. Daniela Lika (Aleksander Moisiu Durres U, Albania)

Phd. Jonida Gashi (Aleksander Moisiu Durres U, Albania)

Phd. Sonila Zerelli (Aleksander Moisiu Durres U, Albania)

Phd. Violeta Neza (Aleksander Moisiu Durres U, Albania)

Phd. Cand. Ariola Harizi (Aleksander Moisiu Durres U, Albania)

Phd. Saeid Shojaei (University of Tabriz, Iran)

Dr. Ömer Güngör (Kocaeli U)

Dr. Ruhan Özel (Kocaeli U)

Dr. Moses M. Solomon (King Fahd University of Petroleum and Minerals, Saudia Arabia)

Dr. Emma Gurashi Nikolaoy (University Of Patras, Greece)

Dr. Hisham M. Alidrisi (King Abdulaziz University, Saudi Arabia)

Osman Taylan, King Abdulaziz University, Saudi Arabia

Dr. Thawee Numsakulwong (Rajamangala University of Technology Isan, Tayland)

Dr. Reyhan Dadash (Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi, Azerbaycan)

IMASCON 2019 INVITED SPEAKERS

- Assoc. Prof. Dr. Flora MERKO, Albania
- Assoc. Prof. Dr. Luis Manuel Ferreira ROSEIRO, Portugal
- Prof. Dr. Tamara Milenkovic Kerkovic, Serbia
- Dr. Alma Zisi, Albania
- Dr. Alba Ramallari, Albania
- Assoc. Prof. Dr. Banu Inan Karagül, Turkey
- Dr. Reyhan Dadash, Azerbaijan
- Prof. Dr. Fernando Dominques Moita, Portugal
- Assoc. Prof. Dr. Nagib Skenderi, Kosovo
- Dr. Violeta Neza, Albania
- Prof.Dr. Özcan Gündoğdu, Turkey
- Prof.Dr. Novo Palakalovic, Bosnia and Herzegovina
- Prof.Dr. Maan T. J. Maaroof, Iraq
- Prof.Dr. Hysen Mankoli, USA
- Prof.Dr. Hab. Justyna Franc-Dabrowska, Poland
- Assoc.Prof.Dr. Lyudmyla Symochko, Ukraine
- Assist.Prof.Dr. Mazin Nazar Fadhel, Iraq

CONGRESS PROGRAMME

01 NOVEMBER Friday	
The Start of Registration Process	
OPENING SPEECHES - 10:15 / 11:00	
IMASCON PANEL I – 11:00 / 12:30	
SESSION CHAIR :	
Assoc. Prof. Dr. Flora Merko, Albania	Sürdürülebilirlik / Sustainability
Prof. Dr. Tamara Milenkovic Kerkovic, Serbia	
Dr. Alma Zisi, Albania	
Dr. Alba Ramallari, Albania	
Prof. Assoc. Dr. Banu Inan Karagül, Turkey	
Dr. Reyhan Dadash, Azerbaijan	
Dr. Mustafa Çöpoğlu, East Marmara Development Agency, Turkey	
LUNCH – 12:30 / 13:45	
IMASCON PANEL II – 14:00 / 14:45	
SESSION CHAIR :	
Prof. Dr. Luis Manuel Ferreira Roseiro, Portugal	Sürdürülebilirlik/ Sustainability
Prof. Dr. Fernando Dominques Moita, Portugal	
Assoc. Prof. Dr. Nagib Skenderi, Kosovo	
Dr. Violeta Neza, Albania	
Prof.Dr. Özcan Gündoğdu, Turkey	

01 NOVEMBER Friday 14:00 – 16:30 POSTER PRESENTATİON		
Poster No		
F1	Cengiz ERDOĞAN	The Effect Of Eiseia Fetida Type Soil Worms on Chemical Fertilized Soil
F2	Çiğdem YÖRÜR GÖRECİ	Synthesis, Characterization of Unsaturated Nitrile Compounds and Their Potential Applications
F3	Çiğdem YÖRÜR GÖRECİ	Synthesis of Asymmetric Vinyl Derivatives, Characterization and Various Applications
F4	Pelin TOKGÖZ	Column Solid Phase Extraction of Pd(II) Ions from Aqueous Solutions Using Dimercaptotriazine Bonded Silica Gel
F5	Zeynep DEĞİRMEN	Investigation of Mycotoxin Presence in Some Packaged Gluten-Free Products
F6	Murat GÜNDÜZ	The Synthesis of 4,5 Dihydro-4(2-,3- Ve 4-) Methoxyphynyl)-1,4-Naphto[6,7-b] Oxazepine-3(2h)-On
F7	Melike TUPTUP	Development of Inorganic and Polymeric Catalysts for Production of Olefine from Synthesis Gas
F8	Merve BEYTORUN	One-Pot Synthesis of Substitued Tetrahydroquinazolin-2-amines
F9	Sıdıka Burcu KARACA	Production of Titanium Dioxide Nano Powders By Microemulsion Technique
F10	Erdoğan GÜNEŞ	Investigation of Probiotic Strain Escherichia coli Nissle 1917 in Terms of Antimicrobial Susceptibility and Antimicrobial Activity
F11	Gökay KANDİL	Investigation of the Effects of the Caffeine Received During Neonatal Period in PTZ Treated Wistar Rats by ATR-FT-IR Spectroscopy
F12	Hatice YAYLACI	Preparating Soil In Disease Management
F13	Türkan BUDAK	Arsenik adsorpsiyonunun difüzyon yöntemi (diffusive gradients in thin films, DGT) kullanılarak incelenmesi

ORAL PRESENTATIONS		
01 November 2019	**SESSION 1**	**Time 14:00 – 15:15**
IMASCON Session 1.1 / 14:00 – 15:15	**Hall : 2**	
SESSION CHAIR : Prof. Dr. Luis Manuel Ferreira Roseiro		
Canan ÖZTÜRK	Compatibilization of reduced graphene oxide reinforced polyethylene terephthalate/polybutylene terephthalate composites with Joncryl and investigation of properties	
Selda AYDOĞDU	Biotechnological production of glycerol carbonate from glycerin and dimethyl carbonate (DMC)	
Güler HASIRCI	Ion Exchange Capacity and Interaction Parameter Calculations in PVA / PAMPS Catalytic Membranes	
Nazlı YENİHAN YÜZER	Development of Chitosan Loaded Eggshell Adsorbent Membrane For Oil And Solvent Removal From Waste Water	
Nazan UYGUR	The Application Of Phosphate Containing Flame Retardant Chemicals On The Application To Urea Formaldehyde And Melamine Urea Formaldehyde Resins, Effects On Combustion And Gel Times (Hardenning-Curing)	
IMASCON Session 1.2 / 14:00 – 15:15	**Hall : 3**	
SESSION CHAIR : Assoc. Prof.Dr. Jale Yılmazkaya SÜNGÜ		
Assist. Prof. Dr. Tuba ÖZDEMİR ÖGE	Evaluation of Radioactivity from Various Water Samples in Turkey: A Review	
Hande REİSOĞLU	The Investigation of Thermal Effects on η_2 (1645) and η_2 (1870) Mesons in Hot Medium	
Elif GÜNGÖR	Properties Of Pseudotensor Π_2 (1670) Meson Under Extreme Thermal Conditions	
Research Assist. Bahadir SALMANKURT	Theoretical investigation of interaction Valine molecule with Black Phosphorene	
IMASCON Session 1.3 / 14:00 – 15:15	**Hall : 4**	
SESSION CHAIR : Prof. Dr. Şükrü DURSUN		
Prof. Dr. Şükrü DURSUN	Recycling of Packaging Waste Plastic For Ankara Province	
Research Assist. Ali Oğuzhan NARCI	Assessment of Environmental Impacts in Shipbuilding and Maintenance-Repair Industry	
Research Assist. Zeynep Cansu AYTURAN	Prognosis of Seepage Water Quality and Solute Transport in The Groundwater at A Site Contaminated with Benzene and Naphthalene	
Burcu ERGÜN	Determination of Odor Pollution By Olfactometer: A Case Study of Kocaeli	
Halime Nur KAZAK	Determination of The Amount of Particulate Matter and Noise Levels From Traffic in Konya Province	
Duygu ALYEŞIL KABAKÇI	Investigation at Kocaeli of the Impact of the Unity of Industry and Nature TUBITAK 4004 Project on Environmental Awareness of 7th Grade Students	
Discussion **Coffee Break (15:15 – 15:30)**		

ORAL PRESENTATIONS		
01 November 2019	**SESSION 2**	**Time 15:30 – 16:45**
IMASCON Session 2.1 / 15:30 – 16:45	**Hall : 1**	
SESSION CHAIR : Prof. Dr. Fernando Moita		
Prof. Dr. Luis Manuel Ferreira Roseiro	Experimental Evalution and Finite Element Simulation in the Context of Applied Project Developments	
Assoc. Prof.Dr. Semih ERGIN	Mass Classification in Mammograms using SVM Classifier	
Assist. Prof. Dr. İbrahim MUTLU	Comparison of Angiography, Balloon Angioplasty and Stent Application Quantities and Costs by Age and Gender	
Dr. Talip ÇELIK	Investigation of The Effects of Different Stem Designs on Bone and Stem Using Finite Element Analysis	
IMASCON Session 2.2 / 15:30 – 16:45	**Hall : 2**	
SESSION CHAIR : Prof. Assoc. Dr. Lyudmyla Symochko		
Dr. AKIN SAĞIRLI	Synthesis and Characterization of New Azo-dyes Bearing Nitromethylenobenzimidazole	
Dr. Ömer GÜNGÖR	A Potential Photosensitizer Candidates for PDT: Tetrakis (1,6-hexanedithiol)substituted dihydroxy silicon(IV) and oxo-titanium(IV) phthalocyanines	
Assist. Prof. Dr. Taner ERDOĞAN	DFT and Molecular Docking Calculations on the 1-(4-((4-(furan-2-yl)thiazol-2-yl)amino)phenyl)ethan-1-one O-benzyl oxime Derivatives	
Dr. Züleyha ÖZER	The Antioxidant Activities of Decoction and Infusion of Thymus Sipyleus Boiss. And T. Zygioides Griseb	
IMASCON Session 2.3 / 15:30 – 16:45	**Hall : 3**	
SESSION CHAIR : Assoc. Prof.Dr. Ehlinaz Torun KAYABAŞI		
Assist. Prof. Dr. Rüştü TAŞTAN	Antimicrobial Resistance Problem at the Human Animal Environment Interface and One Health Approach	
Nasip Ümran Turan	Nanoparticle Synthesis and Characterization of SM_2O_3; Investigation of Antimicrobial Effects	
Assist. Prof. Dr. Mustafa Sencer KARAGÜL	Assessment, Mitigation, Performance (Amp) Model in Biorisk Management	
Assoc. Prof.Dr. Ehlinaz Torun KAYABAŞI	The Importance Of Agricultural Activity For Kocaeli	
Burak GÖKÇE	Effects of Polypropylene Microplastic on Zebrafish Digestive System; A Laboratory Modelling.	
Burak GÖKÇE	Evaluation of Potential Harmful Effects of Polyethylene Microplastics in Fish Digestive System; A Laboratory Model Study with Zebrafish	

IMASCON Session 2.4 / 15:30 – 16:45	**Hall : 4**
SESSION CHAIR : Assoc. Assoc. Prof.Dr. Nagib Skenderi	
Prof. Dr., Şükrü DURSUN	Review The Impact of Animal Abattoir Residues on The Environment and Methods of Treatment
Gökçe ORAK ÖKTEM	Assessment of The Impact of North Marmara Highway on Kocaeli Air Quality
Assist. Prof. Dr. Kadriye OKTOR	Treatment of Potato Chips Wastewater With Microalgae
Ümmügülsüm GÜNAY	Importance of Phytoremediation Methods For Removal of Heavy Metals From Wastewater
Emre DALKILIÇ	Detection of Volatile Organic Compounds in Industrial Air
Duygu ALYEŞIL KABAKÇI	Investigation at Kocaeli of the Impact of the Unity of Industry and Nature TUBITAK 4004 Project on Environmental Awareness of 7th Grade Students
Assoc. Prof.Dr. Lyudmyla SYMOCHKO	Soil Microbiome As A Bioindicator In Environmental Monitoring
Discussion	**Coffee Break (15:30 – 16:45)**
ORAL PRESENTATIONS	
01 November 2019	**SESSION 3** / **Time 17:00 – 18:15**
IMASCON Session 3.1 / 17:00 – 18:15	**Hall : 1**
SESSION CHAIR : Prof. Dr. Luis Manuel Ferreira Roseiro	
Prof.Dr. Fernando Moita	Light in Tiles, traditional tiles with smart lighting Technologies
Assist. Prof. Dr. Emine GÜVEN	Analysis of Differentially Expressed Genes in Cisplatin Efficient Ovarian Cancer Cell
Assoc. Prof.Dr. Semih ERGIN	Classification of Diabetic Retinopathy Images with MATLAB Parallel Programming
Assist. Prof. Dr. İbrahim MUTLU	Periodic, Preventive and Predictive Maintenance in Medical Devices Used in Operating Rooms
Dr. Talip ÇELIK	The Effects of Preload Values Used on Plate Placement for Bone Fractures
IMASCON Session 3.2 / 17:00 – 18:15	**Hall : 2**
SESSION CHAIR : Dr. Violeta Neza	
Assist. Prof. Dr. Taner ERDOĞAN	Investigations on the 2-(benzylthio)-4-(furan-2-yl)thiazole Derivatives: A DFT and Molecular Docking Study
Assist. Prof. Dr. SEMA ÇARIKÇI	ANTIOXIDANT ACTIVITY of Verbascum aschersonii Boiss. & Sint. ex Murb.
Dr. Ömer GÜNGÖR	Transport of mercury ions on the bulk liquid membrane containing the calix[4]arene derivative
Assoc. Prof.Dr. Volkan ÇAKIR	Synthesis And Investigation Of Aggregation Behaviour Of Novel Phthalocyanines, Containing Paramanyetic Metal Ions
Dr. Ömer GÜNGÖR	Synthesis, structural characterization of new 1-(oxyethyl)pyrrolidine substituted silicon(IV)phthalocyanine and investigation of aggregation feature
Cihan AKTAŞ	What is Fire Extinguishing Foam? What are The Usage Areas?

IMASCON Session 3.3 / 17:00 – 18:15	**Hall : 3**
SESSION CHAIR : Prof.Dr. Şükrü DURSUN	
Tahseen Fatima Miano	Effective use of freshly harvested, freeze dried and processed use of pomegranate (Punica granatum L.) Fruits in Pakistan
Tahseen Fatima Miano	Meat Products and sausages
A. Semra Aksoy	Determination of Some Bioactive Components in Hardaliye
Dr. Özlem İSTANBULLU PAKSOY	Quality Management And Food Control Laboratory Practices
Büşra YAVUZ	Menu Planning Using Mathematical Programming for Type 2 Diabetes
Assist. Prof. Dr. DİLEK DÜLGER ALTINER	A Functional Component: Pumpkin Seed Flour
IMASCON Session 3.4 / 17:00 – 18:15	**Hall : 4**
SESSION CHAIR : Assoc. Prof.Dr. Selmin ENER RUŞEN	
Prof. Dr. Durmuş KAYA	Technical and Economic Analysis of Household Solid Waste Recycling and Energy Production for Jeddah, Saudi Arabia
Prof. Dr. Durmuş KAYA	Energy Efficiency in the Mining Sector
Yunus Emre ŞAKAR	Micro-siting of Wind Power Plant in Çatalca Region Using WindSim Program and Determination of Energy Production Potential
Cabir KÜÇÜK	Electricity Generation With Organic Rankine Cycle From Waste Gases
Assoc. Prof.Dr. Selmin ENER RUŞEN	Karaman Energy Efficıency Center (Karen)
Cihan GÖKÇÖL	An investigation on parameters affecting oil and gas drilling
Cihan GÖKÇÖL	Developing a visual computer program for drilling optimization
Discussion **Coffee Break (18:15 - 18:30)**	
ORAL PRESENTATIONS	
01 November 2019 | **SESSION 4** | **Time 18:30 – 19:45**	
IMASCON Session 4.1 / 18:30 – 20:15	**Hall : 1**
SESSION CHAIR : Assoc. Prof.Dr. Nagib Skenderi	
Umut MAYETIN	Discussing of The Hand-Wrist Rehabilitation Robot Design Approaches
Mert AKAT	Human Machine Interface Designing for Wrist Rehabilitation Device
Zeliha COŞKUN	A Review About Brain Mri Image Segmentation Using Convolutional Neural Network
Ömer DURAN	On Umbral Methods And Generalized Harmonic Numbers Of Order r, H_(n)^r (α)
Ömer DURAN	On Generalized Hyperharmonic Numbers Of Order r, H_n^r(α) With Riordan Arrays
Süleyman ÇETINKAYA	Detection Of Premature Ventricular Contraction By Using Adaboost Algorithm And Fractional Derivative
Süleyman ÇETINKAYA	The Analytic Solution Of Initial Boundary Value Problem Including Time-Fractional Diffusion Equation

IMASCON Session 4.2 / 18:30 – 19:45	**Hall : 2**
SESSION CHAIR : Prof. Dr. Alaeddin Bobat	
Prof. Dr. Hysen Mankolli, Prof. Dr. Şükrü Dursun	The Shkodra Lake Ecosystem and The Effect of Local Climate Change
Prof. Dr. Alaeddin Bobat	Plankton Diversity and Density in Yuvacik Reservoir
Prof. Dr.Alaeddin Bobat	Relations Among Depth, Temperature and Color in Yuvacik Reservoir
Şansel BİLDİREN	What Can We Do Individually Reduce The Negative Effect of Climate Change?
Şansel BİLDİREN	Carbon Pools in Forests
Şansel BİLDİREN	Determination of Species Tolerant in Wheat Genotypes Against Salt and Mineral Stress That Can Be Created By Climate Change
IMASCON Session 4.3 / 18:30 – 20 : 15	**Hall : 3**
SESSION CHAIR : Prof. Dr. Çiğdem Çiftçi	
Nimet ACER	An Emprical Research on the occupational safety and culture among poultry workers in Bolu
Ayşe Gül BÜYÜKTOPÇU	Non-Compliances Of Industrial Hygiene Laborotories In The Application Of Personal Dust Sampling And Gravimetric Analysis
Dr. Ömer GÜNGÖR	Chemicals exposed to paint industry, occupational diseases and protection methods
Prof. Dr. Çiğdem Çiftçi	The Description of Urban Environment in Ottoman Cities Based on Ottoman Foundations
Dr. Erman Şentürk	Investigation of Ionospheric Variation Before The Mw7.3 Iran-Iraq Earthquake With Gnss Observations
Lecturer ÇİĞDEM TÜRKSÖNMEZ	Ultrasound Applications In Meat Industry
Evrim Taylan	Agricultural Entrepreneurship Example: Kocaeli Kandıra District Young Farmer Project and Results
Dr. Bahar Aydın Can	Analysis of Factors Affecting Greenhouse Vegetable Purchasing Preferences of Consumers: The Case of Izmir City Center
Dr. Bahar Aydın Can	Egg Production, Consumption, Exportation and Its Future in Turkey

IMASCON Session 4.4 / 18:30 – 19:45	**Hall : 4**
SESSION CHAIR : Prof. Dr. Durmuş KAYA	
Prof. Dr. Durmuş KAYA	Energy Efficiency In The Iron-Steel Sector
Assoc. Prof.Dr. Selmin ENER RUŞEN	Investigation Of Energy Consumption And Efficiency At Karamanoglu Mehmetbey University
Ferhat DEDE	Hydroelectric Power Plants Applied On Transmission Lines And Analysis Of 4 Sequence Hydroelectric Power Plants Installed On Cold Waterpinar Transmission Lines
Deniz Koparan	Research About Energy Efficiency Opportunities In Cooling Towers Used In Industrial Plants
Buse Turna	Energy Efficiency In Axial Fans: An Example For The Textile Industry
Cihan Gökçöl	Drilling Optimization Through The Developed Computer Program: An Application

02 NOVEMBER Saturday		
ORAL PRESENTATIONS		
02 November 2019	**SESSION 5**	**Time 09:00 – 10:15**
IMASCON Session 5.1 / 09:00 – 10:15	**Hall : 1**	
SESSION CHAIR : Assoc. Prof.Dr. Bülent Aydemir		
Assoc. Prof. Dr.Bülent AYDEMİR	Calculation of Measurement Uncertainty in Vickers Hardness Testing and Numerical Application	
Serdar ALBAYRAK	The Effect of Corn Oil Methyl Esther and Diesel Fuel Mixtures on Engine Noise Emissions Depend on Injection Pressure	
Muhammet Muaz YALÇIN	Investigation into The Energy Absorption Capacity of Reinforced Al Tubes Under Axial Loading	
İsa ÇOLAKOĞLU	Determination of Limited Tensile Ratio of DP600 and DP800 Steel in Square Deep Drawing by Finite Element Method	
Erman ZURNACI	Vibration Analysis of Metallic Sandwich Panels with Corrugated Cores Using Finite Element Method	
Ethem KELEKÇİ	Ethercat Based Trajectory Tracking Control of an Ac Servo Motor	
Tuğçe YAREN	Dynamic Modeling of 3-Dof Rrp Type Serial Robotic Manipulator Using Lagrange-Euler Method	
IMASCON Session 5.2 / 09:00 – 10:15	**Hall : 2**	
SESSION CHAIR : Assist. Prof.Dr Zehra KARAPINAR ŞENTÜRK		
Assist. Prof.Dr Zehra KARAPINAR ŞENTÜRK	A Machine Learning Based Early Diagnosis System For Mesothelioma Disease	
Assist. Prof.Dr. Arafat ŞENTÜRK	Internet Of Things: Passing From 4G to 5G	
Assist. Prof.Dr.FERZAN KATIRCIOĞLU	A Novel Gray Image Edge Detection Operator Based Heat Conduction	
Dr., Serkan Dereli	Comparison Of Classical And Fpga Based Methods In Digital Integrated Design	
Melike KARATAY	Application of Blockchain Technology on Taxation System	
Ayhan GÜLTEKİN	Defining of Factors That Affect The Student Course Success with Decision Trees	
Assist. Prof.Dr. Mehmet ŞİMŞEK	Randomizing Low-rate DDoS AttactFlow Patterns to Deceive Detection Methods	

IMASCON Session 5.3 / 09:00 – 10:15	**Hall : 3**
SESSION CHAIR : Assoc. Prof.Dr. Aydın Rüşen	
Assoc. Prof.Dr. Aydın RÜŞEN	Mineralogical And Thermal Analyses of Calcined Colemanite
Erdi BULUŞ	Production and Characterization of Nanotechnological Nonwoven with Electrospinning Techniques From Different Polymers
Assist. Prof. Dr. Musa ÇADIRCI	Oleylamine Free Synthesis of Cdse/Cdte Type Ii Quantum Dots
Aykan AKBAŞ	Effect of Calcium Addition on Microstructure And Hardness In Zk60 Magnesium Alloy
Onur MURATAL	Coating Nickel-Based Alloy on Ti6al4v Alloy Using Powder Metallurgy
IMASCON Session 5.4 / 09:00 – 10:15	**Hall : 4**
SESSION CHAIR : Dr. Violeta Neza	
Tafadzwa MUGWAMBA	Comparative Analysis Of Proportional-Resonant And Pid Controllers In Single-Phase Full-Bridge Vsi
Assist. Prof. Dr. Şule KUŞDOĞAN	Energy Storage Systems For Electricity Generation and Network Scale Applications
Beytullah BOZALI	Determination Of Optimal Phase Measurement Unit Settlements In The Turkey 400 Kv Power System
Cenk ANDİÇ	Economic Dispatch Analysis With Optimum Power Flow In Power Systems
Dr. Hamdullah YOKUŞ	Comparative Analysis Of Transient Stability Of The Power System With Wind Power Plant According To Different Generator Models
Mehmet Fatih BEYOĞLU	A Comparative Evalution Of Photovoltaic Power Plant Energy Production Established In Balikesir Province And Production Forecasting Programs
Discussion **Coffee Break (10:15 – 10:30)**	
ORAL PRESENTATIONS	
02 November 2019 / **SESSION 6** / **Time 10:30 – 11:45**	
IMASCON Session 6.1 / 10:30 – 11:45	**Hall : 1**
SESSION CHAIR : Prof. Dr. Luis Manuel Ferreira Roseiro	
Dr. Burak GÖKALP	Wear Analysis of A Diesel Generator Using Aviation-Fuel Blended With Aspire Methyl Ester
Serdar Albayrak	Obtaining the final products by using various materials by pyrolysis method and determination of system parameters
Dr. Erman ZURNACI	Production of Metallic Corrugated Sandwich Panel Cores and Improvement of Specimen Preparation Process
Muhammet Muaz YALÇIN	Experimental Investigation of The Effect of Annular Rolling on Energy Absorption Capability of Circular Metallic Tubes
Mustafa SÜT	Evaluation and Sustainability of Functional Materials in Additive Manufacturing Applications
Berkan Tan	Experimental Investigation of The Effects of Environmental Conditions on Fatigue Behavior of Rubber Materials

IMASCON Session 6.2 / 10:30 – 11:45	**Hall : 2**
SESSION CHAIR :Assoc. Prof. Dr. Natalya Gudkova	
Ercan ATAGÜN	Investigation Of Conference Scheduling With Genetic Algorithm
Dr. Hakan GÜNDÜZ	Detection of Parkinson's Disease with Different Voice Feature Sets
Lecturer İsmail Sarı	Importance Of Indexing In Database
Assist. Prof. Dr. FERZAN KATIRCIOĞLU	A Novel Gray Image Enhancement Based Heat Conduction
Dr. Serkan Dereli	Synthesizable Decimal Multiplier Ip-Core Design For Fpga Based Digital Circuits
Melike Karatay	Efficient Random Number Generation for Lattice Based Cryptography
Assoc. Prof.Dr. Bülent AYDEMİR	Stents, Its Properties and Its Mechanical Tests
IMASCON Session 6.3 / 10:30 – 11:45	**Hall : 3**
SESSION CHAIR : Assoc. Prof.Dr. Enbiya Türedi	
Assoc. Prof.Dr. Enbiya Türedi	Investigation of The Effect of Measurement Frequency on The Accuracy of The Results In Wear Characterization by Focus Variation Method
Assoc. Prof.Dr. Aydın Rüşen	The Effect of Ammonium Acetate Concentration on Metal Recovery From Industrial Zinc Leach Residues
Dr. Barış ÇAL	Reliability Inspections and Tests Applied in Space Electronics
Assoc. Prof.Dr. Aydın Rüşen	Investigation of Use of Deep Eutectic Solvents on Copper Recovery From Anode Slime
Emrullah Çelikkol	A Study of Failure Analysis on 34mnb5 Tube Stabilizer Bar
Umut KURNAZ	Investigation of the Effect of Flame Application on Mechanical Properties of Multilayer Polyamide Composite Pipe in Extrusion Production
IMASCON Session 6.4 / 10:30 – 11:45	**Hall : 4**
SESSION CHAIR : Assist. Prof. Dr. Nermin Demirkol	
Assist. Prof. Dr. Nermin Demirkol	Sintering Behaviour and Characterization of A New Ceramic Material Produced By Slip Casting
Ümit Gencay Başcı	Metal Powder Production Methods For Additive Manufacturing
Merve YILMAZ	Development of Mechanical And Tribological Properties Of Carbon Materials With Increased Density By Particle Reinforcement of Sic Electrophoretic Infiltration Technique
Burak HOCAOĞLU	Production of High Carbon Thick Steel Ropes
Serdar KAÇAMER	The Researches In Turkey About The Materials Which Used In The Production Of Wood Plastic Composite Materials
Discussion **Coffee Break (11:45 – 12:00)**	

ORAL PRESENTATIONS		
02 November 2019	**SESSION 7**	**Time 12:00 – 13:15**
IMASCON Session 7.1 / 12:00 – 13:15	**Hall : 1**	
SESSION CHAIR : Prof. Dr. Fernando Domingues Moita		
Assist. Prof. Dr. Ferzan KATIRCIOĞLU	Theoretical Investigation of The Environmental Effects of Energy Saving Potential Use of Environment Friendly R32 and R410a In Split Air Conditioners	
Dr. Haldun Dizdar	Calibration and Uncertainty Analysis of Piezo Electric Force Sensors	
Dr. Yasemin Yıldıran Avcu	Adhesive Wear Behavior of Ti6Al4V Alloy Shot Peened Under Different Parameters	
Ömer ŞENGÜL	Investigation of The Effect of Nanoscale-Reinforced Polypropylene Composite Materials Produced By Injection Molding Method on Mechanical and Thermal Properties	
Musa ŞEREMET	Experimental Investigation Of The Effect Of Heat Treatments On Mechanical Properties Of Aisi 4140 And Aisi 4340 Steels	
Sevgi AYDIN	Investigation of the Use of Stainless Steel Mesh for Direct Borohydride Fuel Cells	
IMASCON Session 7.2 / 12:00 – 13:15	**Hall : 2**	
SESSION CHAIR : Prof. Assoc. Dr. Flora Merko		
Bruno Cristos Madeira	Performance Comparison of Time Series Analysis Methods	
Eyyüp Sayılır	Machine Learning Based Gender Detection From Cursor Movements	
Melike Karatay	Structures and Security of the Blockchain Technology	
Research Assist. Bahadir SALMANKURT	Past and Present of High Performance Computing	
Lecturer İsmail Sarı	Processing Database Applications Without Code Information, Receive and Convert Data	
Lecturer Mustafa OF	Basıc Concepts Of Learnıng Computer Programmıng Languages	
Discussion **Coffee Break (11:45 – 12:00)**		
IMASCON Session 7.3 / 12:00 – 13:15	**Hall : 3**	
SESSION CHAIR : Dr. Violeta Neza		
Alban Exauce Mouandza MBOUNGOU	Brushless Direct Current Motor Control Methods And Applications	
Cenk ANDİÇ	Optimal Placement Of Tcsc In Power Systems For Voltage Stability	
Beytullah Bozali	Determination Of Power Systems In Different Methods Connection With Phase Measurement Unit Optimal Place	
Zafer ÖZTÜRK	Technical And Economic Investigation Of A Sample Hybrid Energy System Modeling With And Without Network	
Zümre YENEN	Design Of Pid Controller In Load Frequecy Control Of Two-Area Thermal Power System Using Symbiotic Organisms Search Algorithm	
Orhan ODUNCU	Dangerous Classes Fire Prevention And Fire Protection	

IMASCON Session 7.4 / 12:00 – 13:15	**Hall : 4**
SESSION CHAIR : Prof. Dr.Rezzan KASIM	
Prof. Dr. Rezzan KASIM	The Latest Technologies in Quality Preservation of Fresh-Cut Fruits and Vegetables
Prof. Dr. Rezzan KASIM	Power of Different Color: "Carrot"
Prof. Dr. Rezzan KASIM	Postharvest Quality of Bulbous Ornamental Plants Tulip, Narcissus, and Hyacinth
Selinay Tüfekçi	Production of Tricalcium Phospate Nano Powders By Microemulsion Technique And Their Electrophoretic Deposition On Ti_6Al_4V Substrates
Assoc. Prof.Dr. Mehmet Ufuk KASIM	The Future of Smart Packaging in Foods, Advantages and Disadvantages
Assoc. Prof.Dr. Mehmet Ufuk KASIM	Waxing of Fresh Fruits and Vegetables and Problems in Application
Şüheda Basire AKÇA	Effects Of Aquatic Plants On Water Treatment In Wetlands
Discussion **Coffee Break (13:15 – 13:30)**	
ORAL PRESENTATIONS	
02 November 2019	**SESSION 8** | **Time 13:30 – 14:45**
IMASCON Session 8.1 / 13:30 – 14:45	**Hall : 1**
SESSION CHAIR : Assoc. Prof. Dr. Nagip SKENDERI	
Ömer ŞENGÜL	Experimental Investigation of The Thermal and Mechanical Properties of The Prototype Product Produced With Recycled PP
Mustafa BAL	Al7075 On The Material Can Be Processed By Traditional Manufacturing Methods
Mesut YAVUZ	Improving Cutting Tool Performance In Plastic Packaging Sector
Musa ŞEREMET	Experimental Investigation of The Effect of Vibration on Surface Roughness in Turning of Aisi 4140 Steel
Mustafa DEMİRTAŞ	Experimental Analysis of Vibration and Surface Roughness in The Turning of Tempered Steel in Cnc Turning Machine
Dr. Yasemin Yıldıran Avcu	Sub-Surface Microstructural and Mechanical Properties of Ti6Al4VAlloy Shot Peened Under Different Parameters

IMASCON Session 8.2 / 13:30 – 14:45	**Hall : 2**
SESSION CHAIR: Assoc.Prof.Dr. Mehmet Simsek	
Ayşe ÇİFTÇİ	Examples of Fuzzy Logic Systems in 5G Technology
Lecturer İsmail SARI	Processing Database Applications Without Code Information, Receive And Convert Data
Dr. Hakan GÜNDÜZ	Metro Passenger Flow Estimation with Different Regression Models
Dr. Aybike ŞİMŞEK	Performance Analysis of Network Centrality Measures for Detecting Influential Nodes on Different Network Types
Hamza KEÇELİ	Epilepsy Seizure Detection in Different Scenarios by Electroencephalography Signals
Vehbi YOLCU	Optimization of Non-linear Transmission Impairments with Improved Artificial Bee Colony Algorithm in Wavelenght Division Multiplexing Optical Systems
IMASCON Session 8.3 / 13:30 – 14:45	**Hall : 3**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Serdar Birogul	
Cenk ANDİÇ	Investigation Of Power System State Estimation By Using Iteratevly Reweighed Least Squares Method
Fikret KIR	What Is Arc Flash Analysis
Tansu ÇETİN	Increasing The Distributed Generations Penetration In The Distribution Networks
Burak YILMAZ	Rogowski Coil Design For Measurement Of High Impulse Currents
İlkcan DURNASUYU	Measuring Online Partial Discharge With Rogowski Coil In High Voltage
Büşra ÖZEN	Energy Storage And Charging Technology In Electric Vehicles
IMASCON Session 8.4 / 13:30 – 14:45	**Hall : 4**
SESSION CHAIR : Assist. Prof. Dr. Serkan Engin	
Assist. Prof. Dr. Serkan Engin	The Investigation of the Effects of Soil-Structure Interaction on the Seismic Behavior of Reinforced Concrete Buildings
Assist. Prof. Dr. Hilal Meydanlı ATALAY	Seismic Vulnerability Assessment Methods For Existing Buildings
Koray KONDAKCI	Analysis Of Transverse Vibrations Of Wedge-Shaped Beams Using Adomian Decomposition Method
Zuhal Elif KARA	Effect Of Combined Ground And Surface Waters On Energy Production In An Irrigation Basin
Yasin YILDIZ	Stabilization Of A Clay Soil With Cement
Discussion **Coffee Break (16:00 – 16:15)**	

ORAL PRESENTATIONS		
02 November 2019	**SESSION 9**	**Time 15:00 – 16:15**
IMASCON Session 9.1 / 15:00 – 16:15	**Hall : 1**	
SESSION CHAIR :		
Ömer ŞENGÜL	Experimental investigation of mechanical and thermal properties of prototype product produced with recycled abs material	
Ümit ÖNAL	Vertical Edged Part Manufacturing By Multi Step Rolling Blank Holder Method	
Lecturer Selahattin BOLAT	An Evaluation On Vibration Analysis of Y32 Bogie Used In Railway Systems	
Musa ŞEREMET	Analysis Of Thermal And Mechanical Properties Of The Product Manufactured With Graphite Reinforced Polypropylene (Pp) Composite Material	
Göksel BARAN	The Effect of Weld Current on Mechanical and Microstructure Properties of Tig Welded Titanium Alloys Used in Aerospace Industry	
IMASCON Session 9.2 / 15:00 – 16:15	**Hall : 2**	
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Serdar Birogul		
Mohamed Galaleldin Ali ELOBAID	Extreme Learning Machine for Local Range for Fine Image Registration	
Abdullah Erkam Gündüz	Rayleigh Backscattering Based Optical Time Domain Reflectometer Simulation	
Mahir ŞANLI	Performance Comparison of Cross-Coupled Integrated Cmos Lc Vco Circuits	
Dr. Mehmet DUMAN	Development of Rfid Card System and Data Recording Methods Related To Card System	
Seyitali İLYAS	Stability of Electric Vehicles in Variable Moments By Using a Lyapunov Type Observator	
IMASCON Session 9.3 / 15:00 – 16:15	**Hall : 3**	
SESSION CHAIR :Prof.Dr.Mücahit OPAN		
Research Assist. İbrahim DURSUN	Status of Forest Assets in Isparta and Investigation of Time Change	
Research Assist. İbrahim DURSUN	The Importance of GIS and Remote Sensing in Watershed Management	
Orhan ODUNCU	Use Of Thermal Detection Systems In Fire Safety: Forest Fire	
İkram ÇELİK	Determination of Forest Fire Risk In Istanbul Buyukada	
İkram ÇELİK	A New Approach on Surveillance of Forest Fires Mobile Fire Surveillance Towers (Case Of Istanbul)	

IMASCON Session 9.4 / 15:00 – 16:15	**Hall : 4**
SESSION CHAIR : Assist. Prof. Dr. Hilal Meydanlı ATALAY	
Assist. Prof. Dr. Hilal Meydanlı ATALAY	Seismic Safety Assessment Of Prefabricated Buildings: Before And After 2018 Turkey Building Earthquake Code
Erdi BOZKURT	Stabilization of A Clay Containing High Water Content in The Field With Lime
Yasin YILDIZ	Stabilization of A Clay Soil With Cement
Zuhal Elif KARA	Effects of Land Use on The Reservoir's Economic Life in Yuvacık Reservoir Basin
Koray KONDAKCI	Analysis of Longitudinal Vibrations of Non-Uniform Rods Using Homotopi Perturbation Method
Discussion **Coffee Break (16:15 – 16:30)**	

ORAL PRESENTATIONS		
02 November 2019	**SESSION 10**	**Time 16:30 – 17:45**

IMASCON Session 10.1 / 16:30 – 17:45	**Hall : 1**
SESSION CHAIR : A Prof.Dr.Mücahit OPAN	
Assist. Prof. Dr. Kübra YAZICI	The Importance Of Urban Form In Urban Aesthetics And Landscape Architecture
Assist. Prof. Dr. Kübra YAZICI	Evaluation Of Tokat-Amasya Highway (Governor Zekai Gümüşdiş Street) Planting Design In Terms Of Landscape Architecture
Şüheda Basire AKÇA	The Importance In Landscape Architecture Of Hobby Gardens
Şüheda Basire AKÇA	Examination Of Adaptation Of Natural Aquatic Plants In Antalya –Expo/Turkey
Assoc. Prof.Dr. Melekber SÜLÜŞOĞLU DURUL	Agricultural Cooperation Structure in Kocaeli Kartepe
IMASCON Session 10.2 / 16:30 – 17:45	**Hall : 2**
SESSION CHAIR : Assist.Prof.Dr. Serdar Birogul	
Sadettin Burak KILCI	Kinematic Modeling of Unmanned Underwater Vehicles
Abdullah ÇINAR	Comparison of Low Power Wide Area Network Technologies for Sensor Devices and Their Feasibility in Turkey
Emre TUNCAY	Implementing Video object tracking algorithm on FPGA
Bilal CANATAR	Vibration Detection And Analysis Based On A Wireless Embedded System
Research Assist. Ethem Kelekçi	Ethercat Based Trajectory Tracking Control of an Ac Servo Motor

IMASCON Session 10.3 / 16:30 – 17:45	**Hall : 3**
SESSION CHAIR :	
İsa ÇOLAKOĞLU	Determination of Limited Tensile Ratio of DP600 and DP800 Steel in Square Deep Drawing by Finite Element Method
Assist. Prof. Dr. Dilek Özlem ESEN	In Automotive Sector Fast Heating And Cooling Technology In Plastic Injection Molding
Assist. Prof. Dr. Dilek Özlem ESEN	Experimental Investigation Of Engine Performance Characteristics Of A Hybrid Vehicle
Seyitali İLYAS	Calculation Of Phase Difference With Modular Arithmetic Method In Equal Periodic Static Coordinated Signalization Systems On The Green Wave Coridor In Antalya Konyaalti Street
Seyitali İLYAS	Review Of Flash Mode In Different Scenario Microsimulation Models In Signalized Intersections In Antalya
IMASCON Session 10.4 / 16:30 – 17:45	**Hall : 4**
SESSION CHAIR : Assist. Prof. Dr. Mehlika Kocabaş AKAY	
Dr. Barış AKSU	Moderator Effect of Innovation Strategy on the Relationship Between Eco-Determinants and Sustainable Performance Factors
Tuğçen HATIPOĞLU	A Decision Support Model To Create A Price Offer In Aircraft Maintenance Repair
Murat ÇOLAK	Evaluation of Mental Workload with NASA-TLX Method: An Application in Food Industry
Gözde ŞEN	Six Sigma Metodology and Implementation in Automotive Industry
Assist. Prof. Dr. Mehlika Kocabaş AKAY	Evaluation Of A Logistics Company By Balance Performance Card And Key Performance Indicator Methods
Discussion Coffeea Break (15:15 – 15:30)	
ORAL PRESENTATIONS	
02 November 2019	**SESSION 11** **Time 18:00 – 19:15**
IMASCON Session 11.2 / 18:00 – 19:15	**Hall : 2**
SESSION CHAIR : Dr. Barış AKSU	
Assist. Prof. Dr. Mehlika Kocabaş AKAY	A Research On Comparison Of Total Efficient Maintanence And Reliability Central Maintanence Methods
Murat ÇOLAK	Determination of Customer Relationship Management Strategies Through Analysis of Order Variabilities in an Automotive Company
Dr. Barış AKSU	An Alternative Perspective on the Impact of Ecological Capabilities on Sustainability Performance in Manufacturing Enterprises
Tuğçen HATIPOĞLU	Noise Mapping And Noise Analysis In Manufacturing Enterprises

IMASCON Session 11.3 / 18:00 – 19:15	**Hall : 3**
SESSION CHAIR :	
Ayşe Betül KARAGÖZ	Model Based Test Experience
Esra ÇETIN	Selection of Rowing Material using Ashby, AHP and Axiomatic Design Methods
Research Assist. Ali ihsan BOYACI	A proposal for optimizing the order of transition between sheet thicknesses in the pipe manufacturing process
Murat ÇOLAK	Improvement of Facility Layout by Reducing Transport Costs in an Automotive Supply Company
Tuğçen HATIPOĞLU	Value Stream Mapping In A Manufacturing Company As A Lean Manufacturing Tool
IMASCON Session 11.4 / 18:00 – 19:15	**Hall : 4**
SESSION CHAIR : Assoc. Prof. Dr. Arif ÖZKAN	
Assist Prof. Dr. Levent Uğur	Evalation of tension band application in oblique and transverse olecranon franctures by finite element analysis
Assoc. Prof. Dr. Levent UĞUR	Dimensional Accuracy of Models Obtained by 3d Printer
Assoc. Prof. Dr. Arif ÖZKAN	Drillability Determination of AISI 1040 Steel by Finite Element Method
Lecturer Mustafa OF	Object Oriented Programming with Python Techniques
Lecturer Mustafa OF	Creating a Reusable User Interface: React Example

03 NOVEMBER Sunday
KOCAELI TOUR – 12:00

ABSTRACTS AND POSTERS

GÜÇ SİSTEMLERİNDE OPTİMUM GÜÇ AKIŞI İLE EKONOMİK İŞLETME ANALİZİ

Cenk ANDİÇ
Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği
cnkandic@gmail.com

Ali ÖZTÜRK
Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği
aliozturk@duzce.edu.tr

Salih TOSUN
Düzce Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği
salihtosun@duzce.edu.tr

Özet
Güç sistemlerinde üretim birimleri olarak termik santraller de kullanılmaktadır ancak termik santraller çıktı olarak enerji üretirken, giriş olarak da bir yakıt harcamaları söz konusudur. Güç sistemlerinin ekonomik olarak işletilmesi, termik santrallerin yakıt maliyetlerini azaltma açısından oldukça mühimdir. Sistemdeki yük baralarının talep ettiği gücün, sistemde bulunan termik üretim birimlerinin yakıt maliyetleri göz önünde bulundurularak paylaştırılması ekonomik dağıtım probleminin konusudur. Elektrik enerjisi üretiminde, santrallerin aktif güçleri (MW) ile tanımlanmış olması, talep güçlerinin yine aktif güç (MW) cinsinden verilmiş olması vb. aktif güç üzerinden tanımlamalar yapılmasından dolayı hep aktif güçlerin ekonomik değerleri hesaplanmıştır. Ancak bir enerji sisteminde tüketici baralardan reaktif güç çekildiğinden, reaktif güçlerin de ayrıca göz önüne alınması gerekir. Bu durumda bir güç sisteminin ekonomik işletme analizi yapılırken, aktif ve reaktif güç değerleri birlikte değerlendirilerek optimum güç akışı yapılmalıdır. Bu çalışmada ise farklı güç sistemlerindeki reaktif güçler dikkate alınarak ekonomik işletme analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde, geleneksel güç akışı yerine optimum güç akışı yapıldığında enerji üretim maliyeti değerlerinin ($/h) azaldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler Optimum güç akışı, ekonomik dağıtım, güç sistemleri

ECONOMIC DISPATCH ANALYSIS WITH OPTIMUM POWER FLOW IN POWER SYSTEMS

Abstract
In power systems, thermal power plants are also used as production units, but thermal power plants produce energy as output, while fuel consumption is an input. The economic operation of power systems is very important in terms of reducing the fuel costs of thermal power plants. The distribution of the power demanded by the load bars in the system by considering the fuel costs of the thermal production units in the system is the subject of the economic dispatch problem. In the production of electrical energy, the power plants are defined with active power (MW), demand power is given in terms of active power (MW) etc. because of the definition of active power, economic values of active power have been calculated. However, since reactive power is drawn from load buses in an energy system, reactive powers must also be considered. In this case, when performing economic operation analysis of a power system, the optimum power flow should be made by evaluating the active and reactive power values together. In this study, economic operation analysis was made by considering reactive powers in different power systems. When the results of the analysis are analyzed, it is seen that energy production cost values ($ / h) decrease when optimum power flow is performed instead of traditional power flow.

Keywords Optimum power flow, economic dispatch, power systems

FIRÇASIZ DOĞRU AKIM MOTORLARINDA KONTROL YÖNTEMLERI VE UYGULAMASI

Alban Exauce Mouandza Mboungou
Marmara Üniversitesi Technology faculty Mechatronics Engeneering
albanexaucee26@yahoo.fr

Özet
Motor kontrolü, endüstriyel sistem mühendisliği alanındaki en ilginç çalışma konularından biridir. Günümüzde, endüstriyel bilişim, mekanik ve elektronik alanındaki enerjinin kullanımıyla ilgili zorluklarla birleştiğimiz gelişmelerle birlikte, yeni motor türlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Çok fazla enerji tüketmeden ve bakım maliyetini düşürmeden en iyi şekilde çalışabilme. Bu, fırçasız motorların nasıl geliştirildiğinden dolayı, arıza ve bakım riskini önemli ölçüde azaltan yoksundurlar. Daha sonra, bu tip motor oldukça yüksek motor torku geliştirir ve bu da asenkron motor için iyi bir alternatiftir. Bobin içindeki elektrik akımını değiştirmek için fırçalar ve mekanik anahtarlarla donatılmamış, bu eyleme izin vermek için yeni elektronik sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler sadece anahtarlamaya izin vermekle kalmaz, aynı zamanda motorun kendisini de kontrol eder. Bizim görevimiz, bu motorların farklı kontrol tiplerini sunmak ve hassas bir fırçasız motor durumu için bir hız kontrol sistemi gerçekleştirmektir. Fırçasız motorlar sensörler kullanılarak kontrol edilebilir. Kontrolü sensörsüz kullanacağız çünkü bu durumun olmaması, sensörlerin ve sensörlerin beslendiği elektrik kablolarının neden olacağı sorunların riskini azalttığı için daha avantajlıdır. Aynı zamanda motorun büyüklüğü üzerinde avantaj sağlayan etkileri olan motorun büyüklüğü azalır.

Anahtar Kelimeler sensörsüz kontrol,Darbe genişliği modülasyonu kontrollü inverter,fırçasız doğru akım motorları,back emf

BRUSHLESS DIRECT CURRENT MOTOR CONTROL METHODS AND APPLICATIONS

Abstract
Electrical Motor control is one of the most interesting subjects of study in the field of industrial systems engineering. Today, with the developments we are witnessing in the field of industrial computing, mechanics and electronics combined with the challenges associated with the use of energy, it becomes necessary to develop new types of engines that are able to operate optimally without consuming a lot of energy and reducing the cost of maintenance. This is how the brushless motors have been developed because they are devoid of which reduces the risk of breakdowns and maintenance in a considerable way. Then, this type of motor develops quite high motor torque, which makes it a good replacement for the asynchronous motor. Not equipped with brushes and mechanical switches to switch the electrical current inside the coils, new electronic systems have been developed to allow this action. These systems not only allow switching but also control the engine itself. Our job is to present the different types of control of these motors and to realize a speed control system for a precise case of brushless motors. Brushless motors can be controlled using sensors or not. We will use the control without sensors because it is more advantageous insofar as the absence reduces the risks of problems due to the sensors and the electric cables supplying the sensors. Also the size of the engine decreases which has advantageous effects on the size of the engine.

Keywords sensorless control,pulse widh modulation controlled inverter, Brushless Direct Current motor,back emf

KALİTE YÖNETİM VE GIDA KONTROL LABORATUVARI UYGULAMALARI

Özlem İSTANBULLU PAKSOY
Kocaeli Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü Kalite Yönetim Birimi Kalite Yönetim Birimi
ozlemistanbullu@gmail.com

Özet
Laboratuvarlarda Kalite Yönetim Sistemleri kapsamında yürütülmekte olan çalışmalar TS EN ISO/IEC 17025:2017 Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yetkinliği için Genel Gereklilikler standardı ile belirlenmiştir. Bu standart uluslararası bir standart olup Madde 4. Genel Gereklilikler, Madde 5. Yapısal Gereklilikler, Madde 6. Kaynak Gereklilikleri, Madde 7. Proses Gereklilikleri ve Madde 8. Yönetim Sistemi Gereklilikleri olmak üzere tanımlanmıştır. Gıda kontrol laboratuvarlarında kalitenin artırılması ve sürekliliğinin sağlanması için yapılan faaliyetler bu standart kapsamında yürütülmektedir. Deney ve kalibrasyon laboratuvarları için risk temelli düşünce uygulaması, ölçüm belirsizliği kullanılırken karar kuralının nasıl kullanılacağının belirlenmesi ilgili prosedür ve talimatlar ile tanımlanmış olması gerekmektedir. Bu çalışmada gıda kontrol laboratuvarlarında kalite yönetimi kapsamında uygulanmakta olan TS EN ISO/IEC 17025:2017 Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yetkinliği için Genel Gereklilikler standardı maddeleri incelenmiş ve gıda kontrol laboratuvarlarında uygulanmasının laboratuvar analiz sonuçlarının güvenilirliği açısından önemi değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler Kalite, Akreditasyon, ISO/IEC 17025:2017, Gıda Kontrol Laboratuvarları

QUALITY MANAGEMENT AND FOOD CONTROL LABORATORY PRACTICES

Abstract
General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories standard. This standard is an international standard which has the Article 4. General Requirements, 5. Structural Requirements, 6. Resource Requirements, 7. Process Requirements and 8. Management System Requirements. Actions in order to increase the quality and ensure the persistence in food control laboratories are in the concept of this standard. Application of risk based thinking, how to use decision rule while using measurement uncertainity should be determined by the related procedures and directions. In this study, ISO/IEC 17025:2017 General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories standard articles that are implemented in quality management are investigated and the importance of the applications in food control laboratories on the reliability of the laboratory analysis results were evaluated.

Keywords Quality, Accreditation, ISO/IEC 17025:2017, Food Control Laboratories

GERİ DÖNÜŞÜMÜ YAPILMIŞ PP İLE ÜRETİLEN PROTOTİP ÜRÜNÜN TERMAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ

ÖMER ŞENGÜL
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
omersengullll@hotmail.com

Menderes KAM
Düzce üniversitesi dr. Engin pak meslek yüksek okulu makine-metal teknolojisi
mendereskam@duzce.edu.tr

Özet
Son zamanlarda, polimer malzemeler olarak üretilen plastiklerin tüketim miktarları ve tüketim artış hızları gün geçtikçe artmaktadır. Bu plastik malzemeler, uzun süre doğada çözünemeyeceğinden dolayı çeşitli kirlilikleri de beraberinde getirmektedir. Bu sorunlardan dolayı plastik malzemelerin geri dönüşümü ve geri dönüşümü yapılmış malzemelerin özelliklerinin tespit edilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada birincil geri kazanım yöntemi kullanılarak atık plastiklerden ve orijinal polimer malzemelerden elde edilebilecek ürüne yakın eş değerde ürün elde etmek amaçlanmıştır. Bu kapsamda, ambalaj malzemesi olarak yaygın kullanılan orijinal polipropilen (PP) malzemesinden MA/G serisi enjeksiyon makinesi ile beş kez geri dönüşümü yapılmış polipropilen (PP) malzeme ile üretimleri gerçekleştirilmiştir. İmal prototip malzeme üzerinde; Isı Deformasyon testi (HDT), Eriyik akış endeksi (MFI), Izod Darbe Testi, Çekme Testi, sertlik (Shore-D) ve yoğunluk testleri yapılarak termal ve mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, geri dönüşümü yapılmış numunelerin termal ve mekanik özelliklerde önemli farklılıklar gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler PP, Geri Dönüşüm, Mekanik Testler, Termal Testler

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE THERMAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE PROTOTYPE PRODUCT PRODUCED WITH RECYCLED PP

Abstract
Recently, consumption quantities and consumption rates of plastics produced as polymer materials have been increasing day by day. Because these plastic materials cannot be dissolved in nature for a long time, they also bring about various impurities. Because of these problems, it is of great importance to recycle plastic materials and to determine the properties of recycled materials. In this study, it was aimed to obtain a product that is equivalent to the product that can be obtained from waste plastics and original polymer materials using the primary recovery method. In this context, it was produced with polypropylene (PP) material which was recycled five times from the original polypropylene (PP) material commonly used as packaging material by Ma/G series injection machine. The produced prototype over material; Heat Deformation test (HDT), melt flow index (MFI), Izod impact test, tensile test, hardness (shore-D) and density tests the thermal and mechanical properties compared. As a result, significant differences in the thermal and mechanical properties of the recycled samples were observed.

Keywords Polypropylene Recycling, Mechanical Tests, Thermal Tests

GERİ DÖNÜŞÜMÜ YAPILMIŞ ABS MALZEMESİ İLE ÜRETİLEN PROTOTİP ÜRÜNÜN MEKANİK VE TERMAL ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL OLARAK

ÖMER ŞENGÜL
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
omersengullll@hotmail.com

Menderes KAM
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ DR. ENGİN PAK MESLEK YÜKSEK OKULU MAKİNE-METAL TEKNOLOJİSİ
mendereskam@duzce.edu.tr

Özet
Plastik malzemelerin endüstri ve günlük hayatta kullanım alanları giderek artmaktadır. Plastik malzemelerin kullanım alanlarının hızla gelişmesi, hammadde kaynaklarının giderek azalması ve plastik atıkların da çevre için önemli bir tehdit oluşturmaya başlamasından dolayı geri dönüşümü yapılmış polimer malzemelerin kullanımının önemi artmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada gelişen otomotiv endüstrisinde en çok kullanılan yöntem olan plastik enjeksiyon kalıplama yöntemi ile prototip ürün imal edildi. ABS (Akrilonitril Bütadin Stiren) orijinal malzemesi ve beş defa geri dönüşümü yapılmış ABS (Akrilonitril Bütadin Stiren) malzemesi ile numuneler elde edilmiştir. Bu numuneler üzerinde ısı deformasyon testi (HDT), eriyik akış endeksi (MFI), Izod darbe testi, çekme testi, sertlik (Shore-D) ve yoğunluk testleri deneysel olarak incelenmiştir. Yapılan bu testler ile bu iki malzemenin termal ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak, orijinal ABS ile geri dönüşümü yapılmış ABS malzemesinin mekanik ve termal özelliklerinde önemli farklılıklar olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler ABS, Geri Dönüşüm, Mekanik Testler, Termal Testler

EXPERİMENTAL İNVESTİGATİON OF MECHANİCAL AND THERMAL PROPERTİES OF PROTOTYPE PRODUCT PRODUCED WİTH RECYCLED ABS MATERİAL

Abstract
Plastic materials are increasingly used in industry and in daily life. The rapid development of the field of use of plastic materials, raw material resources and the decrease of recycled plastic waste pose a significant threat to the environment because of the importance of the use of polymer materials is beginning to increase. Therefore, in this study, the prototype product was manufactured with the plastic injection molding method, which is the most widely used method in the developing automotive industry. Samples were obtained from ABS (acrylonitrile Butadine styrene) original material and ABS (acrylonitrile Butadine styrene) material which has been recycled five times. Heat deformation test (HDT), melt flow index (MFI), Izod impact test, tensile test, hardness (Shore-D) and density tests were experimentally studied on these samples. These tests examined the thermal and mechanical properties of these two materials. As a result, there have been significant differences in the mechanical and thermal properties of the ABS material, which has been recycled with the original ABS.

Keywords crushing, recycling, Mechanical Testing, Thermal Testing.

ENJEKSİYON KALIPLAMA YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN NANO GRAFEN TAKVİYELİ POLİPROPİLEN KOMPOZİT MALZEMELERİN MEKANİK VE TERMAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Ömer ŞENGÜL
Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği
omersengullll@hotmail.com

İlyas UYGUR
Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
ilyasuygur@duzce.edu.tr

Nuri ŞEN
Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
nurisen@duzce.edu.tr

Özet
Bilim ve teknolojideki gelişmeler günümüzde birçok yenilikleri de beraberinde getirmektedir. Bu gelişmeler sanayi ve teknoloji alanındaki nitelikli malzeme ihtiyacına verimli çözüm getirmiştir. Kompozit malzemelerin günümüzde mühendislik alanındaki önemi de büyük ölçüde artmaktadır. Özellikle otomotiv sanayisinde, sivil ve askeri uçaklarda ileri kompozit malzemeler de kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada nano grafen takviyeli polipropilen (PP) malzeme ile enjeksiyon makinesinde prototip numune üretimi yapılmıştır. Orijinal polipropilen (PP) ile prototipi üretilen ürün ile yeni ürünün Izod Darbe Testi, Eriyik Akış Endeksi (MFI), Isı Deformasyon Testi (HDT), Sertlik Testi (Shore-D), Yoğunluk Testi ve Çekme Testleri yapıldı. Bu original polipropilen ve nano grafen takviyeli polipropilen (PP) kompozit malzemelerin termal ve mekanik özelliklerindeki değişmeleri incelenmiştir. Sonuç olarak, bu iki malzemenin mekanik ve termal özelliklerinde önemli farklılıklar olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler polipropilen,Grafen, Mekanik Testler, Termal Testler.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF NANO GRAFENE REINFORCED POLYPROPYLENE COMPOSITE MATERIALS PRODUCED BY INJECTION MOLDING METHOD ON MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES

Abstract
Advances in science and technology bring many innovations today. These developments have brought an efficient solution to the need for qualified materials in the field of industry and technology. The importance of composite materials in engineering today is also greatly increasing. Advanced composite materials have also been used in civil and military aircraft, especially in the automotive industry. In this study, prototype samples were produced in injection machine with nano graphene reinforced polypropylene (PP) material. Izod impact test, Melt Flow Index (MFI), heat deformation Test (HDT), hardness test (Shore-D), Density Test and tensile tests were performed with the original polypropylene (PP) prototyped product. The changes in thermal and mechanical properties of these original polypropylene and nano graphene reinforced polypropylene (PP) composite materials were studied. As a result, there have been significant differences in the mechanical and thermal properties of these two materials.

Keywords polypropylene, graphene, mechanical tests, thermal tests.

GRAFİT TAKVİYELİ POLİPROPİLEN (PP) KOMPOZİT MALZEME İLE İMALATI YAPILAN ÜRÜNÜN TERMAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Musa ŞEREMET
Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
musaseremet@hotmail.com

Ömer ŞENGÜL
Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
omersengullll@hotmail.com

Özet
Polimer malzemeler günlük hayatımızda önemli yer tutmaktadır. Termoplastik polimer malzemelerden olan polipropilen (PP), otomotiv sanayisinden, tekstil ve yiyecek paketlemesi gibi çok geniş kullanım alanlarına sahiptir. Bu malzemelerin özelliklerini daha iyileştirmek için kompozit malzemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Oldukça dinamik yapıya sahip ve sürekli değişim içinde olan kompozit malzemeler; maliyetlerin düşürülmesi ve ürünün verimliliğinin arttırılması gibi bir çok avantajlara sahiptir. Bu çalışmada enjeksiyon kalıplama prosesi ile imal edilen orijinal polipropilen (PP) ve grafit takviyeli polipropilen (PP) kompozit malzemesi ile prototip ürün imalatı yapılmıştır. İmalatı yapılan bu prototip malzemeler üzerinde; Isı Deformasyon testi (HDT), Eriyik akış endeksi (MFI), Izod Darbe Testi, Çekme Testi, sertlik (Shore-D) ve yoğunluk testleri yapılarak termal ve mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, grafit takviyeli polipropilen (PP) kompozit malzeme numunelerin termal ve mekanik özelliklerde önemli farklılıklar gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler AnaPolipropilen, Grafit, Mekanik Testler, Termal Testler.

ANALYSIS OF THERMAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE PRODUCT MANUFACTURED WITH GRAPHITE REINFORCED POLYPROPYLENE (PP) COMPOSITE MATERIAL

Abstract
Polymer materials take an important place in our daily lives. Polypropylene (PP), which is a thermoplastic polymer material, has a wide range of uses from the automotive industry, such as textile and food packaging. Composite material is needed to further improve the properties of these materials. Composite materials, which are highly dynamic and constantly changing, have many advantages such as reducing costs and increasing the efficiency of the product. In this study, prototype products were manufactured with original polypropylene (PP) and graphite reinforced polypropylene (PP) composite material manufactured by injection molding process. The prototype manufactured on materials; Heat Deformation test (HDT), melt flow index (MFI), Izod impact test, tensile test, hardness (shore-D) and density tests the thermal and mechanical properties compared. As a result, significant differences in the thermal and mechanical properties of graphite-reinforced polypropylene (PP) composite material samples were observed.

Keywords Polypropylene, Graphite, mechanical tests, thermal tests.

BAZI PAKETLİ GLUTENSİZ ÜRÜNLERDE MİKOTOKSİN VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Zeynep DEĞİRMEN
Kocaeli Üniversitesi Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya
zeynepdastan@gmail.com

Seda KARAYÜNLÜ BOZBAŞ
Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya
sedak@kocaeli.edu.tr

Özet
Günümüzde insan ve hayvan sağlığını tehdit eden en önemli sorunlardan biri toksinlerdir. Bazı küfler tarafından üretilen toksik (zararlı) maddelere 'mikotoksin' denir. Bu küflerin başlıcaları Aspergillus, Penicillium ve Fusariumdur. Tahıl ürünleri en önemli besin kaynaklarından biridir. Çölyak hastalığı, glutene karşı ince bağırsakta görülen hassasiyet olması nedeniyle çölyak hastalarının gluten içeren tahılları tüketmemesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, çölyak hastalarının kullandığı glutensiz ürünlerde aflatoksin ve okratoksin varlığını incelemek ve bu analizlerin verifikasyon çalışmalarını yapmaktır. Analizler HPLC cihazı ile yapılmış ve floresan (FLD) dedektör kullanılmıştır. Bu çalışmada piyasadan rastgele yöntemle, farklı markalarda glutensiz ürün alınmış, her numune toksin yönünden incelenmiştir. Ayrıca blanck örneklere spike yapılarak verifikasyon çalışmaları tamamlanmıştır. Toplam 90 paralelli analiz yapılmış olup, bu çalışmalar Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği (29.12.2011 Resmi Gazete Sayısı: 28157)' ne göre değerlendirilmiştir. Bu çalısmada Okratoksin A analizi yapılan tahıl ve tahıl içeren ürünlerin 4'ünde toksin tespit edilmiş ancak bu değerlerin Türk Gıda Kodeksi'ne göre uygun olduğu saptanmıştır. Aflatoksin, ise tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, bu özel ürünler sağlık sorunu oluşturmamaktadır.

Anahtar Kelimeler Çölyak, Gluten, HPLC, Mikotoksin

INVESTIGATION OF MYCOTOXIN PRESENCE IN SOME PACKAGED GLUTEN-FREE PRODUCTS

Abstract
Today, toxins are one of the most important problems threatening human and animal health. The toxic (harmful) substances produced by some molds are called 'mycotoxins'. These molds are mainly Aspergillus, Penicillium and Fusarium. Cereal products are one of the most important food sources. Celiac disease and gluten sensitivity to the small intestine therefore celiac patients should not consume gluten-containing grains. The aim of this study was to investigate the presence of aflatoxin, ochratoxin, zeralenone, deoxynivalenol, fumonisin in gluten-free products used by celiac patients and and verification of these analyzes. Analyzes were performed by HPLC and fluorescence (FLD) detector was used. In this study, gluten-free products sold in packaged form were randomly purchased from the market. Each sample was examined for toxin. In addition, verification studies were completed by spiking blanck samples. A total of 90 parallel analyzes were conducted and these studies were evaluated according to Turkish Food Codex Contaminants Regulation (29.12.2011 Official Gazette Number: 28157). In this study, toxin was detected in 4 of cereal and cereal-containing products which were analyzed for Ochratoxin A analysis, but these values were found to be appropriate according to the Turkish Food Codex. Aflatoxin was not detectable. Given these results, these special products do not pose a health problem.

Keywords Celiac, Gluten, HPLC, Mycotoxin

ESCHERİCHİA COLİ NİSSLE 1917 PROBİYOTİK SUŞUNUN ANTİBİYOTİKLERE KARŞI DUYARLILIK VE ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK YÖNÜNDEN ARAŞTIRILMASI

Youssoufa Pouendigouongouo
Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji
youssouf2013fadil@gmail.com

Yusuf Durak
Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji
ydurak53@gmail.com

Erdoğan Güneş
Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji
erdogangunes@selcuk.edu.tr

Ahmet Uysal
Selçuk Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Laboratuvar
ahuysal@selcuk.edu.tr

Özet
Çalışmamızda, "Mutaflor" adıyla piyasada satılan ticari probiyotik ilaçdan izole edilen Escherichia coli Nissle 1917 (EcN) suşunun kullanılan bazı antibiyotiklere karşı duyarlılıklarının belirlenmesi ve bu suşun diğer bakteri suşları üzerindeki antimikrobiyal aktivitesinin araştırılması amaçlanmıştır. Yöntem: Mutaflor isimli probiyotik ürün ticari olarak temin edildi ve bu üründen Escherichia coli Nissle 1917 suşu, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarında izole ve identifiye edildi. Escherichia coli Nissle 1917 suşunun antibiyotik duyarlılıklarının belirlenmesi için Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) önerileri doğrultusunda Kirby-Bauer Disk Difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Antimikrobiyal aktivite ise elimizde bulunan patojen standart mikroorganizma suşları, gıda ve kuyu sularından izole edilmiş E. coli suşları üzerinde, Kuyu Agar Disk difüzyon ve Kirby-Bauer Disk Difüzyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bulgular: Yaptığımız çalışmada elde edilen bulgulara göre Escherichia coli Nissle 1917 suşunun denenen ticari antibiyotiklerden eritromisin, penisilin, vankomisin ve rifampin'e dirençli olduğu, kullanılan diğer tüm antibiyotiklere ise duyarlı olduğu saptanmıştır. Çalışılan standart suşlara, gıda ve kuyu sularından elde edilen E. coli suşlarına karşı ise herhangi bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olmadığı belirlenmiştir. Sonuç: Kolisinler ve mikrosinler Escherichia coli' ve benzeri bazı bakterilerin ürettiği sekonder metabolitler olup, bulunan birincil savunma sistemleri şeklinde tanımlanmaktadır. E.coli genellikle bazı mikrosinler üretir ve bu mikrosinler sıklıkla belirli patojenik bakterilerin gelişmesini inhibe etmekten sorumludur. Çalışmamızda Escherichia coli Nissle 1917 suşunun antimikrobiyal aktivitesi belirlenememiştir. Bu suşun probiyotik aktivitesinin patojen E. coli ve benzeri bazı bakteri suşlarının epitel hücrelerine tutunmasını önleyici etkisi ile olduğu belirtilmektedir.

Anahtar Kelimeler Antibiyotik, Antimikrobiyal etkinlik, Escherichia coli Nissle 1917, Mutaflor, Probiyotik.

INVESTİGATİON OF PROBİOTİC STRAİN ESCHERİCHİA COLİ NİSSLE 1917 İN TERMS OF ANTİMİCROBİAL SUSCEPTİBİLİTY AND ANTİMİCROBİAL ACTİVİTY

Abstract
The aim of this study was to determine the susceptibility of Escherichia coli Nissle 1917 (EcN) strain isolated from commercial probiotic drug under the name "Mutaflor and to investigate the antimicrobial activity of this strain on other bacterial strains. Method: The probiotic product, Mutaflor, was commercially availabled and Escherichia coli Nissle 1917 strain was isolated and identified from

this product in the Microbiology Research Laboratory of the Biology Department of the Faculty of Science, Selçuk University. Kirby-Bauer Disc Diffusion method was used in order to determine the antibiotic susceptibility of Escherichia coli Nissle 1917 strain according to the recommendations of Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Antimicrobial activity was determined by using well agar disc diffusion and Kirby-Bauer disc diffusion method on E. coli strains isolated from food and well waters and in our pathogen standard microorganism strains. Results: According to the results of our study, Escherichia coli Nissle 1917 strain was found to be resistant to erythromycin, penicillin, vancomycin and rifampin, but was sensitive to all other antibiotics used. It was determined that it did not have any antimicrobial activity against standard strains, E. coli strains obtained from food and well water. Conclusion: Colicins and microsins are secondary metabolites produced by Escherichia coli and similar bacteria and are identified as primary defense systems. E. coli generally produces certain microsins, which are often responsible for inhibiting the growth of certain pathogenic bacteria. Antimicrobial activity of Escherichia coli Nissle 1917 strain could not be determined in our study. The probiotic activity of this strain is reported to be due to its inhibitory effect on the attachment of pathogen E. coli and some similar bacterial strains to epithelial cells.

Keywords Antibiotic, Antimicrobial activity, Escherichia coli Nissle 1917, Mutaflor, Probiotic.

YAŞ VE CİNSİYETE GÖRE ANJİYOGRAFİ, BALON VE STENT UYGULAMA MİKTARLARININ VE MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr.Öğr.Üyesi İbrahim MUTLU
Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği
İbrahim.mutlu@kocaeli.edu.tr

Atilla MACİT
Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği
atilla.macitt@gmail.com

Özet
Bu çalışma da anjiyo görüntüleme yapılıp balon ve stent yapılan hizmet sayıları ile bu işlemlerin maliyetlerine yönelik karşılaştırma yapılmıştır. Kocaeli ilinde bir özel hastanede kardiyoloji bölümüne başvuran hastalara uygulanan 2018 yılı 1. ayından 2019 3. ayının sonuna kadar olan veriler değerlendirmeye alınmıştır. İncelememiz sonucunda erkek hastaların kadın hastalara oranla yaklaşık 2 kat fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan işlem adet sayılarının özellikle yaz aylarında azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca 61-75 yaş aralığının en fazla işlem yapılan ay olduğu ortaya çıkmıştır. Maliyet açısından en fazla maliyetin ilaçlı stent olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen verile ışığında kişilerin kalp sağlığı açısından kış aylarına dikkat etmeleri gerektiğini ortaya konulmuştur. Maliyet açısından ise ortalama yaşlardaki hastalar için yapılan işlemlerin kurumlara fazla yük getirdiği anlaşılmaktadır. Toplum kalp sağlığı açısından kurumlara yansıyan maliyetler de düşünülerek çıkarımlar yapılabilinir. Ayrıca farklı parametrelerin ilave edilmesi ile yapılacak retrospektif değerlendirmeler detaylandırılacak ve toplum sağlığı açısından faydalı bilgiler elde edinilecektir.

Anahtar Kelimeler Anjiyografi, Balon anjiyografi, Stent, Maliyet,

COMPARİSON OF ANGİOGRAPHY, BALLOON ANGİOPLASTY AND STENT APPLİCATİON QUANTİTİES AND COSTS BY AGE AND GENDER

Abstract
In this study, angiography imaging and balloon and stent service numbers and costs of these procedures were compared. Data from the 1st month of 2018 to the end of the 3rd month of 2019 were obtained from patients who applied to cardiology service of a Private Hospital in Kocaeli region. As a result of our study, it was observed that male patients were approximately 2 times more than female patients. It was found that the number of transactions performed decreased especially in summer months. In addition, the age range of 61-75 was the most frequently treated month. In terms of cost, it is understood that the most cost is the drug eluting stent. In the light of the data obtained, it is shown that people should pay attention to winter health in terms of heart health. In terms of cost, it is understood that the procedures performed for the patients who are average age old years bring more burden to the institutions. In terms of cost, it is understood that the procedures performed for the patients who are average age-old years bring more burden to the institutions. Inferences can be made by considering the costs reflected to institutions in terms of community heart health. In addition, retrospective evaluations to be made with the addition of different parameters will be detailed and useful information will be obtained for public health.

Keywords Angiography, Balloon angiography, Stent, Cost

AĞ MERKEZİYET ÖLÇÜTLERİNİN FARKLI AĞ TİPLERİNDE ETKİLİ DÜĞÜM TESPİT PERFORMANSLARININ ANALİZİ

Aybike ŞİMŞEK
Düzce Üniversitesi Gölyaka MYO Bilgisayar Programcılığı
aybikesimsek@duzce.edu.tr

Mehmet ŞİMŞEK
Üyesi Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği
mehmetsimsek@duzce.edu.tr

Özet
Etkili düğümlerin tespiti, sosyal ağlarda etki maksimizasyonu, dedikodu önleme, haberleşme ağlarında virus yayılımının engellenmesi, temas ağlarda salgın önleme gibi alanlarda bir çok uygulamanın temelini oluşturmaktadır. Etkili düğümler, aktif edildiklerinde bir etkinin yayılımını maksimize eden; ya da pasifleştirildiklerinde yayılımı en aza indirebilen düğümlerdir. Derece, aradalık, yakınlık gibi merkeziyet ölçütleri, ağır yayılım simülasyonlarına gerek duymadan etkili düğümlerin tespiti için sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yüzden, son yıllarda etkili düğümlerin tespiti için yeni merkeziyet ölçütleri geliştirilmektedir. Ne var ki, bu çalışmaların neredeyse tamamı ağ tiplerinin farklılıklarını göz ardı etmektedir. Biz bu çalışmada, temel merkeziyet ölçütlerinin farklı ağ tiplerinde SIR (Susceptible - Infected-Recovered) salgın modeli altındaki performanslarını analiz ettik. Bu amaçla, public veri setleri kullandık. Özetle, deneylerimizde aynı merkeziyet ölçütünün farklı ağ tiplerindeki performansının değiştiğini gözlemledik. Bundan dolayı, farklı ağ tipleri için farklı merkeziyet ölçütlerinin kullanılması/geliştirilmesi faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler Ağlar, merkeziyet ölçütleri, salgın modelleme

Performance Analysis of Network Centrality Measures for Detecting Influential Nodes on Different Network Types

Abstract
Detection of influential nodes is base for applications such as influence maximization on social networks, rumor prevention, prevention of virus spread on communication networks, and prevention of epidemic on contact networks. Influential nodes are those which maximize the propagation of influence when they activated; or nodes that can minimize propagation when inactivated. Centrality measures such as degree, betweenness, and closeness are often used to detect effective nodes without the need for heavy propagation simulations. Therefore, in recent years, new centrality measures have been developed for the detection of influential nodes. However, almost all of these studies ignore the differences in network types. In this study, we analyzed the performance of the basic centrality measures under the SIR (Susceptible-Infected-Recovered) outbreak model on different network types. For this purpose, we conducted experiments using public data sets. In a nutshell, in our experiments, we observed that the performance of the same centrality measure changes on different network types. Therefore, it would be beneficial to use/develop different centrality measures for different network types.

Keywords Networks, centrality measures, epidemic modelling

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN OLUMSUZ ETKİLERİNİ AZALTMAK AMACI İLE BİREYSEL OLARAK NELER YAPABİLİRİZ?

Şansel Bildiren
Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği/İklim değişikliği programı
sanseliseviyorum@hotmail.com

Doğanay Tolunay
İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği
dtolunay@istanbul.edu.tr

Özet
İklim değişikliği başta sel ve taşkın, kuraklık, fırtına, hortum, orman yangınları gibi doğa kaynaklı afetlere yol açarak ekosistemleri, bu ekosistemlerdeki canlıları ve insanları olumsuz olarak etkilemektedir. Bu olumsuzlukları engellemek ya da daha aza indirgemek için yapılması gerekenler sera gazlarında azaltım ve iklim değişikliğine uyum olarak özetlenmektedir. Hem azaltım hem de uyum çalışmaları kapsamında devletlerin, belediyelerin, şirketlerin, STK'ların yapması gerekenler bulunmaktadır. Ancak azaltım ve uyum konularında ilk adımın bireyler tarafından atılması son derece önemlidir. Bireylerin ve toplumun iklim değişikliği konusunda bilinçlenmeleri ve karar vericilerden iklim değişikliğinin önlenmesi için daha aktif çalışmalarını talep etmeleri halinde bu talebin karşılıksız kalması mümkün değildir. Birey olarak buna ek olarak karbon ayakizinin düşürülmesi, iklim değişikliğinin neden olduğu afetlere hazırlanarak bireysel ve toplumsal kırılganlıkların azaltılması gibi çalışmalar yapılması mümkündür.

Anahtar Kelimeler Karbon ayakizi, iklim değişikliği, uyum

WHAT CAN WE DO INDIVIDUALLY REDUCE THE NEGATIVE EFFECT OF CLIMATE CHANGE?

Abstract
Climate change adversely affects ecosystems, organisms and people in these ecosystems, causing floods and floods, droughts, storms, tornadoes, forest fires and other natural disasters. The steps to be taken to prevent or minimize these problems are summarized as reduction of greenhouse gases and adaptation to climate change. Both mitigation and adaptation activities include what governments, municipalities, companies and non-governmental organizations should do. However, it is very important that individuals take the first step in mitigation and adaptation. If individuals and society become aware of climate change and demand decision-makers to work more actively to prevent climate change, this demand is not possible. In addition, as an individual, it is possible to reduce the carbon footprint and to prepare for the disasters caused by climate change and to reduce individual and social vulnerabilities.

Keywords carbon footprint, climate change, adaptation.

YANGIN GÜVENLİĞİNDE TERMAL ALGILAMA SİSTEMLERİNİN KULLANIMI ORMAN YANGINLARI

Necmi Cemal ÖZDEMİR
Kocaeli Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği
necmi.ozdemir41@hotmail.com

Orhan ODUNCU
MSB YANGIN ABD
orhanoduncu@yandex.com

Özet
Orman yangınları, her yıl milyonlarca hektarlık orman alanlarının yok olmasına, insan ve hayvan yaşamı kayıplarına, bunlara ek olarak çok büyük ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Ülkemizde ormanların kaplamış olduğu alansal büyüklük ve orman gözlem istasyonlarının uzaysal çözünürlüğünün düşüklüğü, orman yangınlarının erken ve doğru tespitini zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada, Orman yangınları ile mücadelede son teknoloji ürünü donanımlar kullanılarak erken müdahale ile yangınların ormanlarımıza verdikleri zararların asgariye indirilmesi incelenmiştir. Termal algılama sistemlerinden Termal görüntüleme sistemi kullanılarak orman yangınlarının erkenden tespiti ile en kısa sürede orman yangını ile mücadele amaçlanmıştır. Termal kameraların hedef orman bölgesine konuşlandırılmasında arazi topografik harita verilerinden faydalanılmış ve değişik markada 3 adet kamera ile simülasyon yapılarak kameralar arasındaki menfi ve müspet farklar ortaya konulmuştur. Çalışma sonucunda Termal Kameraların araziye konuşlandırma parametreleri saptanarak verimlilik analizi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler Orman , Yangın , Uzaktan Algılama

USE OF THERMAL DETECTION SYSTEMS IN FIRE SAFETY: FOREST FIRE

Abstract
Forest fires cause the destruction of millions of hectares of forest areas each year, human and animal life losses, as well as enormous economic losses. The spatial size of forests in our country and the low spatial resolution of forest observation stations make early and accurate detection of forest fires difficult. In this study, the minimization of damages caused by fires to our forests by early intervention by using state of the art equipment in combating forest fires is examined. Early detection of forest fires using thermal imaging system, one of the thermal detection systems, aimed to combat forest fire as soon as possible. In the deployment of thermal imagers to the target forest area, terrain topographic map data were utilized and negative and positive differences between the cameras were revealed by simulation with 3 cameras of different brands. At the end of the study, the parameters of the Thermal Cameras deployed to the field were determined and efficiency analysis was performed.

Keywords Forest , Fire ,remote sensing

TEHLİKELİ SINIFA GİREN İŞLETMELERDE YANGINI ÖNLEME VE YANGINDAN KORUNMA

Necmi Cemal ÖZDEMİR
Kocaeli Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği
necmi.ozdemir41@hotmail.com

Orhan ODUNCU
MSB YANGIN ABD
orhanoduncu@yandex.com

Özet
Yasal düzenlemeler bazı işletmeleri taşıdıkları yangın riskleri nedeni ile tehlikeli sınıfa tabi tutmaktadır. Tehlike sınıfa da kendi içerisinde düşük, orta ve yüksek diye derecelendirilmiştir. Bu tasnife giren işletmelerin yangın güvenliği ancak kapsayıcı tedbirlerle sağlanabilir. Yapısal, teknik ve yönetimsel tedbirler bu kapsayıcı güvenlik konseptinin birer sacayağıdır.Çalışma tehlikeli sınıfa giren işletmelerde yangın güvenliği tedbirlerini üç başlık altında toplanmıştır. Yapısal tedbirler işletmenin inşa ve dizaynına odaklanırken, teknik tedbirler teknolojinin sunduğu imkanların yangınla mücadele alanında kullanılmasını hedeflemektedir. Yönetimsel tedbirler ise diğer tedbirler üzerindeki yönlendirici etkiye sahiptir. Bu çalışmanın üçüncü ve son amacı ise bu tedbirleri detaylandırarak bir standart uygulama modelini ortaya koymaktır. Çalışmanın sonuç bölümünde genel bir değerlendirme yapılarak tehlikeli sınıfa tabi işletmelerde yangın güvenliği ile alakalı geleceğe bir projeksiyon tutulmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler Yangın , tehlikeli sınıf işletme , spss

DANGEROUS CLASSES FIRE PREVENTION AND FIRE PROTECTION

Abstract
Legislation places some businesses in the dangerous class due to the fire risks they carry. The hazard class is also rated low, medium and high. The fire safety of the enterprises included in this classification can only be ensured through comprehensive measures. Structural, technical and managerial measures are the pillars of this comprehensive security concept. Fire safety measures are classified under three headings. While structural measures focus on the construction and design of the enterprise, technical measures aim to use the opportunities offered by technology in the field of fire fighting. Administrative measures have a guiding effect on other measures. The third and final objective of this study is to elaborate a standard implementation model by elaborating these measures. In the conclusion part of the study, a general evaluation will be made and it will be tried to keep a projection on the fire safety related future in the enterprises subject to dangerous class.

Keywords fire , dangerous class due , spss

IMPORTANCE OF PHYTOREMEDIATION METHODS FOR REMOVAL OF HEAVY METALS FROM WASTEWATER

Ümmügülsüm GÜNAY
Konya Teknik Üniversitesi Engineering and Natural Sciences Faculty Environmental Engineering Department
ummu_muhi_20@hotmail.com

Sukru DURSUN
Konya Teknik Üniversitesi Engineering and Natural Sciences Faculty Environmental Engineering Department
sdursun@ktun.edu.tr

Özet
The heavy metals and other pollutants compounds have a major effect in wastewater treatment across the world. Also, these compounds and metals are important pollutants for soil quality, too. Increasing population, growing technology etc. could be giving rise to accumulation the metals or other compounds not only on soil but also in wastewater. Nowadays, there are available many applications related to the removal of these compounds from polluted areas. Bioremediation from between many approaches is a more environment friendly approach at the same time, it is a new and developing technology which has less impact on environment. In this investigation, the importance of phytoremediation on pollution removal ability has been investigated. It has been tried to explain an environmental perspective upon searching into phytoremediation methods for eliminating, preventing etc. of pollution in different environmental conditions.

Anahtar Kelimeler Phytoremediation, pollutant, heavy metals, removal, preventing.

IMPORTANCE OF PHYTOREMEDIATION METHODS FOR REMOVAL OF HEAVY METALS FROM WASTEWATER

Abstract
The heavy metals and other pollutants compounds have a major effect in wastewater treatment across the world. Also, these compounds and metals are important pollutants for soil quality, too. Increasing population, growing technology etc. could be giving rise to accumulation the metals or other compounds not only on soil but also in wastewater. Nowadays, there are available many applications related to the removal of these compounds from polluted areas. Bioremediation from between many approaches is a more environment friendly approach at the same time, it is a new and developing technology which has less impact on environment. In this investigation, the importance of phytoremediation on pollution removal ability has been investigated. It has been tried to explain an environmental perspective upon searching into phytoremediation methods for eliminating, preventing etc. of pollution in different environmental conditions.

Keywords Phytoremediation, pollutant, heavy metals, removal, preventing.

SENTEZ GAZINDAN OLEFİN ÜRETİMİNE YÖNELİK İNORGANİK VE POLİMERİK KATALİZÖRLERİN GELİŞTİRİLMESİ

Melike TUPTUP
Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Polimer Bilimi ve Teknolojileri
meliketuptup@gmail.com

Nilhan KAYAMAN APOHAN
Marmara Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya
napohan@marmara.edu.tr

Şerife SARIOĞLAN
Tübitak MAM Kimya ve Teknolojileri Enstitüsü Kimya ve Teknolojileri
serife.sarioglan@tubitak.gov.tr

Özlem ATAÇ
Tübitak MAM Enerji Enstitüsü Gaz Teknolojilerir
ozlem.atac@tubitak.gov.tr

Alper SARIOĞLAN
Tübitak MAM Enerji Enstitüsü Gaz Teknolojileri
alpersarioglan@tubitak.gov.tr

Elif ÜNVEREN
Tübitak MAM Kimya ve Teknolojileri Enstitüsü Kimya ve Teknolojileri
elif.unveren@tubitak.gov.tr

Özet
Bu çalışmada, sentez gazından hafif olefinlerin (etilen, propilen, bütilen) üretimine yönelik demir (Fe) bazlı katalizörlerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan katalizörler destekli ve desteksiz olarak hazırlanmış ve katalitik etkinlikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Katalizör destek malzemesi olarak, yüksek yüzey alanına sahip inorganik mezo gözenekli silika (MCM-41) ve yüksek sıcaklığa dayanıklı polimerik (poli(2,6-difenil-p-fenilenoksit) bazlı malzemeler kullanılmıştır. Hazırlanmış olan destek malzemelerinin yapısına aktif metal olarak demir, farklı yöntemler uygulanarak dahil edilmiştir. Reaksiyon sırasında sürekli olarak gaz analizleri alınmış ve katalizörlerin Fischer- Tropsch reaksiyonunda gösterdiği %CO dönüşümü, C2-C4 ürün verimi, C5+, CH4 ve CO2 seçiciliği gaz sonuçlarından hesaplanmıştır. Reaksiyon testleri çoklu yüksek basınç katalizör test sisteminde yüksek basınç ve sıcaklık koşullarında gerçekleştirilmiştir. Reaksiyon başında en yüksek olefin/parafin oranı polimer bazlı Tenax (2,6-difenilfenilenoksit) demir katalizör için elde edilirken, en düşük olefin/parafin oranı ise konvansiyonel yöntemle demir nitrat tuzu emdirilen MCM-41 destekli demir katalizör için elde edilmiştir. Kararlı koşullara ulaşıldığında ise, en yüksek ürün verimi FeCl3'ün yapıya in-situ olarak dahil edildiği MCM-41 destekli katalizör için elde edilmiştir. Desteksiz katalizör olarak hazırlanan demir borid katalizörlerinde ise, elementel demir ile hazırlanan formunun, hematit ile hazırlanan formuna göre daha yüksek bir olefin/parafin oranı ve olefin verimi gösterdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler Sentez gazı, olefin, katalizör, Fischer- Tropsch reaksiyonu

DEVELOPMENT OF INORGANİC AND POLİMERİC CATALYSTS FOR PRODUCTİON OF OLEFİNE FROM SYNTHESİS GAS

Abstract
The aim of study was to develop iron (Fe) based catalysts for the production of light olefins (ethylene, propylene, butylene) from synthesis gas. The catalysts used in the study were prepared in supported

and unsupported forms and their catalytic activities for Fischer Tropsch to Olefins were compared. Inorganic meso-porous silica (MCM-41) with high surface area and high temperature resistant polymeric (poly (2,6-diphenyl-p-phenyleneoxide) materials were used as the catalyst supports. Iron precursor was incorporated to the support structure by different methods. Online gas analysis were conducted throughout the reactions and CO% conversion, C2-C4 product yield, C5 +, CH4 and CO2 selectivity were calculated based on the gas chromatographic analysis during the Fischer-Tropsch to Olefin reaction. Reaction tests were carried out in a high troughput screening catalyst test system under high pressure and temperature conditions. At the initial period of the reaction, the highest olefin/paraffin ratio was obtained for the Tenax (2,6-diphenylphenylenoxide) supported iron catalyst, while the lowest olefin/paraffin ratio was observed for MCM-41 supported iron catalyst as prepared by impregnation. At the steady state, the highest product yield was achieved for MCM-41 supported catalyst when the iron precursor, FeCl3, was in-situ incorporated. For the case of unsupported catalysts, iron boride catalysts, it was observed that the one prepared by elemental iron showed a higher olefin to paraffin ratio and olefin yield than the one prepared by hematite as the iron precursor.

Keywords Syngas, olefine, catalyst, Fischer- Tropsch reaction

ZAMAN SERİSİ ANALİZ YÖNTEMLERİNİN PERFORMANS KARŞILAŞTIRMASI

Bruno CRİSTOS MADEİRA
Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü
bruno_cristos@hotmail.com

Tuğrul Taşcı
Sakarya Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü
ttasci@sakarya.edu.tr

Özet
Uzun zamandır geleceği öngörmek adına insanlığın güven duyduğu tahmin bilimi, günümüzde hava durumundan seçim sonuçlarına kadar günlük yaşamın önemli bir parçası haline gelmiştir. Her ne kadar çok iyi tanımlanmış ve olgunlaşmış tahmin yöntemleri var olsa da, bilgi teknolojisi ve veri bilimlerindeki hızlı gelişmeler dolayısıyla bu yöntemlerin birçoğu ancak yakın zamanda sağlam ve daha amaca yönelik olarak kullanılabilir hale gelmiştir. Zamana bağlı veri setleri üzerindeki çalışmalarla son yirmi yılda çok sayıda yöntem, kütüphane ve uygulama alan literatürüne eklenmiştir. Eldeki veri setinin özniteliklerine uygun olarak kullanılacak olan yöntemin etkin şekilde seçilebilmesi, alandaki yöntem ve yaklaşımların güçlü ve zayıf yönlerinin daha iyi anlaşılmasını gerektirir. Bu çalışmada, Aralık 1978 ile Mayıs 2018 aralığını kapsayan USD bazlı altın fiyatları veri seti üzerinde, ARIMA, Bayes ve GARCH tabanlı farklı yaklaşımlar karşılaştırılmış, yöntem parametrelerinin etkileri incelerek başarımları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler Tahmin, Zaman serisi analizi, ARIMA, Bayesçi Tahmin, GARCH.

PERFORMANCE COMPARİSON OF TİME SERİES ANALYSİS METHODS

Abstract
The science of estimation, which humanity has trusted for a long time in predicting the future, has become a significant part of daily life from the weather to the election results. Although there exist well-defined and mature estimation methods, many of those have only recently become robust and more purposeful due to the rapid developments in information technology and data science. Over the last two decades, a large number of methods, libraries and applications have been added to the literature on time-dependent data sets. Effective selection of the method to be used in accordance with the features of the available data set requires a better understanding of the strengths and weaknesses of the methods and approaches in the field. In this study, ARIMA, Bayesian and GARCH based different approaches were compared on the USD-based gold prices dataset covering December 1978 to May 2018, and method performances and the effects of the parameters were evaluated.

Keywords Estimation, Time Series Analysis, ARIMA, Bayesian Estimation, GARCH.

TÜRKİYE 400 KV'LUK GÜÇ SİSTEMİ İÇİN OPTİMAL FAZÖR ÖLÇÜM BİRİMLERİNİN YERLEŞİM YERLERİNİN BELİRLENMESİ

Beytullah BOZALİ
Düzce Üniversitesi/ Düzce Meslek Yüksekokulu/ Elektrik ve Enerji Bölümü Elektrik Elektronik Mühendisliği ABD
beytullahbozali@duzce.edu.tr

Ali ÖZTÜRK
Düzce Üniversitesi/ Mühendislik Fakültesi/ Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü Elektrik Elektronik Mühendisliği
aliozturk@duzce.edu.tr

Özet
Güç sistemlerinde gerilim ve açı kararsızlığı gibi olumsuz nedenlerden dolayı güç sisteminin hızlı bir şekilde gözlenebilmesi ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Fazör Ölçüm Birimi (FÖB) teknolojisi bu gereksinimi karşılayan oldukça yeni bir teknolojidir. Güç sisteminin tamamen gözlemlenmesi, sistemin planlanması, sistemin herhangi bir kararsızlık durumuna gelmeden gerekli önlemler alınarak kararlılığı ve güvenirliği sağlanması için, güç sistemine kaç adet FÖB yerleştirilmesi gerektiğini ve FÖB'lerin hangi baralara yerleştirilmesinin uygun olacağı analiz edilmesi büyük önem taşımaktadır. Güç sisteminde kullanılan FÖB'lerin maliyetleri yüksek olduğu için, güç sistemindeki baralara optimum şekilde yerleştirilmesi önemlidir. Sistemi tamamen gözlenebilir kılan en az sayıda FÖB'lerin belirlenmesi için farklı metotlar kullanılmaktadır. Önerilen metotların amacı, güç sistemi veri yollarındaki toplam FÖB sayısını minimize etmek ve böylece FÖB'lerin kurulum maliyetini en aza indirmektir. Bu çalışmada, optimal çözüm için benzetimler Matlab kod kullanarak ve Matlab kod yazılımı üzerinde çalışan PSAT Toolbox ara yüzü ile gerçekleştirilmiştir. Uygulamada Derinlik Arama Metodu, Graf Teorisi Metodu, Yinelemeli N-1 Güvenlik metotları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu metotlar Türkiye 400 KV'luk güç sistemi üzerinde uygulanmıştır. Bu çalışma sonucunda güç sisteminde herhangi bir kararsızlık durumuna gelmeden gerekli önlemler alınarak kararlılığı ve güvenirliği sağlana bilmesi için en az sayıda FÖB kullanılarak güç sistemindeki hangi baralara yerleştirilmesinin uygun olacağı belirlenmiştir. Elde edilen simülasyon sonucunda hem maliyeti azaltmak hem de güç sisteminin tamamının gözlenmesinin sağlamak için optimum sayıda FÖB'leri hangi baralara yerleştirilmesi gerektiği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler Fazör ölçüm birimi, optimal FÖB yerleşimi, gözlenebilirlik, Derinlik arama metodu, Graf Teorisi Metodu, Yinelemeli N-1 Güvenlik metodu.

DETERMINATION OF OPTIMAL PHASE MEASUREMENT UNIT SETTLEMENTS IN THE TURKEY 400 KV POWER SYSTEM

Abstract
Due to negative reasons such as voltage and angle instability in the power systems, the power system must be observed and controlled quickly. The Phasor Measurement Unit (PMU) technology is a fairly new technology that meets this requirement. It is very important to analyze how many PMUs should be placed in the power system and to which PMUs are suitable to be placed in order to fully observe the power system, plan the system, and ensure the stability and reliability of the system by taking the necessary precautions before any instability. Since the costs of the PMUs used in the power system are high, it is important that they are optimally placed in the busbars in the power system. Different methods are used to identify the minimum number of PMUs that make the system fully observable. The purpose of the proposed methods is to minimize the total number of PMUs in the power system buses and thereby minimize the cost of installation of the PMUs. In this study, the simulations for optimal solution have been realized by using Matlab code and PSAT Toolbox interface working on Matlab code software. In the application, Depth Search Method, Graph Theory Method, Recursive N-1 Security methods were used. These methods are applied on Turkey 400 kV power system. As a

result of this study, it was determined which busbars in the power system would be suitable to be used in order to ensure the stability and reliability of the power system by taking the necessary precautions before any instability. As a result of the simulation, it was found out which busbars should be placed in the optimum number of PMUs in order to both reduce the cost and ensure the observed of the whole power system.

Keywords Phasor measurement unit, optimal pmu placement, observability, Depth search method, Graph theory method, Recursive N-1 security method.

WİSTAR SIÇANLARDA NEONATAL DÖNEMDE UYGULANAN KAFEİNİN EPİLEPTİK NÖBETLERİNE ETKİSİNİN ATR-FT-IR SPEKTROSKOPİSİ İLE İNCELENMESİ

Gökay KANDİL
Kocaeli Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü
gokaykandil@gmail.com

Sevgi Türker Kaya
Kocaeli Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü
sevgitrkr@gmail.com

Gül İlbay
Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı
gilbay@kocaeli.edu.tr

Özet

Giriş ve Amaç: Kafein (1,3,7-trimetilksantin), kahve ve kakao çekirdekleri, çay yaprakları, ve kola fındığı gibi çeşitli bitkilerde bulunan merkezi sinir sistemini (MSS) uyaran bir alkaloiddir. Kafeinin MSS uyarıcı etkisinden dolayı epileptik nöbetleri tetiklediğine dair raporlar mevcuttur. Fakat kafeinin söz konusu etkisinin altında yatan moleküler mekanizmayı açıklayan bir çalışma bulunmamaktadır. Konuya katkı sağlamak amacı ile çalışmamızda neonatal dönemde kafein uygulanmamış ve uygulanmış, yetişkin dönemde ise pentilentetrazol (PTZ) indüklemesiyle nöbet geçiren Wistar sıçanların hipokampüs bölgelerinde oluşan moleküler değişiklikler ATR-FTIR (ATR-Fourier dönüşümlü kızılötesi) spektroskopisi ile incelendi. Yöntem: Çalışma kapsamında, 5 gün boyunca 20 mg/kg kafein uygulanmış (n=7) ve uygulanmamış (n=7) Wistar sıçanlara, yetişkinlik döneminde tek doz 80 mg/kg PTZ verildi. PTZ enjeksiyonunun ardından sıçanlar dekapite edilerek hipokampus bölgeleri elde edildi. Dokular dondurararak kurutucu cihazında 24 saat süresince kurutuldu.. Kurutulan örneklerin spektrum eldeleri 4000-450 cm-1 dalga sayısı aralığında ATR- FTIR spektroskopisi ile gerçekleştirildi. FT-IR analizleri kapsamında CH2 asimetrik ve simetrik, olefinik = CH, PO2- simetrik, amid I ve amid II bantlarının frekans değerleri ve bant alanları değerlendirildi. Bulgular ve Sonuç: Elde edilen sonuçlarda kafein uygulanmış grupta olefinik band alanındaki azalma ile doymamış lipitlerin miktarında azalma ve dolayısıyla lipit peroksidasyonunda artış gözlendi. CH2 simetrik ve asimetrik bant alan değerlerindeki düşüş ise doymuş lipitlerde azalma olduğu bulgusunu verdi. İlaveten CH2 asimetrik frekans değerlerindeki azalma lipit düzeninde artmayı, bant genişliğindeki daralma ise plazma zarının daha az akışkan olduğu bilgisini verdi. Protein miktarında artış ise Amid I ve amid II bant alanlarındaki artma ile saptandı. Ayrıca PO-2 simetrik bandının daha düşük değerlere kayması ile lipit pakentlenme derecesinde değişikler olduğu bulundu. Sonuç olarak elde edilen veriler neonatal dönemde uygulanmış olan kafeinin hipokampüs dokusunda meydana getirdiği moleküler değişikliklerin epileptik aktivite oluşumunu tetikleyici rolüyle ilgili olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler Epilepsi, FT-IR, Hipokampüs, Kafein, PTZ.

INVESTİGATİON OF THE EFFECTS OF THE CAFFEİNE RECEİVED DURİNG NEONATAL PERİOD İN PTZ TREATED WİSTAR RATS BY ATR-FT-IR SPECTROSCOPY

Abstract

Introduction and the Aim of the Study: Caffeine (1,3,7-trimethylxanthine) is an alkaloid, which stimulates the central nervous system (CNS), found in various plants such as coffee and cocoa beans, tea leaves, and cola nuts. There are reports indicating that caffeine triggers epileptic seizures because of its CNS-stimulating effect. However, there is no study which explains the molecular mechanism that underlies such effect of caffeine. In order to contribute to this, the hippocampal regions of pentylenetetrazol (PTZ) treated adult Wistar rats which either did not receive or received caffeine in

neonatal period were examined by ATR-FTIR (ATR-Fourier Transform Infrared) spectroscopy. Method: Within the scope of the study, Wistar rats that were caffeine-treated at a dose of 20 mg/kg (n=7) for five days in neonatal period and caffeine-free (n=7) were treated a single dose of 80 mg/kg PTZ in adulthood. After PTZ injection, all rats were decapitated to remove their hippocampal regions. Tissues were freeze-dried by a freeze-dryer for 24 hours. Spectrum acquisition of the dried samples was carried out by ATR-FTIR spectroscopy in the range of 4000-450 cm-1. Findings: The results showed a decrease in the amount of unsaturated lipids due to the decrease in the area of the olefinic band, and thus may show an increase in lipid peroxidation in the caffeine-treated group. A reductionin CH2 symmetric and asymmetric band areas might suggest a decrease in the amount of saturated lipids. In addition, the shifting of the CH2 asymmetric frequency values to lower values may indicate an increase in the lipid arrangement as well as a lowered the bandwidth values of the same mode may suggest that the plasma membrane is less fluid. An increment in the protein amount was obtained by an increase in both amide I and II band areas. Morever, it was found that there is a change in the degree of lipid packaging depending on the shifting of PO-2 symmetric band to lower values. Consequently, the obtained data show that the molecular changes in hippocampus tissue caused by the caffeine applied in neonatal period may have a role in triggering the formation of epileptic activity.

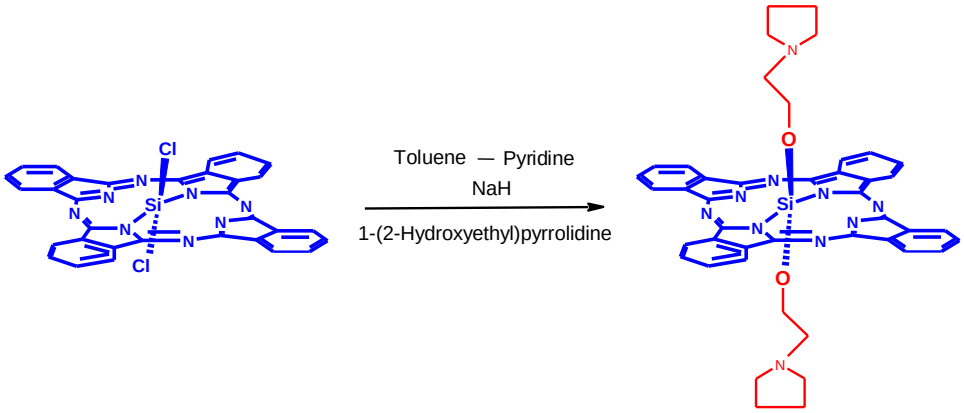
Keywords Epilepsy, FT-IR, Hippocampus, Caffeine, PTZ

SYNTHESIS, STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF NEW 1-(OXYETHYL)PYRROLIDINE SUBSTITUTED SILICON(IV)PHTHALOCYANINE AND INVESTIGATION OF AGGREGATION FEATURE

Dr. Ömer Güngör
Department of Chemistry Technology, Kocaeli University, Kocaeli, Turkey
omer.gungor@kocaeli.edu.tr

Abstract
In this study, a novel silicon(IV) phthalocyanine axially substituted with 1-(oxyethyl)pyrrolidine groups was synthesized and characterized. The novel purified compounds were characterized by standard characterization techniques such as elemental analysis, FT-IR, UV-Vis, ^{1}H-NMR and MALDI-TOF mass spectrometry. Obtained silicon(IV)phthalocyanine showed excellent solubility in organic solvents such as acetone, dichloromethane, chloroform, pyridine and ethyl acetate. Also, aggregation feature of novel silicon(IV)phthalocyanine was investigated. Aggregation quenches the electronic transferts required to generate the singlet oxygen and has therefore a negative effect on a photophysical point of view. This stacking tendency is particularly problematic with phthalocyanines, far more aggregating than other photosensitisers. Aluminum and silicon phthalocyanines are known to exhibit an enhanced efficacy due to a low aggregation. This novel phthalocyanine did not show any aggregation.
IR: 2926–2860 (aliphatic C–H), 1622 (C=N), 1159 (C–O–C).^{1}H NMR (CDCl3): δ =9.66–9.61 (d, 8H, Pc–Hα), 8.35 (m, 8H, Pc–Hβ), 1.22 (4H, CH2–CH2–O–Si), 1.16 (4H, CH2–O–Si), 1.13 (8H, pyrrolidine), 0.43 (8H, pyrrolidine). UV–Vis (DMSO): λ_{max}, nm (log ε): 682 (5.32), 654 (4.75), 611 (4.72), 346 (5.05). Cal. for: $C_{44}H_{40}N_{10}O_2Si$: C, 68.73; H, 5.26%; N, 18.22 % Found: C, 68.54; H, 5.16%; N, 18.24. MALDI-TOF-MS, (m/z): Cal. for: $C_{44}H_{40}N_{10}O_2Si$, 768.94; Found: 769.63 [M+1]+.

Keywords: phthalocyanine, silicon, aggregation



PİROLİZ YÖNTEMİ İLE ÇEŞİTLİ MATERYALLER KULLANILARAK SON ÜRÜNLER ELDE EDİLMESİ VE SİSTEM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Serdar ALBAYRAK
İstinye Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Uçak Teknolojisi
salbayrak@istinye.edu.tr

Fatih Taşpınar
Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği
fatihtaspinar@duzce.edu.tr

Suat Sarıdemir
Düzce Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Makine ve İmalat Mühendisliği
suatsaridemir@duzce.edu.tr

Özet
Teknolojik gelişmeler ve artan nüfusun etkisiyle ülkemizin enerji ihtiyacı artmaktadır. Özellikle enerji kaynakları yetersiz ve ihtiyacın büyük çoğunluğu ithalat yoluyla karşılanmakta olduğundan alternatif enerji kaynaklarından faydalanılması enerji çeşitliliğinin sağlanması ve dışa bağımlılığın azaltılması bakımından önem arz etmektedir. Alternatif enerji kaynaklarından enerji üretiminde birçok yöntem olmasının yanında, plastik, kömür ve katı atıklar gibi materyallerin piroliz yöntemiyle belli proseslerden geçirilerek ekonomik olarak değerli son ürünler veya enerji elde edilmesi bunlardan biridir. Piroliz işlemi oksijensiz ortamda materyallerin bozundurulması olup sistemin kurgulanması ve işletme parametreleri gaz veya sıvı ürün eldesinde veya enerji üretim potansiyeli üzerinde etkilidir. Piroliz yavaş veya hızlı olarak yapılabilmekte olup işlem deneysel koşullarda hangi ürün isteniliyorsa ona uygun ortam şartları sağlanarak gerçekleştirilir. Bu çalışmada, hızlı ve yavaş piroliz yönteminin bir uygulaması kömür ve atık plastikler gibi materyaller üzerinde geliştirilen laboratuvar ölçekli deney setinde yapılmış ve termal reaksiyon sonucu elde edilen ürünler ve, devir sayısı, katı tanecik boyutu ve işlem süresi gibi bir takım özellikleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler Piroliz Yöntemi, Katı Tanecik Boyutu,Enerji Üretimi

OBTAİNİNG THE FİNAL PRODUCTS BY USİNG VARİOUS MATERİALS BY PYROLYSİS METHOD AND DETERMİNATİON OF SYSTEM PARAMETERS

Abstract
With the advances in technology and increasing population, our country's energy needs are increasing. Since energy resources are insufficient and the majority of the needs are met through imports, the use of alternative energy sources is important in terms of ensuring energy diversity and reducing dependence on foreign sources. In addition to many methods of energy production from alternative energy sources, plastics, coal and solid wastes are subjected to certain processes by pyrolysis to obtain economically valuable end products or energy. The pyrolysis process is the degradation of materials in an oxygen-free environment, and the system configuration and operating parameters have an effect on the production of gas or liquid products or on the energy production potential. Pyrolysis can be carried out slowly or rapidly and the process is carried out under experimental conditions by providing the appropriate ambient conditions for which the product is desired. In this study, an application of fast and slow pyrolysis method was made in laboratory scale experiment set developed on materials such as coal and waste plastics and products obtained as a result of thermal reaction and some properties such as speed number, solid particle size and process time were investigated.

Keywords Pyrolysis Method, Solid Particle Size, Energy production

ATIK SULARDAN YAĞ VE SOLVENT GİDERİMİ İÇİN YUMURTA KABUĞU İLE KİTOSANDAN OLUŞAN ADSORBAN MEMBRAN GELİŞTİRİLMESİ

Nilufer HİLMİOĞLU
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği
niluferhilmioglu3@gmail.com

Nazlı YENİHAN YÜZER
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği
nazliyenihan@gmail.com

Özet
Ekosistemdeki kirlilik ve atık su problemi gün geçtikçe artan ciddi yaşamsal sorunlardandır. Canlılığın devamı için içilebilir tatlı su kaynakları ne yazık ki %1 ile sınırlıdır. Atık yağların ve tehlikeli organik solventlerin ekosistemdeki tatlı su kaynaklarına karışarak bu kaynakları kirletmesi de canlılığın devamını büyük ölçüde tehlikeye sokmaktadır. Çeşitli sanayi kolları ile petrol rafinerilerindeki üretim esnasında büyük miktarlarda yağ-su emülsiyonları oluşmaktadır. Bu emülsiyonlar su içindeki yağ damlalarının süspansiyonu şeklindedir ve bulundukları sanayi alanlarına göre ekosisteme verilmeden önce su içinde bulunma boyutlarına göre işlem görerek mevcut atık durumundan arındırılması gerekmektedir. Arındırılmadan ekosisteme salınmış atıksularda yağ veya tehlikeli organik solvent bulunması açısından tehlikelidir. Atık sulardan yağ ve organik solventlerin ayrılması için kullanılan yöntemler membran filtrasyonu elektrokoagülasyon, flotasyon ve adsorpsiyon şeklinde olup sıklıkla kullanılan demulsifikasyon yöntemi olarak düşük maliyetli adsorpsiyon yöntemi seçilmektedir. Atık su arıtımında çevreye ve insan sağlığına zararsız ve yeşil kimya ilkeleri ile uyumlu katkıların yeni prosesler ile entegre edilerek kullanılması gelecek vaad eden uygulamalardır. Bu çalışmada atık yumurta kabuğu kitosan biyopolimeri matrisi içine eklenerek faz dönüşümü yöntemi ile film halinde katkılı adsorban membranlar hazırlanmıştır. Bu membranlar küçük parçalar halinde kesilmiş yağ ve çeşitli tehlikeli organik solventler içinde sorpsiyon deneylerine tabii tutulmuştur. Hazırlanan adsorban membranın yağ ve organik kirletici olarak; toluen, hekzan ve benzen içinde şişme derceleri belirlenmiştir. Yumurta kabuğu katkılı kitosan membranların yağ ve tehlikeli organik solventleri adsorplama derecesinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalar sonunda hazırlanan yumurta kabuğu katkılı kitosan adsorban membranların atık sulardan yağ ve tehlikeli organik solventleri önemli ölçüde adsorblayarak atık suların arındırılmasında kullanılabileceği öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler Adsorban Membran, Kitosan, Yumurta Kabuğu

DEVELOPMENT OF CHITOSAN LOADED EGGSHELL ADSORBENT MEMBRANE FOR OIL AND SOLVENT REMOVAL FROM WASTE WATER

Abstract
Pollution and wastewater problems in the ecosystem are becoming increasingly serious problems. Potable fresh water supplies are unfortunately limited to 1% for sustainability. Contamination of waste oils and hazardous organic solvents into fresh water resources in the ecosystem contaminates these resources, thus endangering vitality to a large extent. Large amounts of oil-water emulsions are produced during production in food, pharmaceutical, cosmetic, metal and wood processing plants and oil refineries. These emulsions are in the form of suspensions of oil droplets in water and have to be treated according to their size in the water prior to being delivered to the ecosystem according to the industrial areas in which they are located. The presence of oil or hazardous organic solvent in wastewater released from the ecosystem without purification is a serious environmental risk. The methods used for the separation of oil and organic solvents from wastewater are in the form of membrane separation, electrocoagulation, flotation and adsorption, and the adsorption method is commonly used as the demulsification method. The biggest factor in the selection of adsorption separation method is that it is low operating cost and easy to apply. In this study, adsorbent membranes were prepared by phase conversion method by adding waste eggshell into chitosan biopolymer matrix. These doped mixed matrix membranes were subjected to sorption experiments in

oil and various dangerous organic solvents. The prepared adsorbent membrane is used for determining swelling degrees of oil and organic contaminants; toluene, hexane and benzene. Compared to pure chitosan membrane, eggshell added chitosan membranes have high capacity to retain oil and hazardous organic solvents. At the end of the studies, it is predicted that chitosan adsorbent membranes prepared with eggshell additive can be used for purification of waste waters by adsorbing oil and dangerous organic solvents to a

Keywords Adsorbent Membrane, Chitosan, Eggshell.

ET ENDÜSTRİSİNDE ULTRASON UYGULAMALARI

Çiğdem TÜRKSÖNMEZ
Kocaeli Üniversitesi Gazanfer Bilge MYO Gazanfer Bilge MYO/Su Ürünleri Su Ürünleri
cigdem.turksonmez@kocaeli.edu.tr

Abdullah Diler
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri
abdullahdiler@isparta.edu.tr

Özet
Et endüstrisinde ultrason kullanımı, canlı sığır yağı ve kasının değerlendirilmesiyle 1950'lerden bu yana devam etmektedir. Günümüzde, düşük yoğunluklu ultrason rutin olarak tüketici memnuniyetindeki en önemli kalite özelliklerini temsil eden tat, kalite ve hassasiyeti geliştirmek için kullanılmaktadır. Bununla birlikte son zamanlarda yapılan pek çok çalışmada, taze ette yüksek yoğunluklu ultrasonun potansiyel kullanımları bildirilmiştir. Donma, çözülme, et salamurası-kürleme, pişirme, bakteri inhibisyonu ve olgunlaştırma/gevrekleştirmede farklı avantajlarla uygulamalar yaygınlaşmıştır. Et endüstrisinde çeşitli sığır etlerinin sınıflandırılmasında ultrasonik dalga uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Uygulamanın temel prensibi, ses dalgalarının dokulardan geri yansımasının ölçümüdür. Gelişmiş ülkelerde et verim ve kalitesini geliştirmeye yönelik yürütülen ıslah organizasyonlarında, damızlık seçimlerinde özellikle bu yöntem yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Tavuk (et ve protein süspansiyonu), domuz eti, balık (surimi jelleri) ve tavşan eti kullanılarak başka bazı çalışmalar da gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler Ultrason, et endüstrisi, gıda güvenliği, kalite

ULTRASOUND APPLICATIONS IN MEAT INDUSTRY

Abstract
The use of ultrasound in the meat industry has continued since the 1950s with the evaluation of live bovine fat and muscle. Nowadays, low intensity ultrasound is routinely used to improve taste, quality and sensitivity, representing the most important quality characteristics in consumer satisfaction. However, many recent studies have reported the potential uses of high-intensity ultrasound in fresh meat. Applications have become widespread with different advantages in freezing, thawing, brine-curing, cooking, bacterial inhibition and ripening / braking. In the meat industry, ultrasonic wave applications are becoming widespread in the classification of various beef. The basic principle of the application is the measurement of tissue reflection of sound waves from the back. This method is widely used especially in breeding elections in breeding organizations carried out in order to improve meat yield and quality in developed countries. Some other studies have been carried out using chicken (meat and protein suspension), pork, fish (surimi gels) and rabbit meat.

Keywords Ultrasound, meat industry, food safety, quality

TAVUKÇULUK ALANINDA ÇALIŞANLARIN İŞ GÜVENLİĞİ KÜLTÜR VE FARKINDALIĞININ İNCELENMESİ: BOLU'DA BİR ALAN ARAŞTIRMASI

Nimet ACER
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği
acernimet@gmail.com

Derya Demirdizen Çevik
Kocaeli Üniversitesi İzmit MYO İş Sağlığı ve Güvenliği
derya.demirdizen@gmail.com

Özet
Güvenlik kültürü ilk defa Çernobil Felaketiyle dünya gündemine gelmiş ve sonrasında yaşanan tartışmalarla gelişmiştir. Güvenlik kültürünün örgütsel kültüre dönüşmesi ise büyük iş kazaları ile gündeme gelmiştir. Toplumun güvenlik ve önlem alma gibi kavramlara kadercilik anlayışından öte gidememesi ve işverenlerin yasal yükümlülüklerinden kaçınması iş kazalarının yoğunluğunda önem taşır. Buna ek olarak, çalışanların kültürel yapıları, inançları ve "cesaretleri" de güvensiz davranışlara neden olmaktadır. Bu araştırmada, Bolu'da sektörel olarak önemli bir yere sahip olan tavukçuluk alanında çalışanların iş sağlığı ve güvenliği kültür ve farkındalıkları araştırılmak istenmiştir. Bu doğrultuda çalışanların iş sağlığı ve güvenliği kültür ve farkındalığı ile yaş, cinsiyet, medeni durum, öğrenim düzeyi ve çalıştıkları birime göre arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı sorgulanmıştır. Bu ilişkileri analiz edebilmek için görgül araştırmalardan tarama tipi modeli kullanılmıştır. Örneklemi oluşturan işletme birimlerine rastgele dağıtılan anketlere gönüllü olan 200 kişi katılmıştır. Çalışanların demografik özellikleri ile iş sağlığı ve güvenliği kültür ve farkındalıkları arasındaki ilişki ki-kare testi ile analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucu literatürde katkı sağlanması bakımından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler İş güvenliği, iş güvenliği farkındalığı, güvenlik kültürü, tavukçuluk işçileri,

AN EMPRİCAL RESEARCH ON THE OCCUPATİONAL SAFETY AND CULTURE AMONG POULTRY WORKERS İN BOLU

Abstract
After the Chernobyl Disaster, the safety culture came to the world agenda for the first time and developed debates since then. The prevalence and the number of occurrences of work accidents formed the organizational culture which is related concept of safety culture. Society's approach to concepts such as security and precaution with fatalism and avoiding legal obligations of employers are important factors in the prevalence of work accidents. Beside this, the cultural structures, beliefs and "courage" of employees produce unsafe actions in workplaces. In this study, we aimed to investigate occupational health and safety culture and awareness of poultry workers who have an important place in sector in Bolu. In this respect, it was questioned whether there is a significant relationship between occupational health and safety culture and awareness of employees' age, gender, marital status, education level and the unit they work for. In order to analyze these relationships, screening type model was used from empirical research. 200 volunteers participated in the questionnaires randomly distributed to the business units of the sample. The relationship between demographic characteristics of employees and occupational health and safety culture and awareness was analyzed with chi-square test. The result of the research would be important in contributing to the literature.

Keywords work safety, awareness of work safety safety culture, poultry workers,

RESTORAN ÇALIŞANLARININ GIDA ALERJİSİ BİLGİ, TUTUM VE UYGULAMALARI: İSTANBUL İLİ ÖRNEĞİ

Merih TATLI
İstanbul Medipol Üniversitesi Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları
merihtatli@gmail.com

Aylin AKOĞLU
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Beslenme ve Diyetetik
aylinakoglu@ibu.edu.tr

Özet
Alerjik reaksiyonlardaki ölümcül vakaların sayısının artışıyla birlikte gıda alerjisi konusu, özellikle de gıda çalışanlarının gıda alerjisi konusundaki yeterliliği ve uygulamaları yetkililerin dikkatini çekmektedir. Bu bağlamda çalışmanın amacı restoran çalışanlarının gıda alerjisi bilgi, tutum ve uygulamalarını belirlemek ve bu doğrultuda restoranların çalışanlar için en uygun politikaları ve eğitimi planlamasına ve uygulamasına yardımcı olmaktır. Mevcut çalışma Türkiye'deki restoran çalışanlarının gıda alerjisi bilgi, tutum ve uygulamalarını ölçen ilk kapsamlı çalışma olması nedeniyle oldukça önemlidir. Bu kesitsel çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden anket tekniği kullanılmış ve restoran yöneticileri, aşçılar ve servis çalışanları olmak üzere toplam 490 katılımcı ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda katılımcıların ortalama bilgi puanı 41.74, tutum puanı 69.42 ve uygulama puanı 75.26 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, restoran çalışanlarının gıda alerjisi bilgi ve tutum puanları "orta", uygulama puanı ise "düşük riskli uygulama" olarak değerlendirilmiştir. Katılımcıların sadece %22.9'u gıda alerjisi eğitimi aldığını ve sadece %26.9'u gıda alerjisini önlemek için uygun hizmet sağlayabileceklerini belirtmişlerdir. Gıda alerjisi eğitimi alan katılımcıların bilgi ve uygulama puanları, gıda alerjisi eğitimi almayanlardan istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Yöneticilerin bilgi, tutum ve uygulama puanlarının mutfak çalışanı ve servis elemanları göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Sektörde toplam çalışma süresi arttıkça bilgi, tutum ve uygulama puanlarının anlamlı düzeyde arttığı tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bilgi, tutum ve uygulama arasındaki ilişkiye bakıldığında; bilgi ve tutum ($rs = 0,12$, $p < 0,05$), bilgi ve uygulama ($rs = 0.39$, $p < 0.05$) ve uygulama ile tutum ($rs = 0.245$, $p < 0.05$) arasında anlamlı ve pozitif bir korelasyon olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler Gıda Alerjisi, Gıda Güvenliği, Restoran Çalışanları, Bilgi, Tutum, Uygulama

THE KNOWLEDGE, ATTİTUDES AND PRACTİCES OF FOOD ALLERGİES OF RESTAURANT EMPLOYEES IN ISTANBUL, TURKEY

Abstract
While the incidence of fatal food allergy reactions continues to increase, the competence and practice of food professionals in food allergy attracts more attention from the authorities. The aim of the study in this context is to determine restaurant employees' knowledge, attitude and practices about food allergy and to help restaurants plan and implement the most appropriate policies and training for their employees. This research is very important because it is the first comprehensive study which measures restaurant employees' knowledge, attitude and practice about food allergies in Turkey. In this cross-sectional study, one of the quantitative research methods was used and the data of the research was obtained from a total of 490 participants including restaurant managers, cooks and service employees. As a result of the analyzes, the average knowledge score of the participants was 41.74, the attitude score was 69.42 and the practice score was 75.26. According to these results, the level of food allergy knowledge and attitude of the restaurant employees were 'moderate' and the practice level was evaluated as 'low risk practice'. It was found that only 22.9% of the participants attended food allergy training and very few of the participants (26.9%) stated that they could provide appropriate service in order to prevent food allergy. The knowledge and practice scores of the participants receiving food

allergy training were statistically higher than those not receiving food allergy training ($p<0.05$). The knowledge , attitude and practice scores of the managers were higher than those in other positions ($p<0.05$). It was found that knowledge, attitude and practice scores increased significantly as sector experience increased ($p <0.05$). A significant positive correlation was observed between knowledge with attitudes ($rs=0.12$, $p<0.05$), knowledge with practices ($rs=0.39$, $p<0.05$) and attitudes with practices ($rs=0.245$, $p<0.05$).

Keywords Food Allergy, Food Safety, Restaurant Employees, Knoledge, Attitude, Knowledge

RAYLEİGH GERİSAÇILMA TABANLI OPTİK ZAMAN ALANLI YANSIMAÖLÇERİN SİMÜLASYONU

Abdullah ERKAM GÜNGÜZ
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği
egunduz@ybu.edu.tr

Halim Haldun Göktaş
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği
goktas@ybu.edu.tr

Murat Yücel
Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği
muyucel@gazi.edu.tr

Özet
Dağıtık fiber optik sensörler, klasik sensörlere kıyasla, ucuz maliyetleri, uzun dayanıklılık süreleri, rahat muhafaza ve basit algılama metodları ile birçok uygulama alanında ilgi çekici ve cazip hale gelmişlerdir. Bu sensörler arasında, optik zaman alanlı yansımaölçerler (OTDR), özellikle fiber optik ağların yapısal dayanıklılığı, hata tespiti, zayıflama tespiti, bükülme tespiti ve kırılma tespiti gibi testler ile gözlemlemek için en yaygın kullanılan sistemlerdir. Bu çalışmada, Rayleigh gerisaçılması tabanlı klasik bir OTDR sistemi Optisystem 16 simülasyon programında tasarlanmıştır. Bu tasarımda, test olarak kullanılan fiber (FUT) 8 eşit parçaya ayrılıp, bu fiberlerin arasına sadece bir adet konnektor bağlanmıştır. Daha sonra, zaman alan analizi ile farklı aralıklara bağlanan konnektörün lokasyon tespiti başarılı olarak yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler Rayleigh gerisaçılması, optik zaman alanlı yansımaölçerler, lokasyon tespiti

RAYLEİGH BACKSCATTERİNG BASED OPTİCAL TİME DOMAİN REFLECTOMETER SİMULATİON

Abstract
Distributed optical fiber sensors have become attractive and sought after in various applications owing to their low costs, longer durability, easier maintenance and simpler detection means compared to their classical counterparts. Among these sensors, the optical time domain reflectometer (OTDR) has been one of the most utilized especially in monitoring fiber network's structural integrity, namely, fault detection, attenuation detection, bending detection and break detection. In this work, a classical OTDR system based on Rayleigh backscattering is setup and simulated in Optisystem 16. In this design the fiber under test (FUT) is split into 8 equal length segments with only one connector attached in between. Then, using time domain analysis methods, the location of the connector is detected successfully.

Keywords Rayleigh backscattering, optical time domain reflectometer, location detection

PDT İÇİN POTANSİYEL IŞIĞA DUYARLAŞTIRICI ADAYLAR: TETRAKİS (1,6-HEKSANDİTİOL) SÜBSTİTÜE EDİLMİŞ DİHİDROKSİ SİLİKON(IV) VE OKSO-TİTANYUM (IV) FTALOSİYANİNLER

Ömer GÜNGÖR
Kocaeli Üniversitesi Hereke Ö.İ.U. MYO Kimya ve Kimyasal İşleme Teknikleri
omer.gungor@kocaeli.edu.tr

Özet
Silicon and titanium phthalocyanines peripherally tetra substituted with 1,6-hexanedithiol were synthesized and is reported for the first time in this study. The new phthalocyanine derivatives were characterized using different spectroscopic techniques such as UV-Vis, 1H-NMR, FTIR, mass and elemental analysis as well. The potential of these silicon(IV) and oxo-titanium(IV) phthalocyanines as a suitable photosensitizer for use in photodynamic therapy were determined through the investigation of the photophysical and photochemical properties. Photophysical and photochemical properties of new phthalocyanines were determined in DMSO. Both new phthalocyanines did not show any aggregation at different concentrations in DMSO. The newly synthesized phthalocyanines showed higher singlet oxygen generation than their unsubstituted SiPc. Both silicon(IV) and oxo-titanium(IV) phthalocyanine showed moderate stability against light irradiation which is important about their photosensitizer behavior.

Anahtar Kelimeler Phthalocyanine, PDT, photosensitizer

A POTENTİAL PHOTOSENSİTİZER CANDİDATES FOR PDT: TETRAKİS (1,6-HEXANEDİTHİOL) SUBSTİTUTED DİHYDROXY SİLİCON(IV) AND OXO-TİTANİUM(IV) PHTHALOCYANİNES

Abstract
Silicon and titanium phthalocyanines peripherally tetra substituted with 1,6-hexanedithiol were synthesized and is reported for the first time in this study. The new phthalocyanine derivatives were characterized using different spectroscopic techniques such as UV-Vis, 1H-NMR, FTIR, mass and elemental analysis as well. The potential of these silicon(IV) and oxo-titanium(IV) phthalocyanines as a suitable photosensitizer for use in photodynamic therapy were determined through the investigation of the photophysical and photochemical properties. Photophysical and photochemical properties of new phthalocyanines were determined in DMSO. Both new phthalocyanines did not show any aggregation at different concentrations in DMSO. The newly synthesized phthalocyanines showed higher singlet oxygen generation than their unsubstituted SiPc. Both silicon(IV) and oxo-titanium(IV) phthalocyanine showed moderate stability against light irradiation which is important about their photosensitizer behavior.

Keywords Phthalocyanine, PDT, photosensitizer

TEK FAZLI TAM KÖPRÜ GERİLİM BESLEMELİ İNVERTERLERDE PR VE PID KONTROLLERİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ

Tafadzwa MUGWAMBA
Dokuz Eylül Üniversitesi Faculty of Engineering Electrical and Electronics Engineering
mugwamba.tafadzwa@gmail.com

Özet
Bu makalede, tek fazlı tam köprü gerilim kaynaklı inverter uygulamalarında orantı-rezonans (PR) ve orantılı-integral-türev (PID) kontrol stratejilerinin etkinliği detaylı bir karşılaştırma ile sunmaktadır. Bu çalışma kapsamında, H-köprü dönüştürücü yük altında toplam harmonik bozulmasını azaltmak için LCL filtresi ile birlikte analiz edilmiştir. LCL filtresi olan inverterin analizi için doğrusallaştırılmış ortalama değer model kullanıldı. İnverter çıkışında gerilim regülasyonunu sağlamak için PID ve PR kontrol teknikleri uygulanmıştır. Her bir denetleyici sistem ile sistemin kapalı çevirim davranışı Matlab-Simulink kullanılarak frekans bazlı sistemde analiz edilmiş ve ulaşılan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, Matlab ortamında alınan açık ve kapalı döngü simülasyon sonuçları sunulmaktadır. Her kontrol tekniğine ilişkin önerilerde bulunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler Doğrusal-Rezonans, Doğrusal-Integral-Türev Denetimi, LCL Filtre

COMPARATIVE ANALYSIS OF PROPORTIONAL-RESONANT AND PID CONTROLLERS IN SINGLE-PHASE FULL-BRIDGE VSI

Abstract
This paper presents a detailed comparative study of the effectiveness of proportional-resonant (PR) and proportional-integral-derivative (PID) controllers in single-phase voltage source inverter (VSI) applications. In the scope of this study, the H-bridge converter is analyzed in conjunction with an LCL filter to reduce the total harmonic distortion of the load voltage. For analysis, a linearized average value model of the LCL-filtered inverter is used. PID and PR control techniques are implemented to achieve voltage regulation at the output of the inverter. The closed-loop behavior of the system with each controller is analysed in the frequency domain using Matlab-Simulink and the results are compared. In this study, the open-loop and closed-loop results from the Matlab simulation are presented. Key recommendations are put forward.

Keywords Proportional-Resonant, Proportional-Integral-Deravitive Controller, LCL Filter

TİTANYUM DİOKSİT NANOTOZLARIN MİKROEMÜLSİYON TEKNİĞİ İLE ÜRETİLMESİ

Mustafa Burak Telli
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
mustafa.telli@kocaeli.edu.tr

Sıdıka BURCU KARACA
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
brcu.karaca@gmail.com

Arzu Altınpınar
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
arzualtinpinar88@gmail.com

Özet
Titanyum Dioksit (TiO_2) fotokatalizör olarak havanın ve suyun temizlenmesinde, gaz sensörlerinde, diş macunları, merhemler, beyaz pigment, UV koruması gibi ticari olarak birçok farklı alanda kullanım bulan yarı iletken bir oksittir. Bu çalışmada, mikroemülsiyon tekniği asit-baz çökelme reaksiyonları kullanılarak titanyum dioksit (TiO2) tozların nano boyutta üretilmesi hedeflenmiştir. Seyreltilmiş hidroflorik asit (HF) ve nitrik asit (HNO3) sulu çözeltisinde çözündürülmüş metalik titanyum, organik benzen solveti ve Sodyum Dedosil Sülfat (SDS) yüzey aktif maddesi kullanılarak mikroemülsiyon oluşturulmuştur. Seyreltilmiş amonyağın (NH3) karıştırma sırasında kontrollü bir şekilde eklenmesiyle TiO2 tozların çökelmesi sağlanmıştır. X-Işını Difraksiyonu (XRD) incelemeleri ile sentezlenen tozun TiO2 olduğu belirlenmiştir. Tozlar Işık Mikroskobuyla incelenmiş ve görüntüleri verilmiştir.

Anahtar Kelimeler Titanyum Dioksit, Mikroemülsiyon, Nanomalzeme, Çökelme Reaksiyonları

PRODUCTION OF TITANIUM DIOXIDE NANO POWDERS BY MICROEMULSION TECHNIQUE

Abstract
Titanium Dioxide (TiO_2) is a semiconductor oxide that is commercially use in many different fields as photocatalyst for the removal of air and water, gas sensors and such as toohtpastes, ointments, white pigment, UV protection In this study, it was aimed to synthesized titanium dioxide (TiO2) powders in nanoscale by microemulsion technique and acid-base precipitation reactions. Microemulsion was produced by employing dissolved titanium in diluted hydrofluric acid (HF) and nitric acid (HNO3) aqueous solution and organic Benzene solvent stabilized by Sodium Dodesyl Sulfate (SDS) surfactant. The diluted ammonia (NH3) was added in a controlled manner during stirring to precipitate TiO2 powders. X-Ray Diffraction (XRD) studies were determined that the synthesized powder was TiO2. Powders were investigated by Light Microscope images and their results provided.

Keywords Titanium Dioxide, Microemulsion, Nanomaterials, Precipitation Reactions

KOKU KİRLİLİĞİNİN OLFAKTOMETRE İLE BELİRLENMESİ: KOCAELİ ÖRNEĞİ

Burcu Ergün
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği
burcuergun94@gmail.com

Şenay Çetin Doğruparmak
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği
senayc@kocaeli.edu.tr

Beyhan Pekey
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği
bpekey@kocaeli.edu.tr

Hakan Pekey
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği
hpekey@kocaeli.edu.tr

Özet
Hava kirliliği kaynaklı şikâyetler içerisinde önemli bir yere sahip olan koku kirliliği, mevcut yasal düzenlemeler ile birlikte kontrol altına alınmaktadır. Ülkemizde, koku emisyonlarına sebep olan tesislerde, koku konsantrasyonunun tespit edilmesi, yasal değerlerin aşılıp aşılmadığının belirlenmesi ve aşılması durumunda koku kontrol ve giderim sistemlerinin uygulaması, 19.07.2013 tarihinde yürürlüğe giren "Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik" ile zorunlu hale getirilmiştir. Yönetmelik kapsamında kaynaktan alınan koku örneklerinin konsantrasyonu olfaktometrik yöntem ile tayin edilmektedir. Koku kirliliğinin, insan sağlığı üzerinde ki olumsuz etkisi ise bu konuya verilen önemi gün geçtikçe arttırmaktadır. Ülkemizde yasal dayanak olarak kaynak ölçümleri sonucunda yasal yaptırım mevcut olup alan örneklemesi sonucuna göre herhangi bir yaptırım bulunmamaktadır. Bu sebeple olfaktometrik yöntem kullanılarak, alan örneklemesi kapsamında çok fazla çalışma yoktur. Bu çalışma koku kirliliği ölçümleri alanında farklı bir bakış açısı yaratması açısından ayrı bir öneme sahiptir. Çalışmanın amacı farklı sektörlere ait tesislerin ve yaşam alanı olan konutlarında yer aldığı bir bölgede koku ölçümlerinin yapılarak, bölgenin hava kalitesinin değerlendirilmesidir. Bu sebeple, sanayi kenti olarak bilinen Kocaeli şehrinin, birbirine yakın konumlarda bulunan farklı sektörlerdeki tesislerin yer aldığı ve tesislerden kaynaklı koku emisyonlarından etkilenebilecek konut ve işyerlerinin bulunduğu bir bölgesi çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın kapsamında alınan numunelerin koku konsantrasyonları olfaktometrik yöntem ile ölçülerek, çalışma alanı kapsamında bulunan hanelerde ve iş merkezlerinde anket çalışması yapılarak, koku kirliliğinin insanlar üzerindeki etkileri değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler Koku, Koku Kirliliği, Olfaktometre, Alan Örneklemesi

DETERMINATION OF ODOR POLLUTION BY OLFACTOMETER: A CASE STUDY OF KOCAELİ

Abstract
Odor pollution, which has an important place in the complaints related to air pollution, is controlled with the current legal regulations. Determination of odor concentration in the plants causing odor emissions in our country, determination of whether or not the legal values are exceeded and application of odor control and removal systems in case of exceeding, have been made obligatory with 'Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik' published on 19.07.2013. Within the scope of the regulation, the concentration of the odor samples taken from the source is determined by olfactometric method. The negative impact of odor pollution on human health increases the importance given to this issue day by day. In our country, legal sanctions exist as a result of source

measurements as a legal basis and there are no sanctions according to the field sampling results. Therefore, there are not many studies in the field sampling using olfactometric method. This study is of particular importance in terms of creating a different perspective in the field of odor pollution measurements. The aim of the study is to evaluate the air quality of the region by making odor measurements in a region where the plants belonging to different sectors and residences are located in the living area. For this reason, a region of Kocaeli, which is known as an industrial city, is located as a working area where there are facilities located in different sectors located close to each other and there are houses and workplaces that may be affected by the odor emissions from the plants. The odor concentrations of the samples were measured by olfactometric method, and surveys were conducted in households and business centers within the scope of the study and the effects of odor pollution on humans were evaluated.

Keywords Odor, Odor Pollution, Olfatometer, Field Sampling

KİLLİ BİR ZEMİNİN ÇİMENTO İLE STABİLİZASYONU

Yasin YILDIZ
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği
yasinnyildiz41@gmail.com

Aydın KAVAK
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği
aydinkavak@yahoo.com

Özet
Günümüzde, inşaat mühendisliği alanında zemin iyileştirme yöntemleri gittikçe önem arz etmektedir. Birçok iyileştirme yöntemleri içerisinde çimento ile stabilizasyon en çok tercih edilen yöntemler arasında gelmektedir. Literatüre baktığımızda, çimento stabilizasyonu zemin mukavemetini arttırmak için iyi bir seçenek oluşturduğu görülmektedir. Bu çalışma kapsamında, Yalova bölgesinden getirilen kilin, farklı ve yüksek oranlarda çimento ile karıştırılıp serbest basınç deneyine tabi tutularak kilin mukavemetine katkısı incelenmiştir. Bu amaçla kilin sınıflandırma deneyleri yapılmıştır. Daha sonra katkısız ve farklı çimento oranlarındaki kilin optimum su muhtevası ve maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri bulunmuştur. Çalışmanın sonunda katkısız ve %8, %10, %12 oranlarında çimento eklenerek hazırlanan numuneler anlık, 1 günlük ve 7 günlük süreler sonunda serbest basınç deneyine tabi tutulmuştur. Laboratuvar deneyleri sonucunda çimento katkılı kilin katkısız kile göre su muhtevasında artış olduğu görülmüştür. Ayrıca çimento katkılı killi zemin numunelerinde zamana bağlı olarak mukavemet artışı olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum çimentonun zeminin mukavemetini artırması bakımından, zemin iyileştirmesinde kullanılabileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler çimento, stabilizasyon, çimento stabilizasyonu, serbest basınç deneyi

STABILIZATION OF A CLAY SOIL WITH CEMENT

Abstract
Today, soil improvement methods are very important in the field of civil engineering. Among many improvement methods, cement stabilization is one of the most preferred methods. When we look at the literature, it is seen that cement stabilization is a good option to increase soil strength. In this study, the clay brought from Yalova region mixed with different and high rates of cement and subjected to unconfined compressive test, the contribution of clay to strength was investigated. For this purpose, clay classification tests were performed. Then, the optimum water content and maximum dry unit volume weight values of the pure clay and different cement ratios clay were determined. At the end of the study, samples were prepared by adding 8%, 10%, 12% cement and without additives were subjected to unconfined compressive test at the end of instant, 1 day and 7 day periods. As a result of the laboratory tests, it was observed that the water content of the cement-added clay increased compared to the clay without additives. In addition, it was observed that the strength increase in cementitious clayey soil samples by the time. It has been shown that cement can be used in soil improvement in terms of increasing the strength of the soil.

Keywords cement, stabilization, cement stabilization, unconfined pressure test

ARAZİDE YÜKSEK SU MUHTEVASI İÇEREN BİR KİLİN KİREÇ İLE STABİLİZASYONU

Erdi BOZKURT
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği
e.bzkrt2307@gmail.com

Aydın KAVAK
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği
aydinkavak@yahoo.com

Özet
Zemin stabilizasyon yöntemleri geoteknik alanında gün geçtikçe değer kazanmaktadır. Kireç zeminin mühendislik özelliklerini iyileştirmek için yaygın bir şekilde kullanılan katkı malzemesidir. Literatür çalışması sonucunda, kireç ile zemin stabilizasyonu zemin iyileştirme yöntemleri arasında en çok kullanılan yöntemlerden birisidir. Bu çalışmada, Yalova bölgesinden getirilen kilin %2, %3 ve %4 oranlarında kireç katkılı numunelerin mukavemet değerlerine bakılmıştır. Sınıflandırma deneyleri sonucunda CH zemin sınıfına ait olduğu belirlenmiştir. Sonrasında katkısız ve %2, %3 ve %4 oranlarındaki kireç katkılı kilin maksimum kuru birim hacim ağırlık ve optimum su muhtevası değerleri bulunmuştur. Çalışmanın sonunda katkısız ve %2, %3, %4 oranlarında kil eklenerek hazırlanan numuneler anlık, 1 günlük ve 7 günlük süreler sonunda serbest basınç deneyine tabi tutulmuştur. Deneysel çalışmalar sonucunda kireç katkılı kilin katkısız kile kıyasla maksimum kuru birim hacim ağırlık değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca katkısız kile göre kireç katkılı kilin serbest basınç mukavemet değerlerinde artış olmuştur. Bu durum kirecin zemin stabilizasyonunda kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler kireç, stabilizasyon, kireç stabilizasyonu, serbest basınç deneyi

STABILIZATION OF A CLAY CONTAINING HIGH WATER CONTENT IN THE FIELD WITH LIME

Abstract
Lime is a commonly used additive to improve the engineering properties of the soil. As a result of the literatüre, study, soil stabilization with lime is one of the most used methods among soil improvement methods. In this study, the strength values of 2%, 3% and 4% lime added samples of clay brought from Yalova region were examined. As a result of the classification tests it was determined that it belongs to the CH soil class. Subsequently, maximum dry unit volume weight and optimum water content values of lime added clay at 2%, 3% and 4% were found. At the end of the study, samples which were prepared by adding lime with 2%, 3% and 4% of admixture were subjected to unconfined pressure test at the end of instant, 1 day and 7 day periods. As a result of the experimental studies, it was observed that the maximum dry unit volume weight values of lime doped clay were increased compared to unlead clay. In addition, there was an increase in the unconfined compressive strength values of lime-doped clay compared to no-clay. This shows that lime can be used for soil stabilization.

Keywords lime,stabilization,lime stabilization,unconfined pressure test

TOPLAM VERİMLİ BAKIM VE GÜVENİRLİK MERKEZLİ BAKIM YÖNTEMLERİNİN KIYASLANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Kasım BAYNAL
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
kbaynal@kocaeli.edu.tr

Mehlika KOCABAŞ AKAY
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
mehlika.kocabas@kocaeli.edu.tr

Yüksel AKOVA
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
Yuksel.Akova@tupras.com.tr

Özet
Üretimin önemli bir ana kolu olan bakım ve uygulamaları, üretim sistemleri ile paralel olarak, direkt olarak teknolojik gelişmelerin ışığında büyük yol kat etmiştir. Bu alanda yapılan tüm iyileştirmeler, tüm yenilikler üretimin kalitesine pozitif anlamda büyük katkılar ortaya çıkarmış, ekipman ve işletme güvenirliği anlamında üretim tesislerinin kar beklentilerine olumlu katkı vermiştir. Çalışmada ilk olarak terim olarak bakım kavramı üzerinde bilgilendirme yapılmış, bakım çeşitleri olan koruyucu bakım, üretken bakım, düzeltici bakım ve arızi bakım hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra Toplam Verimli Bakım kapsamındaki temel faaliyetlerden bahsedilmiş, altı büyük kayıp ve genel teçhizat verimliliği ile 12 uygulama adımı üzerinde durulmuştur. Güvenirlik Merkezli Bakım metodolojisi de kavramlar açısından açıklanmış, Toplam Verimli Bakım ve Güvenirlik Merkezli Bakım kıyaslaması için gerekli ön bilgilendirme yapılmıştır. Bu bilgilendirmelerin ışığında en son adım olarak TVB ve GMB ilişkisinin ortaya konularak karşılaştırmalı bir yorum yapılmıştır. Genel anlamda Toplam Verimli Bakım (TVB) bir anlayış, bir kültür gibi algılanırken, Güvenirlik Merkezli Bakım (GMB-RCM) ise daha dar kapsamlı, özellikle koruyucu bakım uygulamalarının, ihtiyaç varsa uygulanması mantığından hareketle, verimlilik, efektiflik temelli bir metodoloji olarak önümüze gelmektedir.

Anahtar Kelimeler Duruma Dayalı Arızalar, Güvenirlik, Koruyucu Bakım, Üretim Kayıp Denklemi, Zamana Dayalı Arızalar.

A RESEARCH ON COMPARISON OF TOTAL EFFICIENT MAINTANENCE AND RELIABILITY CENTRAL MAINTANENCE METHODS

Abstract
Maintenance and applications, which are an important main branch of production, have made great progress in the light of technological developments in parallel with production systems. All the improvements and innovations in this area have made a positive contribution to the quality of production and contributed positively to the profit expectations of the production facilities in terms of equipment and operational reliability. In this study, the concept of maintenance was informed and information about the types of maintenance, preventive maintenance, productive maintenance, corrective maintenance and incidental maintenance were given. Then, the main activities in Total Efficient Maintenance were mentioned and six major losses and overall equipment efficiency and 12 application steps were emphasized. The methodology of Reliability Centered Maintenance is also explained in terms of concepts and the necessary preliminary information has been given for the comparison of Total Efficient Maintenance and Reliability Centered Maintenance. In the light of these informations, as a final step, the relationship between TEM and RCM was put forward and a comparative comment was made. In general, Total Efficient Care (TEM) is perceived as a culture, whereas Reliability Centered Maintanence (RCM) is a more comprehensive and effective methodology based on the logic of the implementation of preventive care applications if needed.

Keywords Situational Faults, Reliability, Preventive Maintenance, Production Loss Equation, Time Based Faults.

ÖĞRENCİ DERS BAŞARISINI ETKİLİYEN FAKTÖRLERİN KARAR AĞAÇLARIYLA İNCELENMESİ

Ayhan GÜLTEKİN
Kocaeli Üniversitesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı
ayhangultekin38@gmail.com

Samet DİRİ
Kocaeli Üniversitesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı
sametdiri@gmail.com

Selçuk ÖĞÜTÇÜ
Kocaeli Üniversitesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı
Selcuk.ogutcu@gmail.com

Özet
Yükseköğretim kurumlarında öğrenci sayısı ve çeşitliliği her geçen gün artmaktadır gerek rekabet anlamında gerekse de ulusal ve uluslararası çapta üretken, kaliteli akademik yeterliliğe sahip olabilmek için mevcut nicel verileri değişik veri madenciliği yöntemleri kullanarak analiz ederek işlevsel sonuçlar elde edebilmek oldukça önemlidir. Üniversite ders başarılarını etkileyen bir çok faktör mevcuttur. Bu faktörlerin doğru veri madenciliği yöntemleriyle analizlerinin yapılması, Üniversiteler için öğrencilerle ilgili çok önemli veri havuzu oluşturmaktadır. Bu bağlamda bu çalışma, üniversitelerde öğrenci ders başarılarını etkileyen faktörlerin karar ağaçlarıyla incelenerek hangi faktörün hangi düzeyde ders başarılarında etkili olduğunun araştırılmasını hedeflemektedir. Çalışmada kullanılan nicel verilere Kocaeli Üniversitesi öğrenci bilgi sistemi üzerinden erişilmiştir.

Anahtar Kelimeler Karar Ağaçları, Veri Madenciliği, Veri Analizi

DEFINING OF FACTORS THAT AFFECT THE STUDENT COURSE SUCCESS WITH DECISION TREES

Abstract
In higher education institutions, the number and diversity of students is increasing day by day. In order to have productive, high quality academic competence both in terms of competition and nationally and internationally, it is important to obtain functional results by analyzing the existing quantitative data by using different data mining methods. There are many factors that affect university course success. Analyzing these factors with accurate data mining methods constitutes a very important data pool for students. In this context, this study aims to investigate the factors that affect student achievement in universities by using decision trees and to investigate which factors are effective in course achievement. Quantitative data used in the study were accessed through Kocaeli University student information system.

Keywords Decision Trees, Data Mining, Data Analysis

MEZOTELYOMA HASTALIĞININ ERKEN TEŞHİSİ İÇİN MAKİNE ÖĞRENMESİ TABANLI ERKEN TEŞHİS SİSTEMİ

Zehra KARAPINAR ŞENTÜRK
Düzce Üniversitesi Müh. Fak. Bilg. Müh. Böl.
zehrakarapinar@duzce.edu.tr

Nagihan ÇEKİÇ
Düzce Üniversitesi Müh. Fak. Bilg. Müh. Böl.
nagihanncekic@gmail.com

Özet
Mezotelyoma, teşhisinden sonra 1 yıl içinde ölüme sebep olan akciğer zarı kanseridir. Hastalık, ağrı ve nefes darlığına sebep olur. Tanı koymak için geleneksel yöntemde akciğer filmi ve tomografi çekilir, kesin yöntem ise biyopsidir. Biyopside de farklı türler mevcuttur. Görülme sıklığı dünyada milyonda bir iken Türkiye için korkunçtur. Türkiye'de her yıl beş yüz kişiye mezotelyoma teşhisi konulmaktadır. Bu ciddi rakam mezotelyoma teşhisi için erken tanı sistemlerini çok önemli yapmaktadır. Bu makalede, bu ölümcül hastalık için makine öğrenmesi tabanlıbir erken tanı sistemi önerilmiştir. Yapılan deneylerde açık kaynaklı bir veri tabanı kullanılmış ve probleme farklı yöntemler uygulanmıştır. Sonuçlar yöntemlerin tanı performansını göstermekte ve başarılı bir erken tanı sistemi sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler Erken teşhis, Mezotelyoma, Makine öğrenmesi

A MACHİNE LEARNİNG BASED EARLY DİAGNOSİS SYSTEM FOR MESOTHELİOMA DİSEASE

Abstract
Mesothelioma is pleura cancer that cause death in about 1 year after diagnosis. The disease causes pain and shortness of breath. Patients have a CT-scan and lung x-ray traditionally, but the exact method is biopsy. There are also different biosy methods for the diagnosis. Its prevalence is one in a million around the world, but for Turkey it is disastrous. Five hundred people is diagnosed as mesothelioma every year in Turkey. This serious rate makes early diagnosis systems crucial for mesothelioma. In this paper, a machine learning based early detection system has been proposed for this fatal disease. An open database is used for the experiments and different methods have been applied to the problem. The results show the diagnostic performance of the methods and present a successful early diagnosis system.

Keywords Early diagnosis, Mesothelioma, Machine learning

DAĞITIM ŞEBEKELERİNDE YEREL ELEKTRİK SANTRALLERİNİN ARTIRILMASI

Tansu ÇETİN
Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Mühendisliği
tansucetin@gtu.edu.tr

Tuba GÖZEL
Gebze Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik Mühendisliği
tgozel@gtu.edu.tr

Özet
Günümüzde artan enerji ihtiyacıyla birlikte enerji üretimi konusundaki teknolojik gelişmeler hız kazanmıştır. Küçük ölçekli enerji üretim birimleri olan Yerel Elektrik Santrallerinin (YES) şebekeye yerleştirilmesiyle meydana gelen dağıtık üretim, güç kayıplarını azaltmak, gerilim profilini iyileştirmek, enerji verimliliğini sağlamak ve güvenilirliği artırmak gibi faydaları sağlarken şebekedeki YES'in optimum yerleşim problemiyle ilgilenilmektedir. Ancak YES'leri artırma politikası ile şebekenin enerji kalitesini ve sürekliliğini sağlamak için şebeke operatörleri şebekede yeniden düzenleme ve yeni yatırımlar yapmak zorunda kalmaktadırlar. Bu çalışmada dağıtım şebekesinin gerilim profilini iyileştirmek için şebekeye yerleştirilebilecek en uygun YES büyüklüğünü ve gerilim profili bozulmayacak şekilde şebekede arttırılabilecek azami YES büyüklüğünü elde etmek amaç edinilmiştir. Optimum yerleşim problemi ve daha yüksek penetrasyon seviyesinde YES kurulumu problemi çözülürken şebekenin ortalama gerilim sapmasını en aza indiren ve artırmayan optimizasyon algoritmaları geliştirilmiştir. Matematiksel bir optimizasyon programı olan General Algebraic Modeling System (GAMS) ortamında model haline getirilen optimizasyon algoritmaları, sabit üretim ve yük durumunda çalışan gerçek bir dağıtım sistemi için lineer olmayan programlama metodu ile çözülmüş ve söz konusu sistem için en uygun ve azami YES büyüklüklerine ilişkin sonuçlar ve sistemdeki penetrasyon seviyesi artırılmış YES'in sisteme etkileri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler Dağıtım Şebekesi, Dağıtık Üretim, Yerel Elektrik Santralleri, Dağıtık Üretim Penetrasyonu

INCREASING THE DISTRIBUTED GENERATIONS PENETRATION IN THE DISTRIBUTION NETWORKS

Abstract
Nowadays, with increasing energy demand, the technological developments in energy generation have accelerated. Distributed Generation (DG) allocated in the distribution network is a small-scale energy generation unit. When it provides benefits such as reducing power losses, improving the voltage profile, ensuring energy efficiency and increasing reliability, the optimal size problem of DGs in the network is analyzed. However, in order to ensure the energy quality and continuity of the network, the distribution network operators have to make regulation and new investments in the network with the policy of increasing the DGs. In this study, it was aimed to obtain optimal DG size that can be placed in the network to improve the voltage profile of distribution network and maximum DG size that can be increased in the network so that the voltage profile does not deteriorate. Optimization algorithms have been developed that minimize and do not increase average voltage deviation of the network while solving the problem of optimal placement and the problem of DG installation at higher penetration level. The optimization algorithms have been modeled in the General Algebraic Modeling System (GAMS), a mathematical optimization program, are solved by non-linear programming method for a real distribution system operating in constant generation and load conditions, and the results of the optimal and maximum DG sizes for this system and the effects of increased DG penetration in the system has been evaluated.
Keywords Distribution Network, Distributed Generation, Local Power Plants, Distributed Generation Penetration

METALİK OLUKLU SANDVİÇ PANEL ÇEKİRDEKLERİNİN ÜRETİMİ VE NUMUNE HAZIRLAMA SÜRECİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Erman ZURNACI
Düzce Üniversitesi Dr. Engin PAK Cumayeri MYO Elektronik ve Otomasyon Mekatronik
ermanzurnaci@duzce.edu.tr

Hasan Gökkaya
Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
hgokkaya@karabuk.edu.tr

Gültekin Çakır
Düzce Üniversitesi Dr. Engin PAK Cumayeri MYO Elektronik ve Otomasyon Mekatronik
gultekincakir@duzce.edu.tr

Engin Nas
Düzce Üniversitesi Dr. Engin PAK Cumayeri MYO Makine ve Metal Teknolojileri Endüstriyel Kalıpçılık
enginnas@duzce.edu.tr

Özet
Savunma, havacılık ve otomotiv sektörü için üretilen araçlarda, personel ve ekipman güvenliğinin sağlanması amacıyla darbe sönümleyici yapısal bileşen olarak kullanılan sandviç panellerin mekanik özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla farklı çekirdek tasarımları geliştirilmektedir. Bu çalışmanın amacı, kafes ve metalik köpük gibi maliyeti yüksek çekirdek yapılarının yerine kullanılabilecek, maliyeti düşük, hafif ve mekanik özellikleri gelişmiş metalik oluklu çekirdeklerin seri üretime uygunluğunun araştırılması ve üretim hatalarının tespit edilerek giderilmesidir. Bu çalışmada, trapezoid geometriye sahip oluklu yapıdaki metalik sandviç panel çekirdeklerinin üretimi tek adımlı sac metal kalıbı imal edilmiş ve ön üretimler gerçekleştirilmiştir. Tek adımlı sac metal kalıbı, metalik levhaların çatlamasına ve köşe kavislerinde ölçüsel bozukluklara sebep olmuştur. Çekirdek üretiminde oluşan hataların giderilmesi amacıyla iki adımlı yeni bir kalıp tasarlanmış ve çekirdeklerin üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen çekirdekler kullanılarak hazırlanan sandviç panel numuneleri ile gerçekleştirilen ön deneyler sonucunda, numune hazırlama sürecindeki bazı hataların, sandviç panel numunelerinin deformasyon davranışlarını etkilediği belirlenmiş ardından üretim yöntemi ve numune hazırlama sürecinde iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler Oluklu çekirdek, metalik çekirdek, sandviç panel tasarımı, sac metal kalıbı

PRODUCTİON OF METALLİC CORRUGATED SANDWİCH PANEL CORES AND IMPROVEMENT OF SPECİMEN PREPARATİON PROCESS

Abstract
Different core designs are developed to improve the mechanical properties of sandwich panels used as impact absorbing structural components in order to ensure the safety of personnel and equipment in the vehicles manufactured for defense, aerospace and automotive industry. The aim of this study is to investigate the producibility and eliminate production defects of low cost, lightweight and advanced mechanical properties metallic corrugated cores which can be used instead of costly core structures such as lattice and metallic foam. In this study, the production of corrugated metallic sandwich panel cores with trapezoidal geometry was produced using single-step sheet metal molding technique and pre-productions of the cores were realized. The single-step sheet metal mold was caused tear of the metallic sheets and dimensional failures in the corner radius. A new two-step sheet metal mold was designed to eliminate the failures in the core production. As a result of the preliminary experiments with the sandwich panel specimens prepared using the cores produced, it was determined that some failures in the specimen preparation process affected the deformation behavior of the sandwich panel

specimens. Consequentially, improvements were made in the production method and sample preparation process of sandwich panel specimens.

Keywords Corrugated core, metallic core, sandwich panel design, sheet metal molding

PREFABRİKE BİNALARIN DEPREM GÜVENLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ ÖNCESİ VE SONRASI

Hilal MEYDANLI ATALAY
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
hilal.meydanli@kocaeli.edu.tr

Özet
Betonarme prefabrik yapım teknolojisi toplam proje maliyetinin azaltılması, projenin hızlı bir şekilde tamamlanması ve taşıyıcı sistem elemanlarında hedeflenen malzeme ve işçilik kalitesinin sağlanması gibi önemli birçok yarar sağlamaktadır. Türkiye'de prefabrike betonarme yapı sistemleri 1960'lı yıllardan sonra uygulanmakta ve özellikle tek katlı-geniş açıklıklı endüstri binalarının üretiminde yaygın olarak tercih edilmektedir. Büyük çoğunluğu Marmara bölgesinde bulunan bu binalar yüksek deprem riskine sahiptir. Yaşanan depremler sonrasında yapılan saha incelemelerinde de benzer geometrik özelliklere sahip prefabrike binaların farklı deprem performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Yapıların deprem tehlikesini azaltmak için en etkili araç deprem yönetmelikleri olup yönetmeliklerin tasarım koşulları ve kriterleri farklı deprem riskine maruz binalar için gerekli yapısal performansı sağlamaktadır. Bu bağlamda, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ve Türkiye Deprem Tehlike Haritasının 2018 yılında güncellenmesi ile tasarıma esas deprem yüklerinin hesabında ve bina tasarımında kullanılacak hesap yöntemlerinde önemli değişiklikler yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, 2018 Türkiye Deprem Yönetmeliğinin önceki deprem yönetmeliklerine göre prefabrike binalarda oluşturduğu tasarım farklılıklarının incelenmesidir. Elde edilen sonuçlar, deprem kuvvetleri etkisinde tasarlanan prefabrike binaların 2018 yılı öncesi yönetmeliklere göre tasarlanmış binalara göre göçmeye karşı daha güvenli olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler Prefabrike yapılar, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Deprem güvenliği.

SEISMIC SAFETY ASSESSMENT OF PREFABRICATED BUILDINGS: BEFORE AND AFTER 2018 TURKEY BUILDING EARTHQUAKE CODE

Abstract
Reinforced concrete prefabricated building construction technology provides many important benefits such as reducing the total project cost, completing the project in a short time and providing the targeted material and workmanship quality of the load-bearing system members. Precast concrete building systems began to be implemented in Turkey after the 1960s and in recent years, particularly it is preferred for single-story wide span industrial buildings. These buildings, most of which are located in the Marmara region, have a high earthquake risk. After the last earthquakes, determined that prefabricated buildings with similar materials and geometric characteristics showed different seismic performance. Earthquake codes are the most effective means to reduce the earthquake damage of buildings. The code's provisions and requirements must provide the necessary seismic performance for buildings subjected to different earthquake risks. In this sense, Turkey Building Earthquake Code and Turkey Earthquake Hazard Map were updated in 2018. Thus, significant changes have been made in the determined of seismic loads and earthquake analysis method based on structural design. The aim of this work, to compare the design differences in precast industrial buildings created by the 2018 Turkey Building Earthquake Code, according to the previous earthquake codes. The results demonstrated that precast industrial buildings designed under the seismic loads are safer against collapse than the buildings designed according to the codes before 2018.

Keywords Precast structures, Turkish Building Earthquake Code, Seismic safety

OSMANLI VAKIFLARINA DAYALI OLARAK OSMANLI ŞEHİRLERİNDE KENTSEL ÇEVRE TASVİRİ

Çiğdem ÇİFTÇİ
Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Şehir ve Bölge Planlama
cigdemciftci@erbakan.edu.tr

Laura Shumka
Albenian University Faculty of Economic and Applied Science Department of Architecture
shumkalaura@gmail.com

Özet
Çevresel veriler yerleşmelerin fiziksel ve estetik değerleridir. Şehirsel çevreler şehirlerin yerleştiği çevresel verilerle bir arada uyumlu yaşam alanlarından oluşmaktadır. Örneğin şehir içindeki ağaçlar ve bitkiler bir yandan şehir gürültüsü, hava kirliliği, toprak erozyonu, sel gibi çevresel tehditleri azaltarak kontrol ederken, diğer yardan yaban yaşam ortamlarının sürdürülebilirliğini teminat altına almakta, şehir çevresine göre daha sıcak olan şehir atmosferini varlığı ile serinletip şehir iklimini en iyi yaşanılabilir konfor koşullarında tutmakta, estetik ve mevsimlere göre gölgeli ya da güneşli ortamlar sunmaktadır. Avcı toplayıcı dönem, tarım ve kentleşme, sanayileşme, modernizm ve küreselleşme süreçlerin etkisiyle hızlı kentleşmenin sonucu hızlı büyüyen kentsel alanlar masif boşluksuz yapılaşma ile şehir altyapısını işlevsiz hale getirmekte, kentsel çevrenin tüm çevre problemlerinin yaşandığı doğa karşıtı suni ortamlara dönüştürmektedir. Masif şehirleşme sosyal yapıda da kent merkezlerini halkın sağlıksız toplumsal ilişkilerle sağlıksız koşullarda yaşamlarını sürdürdüğü yaşam alanlarını tanımlamaktadır. Yakın tarihimizde Osmanlı İmparatorluğu şehirlerinin de tanıklık ettiği sanayileşme, toplumsal yapıdaki somut olmayan kültürel varlıklarla ve sosyal ilişkilerle hiyerarşik kademelenmede aileden topluma ve kente etkiler yapmış Osmanlı şehirlerini biçimlendirmiştir. Osmanlı kent tarihi ile ilgili literatür, Osmanlı Kentsel Çevre Tarihi ile ilgili olarak, şehirlerin fiziki düzeni ve kent içi yeşil alanlar, kültürel miras bakım, onarım esasları, şehirlerin idari, iktisadi ve beşeri yapıları gibi başlıklarda çeşitlendirilebilecek farklı disiplinler tarafından hazırlanmış Osmanlının kentsel çevreyi koruma anlayışına tam anlamıyla değinilmeyen çok sayıda araştırmada mevcuttur. Osmanlı şehirlerindeki kentsel çevreyi biçimlendiren somut olmayan kültürel varlıkların konu edileceği bu çalışmada, Osmanlı Şehirlerinin çevre koruma tarihindeki özgünlükleri Sanayileşme sonrası Osmanlı şehir tarihi literatürüne dayalı olarak tasvir edilecektir. Osmanlı şehirlerinin kentsel çevre sanayi sonrası yakın dönemde gelişmiş bulunan Osmanlı Şehir merkezleri örnekleri ile tasvir edilecektir.

Anahtar Kelimeler Anahtar Kelimeler: Osmanlı Şehirlerinde Kentsel Çevre, 1780 sonrası Osmanlı Şehirleri,Vakıflar

THE DESCRİPTİON OF URBAN ENVİRONMENT İN OTTOMAN CİTİES BASED ON OTTOMAN FOUNDATİONS

Abstract
The environmental data are physical and aesthetic values of settlements. Urban environments consist of living spaces in harmony with the environmental data in which cities settle. For example, while trees and plants in the city control environmental threats such as city noise, air pollution, soil erosion and floods, the other yard ensures the sustainability of wildlife environments, cooling the city atmosphere which is warmer than the city environment with the presence of the city climate. It provides shaded or sunny environments according to aesthetics and seasons. As a result of fast urbanization with the effect of hunter gatherer period, agriculture and urbanization, industrialization, modernism and globalization processes, the rapidly growing urban areas renders the city infrastructure ineffective with massive gapless construction and transforms the urban environment into artificial environments where all environmental problems are experienced. Massive urbanization defines urban centers in the social structure as well as the living spaces where the people live their lives in unhealthy conditions through unhealthy social relations. Industrialization, which has been witnessed by the cities

of the Ottoman Empire in our recent history, has shaped the Ottoman cities that have influenced the family and society and the city in the hierarchical level with the intangible cultural assets and social relations in the social structure. The literature on Ottoman urban history, the physical order of the cities and urban green spaces, cultural heritage maintenance, restoration principles, the administrative, economic and human structures of the cities have been prepared by the different disciplines that can be diversified. There are numerous studies that are not fully addressed. In this study, which will focus on the intangible cultural assets that shape the urban environment in the Ottoman cities, the originality of the Ottoman cities in the history of environmental protection will be described based on the post-industrial Ottoman city history literature. The urban environment of the Ottoman cities will be depicted with examples of Ottoman city centers that have recently developed after the rapid industrial development.

Keywords Urban Environment in Ottoman Cities, Ottoman Cities after 1780, foundations

OLUKLU ÇEKİRDEĞE SAHİP METALİK SANDVİÇ PANELLERİN SONLU ELEMANLAR METODU KULLANILARAK TİTREŞİM ANALİZİ

Erman ZURNACI
Düzce Üniversitesi Dr. Engin PAK Cumayeri Meslek Yüksekokulu Elektronik ve Otomasyon Mekatronik
ermanzurnaci@duzce.edu.tr

Hasan Gökkaya
Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
hgokkaya@karabuk.edu.tr

Özet
Sandviç paneller, düşük ağırlık ve yüksek sertlik gibi sahip oldukları avantajlar nedeniyle kullanımı giderek yaygınlaşan yapısal mühendislik bileşenlerinden biridirler. Geleneksel mühendislik bileşenleri ile kıyaslandıklarında metalik oluklu çekirdeğe sahip sandviç paneller, gelişmiş ağırlık-sertlik oranı, yüksek dayanıklılık, gelişmiş bükülme direnci ve düşük üretim maliyeti sağlamaktadırlar. Bu çalışmada, oluklu yapıdaki çekirdeğe ait çekirdek duvar kalınlığı (0,3 mm, 0,5 mm ve 1 mm), çekirdek yüksekliği (8 mm, 10 mm ve 12 mm), yanal duvar açısı (55°, 60° ve 65°) ve köşe kavis değeri (0,3 mm, 0,5 mm ve 0,7 mm) gibi geometrik parametre değerlerinin sandviç panelin titreşim davranışları üzerindeki etkisi sonlu elemanlar metodu ile sayısal olarak analiz edilmiştir. Farklı geometrik parametre değerlerine sahip sandviç panel modellerinin titreşim etkisi altındaki doğal frekansları ve titreşim modları belirlenmiştir. Tasarım parametrelerinin sandviç panellerin titreşim davranışları üzerindeki etkileri Yanıt Yüzeyi Yöntemi ile istatistiksel olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, çekirdek geometrik parametrelerinin sandviç panellere ait titreşim davranışlarını etkilediğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler Sandviç panel, oluklu çekirdek, titreşim analizi, yanıt yüzeyi yöntemi, sonlu elemanlar yöntemi

VİBRATİON ANALYSİS OF METALLİC SANDWİCH PANELS WİTH CORRUGATED CORES USİNG FİNİTE ELEMENT METHOD

Abstract
Sandwich panels are one of the increasingly common structural engineering components due to their advantages such as low weight and high rigidity. Compared to conventional engineering components, sandwich panels having corrugated cores provide improved weight-to- stiffness ratio, high durability, improved flexural strength and low production cost. In this study, the effect of geometric parameter values such as core wall thickness (0.3 mm, 0.5 mm and 1 mm), core height (8 mm, 10 mm and 12 mm), lateral wall angle (55°, 60° and 65°) and corner curvature values (0.3 mm, 0.5 mm and 0.7 mm) of corrugated core on the vibration behavior of the sandwich panel were analyzed numerically by finite element method. The natural frequencies and vibration modes of sandwich panel models with different geometric parameter values were determined. The effects of the geometric design parameters on the vibration behaviour of the sandwich panels were calculated statistically by the Response Surface Methodology. The results showed that core geometric parameters affect the vibration behaviour of sandwich panels.

Keywords Sandwich panel, corrugated core, vibration analysis, response surface method, finite element method

FARKLI POLİMERLERDEN ELEKTRO-EĞİRME TEKNİĞİ İLE NANOTEKNOLOJİK DOKUSUZ YÜZEY ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU

Erdi BULUŞ
Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Polimer Bilimi ve Teknolojisi
buluserdi@gmail.com

Erdinç Doğancı
Kocaeli Üniversitesi Kocaeli Meslek Yüksek Okulu Kimya Ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü
edoganci@kocaeli.edu.tr

Gülseren Sakarya Buluş
İstanbul Üniversitesi Silivri İlçe Sağlık Müdürlüğü Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi
sakaryagulseren1@gmail.com

Özet
Yüzeylerin pürüzlü ve gözeneklerden meydana gelmesi ve mekanik dayanımlarının yüksek olması biyomalzemenin kullanım alanına göre istenmektedir. Bu biyomalzemelerin karmaşık yapısı üretim maliyetlerini ortaya çıkarmıştır. Bu sebeple üretim maliyeti düşük ve fonksiyonel özellikler katılabilen elektro-eğirme tekniğine yönlendirilmiştir. Elektro-eğirme ile nanoliflerden oluşan yüzey alanı geniş gözenekli yapılar kolaylıkla elde edilerek, amaca yönelik olarak polimer ve polimere ilave edilebilecek katkı maddeleri ile üstün özellikli kompozit dokusuz yüzeyler üretilebilmiştir. Bu çalışmada, polikaprolakton (PCL), polivinilalkol (PVA), poliakrilonitril (PAN), polietilenoksit (PEO), polivinilpirolidon (PVP), poliüretan (PU), şekil hafızalı poliüretan (ŞHPU), polistiren (PS) ve polilaktik asit (PLA) farklı birçok polimer kullanılarak elektro-eğirme tekniği ile amaca yönelik olarak yüzey alanı geniş nanoliflerden oluşan nanoteknolojik dokusuz yüzeyler elde edilmiştir. Üretilen dokusuz yüzeylere morfolojik (FEGSEM-Alan Emisyon Tabancalı Taramalı Elektron Mikroskobu) ve yapısal (FTIR-Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi) analizler gerçekleştirilerek malzeme özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen dokusuz yüzeylerin sağlık, filtrasyon, savunma, tekstil ve tarım gibi sektörlerde kullanılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler Polimer, Elektro-Eğirme, Nanolif, Nanoteknolojik Dokusuz Yüzey.

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF NANOTECHNOLOGICAL NONWOVEN WITH ELECTROSPINNING TECHNIQUES FROM DIFFERENT POLYMERS

Abstract
It is desirable that the surfaces are composed of rough and porous and that their mechanical strength is high according to the field of use of the biomaterials. The complex structure of these biomaterials has resulted in production costs. For this reason, low cost of production and functional properties were directed to the electrospinning technique. By means of electrospinning, the surface area consisting of nanofibers can be easily obtained with large porous structures and superior composite composite nonwoven surfaces can be produced with additives that can be added to the polymer and polymer for the purpose. In this study, polycaprolactone (PCL), polyvinylalcohol (PVA), polyacrylonitrile (PAN), polyethylene oxide (PEO), polyvinylpyrrolidone (PVP), polyurethane (PU), shape memory polyurethane (SMPU), polystyrene (PS) and polylactic acid (PLA) nanotechnological nonwoven surfaces with a wide surface area of nanofibers were obtained by electrospinning technique. Morphological (FEGSEM-Field Emission Gun Scanning Electron Microscope) and structural (FTIR-Fourier Transform Infrared Spectroscopy) analyzes were performed on the produced nonwovens and material properties were determined. It is aimed to use the nonwoven surfaces in health, filtration, defense, textile and agriculture sectors.

Keywords Polymer, Electrospinning, Nanofiber, Nanotechnological Nonwoven.

BETONARME YAPILARIN SİSMİK DAVRANIŞINDA YAPI ZEMİN ETKİLEŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Serkan ENGİN
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği
serkan.engin@kocaeli.edu.tr

Özet
Yapıların analizinde çoğu zaman uygulama kolaylığı sebebiyle yapı temelinin zemine rijit bağlandığı kabul edilir. Bu kabul yapıldığında yapı temelinin sonsuz rijit davrandığı, zemin deformasyonlarının ve dönmelerinin ve diğer etkileri göz ardı edilmiş olur. Ancak yapılan çalışmalar yapı temellerinin bu kabuldeki gibi tam rijit davranmadığını göstermiştir. Bu çalışmada, yapının farklı zeminler üzerinde olduğu kabul edilerek yapının zemine tam rijit bağlandığı durum ve yapı zemin etkileşiminin olduğu iki farklı durum için mod birleştirme yöntemi ile dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 2008 Türk Bina Deprem Yönetmeliğine uyduğu öngörülen altı katlı tipik bir betonarme yapı kullanılmıştır. Her zemin tipi için tasarım spektrumları oluşturulmuş ve bu tasarım spektrumları kullanılarak yapının dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Her bir durum ve yükleme için yapının tepe deplasmanı ve göreceli kat ötelemeleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kıyaslandığında yapı zemin etkileşiminin olduğu durumda yapıdan elde edilen deplasmanların artma eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler Yapı Zemin Etkileşimi, Zemin Tipi, Mod Birleştirme Yöntemi, Betonarme Yapı

THE INVESTİGATİON OF THE EFFECTS OF SOİL-STRUCTURE INTERACTİON ON THE SEİSMİC BEHAVİOR OF REİNFORCED CONCRETE BUİLDİNGS

Abstract
In earthquake analysis of structures, it is often assumed that the foundation of structure behaves as a fixed support because of the ease of application. On acceptance of fixed support, it is accepted that the foundation of the structure behaves as endless rigid by neglecting ground displacement, rotation of foundation of structure and other effects. However, studies show that the building's foundation does not behave rigidly as in this acceptance. In this study, the analysis with mod superposition method was performed, assuming that an existing structure in different soil classes, so that the difference between the case where the building foundation is accepted as fixed and the case where the soil-structure interaction is present. It is accepted that the structure used within the scope of the study is a typical 6-story reinforced concrete structure that conforms the requirements of the Turkish Earthquake Code (TEC 2018). Design spectrum was obtained for each soil type and dynamic analysis of the structure was performed by using this spectrum. As a result of the analyses, the values of the roof displacement and interstory drift ratio of the structure were obtained for both cases. The results obtained are compared with each other and the results are discussed. It is observed that the results obtained when considering the soil-structure interaction differ according to the fixed ground state, and the displacements tend to increase in case of the presence of the soil-structure interaction.

Keywords Soil-Structure Interaction, Soil Type, Mod Superposition Method, Reinforced Concrete Structure

MEVCUT BİNALARIN DEPREM GÜVENLİĞİNİ BELİRLEMEYE YÖNELİK YÖNTEMLER

Hilal MEYDANLI ATALAY
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
hilal.meydanli@kocaeli.edu.tr

Serkan Engin
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
serkan.engin@kocaeli.edu.tr

Özet
Deprem riski yüksek bölgelerdeki şehirlerde çok sayıda betonarme eski bina bulunmaktadır. Mühendislik hizmeti almış veya almamış olan bu binaların bir deprem sırasında yıkılması, çok sayıda can ve mal kayıplarına yol açacaktır. Can ve mal kayıplarının önlenmesi ve/veya azaltılması için sıklıkla yıkıcı depremlere maruz kalan bu binaların deprem güvenliğinin tespit edilmesi ve önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu tespit özellikle sanayi ve nüfusun önemli bir kısmının bulunduğu Marmara bölgesini etkilediğinden çok daha önemlidir. Bununla birlikte, bir binanın sismik performansı yalnızca detaylı analizlerle öngörülebilir değildir. Mevcut binaların deprem güvenliğinin hızlı bir şekilde belirlenebilmesi için değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerde bina dışarıdan gözlemlenerek yapısal parametreler belirlenmekte ve her yapısal parametreye puan verilerek bina için toplam risk puanı tespit edilmektedir. Böylece herhangi bir analiz yapılmadan, kat sayısı, planda ve düşeyde düzensizlik bulunması, yumuşak kat bulunması, ağır çıkmalar bulunması, görünen bina kalitesi, kısa kolon varlığı, topoğrafik etkiler ve yerel zemin koşulları gibi yapısal parametrelere göre binanın deprem güvenliği belirlenmektedir. Bu çalışmada, deprem zararlarını azaltma programlarının geliştirilmesine referans olabilecek, mevcut yapıların deprem güvenliğini belirlemek için uygulanan hızlı değerlendirme yöntemleri karşılaştırılmıştır. Böylece deprem nedeniyle meydana gelebilecek yapısal zarar öngörülerek gerekli önlemler alınabilecektir.

Anahtar Kelimeler Deprem güvenliği, hızlı değerlendirme yöntemleri, mevcut binalar

SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT METHODS FOR EXISTING BUILDINGS

Abstract
There are many reinforced concrete old buildings in cities with high earthquake risk. The failure of these buildings, with or without engineering techniques, during an earthquake, will cause many casualties and destruction. To prevent and reduce the loss of life and property, the earthquake safety of these buildings should be determined and should be taken precautions. This is particularly important since it affects the Marmara region, where is located a significant portion of the industry and population. However, the building seismic vulnerability is not only predictable by detailed analysis. Various rapid assessment methods developed to determine the seismic performance of existing buildings are available in the literature. Structural parameters are determined by scanning the building from outside and the seismic risk score of the building is determined by giving value to each parameter. The seismic risk score of the building is determined according to the structural parameters such as the number of stories, plan irregularity, vertical irregularity, the existence of soft story, heavy overhangs, the apparent building quality, short columns, topographic effects, and local soil conditions. In this study, the rapid assessment methods to determine the seismic vulnerability of existing buildings that can be used as a reference for the development of earthquake damage mitigation programs are compared. Thus, the necessary precautions can be taken by predicting the structural damage that may occur due to an intense earthquake.

Keywords Seismic vulnerability, rapid assessment methods, existing building

ARSENİK ADSORPSİYONUNUN DİFÜZYON YÖNTEMİ (DİFFUSİVE GRADİENTS İN THİN FİLMS, DGT) KULLANILARAK İNCELENMESİ

Türkan BUDAK
Yıldız Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü
turkanborklu@yahoo.com

Özet
Arsenik (As), yer kabuğunda yaygın olarak bulunan ve su kaynaklarının kalitesini düşüren oldukça toksik ve kanserojen bir metalloiddir. Boya, madencilik, cam ve elektronik üretimi atıkları ve bertarafı, bazı pestisit ve herbisitlerin kullanımı gibi nedenlerden dolayı doğada bulunan arsenik miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Yaklaşık 60 milyondan fazla insan, kirli içme suyu tüketimi nedeniyle yüksek seviyelerde As (> 50 mg L− 1) miktarına maruz kalma riski altındadır. Bu zararlı etkilerinden dolayı arsenik tayinlerini içeren pek çok farklı analiz yöntemi geliştirilmektedir. Sunulan çalışmada DGT (Diffusive Gradient in Thin Film) tekniği kullanılarak arsenik tayini işlemi sulu örneklere uygulanmaya çalışılmıştır. Bu yöntemin temeli difüzyon işlemine dayanmaktadır ve adsorplayıcı tabaka olarak Fe2O3'den elde edilen jel tabakası kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar sırasında arsenik miktarı ölçüm aşaması için ICP-MS cihazı kullanılmıştır. Farklı pH değerleri, iyonik kuvvet etkileri, jel kalınlığı ve kullanılan eluent maddeleri açısından parametreler değerlendirilmiş en uygun çalışma koşulları belirlenmeye çalışılmıştır. Literatür verileri incelendiğinde DGT yöntemini içeren oldukça fazla çalışma bulunmaktadır. Buna rağmen Türkiye'de pek fazla uygulama görülmemektedir. Sunulan çalışmanın, DGT yönteminin Türkiye'de de geliştirilmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler Arsenik, DGT, Demir (III) Oksit

THE İNVESTİGATİON OF ARSENİC ADSORPTİON BY USİNG DİFFUSİVE GRADİENTS İN THİN FİLMS, (DGT) TECHNİQUE

Abstract
Arsenic (As) is highly toxic carcinogen metalloid which found extensively in the Earth's crust, could potentially degrade water resource quality. Arsenic in the nature is increasing day by day due to reasons such as paint, mining, glass and electronic production waste and its disposal, the use of certain harmful drugs and herbicides. Over 60 million people are at long-term risk of being exposed to high-levels of As (>50 mg L−1), primarily through consumption of contaminated drinking water. Because of these detrimental effects, many different methods including arsenic determinations are being developed. In the present study, the determination of arsenic by using DGT (Diffusive Gradient in Thin Film) technique was performed by using aqueous samples. The basis of this method is based on diffusion process and the gel layer obtained from Fe2O3 is used as the adsorber layer. During the experimental studies, the ICP-MS device was used for the arsenic amount measurement step. The parameters were evaluated in terms of different pH values, ionic strength effects, gel thickness and eluent materials used and the most suitable working conditions were determined. When the literature data are examined, there are many studies including DGT method in spite of this not seen much application in Turkey. Presented study is thought that it will contribute to the development of DGT method in Turkey.

Keywords Arsenic, DGT, Iron (III) Oxide

MEAT PRODUCTS AND SAUSAGES

Tahseen FATİMA MİANO
Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Food Engineering
tahseenfm@yahoo.com

Özet
This illustration is focused on meat products and sausages. The animal meat after slaughtering is divided to produce number of processed products that has to passes from a number of series from food engineering operations. Therefore, the canned meat we ate as final product contains value added ingredients with highly nutritious and healthy form to benefit the consumer health. Meat before canning is cooked and boiled to kill the pathogenic bacteria's to prolong the products shelf life, during direct heating temperature meat release its juice that changes its colour from red to greyish brown, proteins coagulates results the conversion of collagen to gelatin at a specific temperature of heating. Soften meat canned in to sterilized cans according to the industrial standards of weight and size. Sausages are prepared at the optimal temperature of 13-16 oC to make sausages delicious they are prepared by combining various spices, salt, garlic, ginger and some fats they all together mixed and packed into the cylindrical synthetic or cellulose casting fine tubes for most of the traditional sausages. Now days, various form of traditional sausages, boiled sausages, raw sausages and cooked sausages are of consumer demand according to their preferences. This study is based on understanding the industrial use of meat products and sausages as healthy products.

Anahtar Kelimeler Meat sausages, heating protein, nutrient and health

MEAT PRODUCTS AND SAUSAGES

Abstract
This illustration is focused on meat products and sausages. The animal meat after slaughtering is divided to produce number of processed products that has to passes from a number of series from food engineering operations. Therefore, the canned meat we ate as final product contains value added ingredients with highly nutritious and healthy form to benefit the consumer health. Meat before canning is cooked and boiled to kill the pathogenic bacteria's to prolong the products shelf life, during direct heating temperature meat release its juice that changes its colour from red to greyish brown, proteins coagulates results the conversion of collagen to gelatin at a specific temperature of heating. Soften meat canned in to sterilized cans according to the industrial standards of weight and size. Sausages are prepared at the optimal temperature of 13-16 oC to make sausages delicious they are prepared by combining various spices, salt, garlic, ginger and some fats they all together mixed and packed into the cylindrical synthetic or cellulose casting fine tubes for most of the traditional sausages. Now days, various form of traditional sausages, boiled sausages, raw sausages and cooked sausages are of consumer demand according to their preferences. This study is based on understanding the industrial use of meat products and sausages as healthy products.

Keywords Meat sausages, heating protein, nutrient and health

BASİT, EĞİK VE ENİNE OLECRANON KIRIKLARINDA GERGİ BANDI UYGULAMASININ SONLU ELEMANLAR ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

Levent UĞUR
Amasya Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Makine Mühendisliği
leventozge@gmail.com

Özet
Olekranon kırıkları, üst ekstremite lezyonlarının yaklaşık%10'unu oluşturan yaygın dirsek yaralanmalarıdır. Gergi bandı kablolaması, basit olekranon kırıkları için popüler bir internal fiksasyon yöntemidir. Bu çalışmada, basit, eğik ve enine olekranon kırıklarında kullanılan gergi bandı kablolama tekniğinin sonlu elemanlar yöntemi ile incelenerek gergi bandı kablolamada ve K-telinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Çalışmamız normal anatomiye sahip sağlıklı bir insanın Bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak olekranon üç boyutlu olarak modellendi. Elde edilen model Solidworks programına gönderilerek basit, eğik ve enine kırık hatları oluşturuldu. Kırık hatları üzerine gergi bandı kablolaması yapılarak elde edilen modeller ANSYS (surum 19) programına gönderilerek Triceps Brachii kas gücü çekim yönü simule edilerek analizler yapıldı. Analizler sonucunda gergi bandında ve K-telinde meydana gelen maksimum eşdeğer gerilmelere (MES) tespit edilmiştir. Kırık tipine göre gergi bandı kablolarında ve K-teli üzerinde meydana gelen gerilmenin kırık tipine göre farklılık gösterdiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler Olekranon Kırıkları, Sonlu Elemanlar Analizi, Gergi bandı uygulaması

EVALUATİON OF TENSİON BAND APPLİCATİON İN SİMPLE, OBLİQUE AND TRANSVERSE OLECRANON FRACTURES BY FİNİTE ELEMENT ANALYSİS.

Abstract
Evaluation of tension band application in simple, oblique and transverse olecranon fractures by finite element analysis. Evaluation of tension band application in simple, oblique and transverse olecranon fractures by finite element analysis.Evaluation of tension band application in simple, oblique and transverse olecranon fractures by finite element analysis.Basit , Eğik ve Enine olecranon kırıklarında gergi bandı uygulamasının sonlu elemanlar analizi ile incelenmesi. Evaluation of tension band application in simple, oblique and transverse olecranon fractures by finite element analysis. Evaluation of tension band application in simple, oblique and transverse olecranon fractures by finite element analysis.Evaluation of tension band application in simple, oblique and transverse olecranon fractures by finite element analysis.

Keywords Olecranon Fractures, Finite Element Analysis, Tension band application

APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY ON TAXATION SYSTEM

Atakan Aylanç
Yaşar University / Computer Engineering
atakanaylanc@gmail.com

Melike Karatay
Ege University / Mathematics
karataymlk9@gmail.com

Necla Kırcalı Gürsoy
Ege University / Accounting and Tax Practices
kircalinecla@gmail.com

Arif Gürsoy
Ege University / Mathematics
arifgursoy@gmail.com

Abstract
Blockchain technology, with decentralized authority, ensures the disappearance of a trusted third party in the systems. Owing to the distributed ledger in the blockchain, operations on the chain are shared with each block and verified by the blocks. That is, the chain is safe because the stakeholders in the system do not trust each other. Nowadays, the most popular field in which blockchain technology is used is crypto-currencies. Although Blockchain technology was introduced with Bitcoin in 2008, it is also used by some countries in different fields such as health, trade and authentication. For example, in Estonia, records of transactions in the fields of health, law and trade are stored by blockchain. While the UK and the USA use blockchain technology to monitor food distribution, all financial systems in Singapore are stored on the blockchain. Because of an easy to implement and safe system, there are many examples of blockchain technology around the world. It is known how important tax and taxation system are for the economies of the countries. Besides, it is known that there are big problems in terms of both government and citizen in taxation systems applied in countries. Examples of these problems are insufficient number of taxpayers, informal activities and tax evasion. In addition, in a significant part of the society, the mistrust that arises from not knowing how the collected tax is used encourages the problems we have mentioned. Blockchain technology can be used to solve problems in the taxation system. In this study, a blockchain network simulation was developed by Python programming language considering Turkish taxation system and the advantages-disadvantages to blockchain the taxation system were investigated.

Keywords: blockchain, taxation system, distributed ledger, decentralized authority, python programming language, simulation, cryptography.

STRUCTURES AND SECURITY OF THE BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

Melike Karatay
Ege University / Mathematics
karataymlk9@gmail.com

Atakan Aylanç
Yaşar University / Computer Engineering
atakanaylanc@gmail.com

Arif Gürsoy
Ege University / Mathematics
arifgursoy@gmail.com

Necla Kırcalı Gürsoy
Ege University / Accounting and Tax Practices
kircalinecla@gmail.com

Abstract
Blockchain is a technology that records all transactions on the chain with its distributed ledger without central authority. Blockchain technology can be used in many important fields such as economy, health and government. Ensuring the safety of the chain is very important because of the sensitivity of the areas it is used. The lack of central authority and distributed ledger ensure the security of blockchain technology. In addition, the blocks forming the blockchain are connected to each other with their hash values. Each block generates its own hash value including the hash value of the preceding block with the cryptographic hash function used in the chain. Thus, in any attack to the blockchain, because all the hash values on the chain will change, the probability of the attack to be successful is almost negligible and this makes the security of the blockchain superior to other systems. In this study, the structures of blockchains are examined and their contribution to the security of blockchain technology is investigated.

Keywords: blockchain, digital signature, cryptographic hash functions, distributed ledger, decentralized authority, cryptography.

SOIL MICROBIOME AS A BIOINDICATOR IN ENVIRONMENTAL MONITORING

Prof. Assoc., Dr. Lyudmyla Symochko
Uzhhorod National University, Faculty of Biology; RD&Educational Center of MolecularMicrobiology & Mucosal Immunology, Uzhhorod;
Institute of Agroecology and Environmental Management, Kyiv, Ukraine
lyudmilassem@gmail.com

Olga Gafiak
Uzhhorod National University, Faculty of Biology, Uzhhorod, Ukraine
gafiakolga@gmail.com

Abstract
Soil microorganisms are essential for many soil processes and functions, yet there are increasing pressures on soil biodiversity and soil degradation remains a pertinent issue. The sustainable management of soils requires soil monitoring, including biological indicators, to be able to relate land use and management to soil functioning and ecosystem services. World practice confirms the perspectives of biological objects in the detection of anthropogenic degradation of natural and disturbed ecosystems, establishing long-term trends of change and capacity of biological buffer to the factors of different nature. The concept of indicators is widely used in environmental monitoring, mainly in relation to anthropogenic disturbances. Such indicators, either biological, physical or chemical, give information about the state and trends as well as the seriousness of the situation and should support environmental decision making. The soil community provides many potentially interesting indicators for environmental monitoring in response to a range of stresses or disturbances. Biological parameters have been assessed in an increasing number of studies, ranging from long-term agricultural field trials to regional or national monitoring programs. Currently, there are over 15 European countries including Ukraine, have collected soil biological parameters as part of a large scale monitoring program. The basis for biodiagnostic studies including the following parameters: microbial biomass, enzymatic activities, respiration, functional microbial diversity, and microbial structural diversity. The increasing availability of ISO standards for sampling procedures and analyses is an important step towards the homogenization of procedures, but further work is still required.

Keywords: soil, monitoring, bioindication, microorganisms, biodiversity.

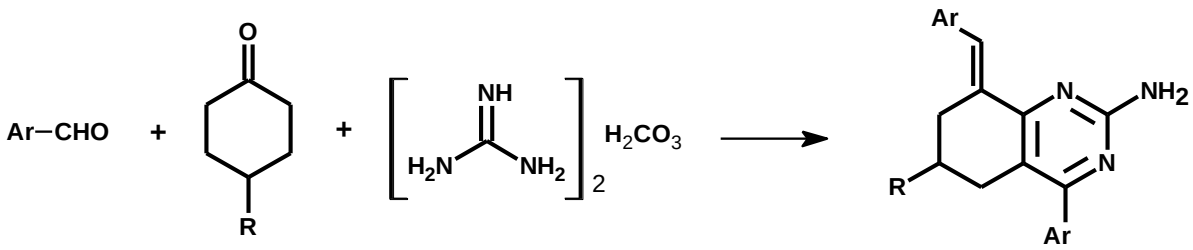
ONE-POT SYNTHESIS OF SUBSTITUED TETRAHYDROQUINAZOLIN-2-AMINES

Merve BEYTORUN,* Kadir TURHAN, F. Tülay TUĞCU
Yildiz Technical University, Faculty of Science and Art, Department of Chemistry, 34220 Istanbul, Turkey
*mervebeytorun@gmail.com

Abstract
Quinazolines are a pharmacologically very attractive class of compounds and have shown activity in various assays. This group of compounds exhibits numerous pharmacological activities such as antimicrobial, antitumoral, anti-inflammatory, antihyperlipidemic, antihypertensive and anticonvulsant properties1,2. They have an important place in the area of heterocyclic compounds because of their presence in the structures of macrocyclic complex drugs, their applications in industry and usage in pharmaceutical researches due to their biological properties.

In the current study, some new substituted quinazoline derivatives which are considered that may posses biological activity have been obtained via one-pot multicomponent method by using hetaryl carboxaldehydes, guanidine carbone and cyclohexanone3; (Figure 1) and the structures of all these synthesized compounds have been clarified with spectral data.

This sequential multi-component approach is advantageuos as it combines shortened reaction times, minimal work up, and reduced waste production4. All starting materials are commercially available and a broad variety of componds can be readily synthesised.



Ar= 2-pyridyl; 3-pyridyl; 4-pyridyl
R= H, CH_3

Compound 1-6

Figure 1: Synthesis of tetrahydroquinazolin-2-amines via one-pot

1. Muthadi, S., Bandi, J., J., Chidara, M., Muthadi, S.R., Sankar, K.U., Reddy V.M., *Scientific Journal of Pharmacy*, **2011**, *1* (1), 30-37.
2. Li, X., Hilgers, M., Cunningham, M., Chen, Z., Trzoss, M., Zhang, J., Kohnen, L., Lam, T., Creighton, C., Kedar G.C., Nelson, K., Kwan, B., Stidham, M., Brown-Driver, V.J. Shaw, K., Finn, J., Bioorg. *Medicanal Chemistry Letters*, **2011**, *21*, 5171-5176.
3. Rong, L., Han, H., Wang, H., Jiang, H., Tu, S., J. *Heterocyclic Chem.*, **2009**, *46*, 152.
4. T.J. J. Müller, *Top. Heterocycl. Chem*. **2010**, *25*, 25-94.

ANTİMİCROBİAL RESİSTANCE PROBLEM AT THE HUMAN ANİMAL ENVİRONMENT INTERFACE AND ONE HEALTH APPROACH

Assist. Prof. Dr. Rüştü Taştan
Kocaeli University, Kocaeli Vocational School of Health Services,
Medical Laboratory Techniques Program, Kocaeli, Turkey
rtastan@kocaeli.edu.tr , rustu_tastan@yahoo.com.tr

Prof. Dr. Aynur Karadenizli
Kocaeli University, Faculty of Medicine,
Department of Medical Microbiology, Kocaeli, Turkey
aynurk@kocaeli.edu.tr

Assist. Prof. Dr. Ayşe Ak Can
Kocaeli University, Kocaeli Vocational School of Health Services,
Medical Imaging Techniques Program, Kocaeli, Turkey
ayse.ak@kocaeli.edu.tr

Abstract
Antimicrobial Resistance (AMR) that has grown exponentially in the last half century, has become most serious global health threat of 21st Century. The series of side effects from ecological and anthropogenic factors have changed the health systems and treatment of infections globally. AMD, is triggered by interactions in the interface, has become more widespread, has become a global health problem. AMR spread, not only threatens health at the clinical level in human and veterinary medicine, but also causes enormous damage to the livestock economy and unpredictable biohazards at the interface. Antibiotics are used in animal husbandry, treatment of infections and industrial agriculture, are added to the feed as ‘anabolic’ together with other antimicrobial substances. The ongoing attitude of humanity has triggered cross-resistance in the ecosystem and globalized AMR. With anthropogenic factors as increasing urbanization, fast food consumption, tourism-travel, and transcontinental livestock trade, “resistance genes” are being moved to new areas. Multi-dimensional health risks cannot be identified because of MDR. ‘One Health’ is an interdisciplinary understanding, common thinking system, which is studied at local, national, regional and global-scale in order to achieve optimum health for people, animals and our environment. The aim of the study is point to the ongoing AMR risks at the HAE-interface, raise awareness of One Health and interpret results in the light of current developments. AMR threatens health on a global-scale and represents the most serious public health problem in the 21st century. Today, AMR's multiple potential risks and predictions and cure of treatments result from ecological dynamics, rather than clinical practice. AMR and MDR in the last quarter century, are becoming widespread with ‘antibiotic resistance genes’, increasing the mortality due to AMR. These resistances will increase in the near future. As a result, the destruction of ‘antimicrobial residues’ caused by misapplication leads to great economic losses, ‘food insecurity’ and socioeconomic threats grow, and the age of “miracle drugs” closes. Thus, if One Health is not functionalized and inter-professional cooperation is not spread, it is inevitable that more complex health problems will occur in the near future and that there will be no solution due to microorganisms.

Keywords: antimicrobial resistance, human animal environment interface, anthropogenic factors, One Health, interdisciplinary cooperation

SYNTHESİS AND CHARACTERİZATİON OF NEW AZO-DYES BEARİNG NİTROMETHYLENOBENZİMİDAZOLE

Dr. Akın SAĞIRLI
Bolu Abant Izzet Baysal University, Art and Science Faculty, Department of Chemistry
sagirli_a@ibu.edu.tr

Heterocyclic enamines are of great importance for synthetic chemistry, particularly as bis-nucleophiles for the construction of more complex heterocyclic arrays.[1] However, while such compounds containing electron-withdrawing groups such as esters and nitriles are common, the reactions of nitromethylenobenzimidazoles **1** have rarely been investigated.[2] On the other hand, azo chromophores have widespread usage in textile dyeing[3], coloring of plastic[4], and application in organic synthesis[5]. In the light of above considerations, we focus herein on the synthesis of new azo-dyes **3** starting from nitromethylenobenzimidazoles **1** and benzenediazonium tetrafluoroborate **2** bearing electron releasing and withdrawing group (H,CH_3,OCH_3,NO_2). The structures of all new azo dyes **3** were confirmed by spectroscopic/physical methods.

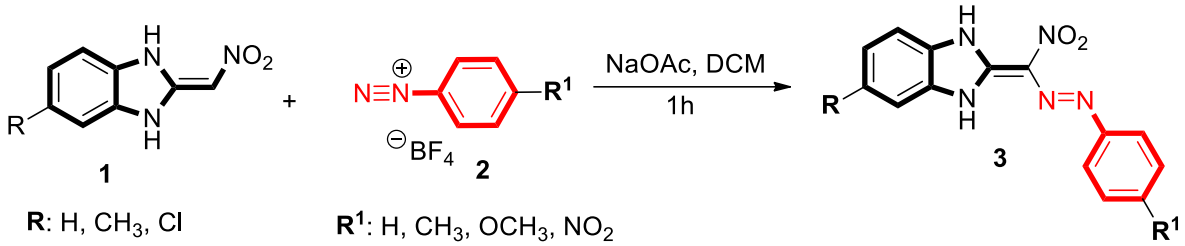


Figure 1 Reaction of nitromethylenobenzimidazoles **1** and *p*-substituted benzenediazonium tetrafluoroborates **2**

Keywords: enamine, diazonium salt, diazocoupling reaction,

References

1. Baleeva, N. S. 2019. Enamine–azide [2+ 3]-cycloaddition as a method to introduce functional groups into fluorescent dyes. Tetrahedron letters. 60 (5), 456-459.
2. Foks, H. 2005. Synthesis and tuberculostatic activity of some 1, 1-bis-methylthio-2-nitro-ethene derivatives. Phosphorus, Sulfur, and Silicon, 180 (10), 2291-2297.
3. Koh, J. 2001. Synthesis and application of an alkali-clearable azo disperse dye containing a fluorosulfonyl group and analysis of its alkali-hydrolysis kinetics. Dyes and Pigments. 50(2), 117-126.
4. Machida, S. 1968. Studies of the water-soluble polymers. XVI. Azo dyes of poly-N-vinylimidazole. Journal of Applied Polymer Science. 12 (2), 325-332.
5. Nejati, K. 2009. The synthesis, characterization, thermal and optical properties of copper, nickel, and vanadyl complexes derived from azo dyes. Dyes and Pigments. 83(3), 304-311.

EVALUATION OF RADIOACTIVITY FROM VARIOUS WATER SAMPLES IN TURKEY: A REVIEW

T. Ozdemir Oge
Bartın University, Health Sciences Vocational School, Bartın, Turkey,
tozdemir@bartin.edu.tr

Abstract
Recently, increasing number of studies on natural radioactivity and its effects on human health have been published, since it has been detected by many researchers that the limit radioactivity values recommended by national and international organizations have been exceeded in many places of the world. Even in small concentrations, ingestion and inhalation of radon gas in air and waters is reported to induce cancer. Domestic use of groundwaters, which are in direct contact with geological formations rich in uranium and its decay products, leads to exposure to natural radiation via ingestion of radon in water and inhalation of radon gas released from groundwater. Therefore monitoring of radon activity concentration in waters has become an important task for protection of human health. This research aims to provide information about the analysis techniques used to measure radon activity concentration in water samples, and compile the results of the studies on measurement of radon activity concentrations in various regions of Turkey.

Keywords: Rn-222, Natural Radiation, Radon measurement in waters

EFFICIENT RANDOM NUMBER GENERATION FOR LATTICE BASED CRYPTOGRAPHY

Melike Karatay
Ege University / Mathematics
karataymlk9@gmail.com

Erdem Alkım
Ondokuz Mayıs University / Computer Engineering
erdemalkim@gmail.com

Urfat Nuriyev
Ege University / Mathematics
urfatnuriyev@gmail.com

Abstract
Nowadays asymmetric cryptosystems are threatened by large quantum computers that can run Shor's algorithm to solve factorization and discrete logarithm problems. As a solution researchers are working on cryptosystems that are mathematically based on the problems that believed to be hard even in quantum computers. One of such mathematical problem is lattice problems, and there were numerous proposals about building cryptosystems on these problems in recent years. In the implementor's perspective, the most costly problem is the generation of uniformly random base matrix/polynomials. Thus, in this paper, we will propose an efficient way to generate uniformly random numbers between 0 and a number in the form of c*2^k+1 which is the general form of the modulus for RLWE based cryptosystems that is a special and smaller key sized case of lattice problems. We will show that the special form of the upper bound gives an advantage, and we will demonstrate the advantage as comparing our results with the original Newhope key encapsulation mechanism.

Keywords: Cryptography, Random Number Generation, Lattice Based Cryptography.

BORU İMALATI SÜRECİNDE SAC KALINLIKLARI ARASI GEÇİŞ SIRALAMASININ OPTİMİZASYONU İÇİN BİR ÖNERİ

Prof. Dr. Alpaslan FIĞLALI
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
figlalia@kocaeli.edu.tr

Arş. Gör. Ali İhsan BOYACI
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
ali.ihsan@koceaeli.edu.tr

Özet
Spiral kaynaklı boru imalatı, rulo sacların açıldıktan ve düzeltildikten sonra spiral şekilde sarılarak boru formuna getirilip, bant kenarlarının içten ve dıştan tozaltı kaynak yöntemi ile birleştirilmesi esasına dayanır. Günümüzdeki teknolojik gelişmelere paralel olarak, korozyondan koruma teknik ve malzemeleri sayesinde oldukça uzun ömürlü olan spiral kaynaklı çelik borular, yüksek mukavemet, basınç ve darbelere dayanım, yüksek taşıma kapasitesi ve esneklik gibi özellikleri sayesinde çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Temiz su, atık su, petrol, doğalgaz gibi birçok sıvının taşınmasında kullanılabilen spiral borular, ayrıca inşaatlarda kazık boru olarak ve reklam tabelası, billboard gibi bir çok ağır nesnenin taşıyıcı ayağı olarak ta kullanılabilmektedirler. Farklı amaçlarla kullanılan bu borular, kullanım amacına ve gerekli teknik özelliklerine göre çok çeşitli kalınlıklara sahip saclardan üretilebilmektedir. Üretimde kullanılan farklı sac kalınlıkları arasında geçiş yaparken, rulo sacların açılması, düzeltilmesi, boru şeklinde bükülmesi ve kaynaklanması gibi süreçlerde birçok ön hazırlığın yapılmasını gerekmektedir. Bu çalışmada, 1,20 mm. – 5,00 mm. aralığında 56 farklı kalınlıkta sac kullanarak spiral kaynaklı çelik boru üretimi yapan bir firmanın etkinliğini ve verimliliğini arttırmak hedeflenmiştir. Bu amaçla her bir sac kalınlığından diğerine geçiş sürecinde hazırlık süreleri bir matris şeklinde belirlenmiştir. Aylık üretim sıralaması, gezgin satıcı probleminin modeli ve matris kullanılarak optimum şekilde elde edilmiştir. Böylelikle aylık toplam hazırlık süresi yaklaşık 50% oranında düşürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Boru imalatı, Gezgin satıcı problemi, Hazırlık süresi.

A PROPOSAL FOR OPTİMİZİNG THE ORDER OF TRANSİTİON BETWEEN SHEET THİCKNESSES İN THE PİPE MANUFACTURİNG PROCESS

Prof. Dr. Alpaslan FIĞLALI
Kocaeli University, Engineering Faculty, Industrial Engineering Department
figlalia@kocaeli.edu.tr

Res. Assist. Ali İhsan BOYACI
Kocaeli University, Engineering Faculty, Industrial Engineering Department
ali.ihsan@koceaeli.edu.tr

Abstract
The production of spiral welded pipes is based on joining the edges of the tape by submerged arc welding from inside and outside by turning the coil sheets into pipe form after uncoiling and leveling. In parallel with today's technological developments, spiral welded steel pipes, which have a very long life thanks to corrosion protection techniques and materials, have a wide range of applications due to their high strength, resistance to pressure and impacts, high bearing capacity and flexibility. Spiral pipes which can be used for transporting many liquids such as clean water, waste water, oil and natural gas can also be used as pile pipes in construction and as supporting legs of many heavy objects such as advertising signs and billboards. These pipes, which are used for different purposes, can be produced from sheets of various thicknesses according to the purpose of usage and required technical properties. When switching between the different sheet thicknesses used in the production, many pre-preparations are required in processes such as uncoiling, leveling, bending and welding. In this study, it is aimed to increase the efficiency of a company which produces spiral welded steel pipes using 56 different metal sheets in the range of 1.20 mm. - 5.00 mm. For this purpose, preparation times were determined as a matrix in the transition from each sheet thickness to the other. Monthly production ranking is obtained optimally by using the model of traveling salesman problem and the matrix. Thus, the total monthly preparation time was reduced by approximately 50%.

Keywords: Pipe Manufacturing, traveling salesman problem, Preparation time.

4,5 DİHİDRO-4(2-,3- VE 4-) METOKSİFENİL)-1,4-NAFTO[6,7-B] OKSAZEPİN-3(2H)-ON'LARIN SENTEZİ

Dr.Öğr. Üyesi Murat GÜNDÜZ
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü
muratgunduz26@gmail.com

Özet
Doymuş benzoksazepinlerin, hipnotik, kas gevşetici, antiemetik ve antagonistik etkilerinin olduğu, ishal ve inflamasyona karşı ve anksiyolitik ajan, antialerjik ve antihistaminik olarak kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca central depressant, analjezik ve antifilogistik, lokal anestetik, antiimflammatory, antihistaminik aktivitelerinin de olduğu belirtilmiştir.
Benzoksazepinlerin literatürde değişik elde edilme yöntemleri vardır[1,2,3,4]. Sentez yöntemlerinden birisi de Schiff bazının indirgenmesi sonunda elde edilen α-anilino-kresolün $BrCH_2COBr$[5] veya $ClCH_2COCl$[6] ile reaksiyonundan oluşan açil türevlerinin bazik ortamda halka kapanma reaksiyonudur. Çalışmamızda $–OCH_3$ (-metoksi) grubunun reaksiyonlara ve verime etkisini incelemek istedik. Bu nedenle:
1. Naftolik Schiff bazları (R=H, 2-,3- ve 4-OCH_3) sentezlendi ve yapıları spektroskopik olarak aydınlatıldı.
2. Naftolik Schiff bazları $NaBH_4$ ile indirgendi, oluşan aminler elde edildi.
3. Aminlerin kloroasetilklorür ile reaksiyonu sonucu açil elde edilmek istendi ancak diaçil türevlerinin oluştuğu tespit edildi.
4. Diaçil türevlerinden bazik ortamda halka kapanması ile 1,4-naftoksazepinonlar elde edildi.

Sentezlenen bileşiklerin yapıları I.R., U.V., ^{1}H-N.M.R. ve ^{13}C-N.M.R. (DEPT) spektrumları ile tayin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: benzoksazepin, indirgeme, açilleme, halka kapaması

KAYNAKLAR
1. Mueller, Richard August (Searle, G. D., and Co.) Ger. Offen. 2,700,091 (Cl. C07D413/12), 14 Jul 1977, US Appl. 646,686, 05 Jan 1976 .
2. Effland, R.C. ; Helsley, G.C. ; Tegeler, J.J. J.Heterocycl. Chem., 19(3) 537,1982 .
3. M. E. and Sternbach L. H. (Hoffmann-La Roche, Nutley, N. J.). J. Heterocylic Chem. 3(2), 237-81966.
4. Mohan, K. Raja; Rajeshwar, K.; Sudhakar, C. (Dep. Chem., Nizam Coll., Hyderabad, 50001 India). Acta Cienc. Indica, [Ser.] Chem, 10(4), 267-71,1984.
5. Bernard Belleau (to Corega Chemical Co.). U.S. 2,807,628, Sept. 24, 1957.
6. Griengl, Herfried; Bleikolm, Anton; Grubbauer, Wolfgang; Soelradl, Helbert (Inst. Org. Chem., Austria). Liebigs Ann. Chem., (3), 392-9 ,1979

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION OF UNSATURATED NITRILE COMPOUNDS AND THEIR POTENTIAL APPLICATIONS

Dr. Çiğdem Yörür Göreci
Yildiz Technical University / Faculty of Arts and Science, Chemistry Department
cgoreci@hotmail.com

MSc. Abdullah Toraman
Yildiz Technical University / Faculty of Arts and Science, Chemistry Department
toramanabdullah@gmail.com

Prof.Dr. Feray Aydoğan
Yildiz Technical University / Faculty of Arts and Science, Chemistry Department
feray@yildiz.edu.tr

Abstract
Photovoltaic cells convert solar energy into electric energy. A good efficiency of these devices has been obtained by using inorganic semiconductor materials. On the other hand, manufacture processes are very expensive in terms of both materials and techniques. For this reason organic-based photovoltaic (OPV) cells are attracting the general attention, because they are more economical [1].

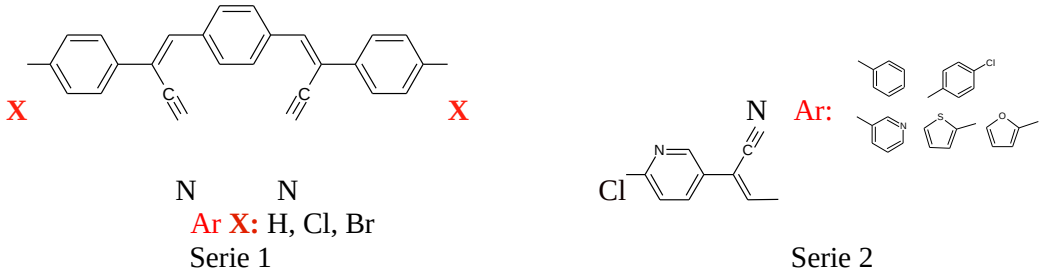


Figure 1. Structures of new α,β-unsaturated nitrile compounds

In this study, synthesis of new α,β-unsaturated nitrile compounds was performed (Figure 1). All synthesized compounds were characterized using different spectroscopic methods (UV-Vis, FTIR, ^{1}H NMR, ^{13}C NMR, LC-MS). These compounds were designed to use in solar cells. By this aim, photovoltaic investigations for solar cell applications were done in two part as theoretical and experimental. In theoretical study, optimized molecular structures were determined and HOMO-LUMO energy levels were calculated using DFT/B3LYP method with Gaussian 09 W, theoretically. In experimental part, simple solar cells were made, current-voltage graphics of all compounds were drawn and theoretical and experimental data were compared to determine photovoltaic potential of all compounds.

Keywords: Nitrile compounds, photovoltaics, solar cells

Acknowledgement: This work was supported by Yildiz Technical University Scientific Research Foundation. Project Number: FYL-2017-3114.

Reference

[1] Dong, H. Zhu, H. Meng, Q. Gong, X. ve Hu, W., (2012). "Organic Photoresponse Materials and Devices", Chemical Society Reviews, 41: 1754-1808.

SYNTHESIS OF ASYMMETRIC VINYL DERIVATIVES, CHARACTERIZATION AND VARIOUS APPLICATIONS

Dr. Çiğdem Yörür Göreci
Yildiz Technical University / Faculty of Arts and Science, Chemistry Department
cgoreci@hotmail.com

MSc. Zülal Demir
Yildiz Technical University / Faculty of Arts and Science, Chemistry Department
zulaldmr@hotmail.com

Prof. Dr. Zuhal Turgut
Yildiz Technical University / Faculty of Arts and Science, Chemistry Department
zturgut@yildiz.edu.tr

Abstract

Organic electronics become a rapidly developing field with a wide variety of applications. Since then, many conjugated polymers and molecules have been synthesized and used in organic electronic devices. An organic solar cell is generally a photovoltaic device whose active layer comprises which contain active π conjugated polymers or small molecules. It seems clearly that produced organic photovoltaics will play an important role in the future global demand for energy. For this purpose increasing interest has been formed in recent years on various organic molecules [1]. In this work, three type new asymmetric vinylic compounds which can be used in organic solar cells were synthesized (Figure 1).

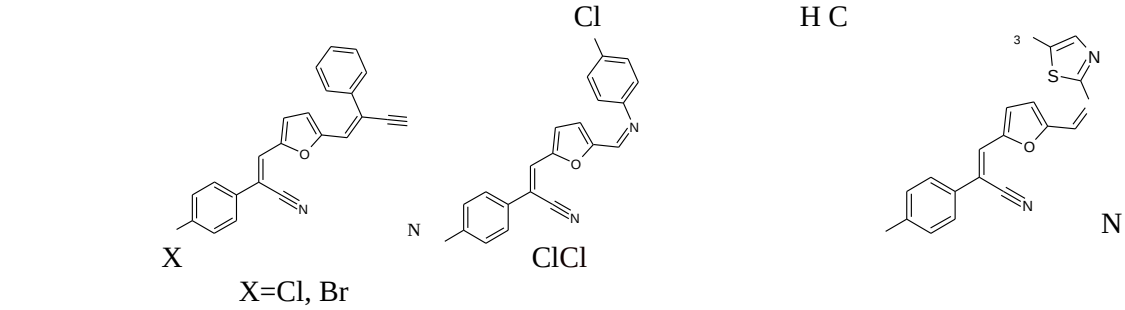


Figure 1. Chemical structures of the novel vinylic molecules

All of the compounds were characterized by various spectroscopic methods (FTIR, ^{1}H NMR, ^{13}C NMR, LC-MS). Determination of the photovoltaic features were achieved in two group studies on theoretical and experimental. In the theoritical studies, *density functional theory (DFT)* was used to determine the optimize molecular structure of molecules, frontier orbitals (HOMO-LUMO) and molecular energies. All theoretical calculations were performed by Gaussian 09 W (B3LYP method) program. In experimental studies, thin film solar cells were built by synthesized molecules and measurements were made using a Keitley solar simulator. The experimental results were compared with the theoretical results and the photovoltaic properties of the structures. Molecular structure-photovoltaic properties dependence are explained in detail for target molecules.

Keywords: DFT studies, organic solar cells, vinyl compounds
Acknowledgement: This work was supported by Research Fund of the Yildiz Technical University. Project Number: 2016-01-02-YL05.

Reference

[1] Grätzel, M., (2003). "Dye-Sensitized Solar Cells", Journal of Photochemistry andPhotobiology C: Photochemistry Reviews, 4: 145-153.

COLUMN SOLİD PHASE EXTRACTİON OF PD(II) IONS FROM AQUEOUS SOLUTİONS USİNG DİMERCAPTOTRİAZİNE BONDED SİLİCA GEL

Pelin Tokgöz
Yıldız Technical University. Faculty of Art and Science. Department of Chemistry.
pelinaras1988@gmail.com

Assoc. Prof. Dr. Sevgi Kocaoba
Yıldız Technical University. Faculty of Art and Science. Department of Chemistry.
kocaoba@yildiz.edu.tr

Prof. Dr. Mustafa İmamoğlu
Sakarya University. Faculty of Art and Science. Department of Chemistry.
imamoglu@sakarya.edu.tr

Abstract
As a member of platinum group metals (PGM), palladium is considered as one of the most important metals in many advanced technological and pharmaceutical applications, especially in autocatalysis, electronic products, fuel cells, oil processing, glass industry, jewelry, medicine and dentistry. Recovering palladium is very important because of its high economic value and rare in nature. In addition, for the determination of trace palladium in environmental samples, it is necessary to use various preconcentration and separation techniques, especially column solid phase extraction. In this study, column solid phase extraction of Pd (II) ions with dimercaptotriazine bound silica gel was performed. Flame atomic absorption spectroscopy (FAAS) was used for the determination of Pd (II) concentrations. The effects of parameters such as pH, volume and flow rate of aqueous solution and type, volume and flow rate of eluent solution which were effective in solid phase extraction studies were examined and optimized. The effect of matrix ions on Pd (II) recovery was investigated under optimum conditions. As a result, in terms of simplicity, sensitivity, selectivity and column stability, the proposed method is suitable for Pd (II) solid phase extraction.

Keywords: Palladium, Adsorption, Preconcentration, Modified Silica Gel

FULL PAPER PROCEEDINGS

LIGHT IN TILES, TRADITIONAL TILES WITH SMART LIGHTING TECHNOLOGIES

F. D. Moita, Victor D. N. Santos, Pedro Amaro, N. M. Fonseca Ferreira, Pedro Seiça, Luis Roseiro
Coimbra Polytechnic - ISEC, Coimbra, Portugal
{moita; vsantos; amaro; nunomig; lroseiro}@isec.pt ; pmgseica@gmail.com

João Neves
I&D, Ideias & Detalhes, Lda, Mealhada, Portugal
joao.neves@ideiasedetalhes.com

Abstract
The *Light In Tiles* project (LIT) is an innovation project with financial support by the European Commission. The project is hosted by the Portuguese company Ideias & Detalhes (ID), with solutions based on material transformation, as stone, metal, glass and ceramic, mainly for application in decoration, architecture, construction and restoration. ID is an inovative company, developing new products, regarding the application in new markets, with enfasis in the Smart Cities context. The LIT project intends to develop a new technological solutions integrating processes for the manufacture of traditional flooring and ceramic tiles with embedded LED lighting technologies. The solution is based on a modular ceramic structure, easy to apply and adaptable to different context and publics. The technological approach and development of this project is being carried out and followed by researchers from the fields of mechanical engineering and electronics and automation, from Coimbra Institute of Engineering (ISEC), a School from the Polytechnic Institute of Coimbra, in Portugal.
Without breaking with traditional tile characteristics and dimensions, the project offer a solution to integrate Light Emitting Diode (LED) lighting with simplified installation and intelligent management. The LIT project breaks with traditional products from the point of view of their technical, functional and even aesthetic characteristics. Several technical challenges have been overcoming, choosing the best type of lighting technology to use, deal with the complexities of a communication and interconnection line to control the light spots, the development of a new mechanical component to interconnect the tiles, the lighting management software, the verification of the ceramic element strenght, among others. It is expected that this technology could be applied in several new applications, such as simple lighting or home decoration, public building information panels, smart guides on the floor for train stations or hospitals, special biomedical applications or even education purposes. This paper aims to present and describe the developments associated with LIT project, particularly in the process of incorporating LED lighting in traditional ceramic tiles.

Keywords: Lighting, Ceramics, Internet of Things, Smart Technologies.

1. INTRODUCTION
There have been over time, a huge investment in the ceramic industry. The latest official data about the use of wall and floor ceramic tiles are from 2018, pointing to a consumption of 12.8 million m^2 worldwide (Acimac Research Department, 2019). The growing trend for use of ceramic materials shows that it is a product to bet. The integration of lighting in ceramic tiles is something that can have extremely useful applications, from the most simple decoration to the most sophisticated uses. For example, signaling in floor in public places with informational standards and its application in hospitals and rehabilitation centers, etc. Depending on how the integration of lighting is obtained, it is possible to prepare halls and floors to functioning as informational displays, with letters, numbers and symbols to be controlled in real time. The field of applications of such solutions is broad. It is not limited to simple signaling, it may evolve to applications in the sports and recreation areas, as well as in the field of health. All existing applications have a common feature that limits their use: requires the use of a complex electrical installation (a network of multiple wires in the joints of the ceramic elements), which in most cases, need to be embedded in cementitious mortars. The main objective of this project aims to overcome that problem: development of pavement elements and ceramic tiles with integrated lighting, with quick and simple application and connection, allowing electrical

interconnection between them. Such a solution, with an easy application as a lego piece, will have a lighting / signaling that simply allows to turn on and turn off, but also individually control each of the light spots in terms of color and brightness, with all the solutions resulting making this type of product with high potential.

Ideias & Detalhes, whose abbreviated commercial name is ID, is a Portuguese company that started its activity in 2011, and is a leading company in solutions based on materials transformation (stone, metal, glass, ceramic, etc.) that are intended for various applications in areas as distinct as advertising, decoration, architecture, construction, restoration, among others. The company constantly seeks new markets, and this requires constant innovation and development.

With this investment project called "Light in Tiles", ID intends to develop a new technological solution that integrates processes for the manufacture of traditional flooring and ceramic tiles with LED lighting technologies. This project is a key leverage for the company's research, development and innovation activities, with a view to launching a differentiating solution in terms of concept and functional characteristics, with huge market potential. The project will serve as a springboard for the company to reach new market niches, customers and international markets through a higher value-added solution with a high potential impact in terms of turnover growth.

The technological approach and development of this project is being carried out and followed by researchers from the fields of mechanical engineering, electronics and automation from the Polytechnic Institute of Coimbra / Coimbra Institute of Engineering (IPC / ISEC).

2. STATE OF THE ART

2.1 Similar solutions

Some types of tiles containing incorporated light are currently being identified on the market. One of the simplest forms, used in the context of leisure, such as discotheques, is covered with translucent materials, and allows the possibility to incorporate or superimpose luminous installation on its surface, particularly LED lights (Light Energy Studio, 2019). This type of solution needs a complex and specialized electrical installation. A similar idea, but whose concept is extended to signage applications in streets, highways, airports, etc. (United States Patent N. US6354714B1, 2002), considers the use of translucent and resistant roofs, with lighting circuits under the structure, which can be controlled remotely. This solution also needs a highly complex electrical installation.

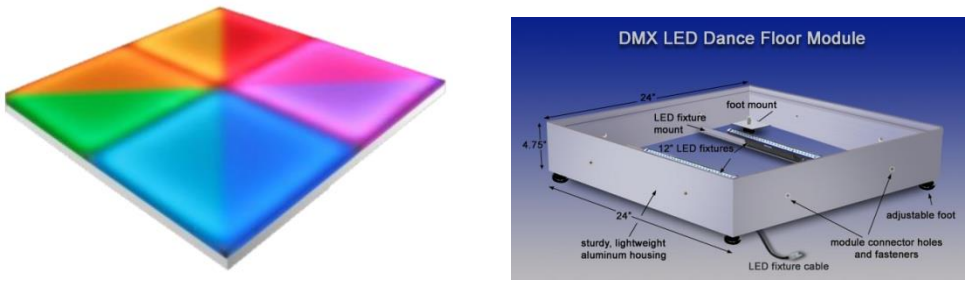


Figure 1. Dance Floor Module, colorful, acrylic, and with built-in microphone (Light Energy Studio, 2019).

Recently, the Terrazzo Lumina Sensitile Project (Sensitile Systems, 2019) have been presented, with tiles that incorporate optical fiber channels illuminating some points of the ceramic surface. This technology uses a parallel circuit with LED light sources that illuminate each one of the light channels existing in the tiles.

For lighting purposes, and not only decorative ones, MOSA project (Mosa, 2019) offers ceramic elements for floors and coverings that incorporate powerful LEDs (2W). This solution also presupposes the introduction of an electrical installation under the ceramic elements, using a pair of conductors for each LED, making it complex.

Other ways of achieving decorative effects with LED lighting include inserting LED electrical circuits in the spaces between the ceramic elements, as proposed by Paulmann (Paulmann Licht, 2019). His product, GrooveLight, was presented to be applied in decorative purposes.

All the solutions described have interesting applications and usefulness nowadays. However, in a more detailed analysis of the existing solutions, a set of weaknesses can be enumerated, namely:

- Complexity of electrical circuits;
- Need to be rigorously foreseen in the design phase;
- Need for specialized installation;
- Need to reserve space for installation and passage of power lines;
- Need to use gutters, usually aluminum, for application of illuminating elements and cable passage;
- Need to use translucent materials such as glass or acrylics;
- High labor cost;
- High cost of the whole system.

2.2 Illumination Technologies

One of the challenges associated with the LIT project was the type of the illumination solution to be applied. In order to position the existing solutions, a brief description of the possibilities is listed.

Electroluminescent wire

The electroluminescent wire (EL) consists essentially of a flexible copper wire, coated with a phosphophorescent material which, in turn, is wrapped in thin copper wires. When a high frequency alternating electrical voltage (400Hz-2000Hz) and approximately 90 to 120 voltAC is applied, the phosphorus dielectric layer is illuminated as a neon.

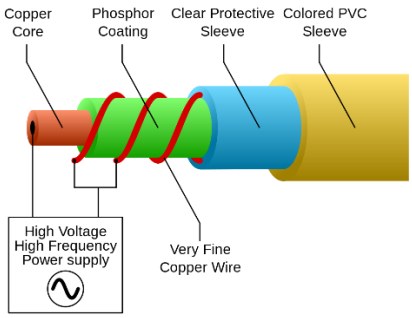


Figure 2. The composition of an electroluminescent wire («Electroluminescent wire», 2018).

This is a low-cost component, with a high energy efficiency. A few hundred meters of electroluminescent wire can be driven by AA batteries for several hours. However, high voltages must be used, with danger of electric shock. Reduced amount of colors, and due eating and high frequency usage, lead to breakage and loss of brightness over time. Complementary, it can produce high frequency interference, and in some conditions the life of EL may not exceed more than 2 years.

Fiber optics

Fiber optics are light-conductive materials with high application in communications, due to decreases in its cost over the years and its high speeds in data transmissions. Its use in lighting is possible using a light focus on one of the tips and placing the following at the point that is intended to illuminate. The colors and their variation happen in the focus of lighting. Figure 2 exemplifies an illuminated optical fiber.

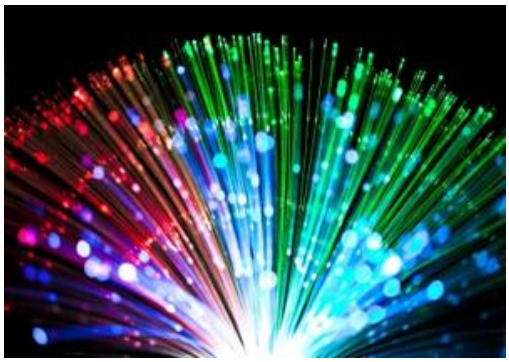


Figure 3. Illuminated optical fiber («Optical fiber», 2019).

The main advantage of fiber optics is the safety and energy consumption. In terms of safety this is the best system, because electricity is present only in the light emitting focus that is located in one of the terminals, and from there it is light and it is transported in the fibers, thus eliminating any danger of shock or electrocution. However, this type of system cannot illuminate individual fiber points independently. The power of each focus limits the number of light points and the distance to which they can be. The great disadvantage comes from the complexity of installation, as fibers requires special care so as not to break internally and block light conduction. Thus, its installation can be very time consuming, complex and is not practical.

Filament LED lamps

Filament LEDs are a recent solution and are based on the principle of incandescent bulbs. Filaments are composed of small LEDs placed on a tape (usually a group of 28 LEDs), which is covered by fluorescent material (Figure 4).



Figure 4. LED filament connected to 5% of rated current («LED filament», 2019).

The greater diffusion of light leads to high attractiveness by the consumer, being currently a trend of application. In relation to common LEDs filaments have a high heating and have less shelf life, usually between 10,000 and 40,000 hours. Because these LEDs are typically in 28 series do not require conversion being connected directly to 110v or 220v, that is, they require high voltages which is a disadvantage to the project.

LED

LED are electronic semiconductors, usually referred to as light-emitting diodes. Created by combining various materials, they acquire their unique properties by reacting to the passage of the electrons and emitting light on the form of photons. Currently, their sizes can be greatly reduced and have great energy efficiency. Figure 5 dimensionally compare an LED with a coin of 1/4 dollar.



Figure 5. Addressable LED WS2812B-5050 Package (Sparkfun, 2019).

LED system is the identified technology that exhibits the most advantages to be applied in the Lit project. It has a long duration, usually between 50,000 and 100,000 hours of life, good robustness, being resistant when compared to other technologies, and present low energy consumption. Typically,

it does not emit too much heat due to the efficiency in the energy transformation. In addition, LEDs can be easily controlled, allowing the variation of their colors intermittently or progressively.

3. Developed Solution

In the preceding paragraphs several technological products and solutions are listed. However, the proposed solution associated with LIT project can be considered disruptive, as couplings with the required simplicity applied to ceramics does not exist. The LIT project can be described as represented in figure 6. The fundamental part of the project is the ceramic element which incorporates a set of lights and wires connected to a group of connectors specifically designed to allow easy assembly of various elements. The LIT solution follows the principles of "Do It Yourself" and "Intelligent Automation". The ceramic element as a set of LED lights and cables, all embed in the rear part of the element.

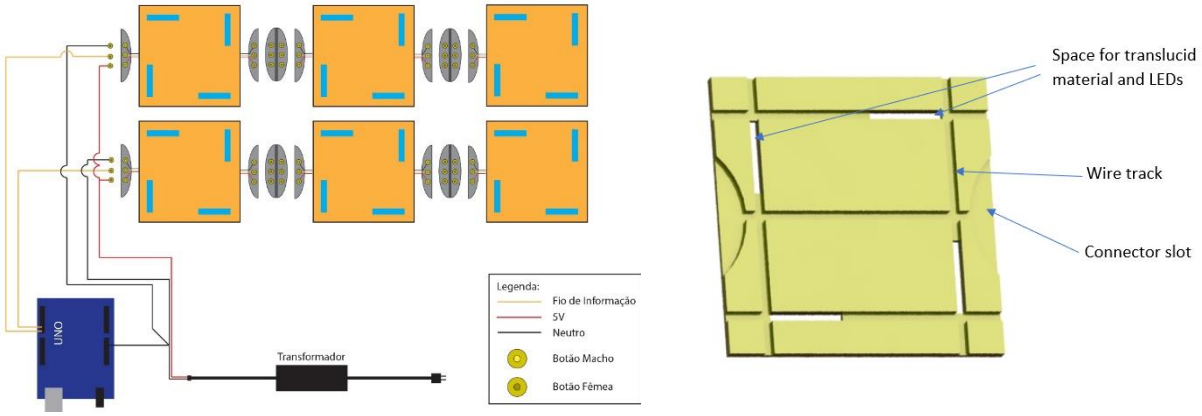


Figure 6. Schematic representation of the components associated with LIT project (in left) and 3D model of the rear part of the ceramic element (in right).

The coupling between the ceramic elements is simply and fast achieved with a developed mechanical system, designed as interconnector (figure 7), based on a group of buttons (male in the rear part of the ceramic element and female in the wall or the floor) which allow current and signal to pass between them. The interconnector incorporates a solid part manufactured with polymeric material and a glued part in silicone. When the clamp is produced, the force introduced with the buttons achieve the isolation of the terminals and then the isolation of the ceramic component.

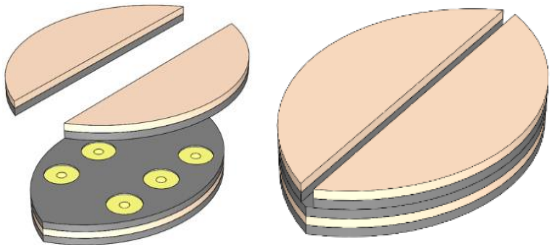


Figure 7. 3D visualization of the interconnector.

The assembly system is controlled with and electronic system based on the simple ATmega328 - 8-bit AVR Microcontrollers from Microchip Technology, connected to a current source.

4. Tests and Results

The development of the components and the idea associated with the LIT project was achieved with a set of tests performed described below.

4.1 Mechanical Tests

In order to embed the wires and lights, as also the interconnector male, the ceramic element must be lowered at the rear part and drilled in specified zones (embed lights), as represented in figure 6 (right part). Thus, the changes in the mechanical behaviour of the ceramic element must be observed, in order to check the decrease in their strength. For this purpose, a numerical model has been developed using the Solidworks software. The numerical study was based on a ceramic component with the global dimensions of 190mm x 190mm x 7.5mm, applied in the LIT prototype. The first model considers the ceramic element without cut-outs and holes, designed as reference. The second model considers the ceramic element with holes and cut-outs as shown in figure 6. The four rectangular holes to embed the light has 65,8mm x 10mm. The drill to embed the wires was considered with 2 mm deep. The study was implemented based on the EN ISO 10545 Standard, Part 4 -Determination of modulus of rupture and breaking strength (ISO 10545-4, 2019). This standard indicates a limit test in which the ceramic component must be simply supported by two rollers on the sides, being a load applied by a third roller in its central zone. The distance between the contact line of the rollers with the base of the part and the side of the part varies according to the size of the model under study. In this case, the model considers 10 mm as distance. A linear static analysis was performed for the two models, developed with a tetrahedral finite element with 10 nodes and 3 degrees of freedom in each node, representing the translations in the 3 orthogonal directions. After a mesh convergence, the reference model has 26564 elements with a mean dimension of 4 mm and the model with cut-outs and holes has 28779 elements, also with 4 mm as the mean dimension. Both models consider the two lines of support condition with restriction only in the perpendicular direction and a uniformed force applied (750 N) in a centre line in the middle of the element, and perpendicular to the surface. The mechanical properties have been considered as linear for a typical ceramic element, with 35 MPa of limit stress. The obtained results are summary represented in figure 8, where the left part shows the von Mises stress distribution and resultant displacements for the reference model and the right part represents the same type of distributions for the model with cut-outs and holes.

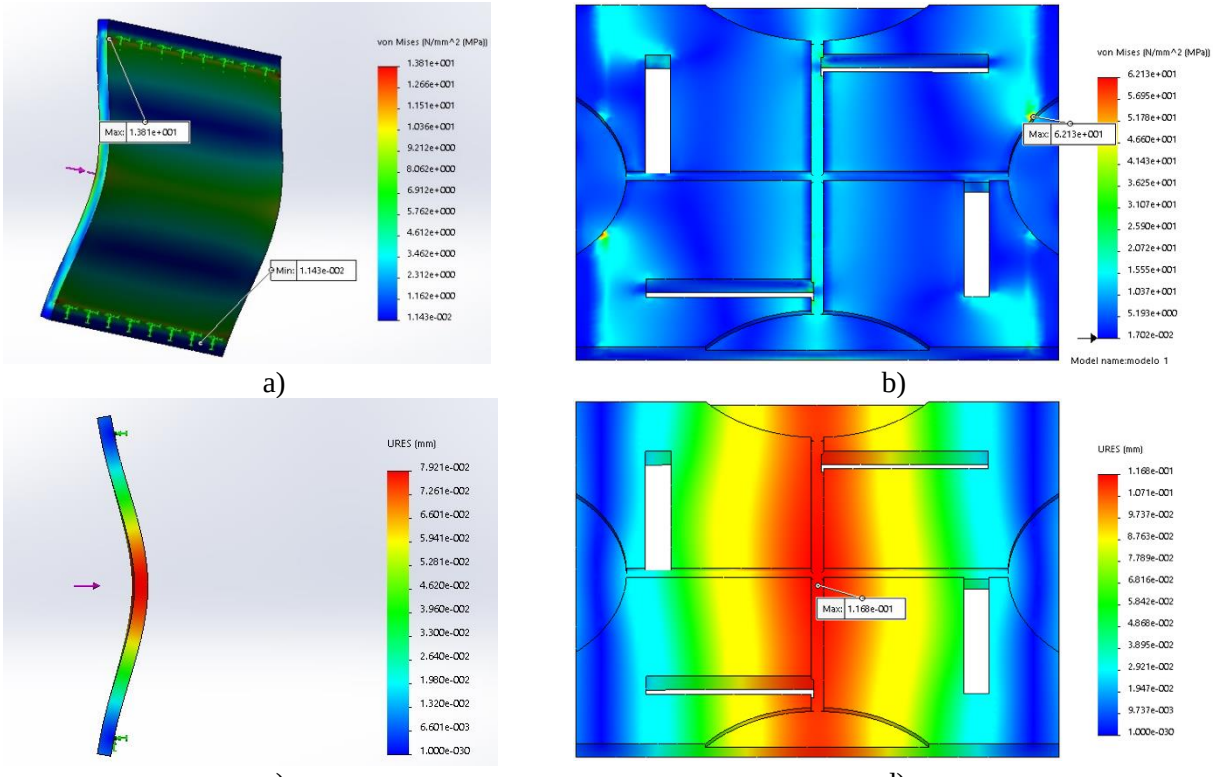


Figure 8. Numerical model results: von Mises stress distribution in reference model (a) and model with cut-outs and holes (b); Resultant displacements in reference model (c) and model with cut-outs and holes (d).

As can be observed in the figures, and as expected, there are a decrease in stiffness and strength of the model when the cut-outs and holes are introduced. The observation of figure 8 b) show a maximum von Mises stress with 62,13 MPa, bigger than the limit. However, this stress is located in a discontinuity of the geometry, and an isoclipping of the von Mises stress distribution have shown that only these limited elements have stress bigger than 35 MPa. Thus, it can be concluded that the tile for the test conditions foreseen in the standard presents an adequate resistance, and the tears can be made without any problem. It should be noted that the test conditions considered in the finite element model was based in a limit situation, and in a mechanical point of view the results are acceptable for product application, considering that the loads that the materials are usually subjected, are not of this magnitude.

4.2 Electronic Tests

During the development of this project, several tests have been carried out to provide for the operation of a large installation in public environments. A small wired installation, including all planned components (figure 9), works as a test bench to preview the work of the final prototype.

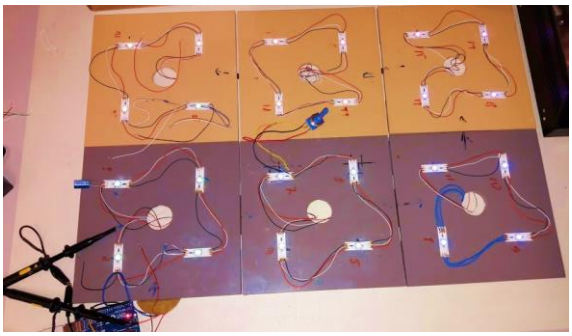
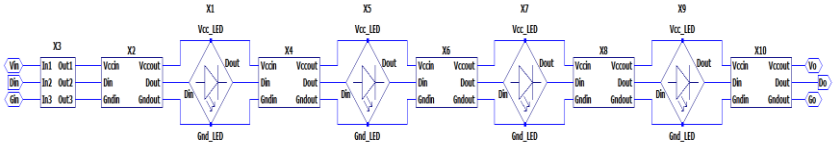
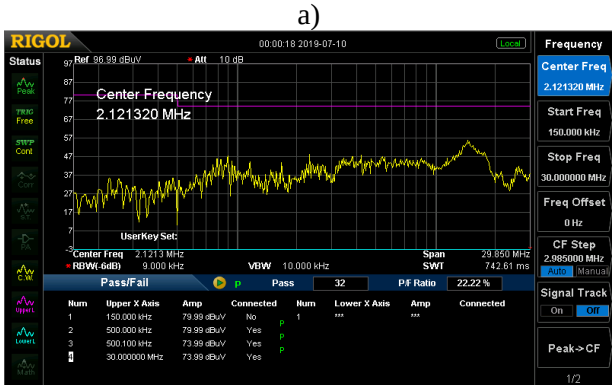


Figure 9. First prototype that worked as a test bench for experimental evaluation of the electronic circuits.

In order to predict the electrical behavior of the control signal in larger installations, and to correct some failures that may occur, all the circuit, including components (LEDs, connectors, wires) were simulated. Also, in public places it is important to ensure that the system will not interfere with other electronic equipment, so a pre-compliance electromagnetic compatibility test was carried out with favorable results.



a)



b)

Figure 10. (a) LTSpice tile electronic model. (b) Radiated emission measurements.

Also very important in this project is the control software. In an installation that involves so many bright spots it is necessary to create a simple interface with the end user. This way, it was developed in c# a configuration software to easily control point-to-point LEDs and all the luminous effects.

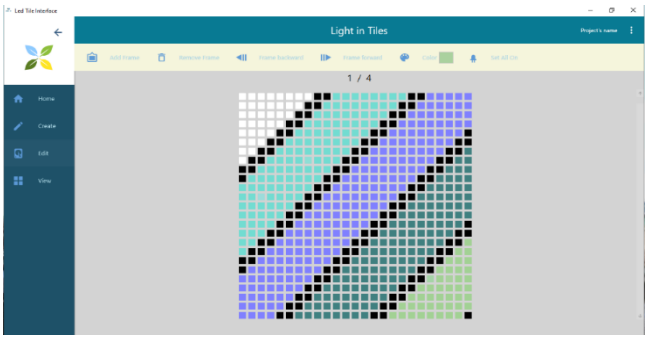


Figure 11. Configuring a panel with 25x25 LEDs

All these developments led us to a first functional prototype with promising results that promise interesting applications.

4.3 Funtional Tests

Currently, development work is still underway, but the practical effect of the first ceramic prototypes can already be seen in figure 12. The lights spots can simple work as decorative effect, or alternativelly, as informative, showing temperaturess, time or even direction.

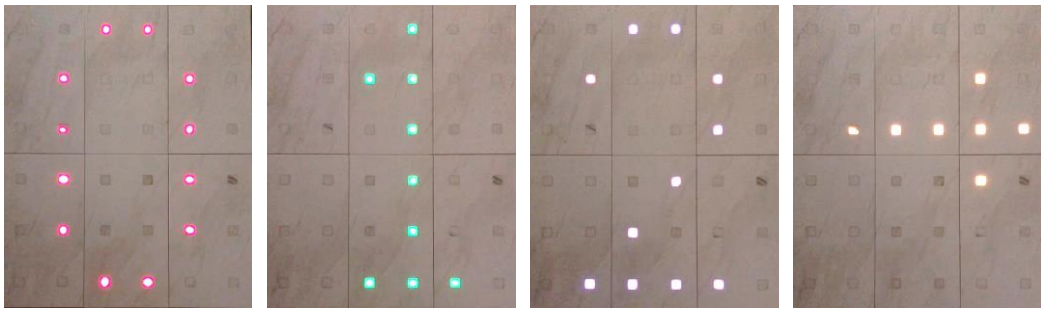


Figure 12. Demonstrative wall tile panel.

Another prototype for use on to the floor is also being developed. Its purpose is to be used on the floor of a warehouse. In this warehouse there are several Wire Guided Automatic Guided Vehicles (AGV). Changing their route is a difficult task as wire drivers are fixed and buried in the ground. By changing technology to follow bright spots with a particular color, this reprogramming can easily be changed in real time.

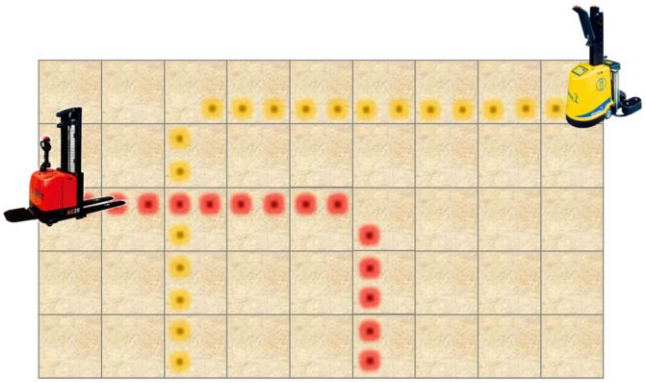


Figure 12. AGV path following.

4. Conclusions

Nowadays, the use of intelligent illumination is largely diffused along many applications areas. However, for ceramics world, this is really a novelty, specially the embedded ceramics light technology. Despite the apparent simplicity of this application, it is an open door to innovative incursion into this unexplored world of ceramics and its applications. There are no tiles with built-in lighting in the market like the one we propose. These new proposed solutions can simply satisfy a niche of market in the area of decoration, but also, can expose new markets in broader areas as previously mentioned. We hope to discover new applications and new ceramics materials that best fit this concept. We will continue to develop this new product in anticipation of finding new markets, innovating and differentiating.

ACKNOWLEDGMENT

The Authors acknowledge the financial support from the R&D project CENTRO-01-0247-FEDER-023990, LIT – Light in Tiles, co-financed by the European Regional Development Fund through the CENTRO 2020 under the Portugal 2020 Program.

REFERENCES

Acimac Research Department. (2019). World production and consumption of ceramic tiles (N. 7th Edition). Obtido de Acimac Research Department website: https://www.ceramicworldweb.it/cww-en/statistics-and-markets/world-production-and-consumption-of-ceramic-tiles-5/

Electroluminescent wire. (2018). Em Wikipedia. Obtido de https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Electroluminescent_wire&oldid=846831899

ISO 10545-4. (2019). ISO 10545-4:2019. Obtido 20 de Novembro de 2019, de ISO website: http://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/06/96/69619.html

LED filament. (2019). Em Wikipedia. Obtido de https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=LED_filament&oldid=922369888

Light Energy Studio. (2019). LED Dance Floors. Obtido 13 de Novembro de 2019, de Innovative Decorative Furnishings website: http://lightenergystudio.com/led-dance-floor.htm

Mosa. (2019). Mosa flooring solutions. Obtido 26 de Setembro de 2019, de https://www.mosa.com/en/mosa/news-and-press/mosa-flooring-solutions-more-just-tiles

Optical fiber. (2019). Em Wikipedia. Obtido de https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Optical_fiber&oldid=926001869

Paulmann Licht. (2019). GrooveLight. Obtido 13 de Novembro de 2019, de Paulmann Lighting website: https://en.paulmann.com/expert-advice/lighting-installations/groovelight-tip/

Rhodes, M. (2002). United States Patent N. US6354714B1. Obtido de https://patents.google.com/patent/US6354714/en

Sensitile Systems. (2019). Terrazzo Lumina – Sensitile. Obtido 25 de Setembro de 2019, de https://www.sensitile.com/concrete-families/terrazzo-lumina-2#documentation

Sparkfun. (2019). Light-Emitting Diodes (LEDs)—Learn.sparkfun.com. Obtido 14 de Novembro de 2019, de https://learn.sparkfun.com/tutorials/light-emitting-diodes-leds/all

RECYCLING OF PACKAGING WASTE PLASTIC FOR ANKARA PROVINCE*

Kübra EYLEN
Konya Teknik University, Engineering and Natural Science, Environmental Engineering Department, Konya, Turkey
kubraeylen@outlook.com

Şükrü DURSUN
Konya Teknik University, Engineering and Natural Science, Environmental Engineering Department, Konya, Turkey
sdursun@ktun.edu.tr

Güldeniz YEĞİN
Konya Teknik University, Engineering and Natural Science, Environmental Engineering Department, Konya, Turkey
gd.yegin@gmail.com

Abstract
In parallel with the rapid increase of the human population in the world and the development of new technologies, as a result of the production of new products in the modern age, natural resources are consumed unconsciously and waste problems arise in the environment. Day by day, the concept of waste appears as different problems and new efforts are needed to eliminate the problems. Wastes thrown into the environment have become a problem affecting all living things and natural resources. The reuse or recycling of waste materials has an important place today. Reuse or recycling of wastes will prevent the pollution of nature as well as the protection of natural resources. The importance of waste recycling as well as across the globe describes Turkey as well. In this study, the processes of recycling firms in Ankara city center were examined, developments in waste recycling were taken into consideration and suggestions for increasing the materials that can be made from recycling of wastes were evaluated.

Keywords: Waste, live, recycling, consumption, product, Regain

ANKARA İLİ İÇİN AMBALAJ ATIĞI PLASTİKLERİNGERİ KAZANIMI

Özet: Dünyada insan nüfusunun hızla artması, yeni teknolojilerin gelişmesine paralel modern çağda yeni ürünlerin üretimler sonucunda doğal kaynaklar bilinçsizce tüketilmekte ve çevrede atık problemi ortaya çıkmaktadır. Gün geçtikçe atık kavramı karşımıza farklı sorunlar olarak çıkmakta ve sorunların giderimine yönelik yeni çabalar gerekmektedir. Çevreye atılan atıklar bütün canlıları doğal kaynakları etkileyen problem haline gelmiştir. Atık olarak çıkan maddelerin tekrar kullanılması veya geri dönüşümünün sağlanması günümüzde önemli yer tutmaktadır. Atıkların tekrar kulanımı veya dönüşümü doğanın kirletilmesini önlediği gibi doğal kaynakların korumasını da sağlayacaktır. Atık geri dönüşümünün önemini dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de anlatmaktadır. Bu çalışmada Ankara il merkezinde geri kazanım çalışmaları yapan firmalarının işleyişleri incelenmiş, atık geri kazanımında yapılacak gelişmeler göz önüne alınmış, atıkların geri dönüşümünden yapılabilecek maddelerin artılmasına yönelik öneriler değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık, canlı, geri dönüşüm, tüketim, ürün, geri kazanım

1. INTRODUCTION

Plastic packaging, which emerges as a result of human consumption, is one of the ecological problems of today. Plastic packages can remain for 400 years without dissolving in nature. The damage caused by such wastes causes the world's ecological balance to deteriorate. Approximately 30-40% of the amount of garbage in Ankara is composed of recyclable waste. Recycling of plastics saves 95%

**This paper has been produced from last year project of Kübra EYLEN*

energy compared to remanufacturing. Unconsciously disposed of the environment, plastic waste pollutes the environment and causes the destruction of thousands of sea creatures. About 8 percent of the world's oil is used only for the production of plastic products. Recycling of plastic waste leads to a reduction in oil consumption. By recycling 1 ton of plastic waste, approximately 2,500 liters of oil is saved. In this study, the amount of packaging waste plastic produced in Ankara and the treatment and recovery of the recovered plastic wastes are evaluated economically and ecologically. It is mentioned how the wastes are collected, disposed of and what kind of waste is treated in Ankara. In this study, plastic wastes are separated according to their types and examined extensively from production to usage areas.

Examination of Ankara Province in Packaging Waste Care

Waste is any substance that is used, is no longer unwanted and is harmful to the environment (Wikipedia). When the dictionary meaning of recycling is considered, it is the whole process of converting the waste recyclable waste materials to raw materials by various methods. Once the recyclable packaging plastic wastes are collected by the separation program at the source mentioned below, it is necessary to apply various and appropriate processes to make them usable. The processes to be applied to the wastes are determined according to the conditions determined by the suppliers and how effective the separation process is at the source. These processes are usually characterized by the separation of foreign matter (non-plastic), the removal of unwanted substances (*eg.* bottle caps, labels), some sort of volume reduction (eg crushing of glass and metals, baling of paper and cardboard) and then temporarily in an area. waiting until the process is applied. Depending on the type of process applied to the plastic, a wide variety of processes are employed, from simple baling and baling of materials to a more comprehensive separation of mixed recyclable materials to be sent to licensed firms (*ie*, a recovery transfer station).

Independent companies, which are considered as private sector, may invest in and establish a facility where they can process all recyclable materials, or municipalities may award this work to private companies through subcontracting or subcontractor or publicly owned and operated by the public sector. 62% of domestic wastes are targeted. 1/3 of recyclable material consists of paper-cardboard, 1/3 of organic wastes and the remaining 1/3 of plastic, glass, metal and small amount of textile waste. When recycling planning is done, collection and separation is an important task for recovery. Collection - The recovery of waste collected by separation companies is high. 18 packaging waste management plans of Pursaklar, Yenimahalle, Kazan, Mamak, Kalecik, Altindag, Akyurt, Cubuk, Kecioren, Polatli, Etimesgut, Cankaya, Golbasi districts within the face measurement of our city have been approved (Ministry of Environment and Urbanization Environmental Status Report, 2017).

In these districts, importance was given to the collection of packaging wastes consisting of houses, especially living areas, and they were rapidly increased. Thanks to the works carried out within a system; In the vast majority of Ankara districts, the importance given to waste has been increased. Processes such as putting packaging waste collection containers on all streets and streets throughout the district, continuing training activities rapidly, separate accumulation in resources, realization in all homes in Ankara, and creating waste collection areas at points of sale are becoming widespread. In our city, a total of 43 Packaging Waste Collection and Separation Facilities with 36 environmental permits / licenses, 7 temporary activity certificates, and 54 Packaging Waste Recycling Plants with 29 environmental permits / licenses and 25 temporary activity certificates are continuing. There are also 19 Approved Packaging Waste Management Plans. 116 packaging manufacturers registered in our province and 1,125 companies that put on the market appear in the official data. Efforts are continuing to develop and maintain the system for collecting packaging wastes (paper-cardboard, glass, plastic, metal, composite, etc.) separately in their source and collecting and recycling them by licensed companies.

The notification and certification responsibilities of the enterprises that put their products on the market in packaging are examined and followed by Ankara Provincial Directorate of Environment and Urbanization. Administrative sanctions are applied to the companies that do not make

notification and certification (Turkish Official Gazette Date: 27.12.2017 Official Gazette: 30283 / Regulation on Control of Packaging Wastes). By conducting studies on the principle of polluter pays, it is obligatory for companies that have exempted waste from the environment to pay the waste disposal fee for their share. Within the scope of the certification carried out by associations such as ÇEVKO and PAGÇEV, companies are charged according to the amount of waste, and these wastes are collected by means of Collection-Separation facilities. After the collection of these wastes in the market, the amount of waste collected by the company is paid from the association, but these collections are made only on paper and certification fees are collected from associations. With the Zero Waste Project of the Ministry of Environment and Urbanization, inefficient recycling on this paper has been replaced by more concrete data. The following table shows the packaging amount of Ankara in 2018.

Table 1 - 2018 Packaging and Packaging Waste Statistics Results in Ankara

Type of Packaging	**Quantity of Packaging Produced (kg)**	**Amount of Packaging released to the Market (kg)**	**Recovery Rates (%)**	**Amount to be Recovered (kg) ***	**Recovered Quantity (kg)**	**Actual Recovery Rate (%)**
Plastic	98.367.229	36.143.139	54	19.517.295,06	23.422.381	120
Metal	7.224.820	3.410.295	54	.841.559,30	710	0,038
Composite	1.717.923	797.897	-	-	-	-
Paper	15.663.255	39.216.318	54	21.176.811,72	5.066.412	23,92
Glass	100	128.883.240	54	69.596.949,60	4.198.590	6,03
Woode	5.283.580	11.013.983	9	5.947.550,82	1.199.864	20,17
Total	128.256.907	219.464.872		118.080.166,5	33.887.957	

** The amount can be changed after recovery in different provinces.*

The amount of waste collected in Ankara in one day is approximately 4,775 tons. There are 9 transfer stations in our city. There are two solid waste landfill sites in Ankara. These are Mamak Solid Waste Storage Area which is located at Nato road Ege Mah., Mamak address and Sincan-Çadırtepe Solid Waste Storage Area which is located at Gökler Mah. These landfills are operated by ITC. In both fields, leachate is collected by collection systems. At these transfer stations, waste from Ankara province is taken and sorted. After the garbage has been discharged to the plant, the recoverable waste is selected by the people in the separation line. The amount of garbage coming out of Ankara is around 1000tons per day. But due to the subcontractors in these sorting facilities, these facilities do not work efficiently. Approximately 25% of the garbage given to the separation band at a given rate is selected and recycled. Since the speed of the separation belt is stable, people working in the belt can only receive what they see. The remaining waste is used as the combustion material for concrete plants, *ie*. Refused Derived Fuels. Domestic wastes, which are considered as mixed garbage, are produced and sold to the market through regular storage.

Waste is recycled through the selection of people in these facilities. For example; Biosun Solid Waste Integrated Co. located in Bilecik. and the latest technology devices are used and decomposed by machines. There are almost zero errors in parsing because people do not work. There are personnel responsible for the quality of the machines as an operator and recycling is provided at a rate of approximately 60%. (Biosun A.Ş, Bilecik, 2019) The company also produces and sells waste from unused waste. Recovery rates are high in this facility. Most waste facility in Turkey are working efficiently. This means the destruction of our national wealth. Efficient garbage facilities not only meet a part of our country's electrical energy, but also reduce the need and cost of raw materials from

the recycling of secondary raw materials. Now waste comes from our country from abroad. For example, most of the plastic recycling companies come from abroad only free of waste from which the transportation cost is paid. This has affected the companies that collect and process waste in our country. The importance of wastes supplied from abroad has increased and the economic value of wastes in our country decreases. Street collectors do not collect wastes because they do not make money and their recovery rates decrease. 70 percent of the waste collected in Ankara is collected by street collectors. The waste left over from the street collectors is taken to the landfill sites where it is re-sorted.

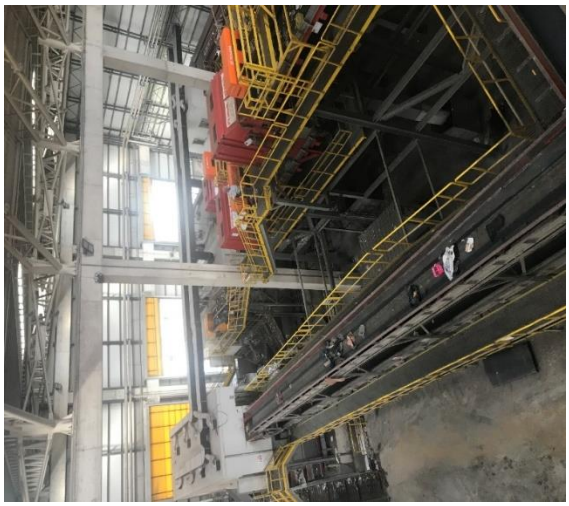


Figure 1- Biosun Solid Waste Integrated Plant (Bilecik, 2019)

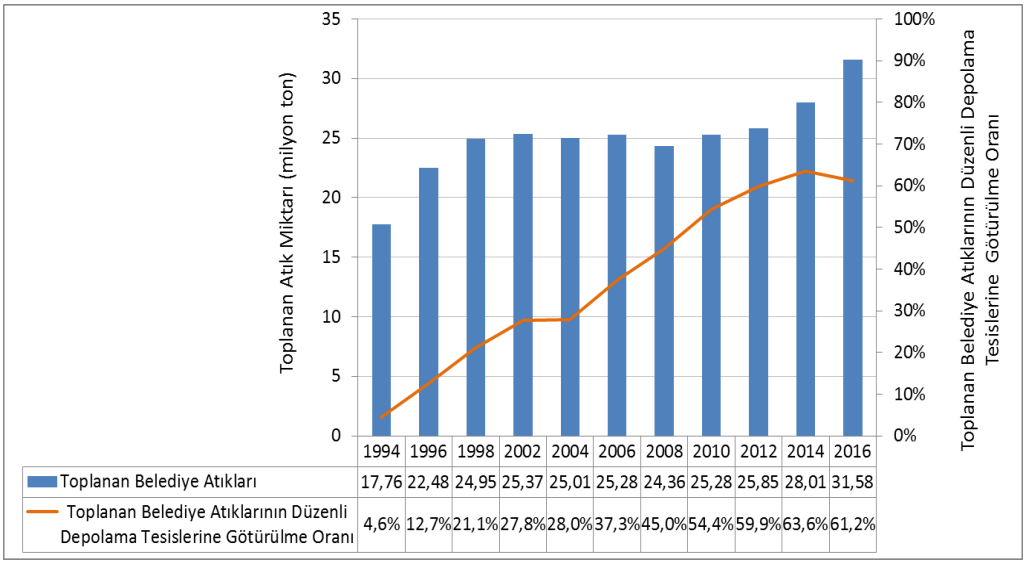


Figure 2-Municipal Waste Amount and Landfill Rate by Years

Collection and Separation of Packaging Waste Plastics in Ankara Province

Most of the packaging waste plastics in Ankara are collected from garbage. Packaging waste collection and separation plants (TAT) are only purchased from shopping malls, markets, workplaces and factories. It collects plastic waste from street garbage containers by street collectors. Street collectors know the time of the garbage disposal of the janitors in the buildings and take all the waste of economic value before the garbage truck arrives. Unwanted or overlooked wastes go to landfill sites. Street collectors earn money by bringing these collected wastes to recovery facilities or TAT facilities. Tat plants are not able to recover the plastic wastes they receive and send them to recovery facilities. The mixed packaging coming to the facilities is selected according to the groups of plastic wastes. In some facilities, the materials are separated by machinery, while people in Ankara are

separated by people. The people working in the recovery facilities are separated from these plastics and poured into the boxes under the separation band and left to go to the crushing machine. When we look at the plastic group, there are 4 groups in our province. White moblen (yogurt buckets), Blue-White Elteks (canisters), Black Elteks (fruit crates), Black Moblen (Black perwoll canisters). At Öztürkerler company, the width of the separation band is 5 meters. After this sorting process, there is a system that can go directly to the crushing machine by removing mini bands under each box again. As a crushing machine, Oguz machine's 160' crushing machine is used (Öztürkerler, 2019) .The daily plastic crushing capacity is around 40 tons.

2. MATERIALS AND METHODS

Regain

Reconditioning facilities are the preparation of wastes ready for use for a useful purpose in order to replace the substances used in a manufacturing factory or market, and facilities that perform physical and chemical processes for reuse. Waste processing facilities are obliged to obtain temporary activity certificate / environmental permit and license certificate within the scope of Environmental Permit and License Regulation. The criteria that recovery companies must meet are written in the Regulation on Packaging Waste Control. Companies wishing to obtain a license must meet these criteria. Administrative sanctions are applied to the unlicensed companies by the Provincial Directorate of Environment and Urbanization. (Official Gazette September 10, 2014 no: 2915). Even license cancellation is provided for companies that continue to work unlicensed. It is clearly seen how much waste can be recycled and contributes to the economy thanks to licensed companies. The permits required by the manufacturing companies within the scope of the regulation should be followed and environmental pollution should be reduced. It is planned to prevent environmental pollution within the framework of the procedures specified in the Regulation. With the Regulation on Control of Packaging Wastes, the risks that packages may pose to the environment are minimized. Packaging wastes may be checked for damage to the environment.

Criteria for recycling plants:

-There are machines and equipments in the capacity report.
- The machinery and equipment included in the capacity report must be installed.
-The floor of the operating area of the enterprise is concrete.
-The area where the recovery activity is shown is completely closed and the areas other than the closed areas should be surrounded by permanent building material in order to ensure the safety of the facility.
- There should be a weighbridge and weighbridge program that provides remote access via internet connection.
- Having collection channels and grating system for waste water to be formed after the washing process, disposal / management of the collected waste water in accordance with the relevant legislation provisions is provided.
- There is a data recording system which records the information of the products, materials and other substances that are received, recycled and obtained.
-There should be a temporary storage area where the wastes generated in the facility will be stored temporarily in compliance with the provisions of the Waste Management Regulation.
-There are toilets, bathrooms, dressing rooms, cafeterias and social facilities arranged in accordance with the number of employees and working conditions (Regulation on Packaging Waste Control, 2017)

The Environmental Permission process is initiated for the facilities that provide the above-mentioned substances and the necessary documents (site plan, work flow chart, wastes to be accepted to the facility, etc.) are prepared and submitted to the Provincial Directorate (Regulation on Packaging Waste Control, 27.12.2017 Official Gazette No. 30283). In this way, the company provides the temporary documents to the companies that do not lack the documents and equipment that meet the requirements and then apply for the environmental permit / license within 6 months. During this 6-month period, technical compliance reports are prepared for recovery. The technical compliance report covers the detailed elements such as which firms obtain waste, quantities and which firms are sold. After the

technical compliance reports are prepared, the Ministry is asked to analyze by an authorized accredited laboratory in order to determine whether the plastic wastes that are recycled are used as final products. Provincial Directorate approval letter is requested for the recovery facilities that receive temporary activity certificate. In the detail of this letter, every month the declarations made by examining whether the firms receiving the activity certificate work in a regal manner are examined and a letter of approval is given to the Provincial Directorate. An application is made for the environmental permit / license and the environmental permit is given to the company for a period of 5 years. Plants that have a recovery license will help to determine recovery rates by making regular declarations every month. Below are the photos of a recycling company with Environmental Permits / Licenses. The machines shown in the following figures are important for recycling.



Figure 3. Recovery Area



Figure 4. On-site View (2nd Recovery Line- Big Bag Station, Agromel, Extruder)

Plastic Waste Types

Plastics are artificially produced polymers. When the plastic is first produced, it may be in powder, resin or granular form. Mostly, plastic materials consist of the remaining materials from the processing of crude oil used from petroleum refineries. Today, only 4% of the oil is used for polymer production. Today, plastics are the most widely used and regularly disposed materials. Properties of plastics to become preferred; They are easy to shape, heat-insulating, minimalized cost, light weight, flexibility, external impacts. Plastic waste types that come to mind when people say plastic; plastic water bottles, yogurt and so on food cans, nylon bags, shampoo and other cosmetic bottles, pipes, fruit baskets, carboys, canisters.

When we look around, about 45% of the wastes we see are plastic origin wastes. To give an example of plastic groups; Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), Polyethylene tetreftalate (PET) and Polyvinyl Chloride (PVC). The public does not have the knowledge to separate these plastics according to their groups. Recycling companies group this. Because, according to the market, these plastics can be processed and reused by grouping them differently. The economic value of plastics varies according to the type of material. Looking at Öztürkerler, black colored plastics are purchased at a price of around 1000 TL / TON, while yogurt buckets and canisters, which are described as white moblen, are purchased at a price of 1500 TL / TON (Öztürkerler Recycling). Plastic waste types have economic value and therefore have become a profession demanded by people. Plastics are divided into four classes as white moblen (yogurt buckets), blue-white eltex (bins), black moblen (black bins), black eltex (soft black plastic) in recovery facilities. Different products are made from each plastic group divided into classes. The plastics are separated according to their color because when the granulate is formed in the argomer machine, if there is any foreign material in it, the granules can be colored or colored from the argomer, resulting in a decrease in the quality of the material to be obtained from the product. It is essential to recycle plastics in accordance with their groups. The quality of the granules used as raw materials is

important. Suitably non-granulated plastic is not commercially preferred. There is some kind of waste in the plastic used for granules without market.

Packaging Plastic Waste Recycling

Packaging plastic wastes to be supplied from the market and brought to the facility site are first taken to the waste reception unit. Packaging wastes to be accepted are stored in the raw material storage area. Packaging wastes stored in raw material storage areas are taken to recovery area according to need. Wastes can come to the facility in bulk or in bales. If the wastes are baled, they are first taken to the bale opener. Wastes passing through the bale opener are taken to the telehand aid recovery area. Wastes that are separated by manual people are separated according to their groups and poured into the bunker. The waste from the bunker passes to the crusher and the crushed waste becomes smaller pieces. The waste is cut at high speed between the blades in the crusher. The wastes, whose dimensions are reduced, are firstly passed through the washing pool and filled from the spiral into big-bag sacks. The burrs that come out from destruction are left to wait for the water to flow. In washing ponds, the dirty mud separated as a result of washing collapses to the bottom of the pond and is separated from the plastic. The sludge accumulated at the bottom of the pond is removed from the pond at certain periods and transported to the landfill. The cleaning of the pools is done weekly or according to the intensity of the work so that the products come out cleaner. The product sacks are then transported to the product stock area and stored there for shipment and waiting for shipment. As a result of the physical process applied to the raw material, PP burrs are formed. The resulting products are sold to various sectors in the market. PE and / or PP plastic packaging recycling results in PE and / or PP plastic granules and burrs. The resulting PE and / or PP plastic granular burrs are used as raw materials in various sectors such as Plastic Pipe Production Plant which is being processed by enterprises. Produced PE and / or PP plastic granular burrs will be placed on the market upon request. Prices vary according to the dollar exchange rate. Below is the site plan for the recovery facility (Öztürkerler Recycling, 2019).

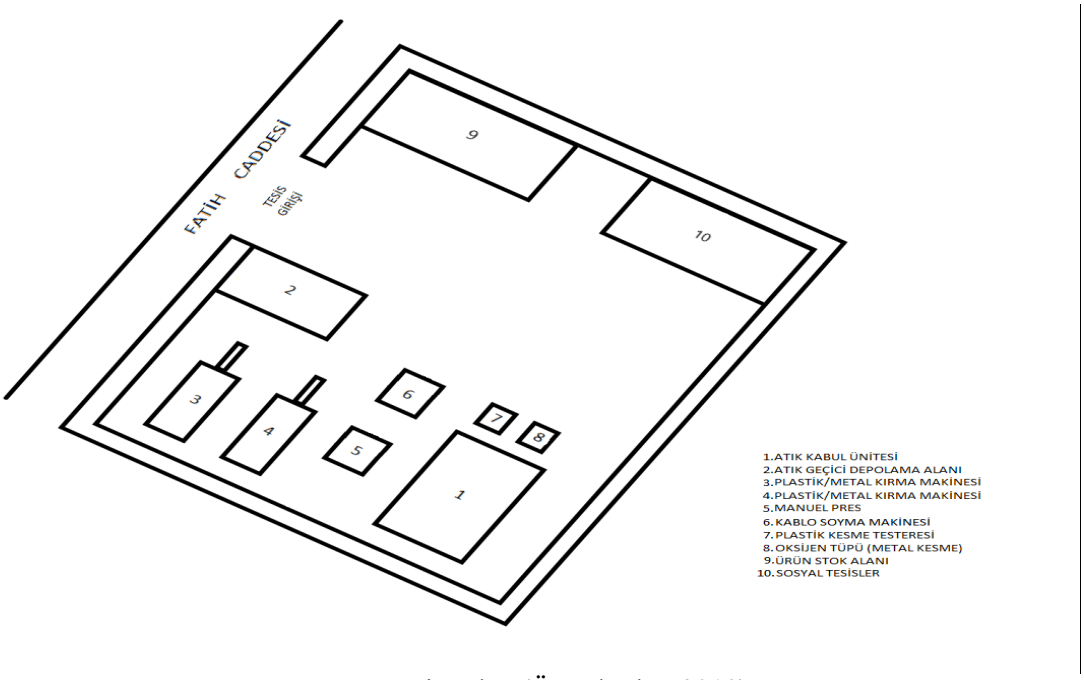


Figure 4. Site Plan (Öztürkerler, 2019)

Benefits of Recycling Packaging Plastics

Today, the use of plastic waste has become widespread and has become popular in terms of usefulness. Around 300 million tons of plastics are produced annually around the world. The packaging supports economic efficiency and efficiency through the recovery of plastic waste. Instead of taking or producing plastics from scratch, energy can be saved by using waste packaging plastics. Plastic wastes play an important role in reducing the need for raw materials. With the

increase in population, the amount of waste increases day by day and our natural resources are rapidly disappearing. Environmental quality is improved by the recycling of plastic wastes. After the recovery of packaging plastic wastes, it is used in many areas. As an example of these fields; Some materials made after the recovery of plastic waste; It can be used in many fields such as greenhouse cover, plastic bag, wastewater pipe, automotive spare parts, fruit crates, trash can, plastic toys, stationery materials. Because it is more economical than zero material, it has become the reason of choice. With the recycling materials used in production, a new sector was born, and people had a new job opportunity. There are people who make a living by collecting plastic waste and derivatives from garbage. By collecting these wastes, they both make a living and inadvertently reduce environmental pollution. Recycling has been a source of income for people. People who are considered as collectors are collecting wastes more than the companies with environmental permits in Ankara. Within the scope of the zero-waste project, people became more aware. Human health is at risk with increasing waste. In short, when we look at recycling from the outside as social individuals, it means economic. Reproducing a product costs more than the expensive raw material, etc. However, it is more economical to reproduce from recycled plastic waste. Materials that were not used before are evaluated. Many products in households have plastic. The order is increased by recovering the products that are thrown away. No image pollution. Diseases caused by garbage are reduced.

Recycling Facility Cost

In addition to environmental importance, the recovery process occupies an important place economically. In developed countries, a growing and widespread recovery sector has emerged. The initial investment cost of the recycling facilities is approximately 3 million (Öztürkerler Recycling, 2019, Ankara). At least one sorting belt is required for the packaging plastic waste recycling facility and the price of this belt varies according to the desired dimensions. 2 pieces crusher machine, auger, pools, loading belts, argomer machines are required. The packaging waste plastic industry has shown that after the oil shortages experienced in the 70s, the recycling of packaging plastic wastes, which are petroleum products, should be done. The amount of personnel employed varies according to the capacities of the recovery firms.

3. RESULTS and DISCUSSION

When we look at the recycling facilities in the city center of Ankara, there are unlicensed companies as well as licensed companies. The work of these unlicensed companies is prohibited. Since most of these firms, which are audited by the Ministry of Environment and Environment, are complained, the operation of the companies not complained has become regal. While the companies applying to the license apply the legal procedure required by the recovery facilities, the unlicensed companies do not comply. Environmental pollution increases with unlicensed companies. Inspections should be tightened and procedures should be followed. In our province, people who are considered as street collectors should be legalized. Because street collectors collect 70 percent of the waste in the streets. Street collectors see these wastes as a source of livelihood. There are many street collectors in our province. Wastes are collected immediately after they are left in the waste container. Recycling facilities are prohibited from receiving waste from street collectors. If there is a street collector in the facility during inspection etc., a fine is imposed as an administrative sanction. Wastes need to be reduced from their source.

Eco-friendly plastic packaging should be produced. Producing packages that can disappear spontaneously in nature is an important step to protect our environment. With the packaging plastics brought to the recycling companies, the recovery targets are achieved and a new product from the second-hand product is made to contribute to the economy. Production should be made of recyclable plastic so that dependency on the outside is reduced. When purchasing the products, you should look at the content, the material and the environment-friendly packaging. Recycling is a whole. The producer and the consumer must be compatible with each other. Make consumers aware of the purchase of products with recycling emblems during shopping, keep environmental pollution in the forefront of all activities of the people with environmental responsibility, institutions and

organizations, ensure participation in the works to be done in order to reduce the damages of the wastes to the environment, living health and economy, trainings should be given, consumers should be educated, municipalities should organize trainings and people should be informed about recycling.

5. CONCLUSION

When comparing the existing solid waste disposal systems, taking into consideration the advantages and disadvantages of each system, the advantages should be put forward in order to ensure the most efficient operation of the systems and new arrangements should be made by disregarding the disadvantage advantages. Efforts should be made to reduce the costs made during the acquisition on the one hand and to increase the recovery rate on the other hand and to minimize the amounts to be sent to the landfills.

ACKNOWLEDGEMENTS: I would like to express my gratitude to the Öztürkerler Recycling for its contributions in the preparation of this research and for the sharing their information.

REFERENCES

Alpaslan N., 2006 'Katı Atık Yönetimi' TMMOB ÇMO

Ahmet Ergülen, Zeynep Ünal ' Sürdürülebilirlik Çerçevesinde Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü Üzerine Doğrusal Programlama Uygulanması' DOI: 10.7816/ulakbilge-06-22-03, 2018, 6, 22,

Aytaç, S,(2012), Özel Sektör ve Çevre,Su ve Çevre Teknolojileri Dergisi, 52, 38

Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, RG:27.12.2017 Sayı :30283

Çevre Kanunu, RG. 11.08.1983 tarih ve 18132 Sayı.

Hatice Kutlu Bülbül., (2013), "Türkiye'nin Avrupa Birliğine Giriş Sürecinde Ambalaj Atıklarının Yönetimi: Bursa Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi

Kaya, T, Türkiye'de Atık Yönetimi ve Finansman, İstanbul, Türkiye, 2-3.

Keleş, R. Ve Hamamcı C., 2005 Çevre Politikası, İmge Kitabevi, Ankara

KAKY.(1991), Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. 14.03.1991:Resmi Gazete Sayı :20814

Öztürk, İ.K, (2013), Sürdürülebilir Ambalaj ve Çevre, Haziran 2011,Ambalaj Bülteni

Öztürkerler Geri Dönüşüm, Kişisel Görüşme , 05.05.2019 , (Rüveyda Tanrıverdi Çevre mühendisi)

Sezgin, N., Özcan, H.K., Varınca, K., Borat, M, (2003) Katı Atık Depo Gazından Elektrik Üretiminin Türkiye'de Uygulanabilirliğine İki Örnek: İstanbul ve Bursa Tesisleri, Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi (YTÜD) 2003 (3) 89-96

URL -01: http: 2017_ankara_cevre_durum_raporu_son-20181003143741

URL -02: www.sdergi.hacettepe.edu.tr/makaleler/Atik-Ceşitleri-Yonetimi-GeriDonusumVeTüketici.pdf

ORMAN YANGINLARINI GÖZETLEMEDE YENİ YAKLAŞIM MOBİL YANGIN GÖZETLEME KULELERİ (İSTANBUL ÖRNEĞİ)

Mühendis. İkram ÇELİK
İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürü
ikramcelik@ogm.gov.tr

Dr. Öğretim Üyesi. Necmi Cemal ÖZDEMİR
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektrik Mühendisliği
necmi.ozdemir41@hotmail.com

Özet

Orman Yangınları, küreselleşen dünyada etkileri ve sonuçları yönünden bütün ülkeleri ilgilendiren doğal afetlerin en önemlilerinden biridir. Orman yangınlarında sadece ağaçlar değil, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem de zarar görmektedir. CO2 yutağı olan ormanlar yandıklarında atmosfere salınan karbon gazı nedeniyle sera etkisi oluşacağından küresel ısınma ve iklim değişikliklerini hızlandırıcı bir rol oynamaktadır. Bu nedenle orman koruma çalışmalarında orman yangınlarıyla mücadele çalışmaları özel bir önem arz etmektedir. Coğrafi konum itibariyle Akdeniz iklim kuşağında yer alan ülkemizde ormanlarımızın büyük bir bölümü yangın tehdidi altında bulunmaktadır Ülkemizde 1937 yılından 2018 yılı sonu itibariyle toplam yangın sayısı 108.883 adet olup, 1.679.670 hektar hektar sahanın yanmıştır.

Orman yangınlarıyla mücadelede temel esas erken müdahale etmek olup bunun gerçekleşmesi içinde erken haber almaktır. Türkiye genelinde 776 adet yangın gözetleme kulesi yapılmıştır. Ancak bu kulelerin yapım giderleri, en az 3 kişiden oluşan çalışanlarının ücretleri, lojistik destekleri, yerleşim yerinden uzak alanda olması nedeniyle güvenlik sorunları ve İş Sağlığı ve Güvenliği sorunları ve yeterli çalışanın olmaması uygulamada aksaklıklara neden olmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü, Orman Yangınlarıyla Mücadele faaliyetlerine yılda ortalama 850 Milyon TL. harcamaktadır. 776 adet kulede çalıştırılan personelin yıllık maliyet ortalama 174.600.000 TL. dır. Buna rağmen bu kulelerde çalışacak yeteri sayıda çalışan bulmak her geçen gün zorlaşmaktadır. Mobil kuleler öncelikle ormanlık alanlarda mevcut sabit yangın gözetleme kuleleri tarafından gözlenemeyen veya kıymetli, hassas ve orman yangınları açısından yüksek riskli alanların korunmasında yaşanılan sıkıntılara, haber ve bilgi alma sorunlarının çözümüne katkı sağlamaktadır.

Mobil kuleler, bir araca bağlı olarak çekilebilmesinin yanında ormanlık alanlarda en büyük sorun olan enerji ihtiyacını güneşten, internet ihtiyacının uydudan veya GSM operatörlerinden Temin etmesinin yanında dışarıdan müdahale etmeden sistemin kendi kendine çalışıyor olması nedeniyle yukarıda tanımlanan sorunların çözümünü hızlı, pratik, ekonomik ve doğaya zarar vermeden karşılamakta ve maliyetleri düşürerek tüm yıl gözetleme imkanı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Orman Yangını, Mobil Yangın Gözetleme Kulesi, Kameralı Gözetleme

A NEW APPROACH ON SURVEILLANCE OF FOREST FIRES MOBILE FIRE SURVEILLANCE TOWERS (CASE OF ISTANBUL)

Abstract

Forest fires are one of the important natural disasters which affects all countries in terms of their effects and consequences in the globalizing world. Forest fires have devastating effects not only on trees but also on biodiversity and ecosystem. Forests are living entities which are continuously absorbing CO2. Thus, forest fires plays a role in accelerating global warming and climate change due to carbon gas released into atmosphere, which create a greenhouse effect, when forests are burned. Most of our forests are under fire threat since Turkey is geographically located in the Mediterranean climate zone. Between the periods of 1937-2018, the total number of fires in Turkey was 108,883 and 1.679.670 hectares of land were burned as a consequence of these fires. Early intervention is the

essential component in forest firefighting. Therefore, it is very important to receive information as quickly as possible to achieve early intervention. In Turkey, there are 776 fire surveillance towers.

The General Directorate of Forestry spends an average of 850.0000.000 Turkish Lira annually on forest firefighting activities. The average annual cost of the personnel employed in 776 towers is 174.600.000 Turkish Lira. Nevertheless, it becomes more and more difficult to find enough employees to work on these towers. Mobile surveillance towers contribute to the solution of information retrieval problems, which cannot be observed by fixed fire surveillance towers existing in forest areas or in protection of valuable, sensitive and high risk areas in terms of forest fires. Mobile fire surveillance towers can be towed by a vehicle. Besides, they can supply energy from the sun, internet from satellite or GSM operators. Thus, the biggest problem, providing energy, in forest areas can be solved. Since the system is working on its own without interfering from the outside, the problems mentioned above can be solved quickly, practically and economically without harming the nature. Thus, utilization of mobile fire surveillance towers can provide the possibility of surveillance all year round with lower costs.

Keywords: Forest Fire, Mobile Fire Surveillance Tower, Camera Surveillance

2. MATERYAL VE METOD

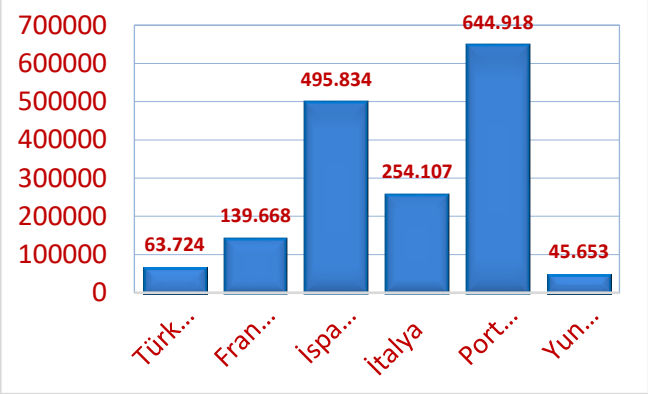
Bu çalışmanın konusu Mobil Yangın Gözetleme Kulesi ve orman yangınlarının gözetleme metodları incelenmiştir. Öncelikle Dünyada ve Akdeniz ülkelerindeki orman yangınları, Türkiye'deki orman yangınları ve orman yangınlarıyla mücadele kapasitesi incelenmiştir.Yangınların sayısı, yanan alan ve yangın başına düşen alanlar irdelenmiştir Veriler Avrupa ülkeleri için **EFFİS**(Avrupa Orman Yangını Bilgi Sistemi), Türkiye için Orman Genel Müdürlüğü, kaynakları esas alınmış, farklı kaynaklardan da veri güvenliği sağlanmıştır. İkinci aşamada Mobil Kulenin kullanım alanları, geliştirilmesi ve teknik bilgileri verilmiştir.

2.1. DÜNYADA ORMAN YANGINLARI

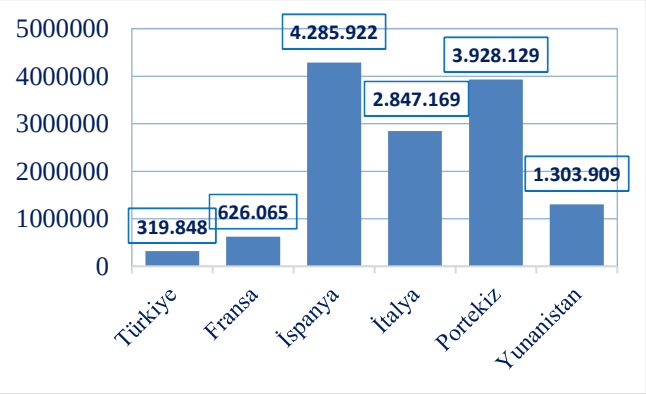
Dünyadaki orman yangınlarından söz edildiğinde en başta ABD, Kanada, Avustralya ve Akdeniz ülkeleri akla gelmektedir. Her yıl dünyada ortalama 4 milyon hektar orman yanmaktadır. Ülkemize benzer yapıda olması ve Akdeniz iklim kuşağında yeralması nedeniyle Yünanistan, İtalya, Fransa, İspanya ve Portekiz'e ait yangınlar incelenmiştir.

1988-2017 yılları arasında çıkan yangın sayısı incelendiğinde en çok yangının 644.918 adetle Portekiz'de çıktığı,sırasıyla 495.834 adetle İspanya,254.107 adetle İtalya,139.668 adetle Fransa,63.724 adetle Türkiye ve 45653 adetle Yunanistan sıralanmaktadır. **(**Şekil 1)

1988-2017 yılları arasında çıkan yangınlarda en çok yanan alan 4.285.922 Ha. ile İspanya yeralmaktadır. İspanyayı 3.928.129 Ha. ile Portekiz,2.847.169 Ha. ile İtalya,1.303.909 Ha. ile Yunanistan,626.065 Ha. ile Fransa ve 319848 Ha. ile Türkiye takip etmektedir. (Şekil 2)

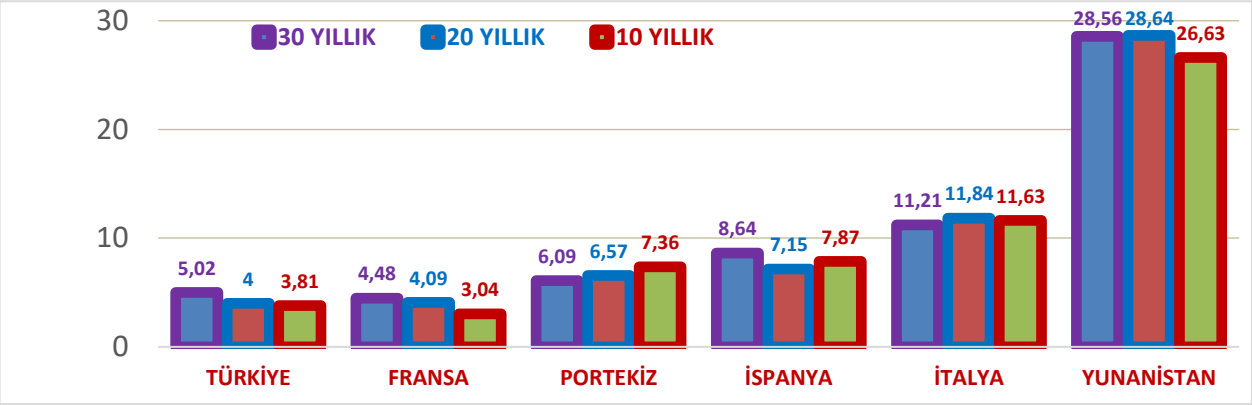


Şekil 1. 1988-2017 yıllarında çıkan yangın sayısı



Şekil 2. 1987-2017 yıllarında yanan alan (Ha)

Son 30 yıl ile 10 yıl incelendiğinde 30 yıllık ortalamada en çok yangın çıkan ülke Portekiz, en çok yanan alan İspanya iken, son 10 yıllık periyotta yine en çok yangın çıkan ve yanan alana sahip ülke olarak Portekiz olmuş, İspanya yanan alan miktarını düşürmüştür.



Şekil 3. 1988-2017 yılları arası 10'ar yıllık periyotlarla yangın başına düşen alan (Ha

Son 30 yıl 10'ar yıllık periyotlar halinde yangın başına düşen alanlar incelendiğinde Türkiye ve Fransa'nın çok başarılı olduğu görülmektedir. Diğer ülkelerden Yunanistanın yangın sayısı az olmasına rağmen 26.63 Ha. ile en başarısız ülke olduğu görülmektedir. (Şekil 3)

2.2. TÜRKİYEDE ORMAN YANGINLARI

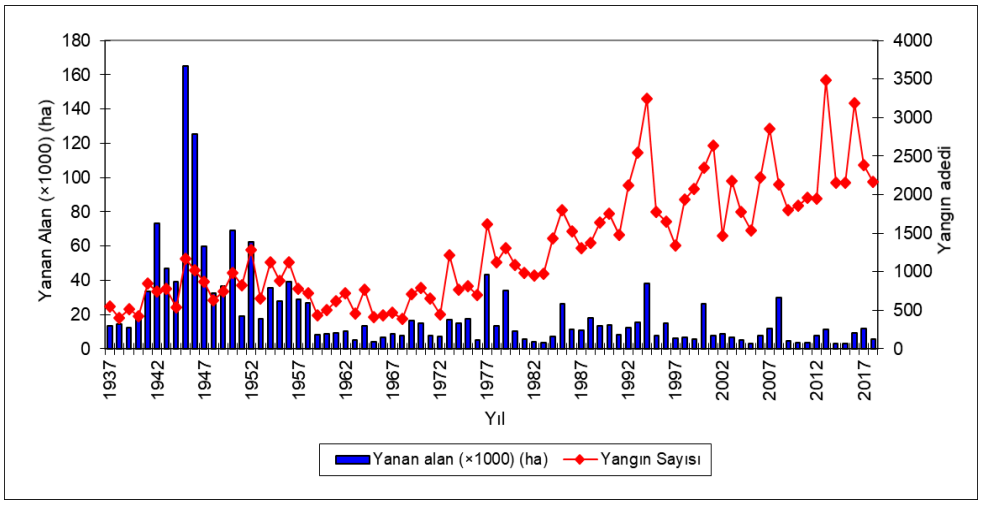
Türkiye Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Orman yangınları bu kuşağın kaçınılmaz olgusudur. Akdeniz kuşağında her yıl ortalama 550 bin hektar orman yanmaktadır.Ülkemizdeki 2015 yılında yapılan envanter çalışmalarına göre 22.342.935 Ha. Ormanlık alan olup, ülkemizin yüzölçümünün % 28.7'sini oluşturmaktadır. 22.3 Milyon hektar orman alanının 12,5 milyon hektarı yangına 1.derece hassas ormanlardan oluşmaktadır. Ormanlarımızın yaklaşık %58'i Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgelerde çoğunlukla kızılçam ağaçlarının bulunduğu ibreli ormanlardan oluşmakta ve her an orman yangını tehlikesi bulunmaktadır

2.2.1-Yangın Sayısı

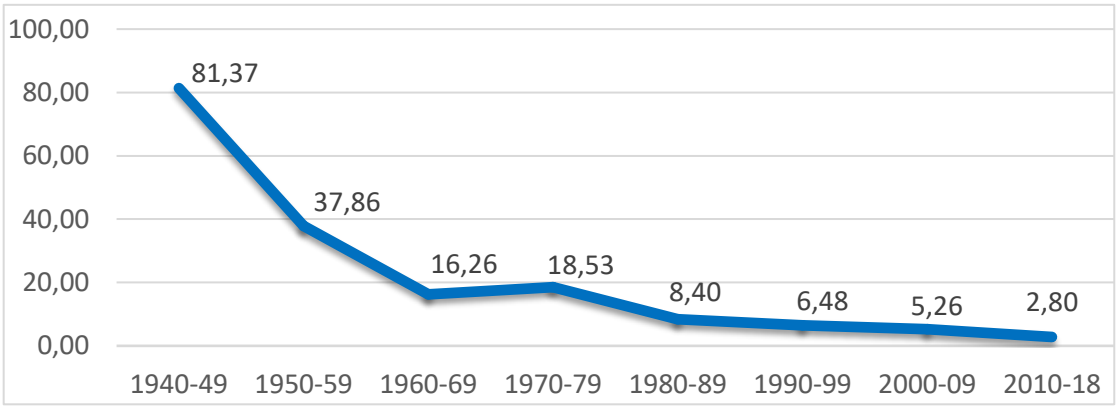
1937 yılından bu yana 2018 yılı sonu itibariyle kaydı tutulan toplam yangın sayısı 108.883 adet olup, yılbaşına düşen genel ortalama sayı 1328 adettir. Başlangıçta 600 gibi düşük sayılarda görülen orman yangınlarının 1945 ve1946 yıllarında 1169 ve 1023 adetlik seviyelere tırmandığı görülmekte ve bu tırmanışa 4785 Sayılı Yasanın çıkarılmasına gösterilen tepkinin etken olduğu tahmin edilmektedir.Daha sonraki yıllarda inişli çıkışlı seyir gösteren yangınların 1956-1973 döneminde 1000 adedin altında kaldığı, 1981, 1982 ve 1983 yıllarında da bu seviyenin altında kalmasına karşılık 1984 den itibaren bir daha inmemek üzere yükseldiği görülmektedir. (Şekil 4)

2.2.2-Yanan Alan

1937 yılından 2018 yılı sonuna kadar olan dönemde 1.679.770 hektar sahanın yandığı, buna göre yılda genel ortalama yanan saha miktarının 20.485 hektar, yangın başına düşen saha miktarının 15,43 hektar olduğu anlaşılmaktadır. (Şekil 4)



Şekil 4. 1937-2018 yılları arasında çıkan yangın sayısı (Adet) ve Yanan Alan (Ha.)



Şekil 5. 1937-2018 yılları arasında yangın başına düşen alan (Hektar)

2.2.3- Yangın Başına Düşen Alan

1937-2018 yılları arasını kapsayan dönemde yangın başına düşen alan grafiği incelendiğinde başlangıçta 81.37 Ha. olan ortalama 2000-2008 yılları ortalaması 2.80 Hektara kadar düşürülmüştür.(Şekil 5)

2.2.4- Yangın Çıkış Sebepleri (Türkiye Geneli)

Orman yangınlarının çıkış sebepleri; toplumun yaşam tarzı ve düzeyine, kültür seviyesine, kırsal yöredeki etkinliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Yangın çıkış sebeplerindeki değişkenlik yangınların çıkış zamanlarını da etkileyebilmektedir.

2.3. ORMAN YANGINLARININ GÖZETLEMESİ

2.3.1. Mevcut Durum Tespiti:

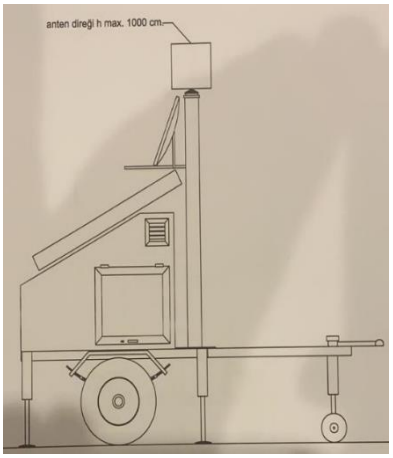
Orman yangınlarıyla mücadelede temel esas erken müdahale etmek olup bunun gerçekleşmesinin ön koşulu erken haber almaktır. Bunun için Türkiye genelinde 776 adet yangın gözetleme kulesi yapılmıştır. Ancak bu kulelerin yapım giderleri, en az 3 kişiden oluşan çalışanlarının ücretleri, lojistik destekleri, yerleşim yerinden uzak alanda olması nedeniyle güvenlik ,İş Sağlığı ve Güvenliği sorunları uygulamada aksaklıklara neden olmaktadır. 776 adet kulede çalıştırılan personelin, her kule için 6 ay süreyle 3 kişinin çalıştığı hesabıyla yıllık (3x6)x776= 13.968 adam/ay etmektedir. 1 çalışanın aylık maliyeti ortalama 12.500 TL. olduğundan yıllık maliyet 174.600.000 TL. dır.(2018 yılı verilerine göre) Orman Genel Müdürlüğü Orman Yangınlarıyla Mücadele faaliyetlerine yılda ortalama 850 Milyon TL. harcamaktadır. Bu maliyet çok yüksek olmasının yanında bu kulelerde çalışacak yeteri sayıda çalışan bulmak her geçen güz zorlaşmaktadır. Sosyal varlık olan insan ıssız bir alanda ailesiyle olsa bile uzun süre yaşamak istememektedir. Çocuklu aileler kesinlikle çalışmamaktadır.

2.3.2 Alternatif Çözüm (Mobil Kule)

Taşınabilir (Mobil) kuleler, bir araca bağlı olarak çekilebilen, ormanlık alanlarda en büyük sorun olan enerji ihtiyacını güneşten, internet ihtiyacının uydudan veya GSM operatörlerinden temin eden, üzerinde gözetleme ve güvenlik kamerası bulunan, dışarıdan müdahale etmeden sistemin kendi kendine çalışan bir yapıda olması nedeniyle yukarıda tanımlanan sorunların çözümünü hızlı, pratik, ekonomik ve doğaya zarar vermeden karşılama imkanı vardır. Bu Kuleler riskli, hassas ve kıymetli ormanlık alanlara konularak bu alanların 7/24 saat kontrol edilerek yangın durumunda erken müdahale etme imkânına sahip olunacaktır. Proje, güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülerek depolanması, görüntü transferini sağlayan kamera ve data aktarımı, uzaktan erişime dayalı elektronik sistemlerin ve mevcut olarak kullanılan elektronik ve mekanik temel prensiplerin uygulamasından oluşmaktadır. (Şekil 1,2,3)

2.3.3 Yenilikçi(İnovatif) Yönü

Böyle bir ürünün Türkiye de ilk kez yapılması, diğer ülkelerdeki ürünlerden farklı olarak tamamen yerli tasarım olması, kompakt yapıda olması, kurulumdan sonra ek bir kaynağa ihtiyaç duymaması, enerjisinin yenilenebilir ve doğal olarak güneşten temin etmesi ve hiçbir şekilde fosil yakıtı kullanmaması yenilikçi yönünü göstermektedir. Ayrıca taşınabilir olması ve tamamen yerli ürünlerden yapılabilmesi yenilikçi yönünü oluşturmaktadır.



Şekil 1. Mobil Kule Çizimi



Şekil 2. Yandan görünüm



Şekil 3. Orman görünümü

2.3.4 Temel Unsurları

Enerji Kaynağı: 3x265 watt güneş paneli,3x200 Ah. Jel akü,700 watt İnvertör,
Veri ve Görüntü Aktarımı (İnternet) : GSM 4.5 G modem veya Uydu Modem,
Direk: 5 adet iç içe geçmiş kare şeklinde metalden oluşan ve toplamda yerden 10 m. yükseklikte, mekanik olarak çelik bir tel ile açılıp-kapatılan bir sistemde çalışmaktadır.
Taşıyıcı Sistem (Römork) : 2 tekerleki,1 akslı çek demiri olan,4 adet sabitleme ve dengeleme ayağı olan ve kapalı alanı bulunan, Karayolları Trafik Kanununa uygun ve çeki demiri ile her türlü araçla çekilebilen yapıdadır.
Kamera ve Kayıt Sistemleri: Sistem en az 1 adet 2 MP. 30 x Zoom PTZ İP Kamera, 1 adet güvenlik kamerası ve 1 adet 2 TB. kayıt cihazı içermektedir.Sistem spiral kablo ile bir birine bağlanmaktadır. Kameranın montajı için direğin en üst noktasında kapalı bir kutu tasarlanmıştır.

2.3.5 Uygulanabilirlik ve Maliyet

Proje tasarımı yapılmış ve İstanbul, İzmir ve Muğla Orman Bölge Müdürlüklerinde Sistemin testleri yapılmaya başlanılmıştır. Üretiminin yapılması için gerekli tüm cihaz ve parçalar ülkemizde bulunmakta ve tedarikinde sıkıntı yaşanmamaktadır.

Projenizin tahmini yaklaşık bütçesi 33.500 TL.dir. Bu maliyet en az (Minimum) maliyettir. Kullanılacak elektronik malzemelerin kalitesi ve kameraların özelliklerine göre bu maliyet yaklaşık %30 artabilir. Ürünün tasarımı tamamlanmıştır. Test süreçleri başarıyla tamamlanmıştır. Bir adet kulenin üretiminin yapılarak kullanılabilir hale gelmesi için en az 10 güne ihtiyaç vardır.

Ülkemizde üretimi yapılan benzer bir ürün yoktur. Ancak Piyasada yurtdışından ithal edilen ancak jeneratör ile çalışan bir ürün mevcut olup piyasa satış bedeli yaklaşık 40.000 Avro dur. Bu üründe özel fosil kaynaklı bir yakıtla çalışmakta ve üretici ülkeden alınmak zorundadır. Bu ürünün 7/24 saat çalışması durumunda aylık yakıt maliyeti ise ortalama 5 000 TL.dir. Buna yakıt değiştirmek için yapılacak masraflar dahil olmayıp, her cihaza yakıt değişimi için ayda en az bir kez gidilmesi gerekmektedir. Direk yüksekliği 7 metre civarında olup daha yüksek direklerde maliyet orantılı olarak artmaktadır.

2.3.6 Hedef Kitlesi (Kullanıcılar) ve Riskler

Proje asıl amacı Orman Yangınlarının tespitinde kullanımı planlanmıştır. Hedef olarak orman yangınlarını söndürmekle birinci derecede sorumlu ve görevi olan Orman Genel Müdürlüğü seçilmiştir. Bunun yanında doğa koruma, yaban hayatı takip, hassas ve korumaya muhtaç sahaların takibi, düzensiz göçmen hareketlerinin takibi gibi güvenlik, denetim ve takip ile ilgili tüm işlerde kullanımı mümkündür.

Üretimiyle veya yedek parçalarıyla ilgili risk taşımamaktadır. Proje hayata geçirilirken ortaya çıkabilecek problemler ise sistemin kırsal alanda kullanılacağı için 3.şahıslar tarafından tahrip edilmesidir. Bunun için güvenlik kamerası ve sesli uyarı konulmuştur.

3. SONUÇ

Akdeniz kuşağında bulunan ve ülkemizle benzer özellikler taşıyan Yunanistan, Fransa, İtalya, İspanya, Portekiz'de çıkan orman yangınlarının son 30 yıllık verileri incelendiğinde en çok yangı Portekiz'de çıkmış, en çok alan ise İspanyada yanmıştır. Yangın sayısı, Yanan alan ve Yangın başına düşen alanlar incelendiğinde bu ülkeler içerisinde en başarılı ülkelerin Türkiye ve Fransa'nın olduğu tespit edilmiştir. Orman yangınlarıyla mücadelede temel esas erken müdahale etmek olup bunun gerçekleşmesinin ön koşulu erken haber almaktır. Bunun için Türkiye genelinde 776 adet yangın gözetleme kulesi yapılmıştır. Orman Genel Müdürlüğü yangın gözetlemede çalışanlar için yıllık ortalama 174.6 Milyon TL. , Orman Yangınlarıyla Mücadele faaliyetlerine ise yılda ortalama 850 Milyon TL. harcamaktadır. Taşınabilir (Mobil) kuleler, riskli, hassas ve kıymetli ormanlık alanlara konularak bu alanların 7/24 saat kontrol edilmesine ve yangın durumunda erken müdahale etme imkânı sağlayacaktır. Ayrıca bu kuleler mevcut sabit kule ve personel dayalı çalışma sistemine göre,daha pratik, ekonomik ve doğaya zarar vermeden gözetleme imkanı sağlayacaktır.

4. TARTIŞMA

Orman Yangınlarına karşı hazırlıklı olmak ona uygun bir yaklaşımı ve yönetim tarzını gerekli kılmaktadır. Orman yangınlarına karşı temel yaklaşımın yangın önleyici tedbirler olması olmalıdır. Önleyici tedbirler başta olmak üzere çıkabilecek yangınlara hazırlıklı olma, yangın yönetim planları oluşturma, gerekli işlemleri yapma ve denetleme konusunda yoğun çalışmalar yürütmelidir. Orman yangınlarının önlenmesi, çıkan yangınların zararlarının hafifletilebilmesi ve sahip olduğumuz mücadele gücünün en verimli şekilde kullanılabilmesi ile mümkündür.

Yapım maliyeti ve personel giderleri çok yüksek olan sabit kuleler yerine 7/24 saat gözetleme imkanı sağlayan mobil kuleler bir sistem dahilinde kullanım alanları ve sayıları artırılmalı ve sabit kulelerle koordine edilmelidir. Özellikle yangın öncesi tedbirler kapsamında caydırıcı özelliğinden ve yangın faillerinin bulunmasında faydalanılmalı ve sistem plaka tanıma, yüz tanıma veya termal kameralarla desteklenmelidir. Yangın açısından yüksek riskli alanlarda bir biriyle bağlantılı veya bir birini tamamlayacak şekilde kullanılmalıdır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma esnasında özellikle modelling yapılmasına ve AR_GE çalışmalarına vermis olduğu destekler için Sayın Halil Volkan ATILGAN'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

EFFİS,2018. European Forest Fire Information System (EFFIS),:http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports (Erişim Tarihi 24.04.2019)

OGM, 2019. Orman Genel Müdürlüğü, Ormancılık İstatistikleri 2018, http:// www.ogm.gov.tr/ ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx

İOBM,2018. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, İstanbul İli Yangın Yönetim Planı (2018-2022) (s. 43-51)

İOBM,2019. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, 2019 yılı Yangın Eylem Planı (s.16-17)

EXTREME LEARNING MACHINE FOR LOCAL RANGE FOR FINE IMAGE REGISTRATION

Mohamed Galaleldin Ali Elobaid
Dokuz Eylül University, Electrical and Electronics Engineering
jalal.mohamed@ymail.com

Yavuz Şenol
Dokuz Eylül University, Electrical and Electronics Engineering
yavuz.senol@deu.edu.tr

Abstract
Image registration is the process that aligns a set of images obtained from various sensors, different view of points or different time in one coordinates system. Image registration with neural network using image features, is a scheme that used to estimate the geometrical transformation parameters namely (scaling, rotation and translation). The use of neural networks in image registration helps to overcome the complexity of Image registration, especially when the images are noisy. In this paper, we propose ensemble extreme learning machine and ensemble online-sequential extreme learning machine to overcome the disturbance effect of the noise, improve the accuracy and robustness of the estimation of the geometrical transformation parameters. In this study a discrete cosine transform features have been used in the presence of the Gaussian noise. The experimental work was performed to cover the local range for fine registration. The results of the experimental work were obtained using ensembling extreme learning machine, ensembling online–sequential extreme learning machine, radial basis function neural network and feedforward neural network. The results showed that the two schemes of extreme learning machine neural network give accurate and robust results in the presence of the noise than the other schemes. Beside that extreme learning machine is fast and easy in the implementation.

Keywords: Image registration, Affine transformation, Extreme learning machine, Neural networks, Discrete cosine transform.

Introduction

Image registration is the process of aligning a number of images obtained from various sensors or from a same sensor at various time intervals. The use of image registration can be found in various areas such as multi spectral classification, change detection, environmental monitoring, medical etc (Saxena, & Singh, 2014). Two images to be registered, initially a transformation is calculated. This transformation simply maps each pixel in one image to similar pixels on the other.

In the image registration procedure there are some problems to deal with such as illumination changes, intensity variation, noise and geometric distortion.

Image registration basically consists of feature and area based methods (Zitova, &, Fusser, 2003). In feature-based method, two sets of salient features represented by control points required to be taken out from the images to be registered and these features can be corners, edges, landmarks, etc. The estimation of the transformation parameters by which two images are overlapped is done by finding point wise corresponding between control points sets (control point marching). In area-based methods, there is no need for features (control points) to be extracted. Instead of features, sub images are taken out from the images to be registered and matched to estimate the transformation parameters.

A new method which is not resemble to any of the method above is image registration based on neural networks. In this technique, initially training process of the networks is performed by using global features (not control points) as input extracted from images which has been transformed by previously defined parameters, and at the output of the neural networks the registration parameters are obtained. Thereafter, the trained neural networks estimate the unknown parameters of the questioned image, by setting the global features at the input of trained neural networks.

The initial use of neural networks in image registration is 1994, by Piraino et al (Piraino et al., 1994). The authors used a neural network to register 3-D medical images. The neural network succeeded with accuracy in the correlation between an image and its corresponding affine transformed image, while the accuracy decreases when a noise is appended or the correlation is nonlinear mapping. This problem can be solved by expanding the size of the training set. Another approach, suggested the use of Hopfield neural network to match a set of control points extracted from the images to be registered (Qian , &, Li , 1997). In work the matching process was treated with minimization of the energy function of the Hopfield neural network. A new scheme was proposed by Elhanany et al (Elhanany et al., 2000). The authors used a feedforward neural network to estimate the registration parameters (affine transform parameters). In their scheme, the network is trained with discrete cosine transform (DCT) features, these features represent the global features of reference image which has been translated, rotated and scaled. Then the neural network is tested to see the performance by simply providing the DCT features of the test image to inputs of the neural network and calculate affine transformation parameters at the output. A similar work proposed by Abche et al. (Antoine et al., 2006). In this approach, DCT features are replaced with Fourier transform (FFT) coefficients. Besides that, the registration parameters were estimated simultaneously, which helped in getting better - optimized set of registration parameters. In (Sarnel et al., 2011), the authors used radial basis function neural network with DCT features to estimate the affine transform parameters. The results showed that RBFNN increased the accuracy of the estimation in additive noise condition and overcome the long time of the training. In another research (Gadde, &, Yu, 2016), the authors used combined features with a neural network to calculate the affine transformation parameters. The combined features are from spatial domain represented by scale invariant feature transform (SIFT), and from frequency domain which represented by DCT features or discrete wavelet transform (DWT) features. Another approach in (Xu et al., 2006), the authors used Kernel independent component analysis (KICA) in the training of the neural network.

In this work, we used DCT features as global features and used RBFNN, FNN, ensembled extreme learning machine neural network schemes (ELM and OS-ELM). By using ELM schemes, the effect of the additive noise on the accuracy and the robustness of the results decreases comparing with RBFNN and FNN. In addition, ELM does not consume too much time in the training stage.

Neural Network-based image registration

A neural network based image registration contains two phases as shown in figure 1. In pre-registration phase, reference image is translated, rotated and scaled by several amounts of values to generate a set of transformed images. Therefore, noise is added to all generated images, then global features (e.g. FFT coefficients and DCT coefficients) are extracted from every generated image in order to build training data for the neural network. In the training stage, the neural network is fed with the extracted global features and at its output, corresponding values of affine transform parameters are set.

In the registration phase, global features are extracted from test image which has been transformed by unknown parameters, then feed them to the trained neural network and observe the estimated parameters at the output. The use of the neural network in image registration made the procedure of the registration simple, and fast which made it favorable in the application that need to be done in short time. The neural network gives accurate results even in the presence of the noise. Adding noise to the generated images in the training set makes the generalization of the neural network high and protects the network from the effect of distorting data. Using number of affine–transform images that covers the complete parameter space, helps the neural network to make better estimation of parameters.

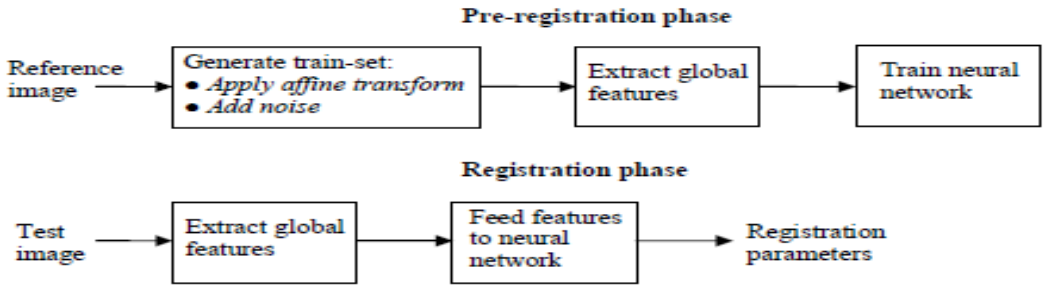


Fig.1 Neural network based image registration scheme

Ensemble of Extreme Learning Machines

Extreme learning machine (ELM) is introduced by (Huang et al. 2004) for obtaining better learning capability for single-hidden layer feedforward neural networks (SLFNs). The advantage of ELM comes from the fast training time with respect to SLFNs. In addition, ELM has universal approximation ability. Operation area of ELM is wide and covers compression, clustering, forecasting, classification and regression analysis and so on. The performance of ELM can be increased by various derivatives of ELM. Grouping of several learning machines help to have better performance for generalization and lower the possibility of over fitting problem. In this study, several ELMs were trained with different initial weight and bias values, then the ensemble of independently trained ELMs were averaged.

SLFNs for ELM algorithm consists of fully connected three layers as shown in figure 2. The connection goes from input to output and the hidden layer is between input layer and output layer. The input layer is responsible of passing the information to hidden layer neurons. The input neurons are connected to hidden nodes through weights which are initially randomly assigned. Hidden layer neurons includes activation functions which includes sigmoid function, hyperbolic tangent function, Gaussian function, cosine function and not limited to these given factions. There are total of N observed input-output data set to used to generate the required ELM. Any output of output layer neurons from i=1, 2,…, m of the ELM is given as

$$y_i = f_i(x) = \sum_{j=1}^{M} \beta_{ij}\, G_j(\boldsymbol{w}_j, b_i, \boldsymbol{x}_j) = \boldsymbol{H}(x)\boldsymbol{\beta}, \qquad i = 1, 2, \ldots . m \tag{1}$$

Where $x_i \in R^{nx1}$ and $y_i \in R^{mx1}$ are input and output vector respectively, $G_j(\cdot)$ is any one of the function of hidden layer node, β_{ij} are the weight values between hidden layer and output layer nodes, $\boldsymbol{w}_j, b_i$ are the hidden nodes parameters and represent the input weight vector and bias of each hidden neuron respectively, finally M represents the neuron numbers in the hidden layer.

The important part of the ELM here is to have randomly selected hidden layer parameters, which are weights and the bias values. These parameters are not changed in an iterative way. Therefore, it brings efficiency to the ELM by speeding up the training process. There are various defined continuous functions for hidden layer nodes and it is possible to select different functions for each node. However, generally for simplicity all nodes have the same function. Functions are selected empirically. For cosine function $G(\boldsymbol{w}, b, \boldsymbol{x}) = \cos(\boldsymbol{w} \cdot \boldsymbol{x} + b)$, where $\boldsymbol{w} \cdot \boldsymbol{x}$ is the inner product of input parameter weight vector and input vector.

The actual output of ELM is N×M and can be represented as $\boldsymbol{H}\,\boldsymbol{\beta}$. The hidden layer mapping $\boldsymbol{H}$ matrix and output weight vector $\boldsymbol{\beta}$ can be expressed as

$$H = \begin{bmatrix} G(w_1, x_1, b_1) & \cdots & G(w_1, x_1, b_1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ G(w_1, x_N, b_1) & \cdots & G(w_M, x_N, b_M) \end{bmatrix}_{NxM}, \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_1^T \\ \vdots \\ \beta_M^T \end{bmatrix}_{Mxm}$$

The optimal set of output weights of the ELM is directly calculated by means of mean squared error between the target output and obtained network outputs as $\beta = H^{+}B$, where $B$is the target value of the ELM. H^{+} represent the Moore-Penrose generalised inverse of hidden layer mapping matrix H.

ELM Algorithm

1. Assign hidden layer parameters weight and bias values randomly
2. Determine the hidden layer mapping matrix H
3. Determine the output vector weight as $\beta = H^{+}B$
4. Calculate the output as $y_i = f_i(x)$

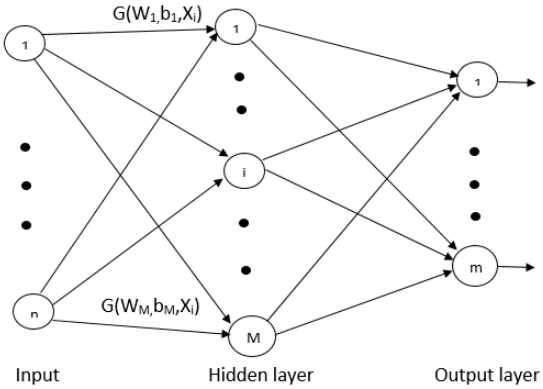


Fig 2. ELMNN architecture

Online Sequential Extreme Learning Machine

In the training of ELMNN all the training set need to be presented at the learning stage. But sometimes all training set may not be available at once (i.e. may come as chunk or one by one). In this case the learning of ELM is done by using online sequential learning algorithm.

Online Sequential Algorithm for ELM

1. Given an initial training set $S_0 = \{x_i, t_i\}_{i=0}^{L_0}$, $L_0 \times N$.
2. Random initialization of input weights and bias.
3. Determine the initial hidden layer matrix H_0.
4. Calculate the initial output weights $B_0 = M_0 H^T T_0$, where $M_0 = (H^T H)^{-1}$ and $T_0 = [t_{1,\ldots,} t_{L0}]$.
5. Introduce the new set of data to the neural network $S_{k+1} = \{x_i, t_i\}_{i=L0+1}^{L_1}$, where S_{k+1} is the new data samples.
6. Calculate the hidden matrix for the new data (k+1) samples H_{k+1}
7. Calculate the output weights B_{k+1} as

$$M_{k+1} = M_k - M_k H_{K+1}^T (I + H_{k+1} M_k H_{k+1}^T)^{-1} H_{k+1} M_k \quad (2)$$

$$B_{k+1} = B_0 + M_{k+1} H_{k+1}^T (T_{k+1} - H_{k+1} B_k) \quad (3)$$

8. Finally Set k=k+1 and start from step 5.

Table 1 Parameters performed in experiment for LRFR and MRCR

Transformation parameters	Parameters (LRFR)	
	Training data	Test data
(S) Scaling	**0.900, 0.965, 1.035, 1.100**	**0.93, 1.00, 1.07**
(R) Rotation (degree)	**-5, -2, 2, 5**	**-3, 1, 4**
(VT) Vertical Translation	**-5, -2, 2, 5**	**-4, 0, 3**
(HT)Horizontal Translation	**-5, -2, 2, 5**	**-3, 1, 4**
(M) Generated image numbers	**256**	**81**

Data set

Table 1 exposes the values of affine transformation parameters used to carry out the experiments in the, local range for fine registration (LRFR), and the number of generated images that used for training and test.

In order to examine the accuracy and robustness of the used, the values of affine transform parameters of the test data were chosen at a point farthest from the values used in the training data. Figure 3 shows the reference images and two a sample from training set generated from one of the reference images by translation, rotation and scaling according to some parameters values given in table 1. All used reference images have 400×400 pixels size and 256 gray level. All generated images have 128×128 pixels size. After the images were generated, white Gaussian noise were appended to them. Then, DCT of the noisy images were taken to obtain frequency domain coefficients. From DCT plane, a 6×6 region in the lowest frequency band was cut and used as global features vector. This was done to N images, where N is the number of generated images. After cutting out a zero frequency coefficients form obtained 6×6 region of coefficients, 35×N matrix of coefficient was obtained and used in the training of the FNN-based scheme, RBFNN-based scheme and ELM-based schemes. For test data, a matrix with size 35×N of coefficient was obtained in the same way that used in generating the training data.

In the experiment, affine transformation registration parameters were estimated by means of various neural networks, which are two types of ELMs, RBFNN and FNN. The training data and test data , were extracted by DCT from reference images which have been transformed and appended by additive Gaussian noise. Each network was trained and tested using noise-free data and two noisy data which are having 5 dB and 20 dB signal-to-noise ratio (SNR), respectively. Hidden layer neurons of the feedforward neural network was assigned with a tan-sigmoid and at the output layer a linear transfer function was chosen. The backpropagation training algorithm of the FNN was selected as the Levenberg-Marquardt. For FNN to converge in a shorter time, the affine transformation parameters given to FNN outputs were normalized in the training stage. In the end of network output calculation, the transformation parameter valus were denormalized back. Early stopping of training was also used for obtaining better generalisation performance. The FNN's registration error results are shown in Table 2. Each result was found after about 25 training trials.

In the second experiment, the transformation parameters were estimated by using the RBFNN scheme. The RBFNN scheme contains three layers, the input layer, a hidden layer which is a non-linear processing unit (Gaussian type transfer function), and an output layer which is a linear calculation unit. Normally, the number of the hidden neuron in RBFNN is equal to the number of the training set in the input vector. In this experiment, the RBFNN has a moderate size of hidden neurons. Getting a good non-linear mapping from input space to output space using RBFNN scheme depends on the centre spread parameters of the Gaussian function which control the spread of the width of the RBF. In this experiment, the centre spread parameters were chosen empirically according to the minimum error.

In the third experiment, ELM and OS-ELM schemes were used to estimate the affine transformation parameters. The used ELM schemes have 500 hidden neurons (processing units). In order for ELM to have a good performance, two facts must be considered, firstly the choice of the non-linear function and the continuous distribution probability by which the random weights and biases are generated. In the experiment, the ELM and OS-ELM had a sigmoid transfer function in the hidden layer nodes. The weights and biases were generated by uniform distribution probability with a range; this range was assigned empirically according to the minimum error. In the experiment, nine models of ELM were generated and their average is taken (Ensemble). It is known that the ensemble of ELM can boost the accuracy and reduce the overfitting.

Table 2 shows the results of all used schemes for LRFR. For The Aerial image in noise free condition, RBFNN scheme gives more accurate results than other schemes. In 20 db noise condition OS-ELM, RBFNN and ELM give relatively same results and their performance exceed the performance of FNN.

In 5db noise condition OS-ELM and ELM schemes give accurate results comparing with other schemes.

In moon image for LRFR experiment with noise free condition, RBFNN scheme accuracy exceeds the accuracy of the other schemes and even FNN give better results than OS-ELM and ELM in some estimation results. While OS-ELM and ELM schemes give better accuracy in 20 db noise condition experiment. In 5db experiment the performance of OS-ELM and ELM exceeds the other schemes.

In girl image for LRFR experiment, RBFNN exceeds the other schemes in term of the performance in noise free condition. Meanwhile, ELM schemes give accurate results than other schemes when the noise increases. Generally we can say that the main competitive for ELM schemes is RBFNN scheme. RBFNN gives more accurate results in noise free condition as we have seen in LRFR experiment. However, its performance decrease when the noise increases. On the other hand ELM schemes give low performance in noise free condition, and high performance when the noise increases. Beside that its performance is more robust than RBFNN scheme. The reason that the performance of ELM exceeds the other scheme's performance in high noise condition is that ELM has the capability to reduce the effect of the noise. This can be done by selecting the weights properly (i.e. the input weights are assigned randomly with a range) (Dudek., 2016).



(a) (b) (c) (d) (e)

Fig 3. Refrnce images (a) moon,(b) aerial, (c) girl, samples images (d) and (e).

Table 2 Mean absolute error of ELM, OS-ELM, RBFNN, FNN (LRFR) for DCT features

Images	Signal-to Noise ratios (dB)	Networks	S	R	HT	VT
Aerial Image	Noise free	OS-ELM	0.0003	0.07	0.018	0.08
		RBFNN	0.0002	0.01	0.007	0.02
		ELM	0.0004	0.09	0.02	0.09
		FNN	0.0004	0.04	0.02	0.03
	20	OS-ELM	0.0004	0.06	0.017	0.07
		RBFNN	0.0006	0.06	0.03	0.05
		ELMNN	0.0005	0.06	0.03	0.07
		FNN	0.001	0.1	0.04	0.07
	5	OS-ELM	0.0005	0.05	0.02	0.07
		RBFNN	0.002	0.18	0.1	0.15
		ELM	0.0004	0.08	0.03	0.07
		FNN	0.003	0.22	0.17	0.25
Moon Image	Noise free	OS-ELM	0.001	0.05	0.05	0.02
		RBFNN	0.0003	0.03	0.004	0.01
		ELM	0.001	0.06	0.05	0.03
		FNN	0.0006	0.06	0.01	0.02
	20	OS-ELM	0.001	0.05	0.06	0.03
		RBFNN	0.001	0.09	0.06	0.04
		ELM	0.001	0.06	0.06	0.03
		FNN	0.001	0.1	0.05	0.06
	5	OS-ELM	0.001	0.06	0.05	0.04
		RBFNN	0.003	0.2	0.18	0.18
		ELM	0.001	0.07	0.03	0.06
		FNN	0.004	0.3	0.24	0.19
Girl Image	Noise free	OS-ELM	0.0004	0.04	0.05	0.04
		RBFNN	0.0001	0.005	0.004	0.004
		ELM	0.0004	0.03	0.05	0.03
		FNN	0.0003	0.01	0.01	0.02
	20	OS-ELM	0.0004	0.05	0.05	0.04
		RBFNN	0.0007	0.05	0.05	0.03
		ELM	0.0005	0.04	0.03	0.03
		FNN	0.0009	0.05	0.04	0.05
	5	OS-ELM	0.0006	0.04	0.05	0.04
		RBFNN	0.003	0.2	0.17	0.15
		ELM	0.0005	0.03	0.05	0.04
		FNN	0.003	0.2	0.15	0.19

CONCLUSION

The research work of this papaer is related with the image registration which was carried out by various types of neural networks. Ensembled ELM and OS-ELM were proposed instead of RBFNN and FNN to estimate the registration parameters in LRFR. In the experiment, all used neural networks were fed by DCT features as global features. By use of three different images all four networks were compared with each other at various noise conditions and various range of registration. The experimental results show that in estimation of affine transformation parameters, the use of ELMs instead of FNN and RBFNN gives more accurate results and shows good robustness under noisy conditions. Advantage of ELM are not limited to its better performance, but this system is also easy to implement. The FNN has long training duration and has network generalization problem experienced during the training session. On the other hand, RBFNN fast in training session, gives good performance in noise free conditions, but requires the selection of optimized spread value. In the ELM approach, the hidden node parameters are randomly selected and only the output weights are calculated. This provides fast learning and better generalization capability. Generating the weights and basis randomly within a range reduces the effect of the noise. The ensemble of the ELM boosts the accuracy of the results. The training of the ELM and RBFNN is similar. Both of them require the calculation general linear system.

REFERENCES

Abche, A. B., Yaacoub, F., Maalouf, A., & Karam, E. (2006). Image registration based on neural network and Fourier transform. *In 2006 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 4803-4806.

Dudek, G. (2016). Extreme learning machine as a function approximator: Initialization of input weights and biases. *In Proceedings of the 9th International Conference on Computer Recognition Systems CORES 2015*, 59-69.

Elhanany, I., Sheinfeld, M., Beck, A., Kadmon, Y., Tal, N., & Tirosh, D. (2000). Robust image registration based on feedforward neural networks. In Smc 2000 conference proceedings. *2000 IEEE international conference on systems, man and cybernetics 'cybernetics evolving to systems, humans, organizations, and their complex interactions' (2)*, 1507-1511.

Gadde, P., & Yu, X. H. (2016, July). Image registration with artificial neural networks using spatial and frequency features. *In 2016 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 4643-4649.

Huang, G. B., Zhu, Q. Y., & Siew, C. K. (2004). Extreme learning machine: a new learning scheme of feedforward neural networks. *Neural networks, 2*, 985-990.

Piraino, D., Kotsas, P., Richmond, B., Recht, M., & Kormos, D. (1994). Three dimensional image registration using artificial neural networks. In Proceedings of 1994 IEEE International Conference on Neural Networks (ICNN'94), 4017-4021.

Qian, Z., & Li, J. G. (1997). Use of hopfield neural network for complex image registration. *In Proceedings Ninth IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, 204-207.

Sarnel, H., & Senol, Y. (2011). Accurate and robust image registration based on radial basis neural networks. *Neural Computing and Applications, 20*(8), 1255-1262.

Saxena, S., & Singh, R. K. (2014). A survey of recent and classical image registration methods. *International journal of signal processing, image processing and pattern recognition*, *7*(4), 167-176.

Xu, A., Jin, X., Guo, P., & Bie, R. (2006, July). KICA feature extraction in application to FNN based image registration. In The 2006 IEEE International Joint Conference on Neural Network Proceedings, 3602-3608.

Zitova, B., & Flusser, J. (2003). Image registration methods: a survey. *Image and Vision Computing, 21*(11), 977-1000.

AISI 4140 VE AISI 4340 ISLAH ÇELİKLERİNE UYGULANAN ISIL İŞLEMLERİN MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Musa ŞEREMET
Hatice Bayraktar Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi - Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Makine Mühendisliği ABD
musaseremet@hotmail.com

Mustafa DEMİRTAŞ
Gölyaka Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi - Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İmalat Mühendisliği ABD
mustafademirtas14@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Menderes KAM
Düzce Üniversitesi, Dr. Engin PAK Cumayeri Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Makine Programı
mendereskam@duzce.edu.tr

Özet
Endüstride ıslah çelikleri özellikle otomotiv, uçak ve uzay sanayide yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek dayanım ve tokluk özelliği gösteren bu malzemeler, içerdiği alaşım elementleri sayesinde iyi sertleşebilme özelliğine sahiptir. Bu çalışmada, AISI 4140 ve AISI 4340 ıslah çeliğinden elde edilen numunelere uygulanan ısıl işlemlerin mekanik özellikler üzerindeki etkisinin deneysel olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda; çekme testi ve sertlik numunelerine geleneksel ısıl işlem ve temperleme işlemi uygulanmıştır. Malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenebilmesi için ısıl işlem uygulanmış numunelerin çekme testleri ve sertlik testleri gerçekleştirilmiştir. Testler sonucu elde edilen verilere göre numunelerin sertlikleri artıkça çekme dayanımlarında artış olduğu görülmüştür. AISI 4340 ıslah çeliği numunelerin dayanımlarının daha yüksek olduğu dolayısı ile daha dirençli olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: AISI 4140, AISI 4340, Isıl işlem, Çekme dayanımı, Sertlik.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF HEAT TREATMENTS ON MECHANICAL PROPERTIES OF AISI 4140 AND AISI 4340 STEELS

Abstract
In the industry, heat treated steels are widely used in the automotive, aircraft and aerospace industries. These materials with high strength and toughness have good hardening properties. In this study, it is aimed to investigate the effect of heat treatments on the AISI 4140 and AISI 4340 steel samples. In this context; the samples of hardness and tensile test obtained from these materials were subjected to conventional heat treatment and tempering process. In order to determine the mechanical properties of the materials, the hardness and tensile tests of heat treated samples were performed. According to the data obtained from the tests, it has been observed that the tensile strength increases as the hardness value of the test samples increases. It has been determined that the tensile strength of AISI 4340 steel sample is higher and therefore more resistant.

Keywords: *AISI 4140, AISI 4340, Heat treatment, Tensile strength, Hardness.*

1.GİRİŞ

Islah çelikleri endüstrinin her alanında, özellikle otomotiv, uçak ve uzay sanayide en çok kullanılan malzemeler arasında yer almaktadır. Islah işlemi, çelik malzemelere sertleştirme ve sonrasında temperleme işlemi uygulayarak tokluğu artırma olarak tanımlanmaktadır. AISI 4140 ve AISI 4340 ıslah çelikleri, içerdiği alaşım elementleri sayesinde iyi sertleşebilme ve yüksek tokluğa sahip çelik malzemelerdir. AISI 4140 ıslah çeliği ısıl işlem sonrasında kazandıkları üstün mekanik özelliklerinden

dolayı endüstride çeşitli makine ve motor parçaları, krank mili, aks mili, yivli mil, fan milleri ve demir yol milleri gibi sünekliği yüksek makine elemanları imalatında kullanılırlar (Kesti, 2009). AISI 4340 çeliği, endüstriyel uygulamalarda tokluğu, yüksek mukavemeti ve yüksek sıcaklıklarda iyi bir yorulma mukavemeti gösterme kabiliyeti nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Mcdaniels ve ark, 2008). Literatürde ıslah çeliklerine uygulanan ısıl işlem prosesleri mevcuttur. Bu prosesler sonucunda ıslah çeliklerinin mekanik özelliklerinde iyileşmeler olduğunu deneysel olarak görmüşlerdir. Bu çalışmalarda, ıslah çeliklerinde yapılan sertlik incelemeleri ve çekme deneyi sonucunda, ıslah işlemi ve temperleme işlemi uygulanmış olan numunelerde tokluğun arttığını gözlemlemişledir (Höke, ve ark., 2014). Çeliklere uygulanan ıslah işlemi sonucunda malzemenin sertlik ve tokluklarında iyileşmeler elde etmişlerdir (Çaligülü, ve ark., 2016). Sıcak haddelenmiş AISI 4140 ıslah çeliği ısıl işleme tabi tutulmuş ve soğutma işlemini doğrudan su verme yöntemiyle yapmışlardır. Çekme mukavemeti, akma dayanımı, uzama, sertlik ve darbe dayanıklılığı gibi ısıl işlem görmüş numunelerin mekanik özelliklerini belirlemişler, su vermeden önce su sıcaklığı ve malzeme sıcaklığı gibi çeşitli parametrelerden etkilendiğini görmüşlerdir (Meysami, ve ark., 2010). Bu çalışmada ise AISI 4140 ve AISI 4340 ıslah çeliği malzemelerine uygulanan ısıl işlemlerin mekanik özellikler üzerindeki etkisinin deneysel olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

2.MATERYAL VE METOD

Çalışmada kullanılan AISI 4140 ve AISI 4340 ıslah çeliği malzemelerin kimyasal bileşimleri Tablo1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

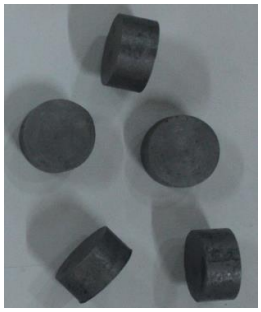
Tablo 1. AISI 4140 (42CrMo4) ıslah çeliğinin kimyasal bileşimi

Element	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Al
(%)	0,39	0,27	0,74	0,008	0,01	1,06	0,2	0,03

Tablo 2. AISI 4340 (34CrNiMo6) ıslah çeliğinin kimyasal bileşimi

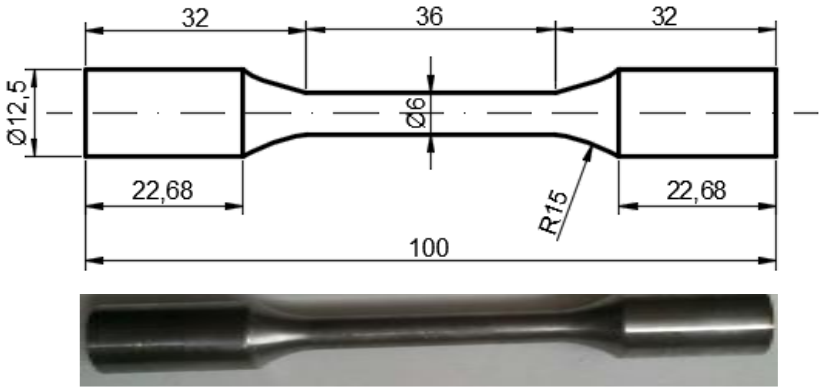
Element	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
(%)	0,39	0,20	0,66	0,008	0,005	0.72	1.83	0,26

Çalışmada AISI 4140 ve AISI 4340 çeliği malzemelere ait sertlik ölçümleri için ısıl işlemsiz, geleneksel ısıl işlem ve geleneksel ısıl işlem sonrası temperleme işlemi uygulanması için Ø14 x 10 mm boyutlarında sertlik ölçüm numuneleri hazırlanmış ve Şekil 1'de gösterilmiştir.



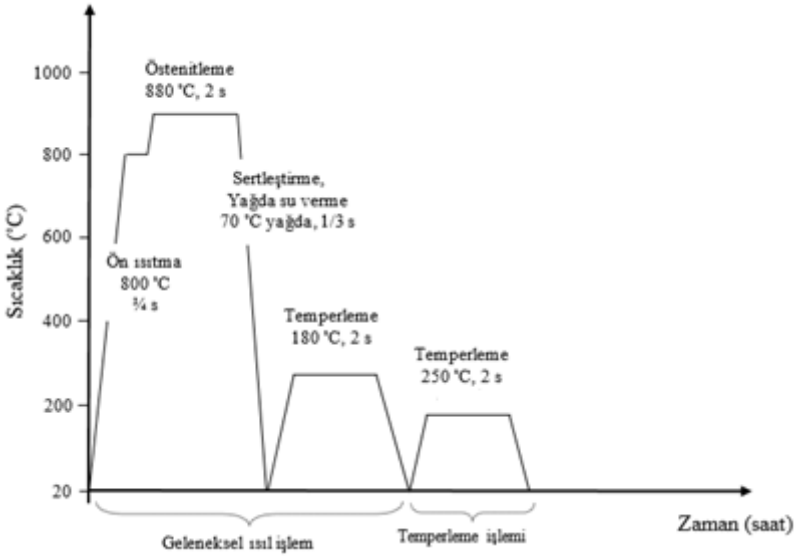
Şekil 1. AISI 4140 ve AISI 4340 çeliği malzemelerin sertlik testi numuneleri

Çalışmada çekme testleri için Şekil 2'de gösterilen ölçülerde AISI 4140 ve AISI 4340 çeliğinden elde edilen deney numuneleri CNC torna tezgâhında her ısıl işlem prosesinden üçer adet hazırlanmıştır.



Şekil 2. AISI 4140 ve AISI 4340 çeliği malzemelerin çekme testi numunesi

Çalışmada AISI 4140 ve AISI 4340 çeliklerine aynı ısıl işlem prosesi uygulanmıştır. Her malzemenin birinci numunelerine ısıl işlem uygulanmamıştır. İkinci ve üçüncü numunelere 800 °C ön ısıtma sonrası 45 dakika sonra 880 °C'ye çıkmış ve 2 saat östenitleme uygulanıp daha sonra 70 °C'deki yağda 20 dakika bekletilerek sertleştirme işlemi yapılmıştır. Daha sonra 180 °C'de 2 saat temperleme işlemi uygulanmıştır. Son olarak üçüncü numunelere 250 °C'de 2 saat temperleme işlemi uygulanmıştır. Çalışmada uygulanan ısıl işlem eğrisi Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Numunelere uygulanan ısıl işlem prosesi

Sertlik testleri, Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama Araştırma Merkezi (DÜBİT) bünyesinde bulunan Bulut Makine marka DIGIROCK-RB model makro sertlik test cihazı kullanılmış ve Şekil 4'te gösterilmiştir. *Çekme testleri ise 40 Ton kapasiteli çekme test cihazında gerçekleştirilmiş ve Şekil 5'te gösterilmiştir.*



Şekil 4. Sertlik ölçme cihazı



Şekil 5. Çekme test cihazı

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Dijital makro sertlik cihazı Rockwell test metotlarına göre hazırlanmış metalik numunelerin sertlik ölçümlerini yapmaktadır. Sertlik ölçme cihazında, her numune üzerinden elde edilen 9 adet ölçümün aritmetik ortalamaları alınarak Tablo 4'te gösterilmiştir. AISI 4140 ve AISI 4340 numunelere uygulanan 180 °C'de 2 saat temperleme işleminde sertlik değerleri maksimuma ulaşmıştır. AISI 4140 ve AISI 4340 numunelere 250 °C'de 2 saat temperleme işlemi sonucunda sertlik değerleri düşmüştür. Bu durumda temperleme sıcaklığının artması ile numunelerin sertlik değerlerinde düşüş olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4. Sertlik testleri sonucunda elde edilen bulguların aritmetik ortalaması

	AISI 4140			**AISI 4340**		
	İşlemsiz	Geleneksel Isıl işlem Uygulanmış	Temperleme İşlemi Uygulanmış	İşlemsiz	Geleneksel Isıl işlem Uygulanmış	Temperleme İşlemi Uygulanmış
Sertlik (HRc)	18	52	45	20	53	46

AISI 4140 ve AISI 4340 ıslah çeliği numunelerine ait çekme testleri sonucunda elde edilen çekme dayanımı, kopma dayanımı ve yüzde uzama değerleri ile ilgili bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Çekme testleri sonucunda elde edilen bulguların aritmetik ortalaması

	AISI 4140			**AISI 4340**		
	İşlemsiz	Geleneksel Isıl işlem Uygulanmış	Temperleme İşlemi Uygulanmış	İşlemsiz	Geleneksel Isıl işlem Uygulanmış	Temperleme İşlemi Uygulanmış
Çekme Dayanımı (MPa)	955	2020	1900	878	2070	1973
Kopma dayanımı (MPa)	725	1660	1498	548	1735	1590
Uzama (%)	0,18	0,11	0,13	0,16	0,10	0,12

Çekme testi numunelerine uygulanan ısıl işlem sonrası çekme testi cihazında testler gerçekleştirilmiş, elde edilen çekme dayanımı, kopma dayanımı ve yüzde uzama verileri incelenerek karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, geleneksel ısıl işlem ve temperleme işlemlerinin AISI 4140 ve AISI 4340 ıslah çeliklerinin mekanik özellikleri üzerinde önemli etkileri olduğu gözlenmiştir. Çekme dayanımı ve kopma dayanımı değerleri işlemsiz AISI 4140 çeliği numunelerde sırasıyla 955 MPa ve 725 MPa, işlemsiz AISI 4340 çeliği numunede ise 878 MPa ve 548 MPa olarak elde edilmiştir. En yüksek çekme dayanımı değeri 2070 MPa, en yüksek kopma dayanımı değeri ise 1735 MPa olarak geleneksel ısıl işlem uygulanmış AISI 4340 çeliği numunelerde elde edilmiştir. Temperleme işlemi uygulanmış numunelerde ise çekme dayanımı ve kopma dayanımı değerleri AISI 4140 çeliği numunelerde sırasıyla 1900 MPa ve 1498 MPa, AISI 4340 çeliği numunelerde ise 1973 MPa ve 1590 MPa olarak bulunmuştur. Buna göre yüzde uzama değerlerinin ise çekme ve kopma dayanımlarına ters orantılı olarak değiştiği gözlenmiştir. İşlemsiz numunelerin ısıl işlem uygulanmış numunelere göre daha sünek olduğu görülmüştür. Malzemelerin sertlikleri artıkça çekme dayanımlarında artış olduğu gözlenmiştir. AISI 4340 ıslah çeliğinin çekme ve kopma dayanımlarının daha yüksek olduğu dolayısı ile daha dirençli olduğu belirlenmiştir.

3. SONUÇ

Makine, imalat ve otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan AISI 4140 ve AISI 4340 ıslah çeliklerine uygulanan ısıl işlemlerin numunelerin mekanik özelliklerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Temperleme işlemi ile numunelerin sertlik değerlerinde düşüş olduğu gözlenmiştir.
- En yüksek çekme dayanımı değeri 2070 MPa, en yüksek kopma dayanımı değeri ise 1735 MPa olarak geleneksel ısıl işlem uygulanmış AISI 4340 çeliği numunelerde elde edilmiştir.
- Yüzde uzama değerlerinin ise çekme ve kopma dayanımlarına ters orantılı olarak değiştiği gözlenmiştir. İşlemsiz numunelerin ısıl işlem uygulanmış numunelere göre daha sünek olduğu gözlenmiştir.
- Malzemelerin sertlikleri artıkça çekme dayanımlarında artış olduğu görülmüştür.
- AISI 4340 ıslah çeliğinin çekme ve kopma dayanımlarının daha yüksek olduğu dolayısı ile daha dirençli olduğu belirlenmiştir.
- Temperleme işlemi ile numunelerin sertlikten feragat ederek tokluk değerlerinin artmasından dolayı titreşimli ortamlarda çalışmaya ve aşınmaya karşı daha dirençli hale geldiği söylenebilir.
- Geleneksel ısıl işlem ve temperleme işlemlerinin AISI 4140 ve AISI 4340 ıslah çeliklerinin mekanik özellikleri üzerinde önemli etkileri olduğu gözlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, BAP - 2019.22.01.912 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle destekleyen Düzce Üniversitesi'ne teşekkür ederiz.

RERERANSLAR

KARAGÖZ, İ. (2007), Sementasyon Çeliklerinde Difüzyon Ve Sertlik Derinliğini Arttirici Isil Işlem Koşullarinin Incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

KESTI, E. (2009), Ç - 4140 çeliğinin, mikro yapı ve mekanik özelliklerine su verme ortamının etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

MCDANIELS, R.L., WHITE, S.A., LIAW, K., CHEN, L., MCCAY, M.H. and LIAW, P.K. (2008), Effects of a laser surface processing induced heat-affected zone on the fatigue behavior of AISI 4340 steel, Mater. Sci. Eng. pp. 485-500.

HÖKE, G., ŞAHIN, İ., ÇINICI, H. ve FINDIK, T. (2014), Kriyojenik Işlemin Sae 4140 Çeliğin Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi, *Selçuk-Teknik Dergisi*, Cilt 13, Sayı 2.

ÇALIGÜLÜ, U., ARAS, M. ve TÜRKMEN, M. (2016), Temperleme İşleminin Yağda Soğutulan Çeliklerin Mikroyapı ve Sertlik Özelliklerine Etkisi, ISITES2016 Alanya/Antalya, Turkey.

PODGORNIK, B., VIŽINTIN, J., WÄNSTRAND, O., LARSSON, M., HOGMARK, S., RONKAINEN, H. and HOLMBERG, K. (2001), Tribological properties of plasma nitrided and hard coated AISI 4140 steel, *Wear*, Volume 249, Issues 3–4, pp. 254-259.

MEYSAMI, A.H., GHASEMZADEH, R., SEYEDEIN, S.H. and ABOUTALEBI, M.R. (2010), An investigation on the microstructure and mechanical properties of direct-quenched and tempered AISI 4140 steel, *Materials & Design*, Volume 31, Issue 3, pp. 1570-1575.

AISI 4140 ISLAH ÇELİĞİNİN TORNALANMASINDA TİTREŞİM VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Musa ŞEREMET
Hatice Bayraktar Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi / Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Makine Mühendisliği ABD
musaseremet@hotmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Menderes KAM
Düzce Üniversitesi, Dr. Engin PAK Cumayeri Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Makine Programı
mendereskam@duzce.edu.tr

Özet
Bu çalışmada, AISI 4140 ıslah çeliğinin kuru ortamda tornalanmasında titreşim ve yüzey pürüzlülüğünün deneysel olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Deneylerde dört farklı kesme hızı (120, 160, 200 ve 240 m/dak), üç farklı ilerleme (0,05, 0,10 ve 0,15 mm/dev) ve sabit kesme derinliği (0,2 mm) kullanılmıştır. Deneysel çalışmada tornalama sırasında oluşan titreşim genliği değerlerini ölçmek için üç doğrultudan (x-Ch1, y-Ch2 ve z-Ch3) çevrimiçi olarak veri alınmış ve elde edilen yüzeylerin yüzey pürüzlülükleri ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda en düşük titreşim genliği değeri 120 m/dak kesme hızı ve 0,05 ilerlemede elde edilmiştir. En düşük yüzey pürüzlülüğü değeri ise 200 m/dak kesme hızı ve 0,05 mm/dev ilerlemede, elde edilmiştir. Titreşimi ve yüzey pürüzlülüğünü etkileyen ana parametrenin ilerleme hızı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: AISI 4140, Seramik takım, Tornalama, Titreşim, Yüzey pürüzlülüğü.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF VIBRATION AND SURFACE ROUGHNESS IN TURNING OF AISI 4140 STEEL

Abstract
In this study, it is aimed to investigate the effect of vibration and surface roughness in dry turning of AISI 4140 steel. Four different cutting speeds (120, 160, 200 and 240 m / min), three different feed rates (0,05, 0,10 and 0,15 mm / rev) and cutting depth (0,2 mm) were used in the experiments. In order to measure the vibration amplitude values obtained in the experimental study, data were obtained from three channels (x-Ch1, y-Ch2 and z-Ch3) and the surface roughness of the obtained surfaces were measured. As a result of the experimental study, the lowest vibration amplitude value was obtained at 120 m/min cutting speed and 0,05 mm/rev feed rate. The lowest surface roughness value was obtained at 200 m/min cutting speed and 0,05 mm / rev feed rate. The main parameter affecting the vibration and surface roughness values was found to be the feed rate.

Keywords*: AISI 4140, Ceramic tool, Turning, Vibration, Surface roughness.*

1.GİRİŞ

Endüstride üretimin verimliliği ve sürekliliği için kullanılan malzemelerin önemi çok büyüktür (Şeremet, 2019). Üretimde her malzeme üzerinde işlem yapmak ve bu malzemeleri şekillendirmek mümkündür. Ancak üretilecek malzemenin hem dayanıklı hem de düşük maliyetli olması istenmektedir. Bunun için üretime başlamadan önce dikkat edilmesi gereken kritik bileşen, malzeme seçiminin doğru yapılmasıdır. Doğru malzeme, kullanılan alanda verimi yüksek ve uzun ömürlü olmasına bağlıdır. Talaşlı üretimde kullanılan malzemelerde öncelikli olarak kullanım amacına uygunluğuna ve işlenebilirliğine bakılmaktadır. Malzeme ne kadar işlenebilir özellikte ise o derece kullanımı yaygın olduğu bilinmektedir (Karagöz, 2008). Literatürde AISI 4140 ıslah çeliği iş parçasının tornalanması ve seramik takımlar ile ilgili yapılan çalışmalarda; AISI 4140 (60 HRc) ıslah çeliğinin seramik kesici takımlar ile tornalama işleminde yüzey pürüzlülüğünü etkileyen önemli parametreleri incelemişlerdir. İstatistiksel verilere göre ilerleme hızının ve kesme derinliğinin yüzey pürüzlülüğünü azaltmada önemli etkiye sahip olduğunu görmüşlerdir (Elbah ve ark., 2013).

Çalışmalarında TiN kaplamalı seramik kesici takım kullanarak AISI 4140 ıslah çeliğinin işlenebilirliği için deneysel araştırma yapmışlar. Çalışma kuru ortamda PVD-TiN kaplı Al_2O_3+TiCN karışık seramik kesici takımlar kullanılarak iş parçasının tornalanmasında yüzey pürüzlülüğü, yan aşınma ve talaş morfolojisi üzerine bazı işlenebilirlik özelliklerini incelemişlerdir. Titreşim ve kesme hızının artması yüzey pürüzlülüğünü olumsuz etkilediğini görmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda yüzey pürüzlülüğünün esas olarak ilerlemeden etkilendiğini ve talaş derinliğinin ihmal edilebilir bir etkiye sahip olduğunu görmüşlerdir. Kuru koşullarda sert tornalama işlemi için PVD-TiN kaplamalı Al_2O_3+TiCN karışık seramik takımının, silindirik tornalama işlemlerinde verimli ve uygun maliyetli olduğunu tespit etmişlerdir (Das ve ark., 2014). AISI 4140 ıslah çeliği kullanarak TNMG 432 PD M400 C7 CVD Al_2O_3 kaplamalı karbür kesici takım ile tornalama işlemi yapmışlardır. Yüzey pürüzlülüğü analizi için kesme hızı, ilerleme ve kesme derinliğinin optimum değerlerini elde etmeye çalışmışlardır. Yüzey pürüzlülüğü için en önemli parametrenin ilerleme hızı olduğunu ve optimum kesme parametrelerinin 2100 dev/dak devir sayısı, 0,10 mm/dev ilerleme ve 0,5 mm kesme derinliği olduğunu görmüşlerdir (Shiddique ve ark., 2017). Farklı kesme parametreleriyle AISI 1040 ıslah çeliğin tornalanmasında meydana gelen titreşimlerin ve yüzey pürüzlülüğün incelenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Soğutma sıvısı kullanılmadan farklı kesme parametreleri kullanarak tornalanmış, sonucunda titreşim ivmesinin artışıyla yüzey pürüzlülüğü de artış göstermiş, yüzey pürüzlülüğü ile kesme parametreleri arasındaki ilişkide ise; ilerleme oranı ve talaş derinliğinin artışıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığını, kesme hızının artışıyla da yüzey pürüzlülüğünün azaldığını görmüşlerdir (Yardımeden ve Turan, 2018). Literatür çalışmalarında AISI 4140 ıslah çeliği üzerinde seramik kesici takımlarla yapılan araştırmalar kesme parametrelerinin titreşim, takım aşınması ve yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Bu çalışmada ise AISI 4140 ıslah çeliğinin seramik kesici takımlarla CNC torna tezgâhında kuru ortamda farklı kesme parametreleri kullanılarak tornalanmasında titreşim ve yüzey pürüzlülüğü deneysel olarak incelenmiş ve en uygun kesme parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.MATERYAL VE METOD

Çalışmada kullanılan AISI 4140 ıslah çeliğinin kimyasal kompozisyonu Tablo1'de ve deney numunesi teknik resmi ise Şekil 1'de gösterilmiştir.

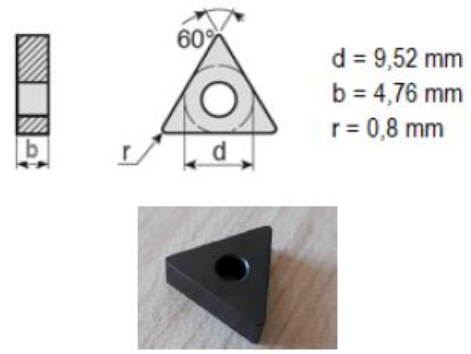
Tablo 1. AISI 4140 (42CrMo4) ıslah çeliğinin kimyasal bileşimi

Element	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Al
(%)	0,39	0,27	0,74	0,008	0,01	1,06	0,2	0,03



Şekil 1. Deney numunesinin teknik resmi

Deneylerde TaeguTec marka seramik kesici takım ve tutucu kullanılmıştır. Kesici takım tipi TNGA (TiN-Al_2 O_3) AB20 120408 T1020 olup ve ölçüleri Şekil 2'de gösterilmiştir. MTJNR 2525 M1604 modelde takım tutucu kullanılmıştır.



Şekil 2. TNGA 120408 AB20 seramik kesici takım

Literatür araştırmaları ve ön testlerden alınan veriler doğrultusunda deneyler için en uygun kesme parametreleri belirlenmiştir. Deneylerde dört farklı kesme hızı (120, 160, 200 ve 240 m/dak) her kesme hızı için üç farklı ilerleme (0,05, 0,10 ve 0,15 mm/dev) ve sabit kesme derinliği (0,2 mm) kullanılarak toplam on iki adet deney yapılmıştır. Deneysel çalışmada kullanılan kesme parametreleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Deneylerde kullanılan kesme parametreleri

Deney No	V (m/dak)	f (mm/dev)	a (mm)
D1	120	0,05	0,2
D2		0,10	
D3		0,15	
D4	160	0,05	0,2
D5		0,10	
D6		0,15	
D7	200	0,05	0,2
D8		0,10	
D9		0,15	
D10	240	0,05	0,2
D11		0,10	
D12		0,15	

Deneysel çalışma Lokesh Machines Limited marka, TL250 model ve motor gücü 22 kW CNC torna tezgâhında gerçekleştirilmiştir. Numune ayna punta arasına bağlanmış, kesici takım hassas bir şekilde bağlanmış, üç eksende oluşan titreşimleri ölçmek için üç adet ivmeölçer kullanılmış ve takım tutucu üzerine 90 derece açı ile monte edilmiştir. Veriler, DAQ (Data Aqusition Unit) cihazı yardımı ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır. X doğrultusunda ölçüm yapan ivmeölçer (Ch1), Y doğrultusunda ölçüm yapan ivmeölçer (Ch2) ve Z doğrultusunda ölçüm yapan ivmeölçer (Ch3) olmak üzere üç doğrultudan veri almak için belirlenmiştir. Şekil 3'te deney düzeneği gösterilmiştir.



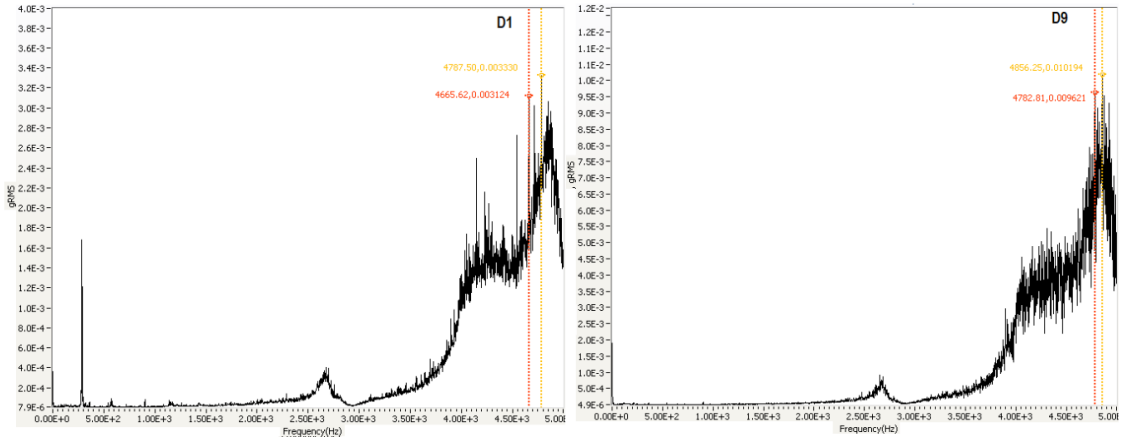
Şekil 3. Deney düzeneği

Deneylerde titreşim verileri üç doğrultuda (x-Ch1, y-Ch2 ve z-Ch3) üç adet ivmeölçer (PCB Piezotronics 608A11) kullanılarak ölçülmüştür. Elde edilen veriler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Deneylerde elde edilen en yüksek titreşim genliği verileri

Kesme Parametreleri					En Yüksek Titreşim Genliği Değerleri (gRMS)		
Deney No	V (m/dak)	f (mm/dev)	a (mm)	t (sn)	Ch1	Ch2	Ch3
D1	120	0,05	0,2	47,12	0,003016	0,001839	0,003330
D2		0,10		23,56	0,001083	0,001769	0,005047
D3		0,15		15,71	0,001194	0,001960	0,006915
D4	160	0,05	0,2	35,34	0,000975	0,001599	0,004241
D5		0,10		17,67	0,001339	0,001894	0,006977
D6		0,15		11,78	0,001301	0,002096	0,008635
D7	200	0,05	0,2	28,27	0,001029	0,001680	0,004857
D8		0,10		14,14	0,001217	0,001990	0,007166
D9		0,15		9,42	0,001655	0,002220	0,010194
D10	240	0,05	0,2	28,27	0,001023	0,001686	0,004564
D11		0,10		14,14	0,001217	0,001984	0,005710
D12		0,15		7,18	0,001430	0,002346	0,008793

Tornalama sırasında kesici takıma gelen en yüksek titreşim genliği değerlerine bakıldığında Ch1 ve Ch2 doğrultularında 0,001 ile 0,002 gRMS aralığında değişen titreşim genliği değerleri elde edilmiş, en yüksek titreşim genliği değerleri ise Ch3 doğrultusunda elde edilmiştir. Ch3 doğrultusu kesme ilerlemesi yönünde olduğundan dolayı titreşim genliği değerleri Ch1 ve Ch2 doğrultularına göre daha yüksek çıkmıştır. Ch1 ve Ch2 doğrultuları için titreşim genliği değerlerinde olağan dışı durum görülmemiştir. Ch3 doğrultusu en yüksek titreşim genliği değeri 0,0101 gRMS ile 200 m/dak kesme hızında ve 0,15 mm/dev ilerlemede elde edilmiştir. En düşük titreşim genliği değeri ise 0,0033 gRMS ile 120 m/dak kesme hızında ve 0,05 mm/dev ilerlemede ölçülmüştür. Ch3 doğrultusunda elde edilmiş en düşük (D1) ve en yüksek (D9) titreşim genliği grafiği Şekil 4'te gösterilmiştir.



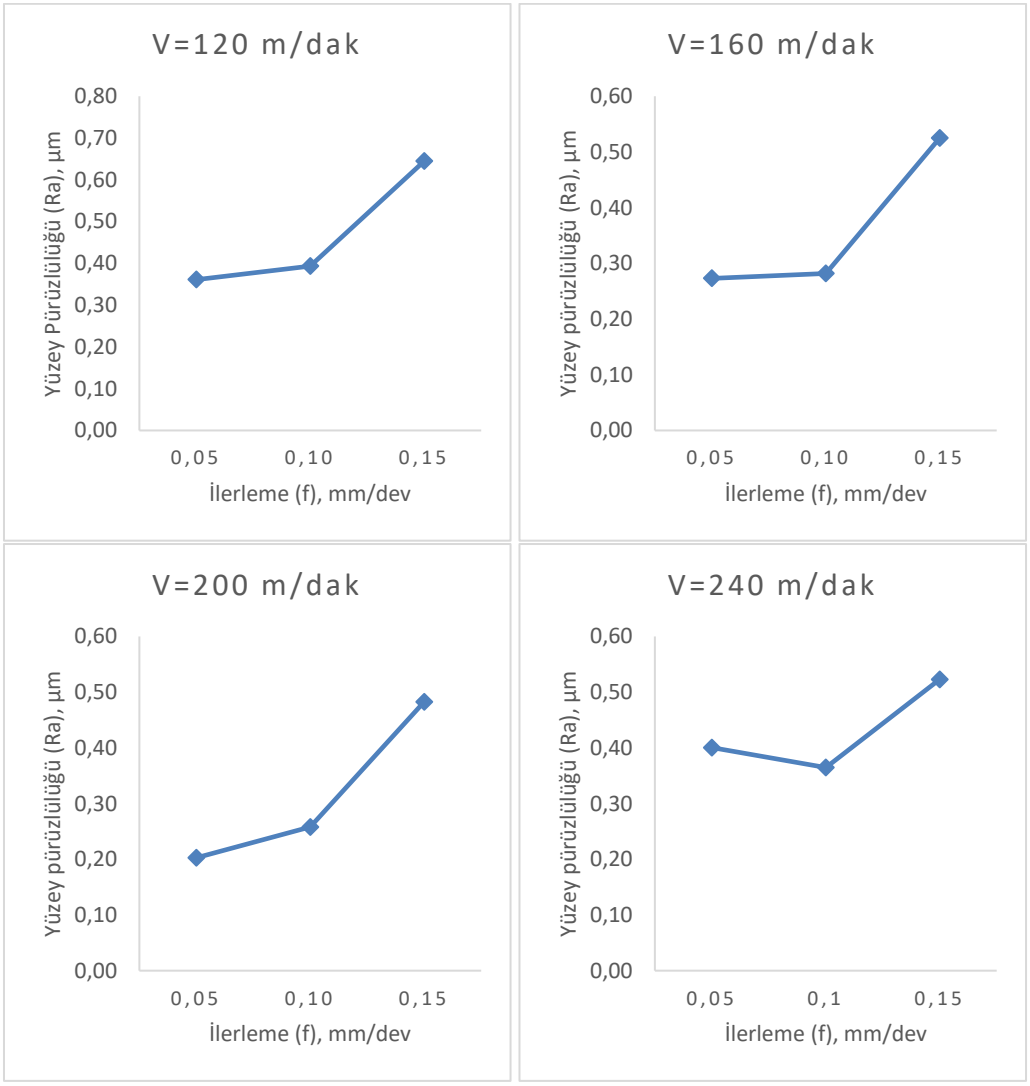
Şekil 4. En düşük ve en yüksek titreşim genliği grafiği

Deneylerde elde edilen yüzeylerden her bir yüzey için üç farklı noktadan ölçüm yapılmış, ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri alınmıştır. Ölçümler LC ISO-16610-21 standardında olup ölçüm mesafesi 4,8 mm uygulanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı Mahr marka, MarSurf PS 10 modelidir. Elde edilen ortalama yüzey pürüzlülüğü verileri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Deneylerde elde edilen Ra değerleri

Deney No	V (m/dak)	f (mm/dev)	a (mm)	t (sn)	Ra (µm)
D1	120	0,05	0,2	47,12	0,361
D2		0,10		23,56	0,393
D3		0,15		15,71	0,645
D4	160	0,05	0,2	35,34	0,273
D5		0,10		17,67	0,282
D6		0,15		11,78	0,525
D7	200	0,05	0,2	28,27	0,203
D8		0,10		14,14	0,258
D9		0,15		9,42	0,483
D10	240	0,05	0,2	28,27	0,400
D11		0,10		14,14	0,365
D12		0,15		7,18	0,523

En yüksek yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerine bakıldığında 0,645 µm ile 120 m/dak kesme hızında ve 0,15 mm/dev ilerlemede görülmüştür. En düşük yüzey pürüzlülük değeri ise 0,203 µm ile 200 m/dak kesme hızında ve 0,05 mm/dev ilerleme hızında elde edilmiştir. Şekil 5'te Ra grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 5. Deneylerde elde edilen verilerin Ra grafiği

3. SONUÇ

Bu çalışmada, AISI 4140 ıslah çeliğinin seramik kesici takımlar ile kuru ortamda tornalanmasında titreşim ve yüzey pürüzlülüğü deneysel olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Kesici takıma gelen en düşük titreşim genliği değeri 0,001 ile 0,002 gRMS aralığında x (Ch1) ve y (Ch2) doğrultusunda ölçülmüştür. En yüksek titreşim genliği değeri ise kesme ilerlemesi yönünde olduğundan dolayı z (Ch3) doğrultusunda ölçülmüştür.
- Ch3 doğrultusu en yüksek titreşim genliği değeri 0,0101 gRMS ile 200 m/dak kesme hızında ve 0,15 mm/dev ilerlemede elde edilmiştir. En düşük titreşim genliği değeri ise 0,0033 gRMS ile 120 m/dak kesme hızında ve 0,05 mm/dev ilerlemede elde edilmiştir. Titreşim genliği değerlerinin doğru orantılı olarak artan kesme hızı ve ilerleme ile arttığı, azalan kesme hızı ve ilerleme ile azaldığı görülmüştür.
- En yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri 0,645µm ile 120 m/dak kesme hızında ve 0,15 mm/dev ilerlemede, en düşük yüzey pürüzlülük değeri ise 0,203 µm ile 200 dev/dak kesme hızında ve 0,05 mm/dev ilerlemede görülmüştür. Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen ana parametrenin ilerleme olduğu ve sonrasında kesme hızının takip ettiği görülmüştür.
- En düşük titreşim genliği değerleri, ilerlemenin en düşük olduğu parametrede meydana gelmiştir. Genellikle titreşimin en düşük olduğu parametrede, yüzey pürüzlülük değerinin azaldığı görülmüştür. Tezgâh gücü ve kapasitesi dikkate alınarak yüksek kesme hızı ve düşük ilerlemelerde, titreşim genliği değerlerinin azalması ile yüzey pürüzlülük değerlerinin de azaldığı görülmüştür.
- Bu çalışmada, literatürde yapılan çalışmalara göre daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, laboratuar çalışmalarında desteklerini esirgemeyen Düzce - Gölyaka Mesleki ve Teknik Anadolu lisesi Müdürlüğü'ne ve BAP - 2019.22.01.912 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle destekleyen Düzce Üniversitesi'ne teşekkür ederiz.

RERERANSLAR

ŞEREMET, M. (2019), AISI 4140 Islah Çeliğinin Seramik Kesici Takımlarla Tornalanmasında Oluşan Titreşimin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin Deneysel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, Türkiye.

KARAGÖZ, İ. (2007), Sementasyon Çeliklerinde Difüzyon ve Sertlik Derinliğini Arttırıcı Isıl İşlem Koşullarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

ELBAH, M., YALLESE, M. A., AOUİCİ, H., MABROUKİ, T. and RİGAL, J. F. (2013), Comparative Assessment of Wiper and Conventional Ceramic Tools on Surface Roughness in Hard Turning AISI 4140 Steel, *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, 46, 9, 3041-3056.

DAS, S. R., DHUPAL, D., and KUMAR, A. (2015), Experimental Investigation into Machinability of Hardened AISI 4140 Steel using TiN Coated Ceramic Tool, *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, 62, 108-126.

SHIDDIQUE, M. S., AKHTAR, M. N. and ZIAULHAQUE, M. (2017), Turning Parameter Optimization for Surface Roughness of AISI 4140 Alloy Steel by Taguchi Method, *IJSART Journal*, 3, 5.

YARDIMEDEN, A. (2018), Farklı kesme parametreleriyle AISI 1040 çeliğin tornalanmasında oluşan titreşimlerin ve yüzey pürüzlülüğün incelenmesi", *DÜMF Mühendislik Dergisi,* c. 9, sayı 1, ss. 269-278.

GÜÇ SİSTEMİNDE GERİLİM KARARLILIĞI İÇİN TCSC'NİN OPTİMAL YERLEŞTİRİLMESİ

Doktora Öğrencisi. Cenk ANDİÇ
Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektrik Elektronik ve Bilgisayar A.B.D.
cnkandic@gmail.com

Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK
Düzce Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektrik Elektronik Mühendisliği
aliozturk@duzce.edu.tr

Doç. Dr. Salih TOSUN
Düzce Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Elektrik Elektronik Mühendisliği
salihtosun@duzce.edu.tr

Öğretim Görevlisi Beytullah BOZALİ
Düzce Üniversitesi / Meslek Yüksekokulu / Elektrik ve Enerji
beytullahbozali@duzce.edu.tr

Özet
Elektrik şebekelerinin her geçen gün büyümesi ile birlikte iletim hatlarının doluluk oranı üst sınır değerlerine ulaşmaktadır. İletim hatlarının yetersiz kaldığı yerlerde, mevcut hatlara paralel olarak yeni iletim hatları kurulmaktadır ancak bu kurulum oldukça maliyetlidir. Yeni bir iletim hattı kurmak yerine, iletim hatlarının kapasitelerini arttırmak ve reaktif güç kompanzasyonu sağlayarak bu sistemleri kontrol etmek mümkündür. Son yıllarda Esnek Alternatif Akım İletim Sistemi (FACTS) cihazları, reaktif güç kompanzasyon elemanları olarak kullanılmıştır. Yük baralarının sistemden çekebileceği maksimum bir güç sınırı değeri vardır. Yük baraları, belirtilen maksimum güç değerinden daha fazla güç çekemezler. Aksi takdirde sistemde gerilim kararsızlığı yaşanmaktadır. Bu çalışmada, bir FACTS cihazı olan Tristör Kontrollü Seri Kapasitör (TCSC), sistemin maksimum yüklenme parametre analizi için bir güç sistemi üzerinde kullanılmıştır. TCSC'nin yerleşimi sistemin yüklenme kapasitesini maksimum yapacak şekilde incelenmiştir. TCSC, sırasıyla tüm hatlara yerleştirilmiştir ve her bir durumda sistemin gerilim kararlılığı, hatlarda meydana gelen kayıplar ve baraların gerilim profilleri PSAT programı aracılığıyla incelenmiştir. Güç sisteminde TCSC'nin kullanılması ile sistemdeki baraların gerilim profillerinin iyileştiği görülmüştür. TCSC'nin sistemdeki en uygun yere yerleştirilmesi ile sistemin maksimum yüklenme parametresinin arttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: TCSC, Maksimum yüklenme parametresi, Gerilim kararlılığı, Güç sistemi.

OPTIMAL PLACEMENT OF TCSC IN POWER SYSTEM FOR VOLTAGE STABILITY

Abstract
As the electricity networks grow day by day, the occupancy rate of the transmission lines reaches the upper limit values. Where transmission lines are inadequate, new transmission lines are installed in parallel to existing lines, but this installation is very costly. Instead of installing a new transmission line, it is possible to control the systems by increasing the capacities of the transmission lines and providing reactive power compensation. In recent years, Flexible Alternating Current Transmission System (FACTS) devices have been used as reactive power compensation elements. The load buses have a maximum power rating limit that can be drawn from the system. The load buses cannot draw more power than the specified maximum power rating. Otherwise, there is voltage instability in the system. In this study, a FACTS device, Thyristor Controlled Serial Capacitor (TCSC), was used on power system for maximum loading parameter analysis of the system. The placement of the TCSC was investigated to maximize the loading capacity of the system. The TCSC was installed in all lines respectively and the voltage stability of the system, losses in the lines and the voltage profiles of the buses in each case were investigated through the PSAT program. With the use of TCSC has shown

that, the voltage profile of the system is improved and the maximum load parameter of the system increases with the placement of the TCSC in the optimal place in the system.

Keywords: TCSC, Maximum loading parameter, Voltage stability, Power system.

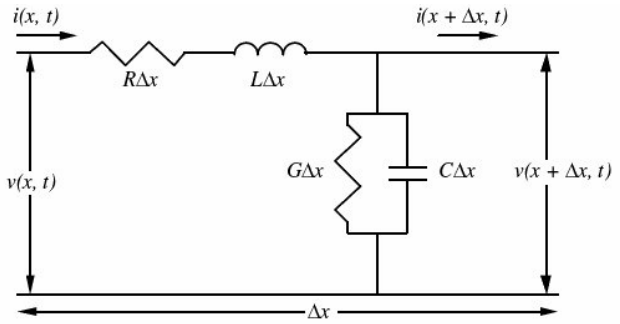
1. GİRİŞ

Güç sistemlerinin işletilmesi yük tarafının talep ettiği gücün sürekli olarak minimum maliyet ile karşılanması işlemidir (Zhou ve ark., 2004). Ancak yükün sistemden çekebileceği maksimum güç sınır değeri vardır. Eğer bu limit güç değeri aşılırsa, sistem gerilim bakımından kararsız bölgeye geçmektedir. Bu yüzden yükün talep ettiği gücün sınır güç değerine ulaşması istenilmemektedir. Güç sistemlerinde talep edilen güç her geçen gün artmaktadır ve böylece iletim hatlarının doluluk oranı yüksek olmaktadır. İletim hatlarından daha fazla güç iletebilmek için yeni paralel hatlar kurulmalıdır (Haque, 2007). Tabi ki bu durum oldukça maliyetlidir. Bunun yerine 1980'lerde tristörün geliştirilmesi ile Esnek Alternatif Akım İletim Sistemi (FACTS) cihazları geliştirilmiştir (Milano ve ark., 2008).. Adından da anlaşılacağı üzere iletim hatlarının güç taşıma kapasitesini bir miktar esnetmekte, arttırmaktadır.

Bu çalışmada ise bir FACTS cihazı olan Tristör Kontrollü Seri Kapasitör (TCSC) 5 baralı bir test sisteminin iletim hatlarına yerleştirilmektedir. FACTS cihazı yerleştirilmeden önce ve sonrası için yük baralarının P-V eğrisi incelenmiştir. Bununla birlikte sistemin maksimum yüklenme parametresi ile yük baralarının gerilim genlik değerinin değişimi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Güç sistemlerinde iletim hatlarının karakteristik özelliği incelendiğinde sistemin Şekil 1'de gösterildiği üzere R (direnç), L (endüktans), G (şönt kondüktans) ve B (şönt kapasite)'si vardır (Özyürek, 1999).

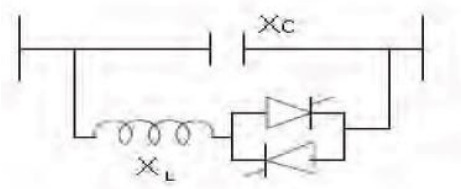


Şekil 1. İletim hattının karakteristiği.

İletim hatlarından daha fazla güç transferini yapabilmek için iletim hattının reaktif bileşeni yok etmek gerekmektedir. Bu sayede, iletim hatlarının doluluk oranı azalmaktadır ve daha fazla aktif gücün taşınmasına olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada da reaktif gücü kompanse etmek için iletim hatlarına seri olarak TCSC yerleştirilmektedir. TCSC iletim hattının empedansını kontrol edilerek, güç akışını kontrol edilmiş olacak ve aynı zamanda iletim hattının reaktif bileşenin kompanzasyonu sağlanarak daha fazla gücün iletilmesi sağlanacaktır.

2.1. Tristör Kontrollü Seri Kapasitör (TCSC)

TCSC bir FACTS cihazıdır ve iletim hatlarına seri bağlanırlar. İletim hattına seri bağlanan bir kondansatör ve kondansatöre paralel bağlı bir tristör kontrollü reaktör bulunmaktadır. Tristörün ateşleme açısına (α) göre TCSC'nin iletim hattına verdiği reaktif güç ayarlanmaktadır. Yükün değişken talep miktarına göre hatlardaki reaktif bileşen değişmektedir ve TCSC'nin çıkış gücünü tristörün α tetikleme açısıyla ayarlayarak kompanse edilmektedir. TCSC'nin genel yapısı Şekil 2'de gösterilmektedir (Dogan ve ark, 2011).

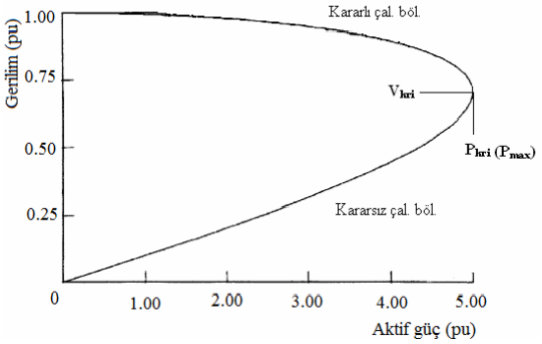


Şekil 2. TCSC'nin genel yapısı.

TCSC'nin 3 temel çalışma durumu vardır (Ertay ve ark., 2012).
1) α_{min} : ateşleme açısının maksimum olması ile TCSC'nin sisteme verebileceği güç maksimumdur.
2) α_{max} : hat akımı bobin üzerinden geçmektedir ve TCSC küçük bir miktarda endüktif özellik göstermektedir.
3) TCSC'nin hem kapasitif hem endüktif bölgeye sık sık geçmesidir. Bu çalışma durumu Senkronaltı Rezonans (SSR) salınımlarını önlemeye yaramaktadır.
Bu çalışmada 5 baralı bir test sistemi kullanılmaktadır. Ancak TCSC cihazı çok pahalı bir cihaz olduğu için sistemde bulunan her iletim hattına yerleştirilmesi mümkün değildir. TCSC'nin hangi iletim hattına yerleştirileceği konusunda, sistemin geleneksel yük akışı sonuçlarına göre iletim hatlarındaki kayıbın fazla olduğu hatta bağlanması uygun görülmektedir. TCSC'nin etkisini anlayabilmek için öncelikle P-V eğrisi Bölüm 2.2'de gösterilmektedir.

2.2. P-V Eğrisi

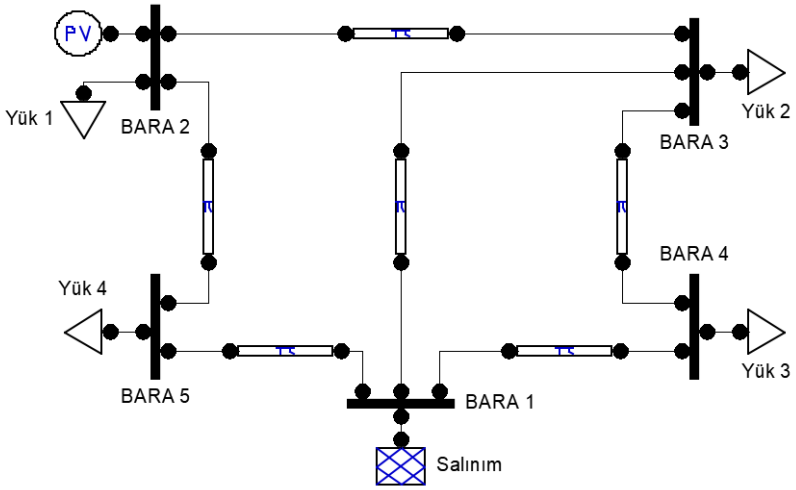
Güç sistemlerinde yük baralarının sistemden çekebileceği maksimum güç miktarını analiz edebilmek için sistemin P-V eğrisine bakılmaktadır. P-V eğrisine bakılarak ilgili yük baralarının sistemden çekebileceği maksimum güç miktarı (maksimum yüklenme parametresi λ_{max}) ile yük barasının gerilim genliğinin inebileceği limit değeri bulunulmaktadır (Kundur ve ark., 1994). İdeal bir sistemde maksimum yüklenme parametresinin maksimum, baranın gerilim genlik değerinin minimum olması beklenilmektedir çünkü gerilim genlik değeri sistemin kararsız bölgeye geçmesi için tolerans gösterilen gerilim genlik düşme değeridir. Şekil 3'te bir P-V eğrisi gösterilmektedir. P-V eğrisinden λ_{max} ile V elde edilmektedir.



Şekil 3. P-V eğrisi.

3. PROBLEMİN TANITILMASI

Şekil 4'te gösterilen 5 baralı güç sistemine TCSC eklenildiği durumda gerilim kararlılığının değişimi incelenecektir.

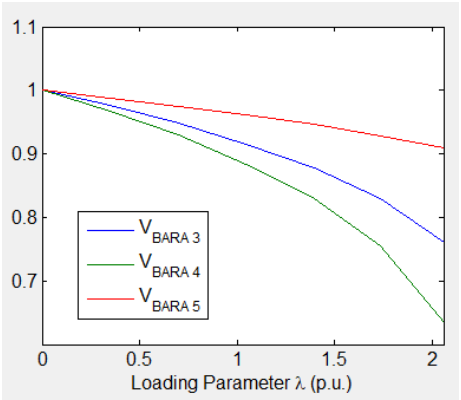


Şekil 4. 5 Baralı Test Sistemi.

Öncelikle sistemin TCSC'siz durumdaki maksimum yüklenme parametresi ile gerilim genlik minimum değeri elde edilmektedir. Daha sonrasında TCSC'nin eklenilmesi ile değişim incelenmektedir.

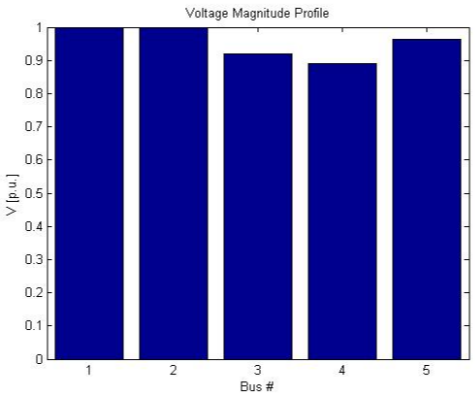
3.1. TCSC'siz P-V Eğrisi

Şekil 5'te 5 baralı test sisteminin P-V eğrisi gösterilmektedir. P-V eğrisi sistemin sürekli yük akışı yapılması ile elde edilmektedir.



Şekil 5. TCSC'siz P-V Eğrisi.

Şekil 5'teki grafiğe göre S_{BAZ} = 100 MVA olduğu için λ_{max} = 2.05785 p.u. olarak bulunmaktadır. Gerilim değeri ise V = 0.63362 p.u. olarak bulunmaktadır. Sistemin gerilim profili ise Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6. TCSC'siz sistemin gerilim profili.

Şekil 6'ya göre 3-4 numaralı baraların gerilim profilinde diğerlerine göre bir azalma gözükmektedir. Sisteme TCSC eklenildiği durumdaki P-V eğrisi ile gerilim profilleri Bölüm 3.2'de gösterilmektedir.

3.1. TCSC'li P-V Eğrisi

5 baralı test sistemine TSCS bağlanıldığı durumu incelemek için ilk olarak TCSC'nin hangi iletim hattına bağlanacağı konusunda sistemin geleneksel yük akışı sonuçlarına göre iletim hatlarındaki kayıpların en fazla olduğu hatta bağlanılması gerekmektedir. Tablo 1'de sistemin geleneksel yük akışı sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 1. Sistemin geleneksel güç akışı sonuçları.

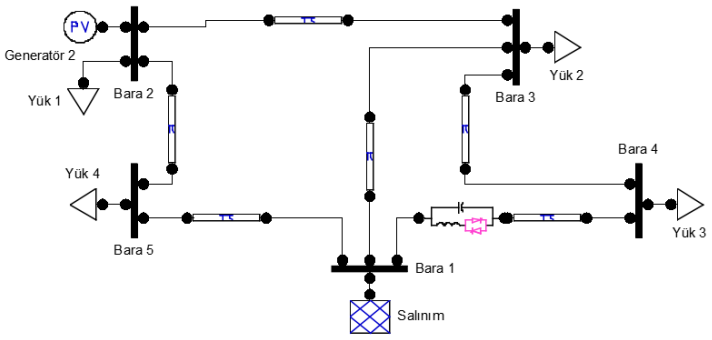
Baradan	Baraya	Hat Sırası	Aktif Güç Akışı (p.u.)	Reaktif Güç Akışı (p.u.)	Aktif Güç Kaybı (p.u.)	Reaktif Güç Kaybı (p.u.)
3	2	1	-0.3657	-0.26679	0.01209	0.04743
5	2	2	-0.12132	-0.16469	0.0009	0.00802
1	3	3	0.35667	0.13289	0.0145	0.05708
4	3	4	-0.10627	-0.03704	0.00159	0.00555
4	1	5	-0.29373	-0.06296	**0.01705**	**0.06731**
1	5	6	0.4911	0.08401	0.01242	0.0487

Tablo 1'den elde edilen verilere göre iletim hatlarında meydana gelen en fazla hat kayıpları 1-4 baraları arasındaki hatta meydana gelmektedir. Eğer TCSC cihazının bu hatta bağlanırsa, sistemin gerilim profili iyileşmesi beklenilmektedir. Şekil 7'de 1-4 numaralı baralar arasında TCSC'nin yerleştirilmiş hali gösterilmektedir. Sisteme yerleştirilen TCSC'nin parametreleri Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. TCSC'nin parametresi.

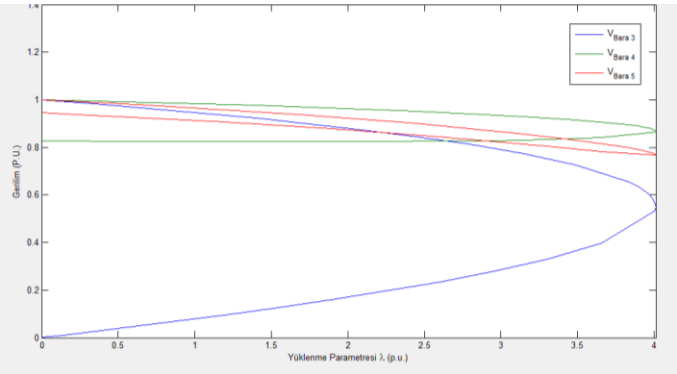
S (MVA)	V (p.u.)	F (hertz)	Tr	Kr	Seri Kompanzasyon Oranı (%)
100	400	50	0.01	10	60

Tablo 2'de TCSC'nin seri kompanzasyon oranı literatürdeki çalışmalara dayanarak %60 olarak kabul edilmiştir.



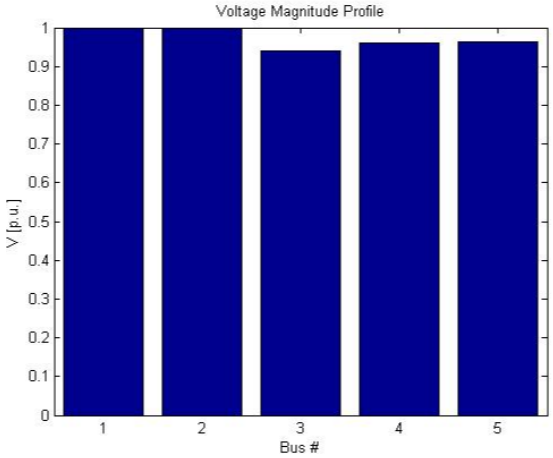
Şekil 7. 1-4 Baraları Arasına TCSC'nin Yerleştirilmiş Hali.

Bu durumda elde edilen P-V eğrisi Şekil 8'de gösterilmektedir.



Şekil 8. 1-4 Hattına Bağlanan TCSC ile P-V Eğrisi.

Şekil 8'e göre maksimum yüklenme parametresi λ_{max} = 4.01068 p.u. ve V = 0.55131 p.u. olarak bulunulmaktadır. Yüklenme parametresinin TCSC'siz duruma göre büyük oranda arttığı ve yük barasının kabul edilebilir gerilim genlik değerinin oldukça azaldığı görülmektedir.
Şekil 9'da ise gerilim profilindeki iyileşme gösterilmektedir.



Şekil 9. TCSC Eklenildiği Durumda Gerilim Profili.

Şekil 9'da gösterildiği üzere gerilim profilleri TCSC'siz duruma göre iyileşmektedir ve 3-4 numaraları baraların gerilim genlik seviyeleri 0.9 p.u.'nun üzerine çıkmaktadır.

Güç sisteminin geleneksel yük akışı sonuçlarından elde edilen hat kayıplarını dikkate alarak yapılan TCSC yerleşiminin en iyi (optimal) çözüm olup olmadığını ispat etmek amacıyla TCSC 6 iletim hattına sırasıyla aynı parametreler ile yerleştirilmiştir ve analiz için gerekli olan λ_{max} ve V değerleri Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Tüm Durumlar İçin Analiz Değerleri.

	Hatlar	***λ_{max}***	***Gerilim***
TCSC'siz Durum	1-4	**4.01068**	**0.55131**
	1-5	2.06771	0.64563
λ_{max} = 2.05785	1-3	2.77554	0.63533
	2-3	2.4659	0.69957
V = 0.63362	2-5	2.0587	0.63124
	3-4	2.3911	0.63384

Tablo 3'te elde edilen sonuçlara göre gerilim kararlılığı açısından TCSC'nin yerleşiminin, iletim hatlarında meydana gelen kayıpları dikkate alınılarak yapılan yerleşiminin ideal olabileceği sonucuna ulaşılmaktadır. Tablo 3'e göre maksimum yüklenme parametresinin en yüksek olduğu kısım TCSC'nin 1-4 numaralı baralar arasına bağlandığı durumdur ve gerilim genlik değerinin kararsız bölgeye geçmemesi için gösterilen tolerans değerinin en düşük olduğu kısımda TCSC'nin 1-4

numaralı baralar arasına bağlandığı durumdur. Şekil 9'da gösterildiği gibi gerilim profilindeki iyileşme açık bir şekilde gösterilmektedir.

4. TARTIŞMA

Bu bölümde, çalışmaların sonuçlarının önemi açıklanmalı ve tekrar edilmemelidir. Bu çalışmada 5 baralı bir güç sisteminde iletim hattından iletilebilecek güç kapasitesini arttırmak için bir FACTS cihazı olan TCSC yerleştirilmektedir. TCSC'nin güç sistemine yerleştirilmesinde ilk olarak sistemin geleneksel yük akışı sonuçlarına göre kayıpların en fazla olduğu iletim hattı seçilmiştir ve daha iyi bir sonucun olup olamayacağını ispat etmek amacıyla TCSC aynı parametreler ile güç sisteminde bulunan tüm iletim hatlarına sırasıyla yerleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda maksimum yüklenme parametresinin λ_{max} en yüksek değerde olması ve V gerilim genlik değerinin ise sistemin kararsız bölgeye geçmemesi için tolere edilen gerilim değeri olduğu için minimum olması istenilmektedir. Elde edilen sonuçlar bu açıdan analiz edildiğinde TCSC'nin gerilim kararlılığı açısından yerleştirilmesinde hat kayıplarının en fazla olduğu hatta bağlanılmasının optimal çözüm olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

DOGAN, M., TOSUN, S., OZTURK, A., ve DOSOGLU, M. K. (2011, December). Investigation of TCSC and SSSC controller effects on the power system. In *2011 7th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO)* 127-131.

ERTAY, M. M., ve AYDOĞMUŞ, Z. (2012). Güç Sistemlerinde Facts Uygulamalari. *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, *4*(2), 40-58.

HAQUE, M. H. (2007). Best location of SVC to improve first swing stability limit of a power system. *Electric power systems research*, *77*(10), 1402-1409.

KUNDUR, P., BALU, N. J., ve LAUBY, M. G. (1994). *Power system stability and control* (Vol. 7). New York: McGraw-hill.

MILANO, F., VANFRETTI, L., ve MORATAYA, J. C. (2008). An open source power system virtual laboratory: The PSAT case and experience. *IEEE Transactions on Education*, *51*(1), 17-23.

OZYUREK, A. (1999). *Tristör Kontrollü Seri Kompanzasyon Ve Türkiye Enerji İletim Sistemlerine Uygulanması* (Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

ZHOU, X. Y., WANG, H. F., ve AGGARWAL, R. K. (2004). Detailed modelling and simulation of UPFC using EMTP. In *39th International Universities Power Engineering Conference, 2004.* 256-260.

GÜÇ SİSTEMİNDE DURUM KESTİRİMİNİN TEKRARLI YENİDEN-AĞIRLIKLANDIRMALI EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Cenk ANDİÇ
Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektrik Elektronik ve Bilgisayar A.B.D.
cnkandic@gmail.com

Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK
Düzce Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
aliozturk@duzce.edu.tr

Doç. Dr. Salih TOSUN
Düzce Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
salihtosun@duzce.edu.tr

Özet
Güç sisteminde durum kestirimi, güç sisteminin modellenmesi, izlenmesi, işletilmesi ve kontrol edilmesi işlemlerinin en önemli bir bölümüdür. SCADA sisteminden alınan ölçüm verileri ile sistemde bulunan baraların gerilim genlik ve açı değerleri bulunmaktadır. Ancak yapılan her bir ölçüm, ölçmeden kaynaklanan bir hata ya da verilerin kontrol merkezine iletilmesi esnasında bir miktar gürültü hatası içermektedir. Güç sistemlerinde durum kestiriminin amacı ise ölçüm hatalarını minimize edecek şekilde baraların gerilim fazörlerini bulabilmektir. Durum kestirimi problemi genellikle Ağırlıklı En Küçük Kareler (AEKK) yöntemi ile çözülmektedir. Ancak yanlış ölçüm sonuçları hesaba katıldığında (kaldıraç noktaları), AEKK yönteminin sonuçları yetersiz kalmaktadır. Bu çalışmada ise AEKK yöntemine alternatif olarak, IEEE'nin 14 baralı test sistemi üzerinde Tekrarlı Yeniden-Ağırlıklandırmalı En Küçük Kareler (TYEKK) yöntemi kullanılarak durum kestirimi gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada AEKK yöntemi ile TYEKK yönteminin durum kestirimi sonuçları karşılaştırılmıştır. İkinci aşamada ise ölçüm veri grubuna bir kötü veri (yanlış ölçüm) eklenmiştir. Bu durumda yapılan durum kestirimi sonuçları ile TYEKK ve AEKK yöntemlerinin hatalı veriyi elimine etme başarısı karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda TYEKK yönteminin kabul edilebilir doğruluk değerine sahip olduğu ve hatalı veriyi başarıyla eliminize ettiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Tekrarlı Yeniden-Ağırlıklandırmalı En Küçük Kareler yöntemi, Durum kestirimi, Hatalı veri, Güç sistemleri.

FULL PAPER TITLE IN TITLE CASE (Times New Roman, 12 Punto, Bold)
INVESTIGATION OF POWER SYSTEM STATE ESTIMATION BY USING ITERAVELY REWEIGHTED LEAST SQUARES METHOD

Abstract
Power system state estimation is the most important part of modeling, monitoring, operating and controlling the power system. With the measurement data obtained from SCADA system, voltage magnitude and angle values of buses in the system are available. However, each measurement includes an error caused by the measurement noise or some noise error during transmission of the data to the control center. The purpose of state estimation in power systems is to find the voltage phasors of the buses in a way that minimizes measurement errors. State estimation problem is usually solved by Weighted Least Squares (WLS) method. However, when the wrong measurement results are taken into account (leverage points), the results of the WLS method are insufficient. In this study, as an alternative to the WLS method, IEEE's 14 busbar test system was used to estimate the state by using Iteratively Re-weighted Least Squares (IRLS) method. In the first step, the results of the state estimation of IRLS and WLS method were compared. In the second stage, a bad data (wrong measurement) was added to the measurement data group. In this case, the results of the state estimation are compared with the success of eliminating the incorrect data of the IRLS and WLS methods. As a result of the analysis, it was seen that IRLS method has acceptable accuracy value and successfully eliminates incorrect data.

Keywords: Iteratively Re-Weighted Least Squares method, State estimation, Bad data, Power systems.

1. GİRİŞ

Güç sistemlerinin izlenilmesi, yönetilmesi ve planlanması için sistemdeki tüm baraların gerilim fazörlerinin bilinmesi gerekmektedir (Huang ve ark., 2012). Gerilimin fazör değerleri ($V\angle\delta$) durum tahmini yapılarak elde edilmektedir (Abur, 2004). Durum tahmini, Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) ya da Phasor Measurement Unit (PMU) cihazlarından gelen ölçüm verilerini kullanarak yapılmaktadır (Pires ve ark., 2013). Ancak her ne kadar istenmese her bir ölçüm bir miktar gürültü hatası içermektedir (Zhao ve ark., 2015). Durum tahmininin amacı ise ölçüm cihazlarından gelen ölçüm veri grubunu kullanarak hataların en az olmasını sağlayacak şekilde durum vektörünü elde etmektir (Monticelli, 2000).

Literatüre bakıldığında tahmin edici çeşitleri olarak M-tahmin edicisi, L-tahmin edicisi ve R-tahmin edicisi kullanılmaktadır (Hogg, 1979). Bu çalışmada ise Bölüm 2'de Ağırlıklı En Küçük Kareler (AEKK) yöntemi ile Tekrarlı Yeniden-Ağırlıklandırmalı En Küçük Kareler (TYEKK) yönteminden bahsedilmiştir. Bölüm 3'te IEEE 14 baralı test sistemi için belirtilen iki yöntem ile durum tahmini yapılmaktadır. İkinci aşamada ise ölçüm cihazlarından gelen ölçüm veri grubuna bir adet kötü veri eklenilmektedir ve bu durumda hatalı veriyi elimine etme performansları iki yöntemin durum tahmini sonuçları ile değerlendirilmiştir. Bölüm 4'te yapılan durum tahmininin sonuçları verilmiştir. Bölüm 5'te ise çalışmanın tartışmasına yer verilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Güç sistemlerinde durum tahmini yapılırken tahmin ediciler kullanılmaktadır. Eğer durum tahmini için gereken veri grubu içerisinde bir aykırı (yanlış) veri yoksa ise geleneksel tahmin yöntemleri kullanılabilir. Durum tahmini probleminde en yaygın olarak kullanılan yöntem Ağırlıklı En Küçük Kareler (AEKK) yöntemi kullanılmaktadır. Aşağıda AEEK'nın açıklaması yapılmaktadır.

2.1. Ağırlıklı En Küçük Kareler Yöntemi (AEKK)

AEKK yöntemi mevcut ölçüm veri grubunda aykırı bir veri olmadığında oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. AEKK yöntemi ölçüm sonucu meydana gelen artıkların karelerinin toplamını minimize etmeye dayanır (Chakrabarti, 2009).

$$J = \sum_{i=1}^{m} W_{ii} r_i^2 \tag{1}$$

(1) denkleminde gösterildiği üzere r_i, m adet ölçümde meydana gelen artıkları ifade etmektedir [$r_i = z_i - h(x)_i$]. z_i durum vektörünü ifade etmektedir. $h(x)_i$ ise ölçümler ile durum vektörü arasındaki lineer olmayan ilişkiyi gösteren fonksiyondur. AEKK yönteminin amacı hataları minimize edecek şekilde bir tahmin yapmaktır. Ölçümlerde meydana gelen hataların + (pozitif) ya da – (negatif) büyüklükler olarak denk gelip birbirlerini yok etmemeleri için karesini alarak hem işaretin önemi kaldırılmaktadır hem de ölçüm hatası vurgulanmaktadır (Göl, 2014).. Hassasiyeti yüksek olan ölçüm cihazlarından elde edilen ölçümlerin daha doğru sonuçlar verebileceği için bu cihazlardan alınan ölçümlere ağırlık verilmesi durum tahmininin doğruluğunu arttırmaktadır (Göl ve ark., 2014). Bu sebeple (1) denkleminde W_{ii} olarak köşegenel ağırlık matrisi yer almaktadır. Durum tahmini probleminde amaç ölçüm hatalarını minimize etmek olduğu için (1) denkleminde verilen J fonksiyonunun kısmi türevi alınıp sıfıra eşitlenmelidir. Aşağıda gösterilmektedir.

(2)

$$g(x) = \frac{dJ(x)}{dx} = -H^T R^{-1}[z - h(x)] = 0 \tag{2}$$

(3) denkleminde yer alan g(x) lineer olmayan fonksiyonun x durumları etrafında Taylor serisi açılımı yapıldığı durum aşağıda (3) denkleminde gösterilmektedir.

(4)

$$g(x) = g(x^k) + G(x^k).(x - x^k) + \cdots = 0 \quad (3)$$

(3) denkleminde yüksek dereceli terimler (h.o.t.) ihmal edilmiştir. (3) denkleminde $G(x^k) = dg(x^k)/dx$ olarak ifade edilmiştir ve kazanç matrisi olarak isimlendirilmektedir. İteratif olarak yeni değer (durum vektörü) elde etme durumu ise (4) denkleminde belirtilmiştir.

$$x^{k+1} = x^k - [G(x^k)]^{-1}.g(x^k) \quad (4)$$

(4) denkleminde ifade edilen iterasyon süreci, belirtilen iterasyon sayısına (t_{max}) ulaşılması halinde ya da yeni değer üretememe olarak belirtilen $\Delta x_k \leq 10^{-4}$ değerine ulaşması halinde durdurulmaktadır. Böylece bilinilmesine ihtiyaç duyulan durum vektörünün değeri tahmin edilmektedir (Mili ve ark., 1994). Ancak dikkat edilirse W_{ii} matrisi iterasyon başlangıcında sabit bir matris olarak yer almaktadır, TYEKK yönteminde ise bu durum değişkenlik göstermektedir. Bölüm 2.2'de gösterilmektedir.

2.2. Tekrarlı Yeniden-Ağırlıklandırmalı En Küçük Kareler Yöntemi (TYEKK)

Durum tahmininin yapılabilmesi için güç sisteminin belirli baralarına yerleştirilen ölçüm cihazlarından gelecek olan ölçüm verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bazen ölçüm verileri arasında aykırı (outliers) ölçümler olarak adlandırılan hata içeren ölçümler karışmaktadır. Aykırı ölçümlerin içerdikleri hatanın büyüklüğüne göre durum tahmini sonucunu olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumda gürbüz (robust) tahmin ediciler kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise bir M-tahmin edicisi fonksiyonu olan Huber fonksiyonu ile TYEKK yöntemi kullanılmaktadır. (5) denkleminde ölçüm hatalarının minimize edilmesi için gerekli olan *C* fonksiyonu gösterilmektedir (Bei ve ark., 2005).

$$C(x,w) = \sum_{i=1}^{m} w_i.[z_i - h(x_i)] \quad (5)$$

(5) denkleminde belirtilen w_i ağırlık matrisi, (6) denkleminde gösterildiği üzere her iterasyon yeni bir değer almaktadır. AEKK yönteminde iterasyon başlangıcında belirtildiği üzere sabit bir matris değildir. (7) denkleminde belirtilen *x*'in her bir iterasyonda yeni değer alması ile ağırlık matrisi değişmektedir.

$$w_i^t = w_i(x^t) \quad (6)$$

$$x^{t+1} = argmin_x \sum_{i=1}^{m} {w_i}^t.[z_i - h(x_i)] \quad (7)$$

Bu çalışmada TYEKK yöntemini uygularken Huber fonksiyonu kullanılmaktadır. Huber fonksiyonunun genel yapısı ile C fonksiyonu (8) denkleminde gösterilmektedir.

$$C_p(x,w) = \sum_{i=1}^{m} w_i^t.[z_i - h(x_i)]^p \quad (8)$$

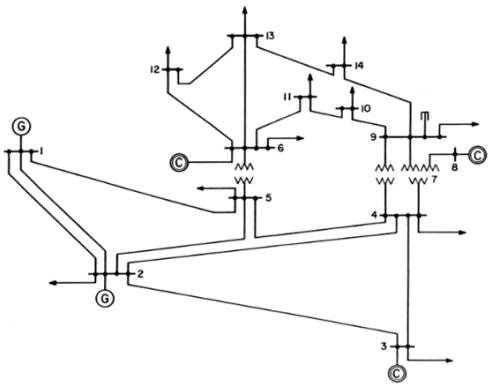
(8) denkleminde belirtilen p değeri Huber fonksiyonunun genel yapısını göstermektedir. Bu çalışmada istenilen hataların en küçük kareler yöntemi olarak bulunması olduğu için p değeri 2 kabul edilmektedir. Bu durumda denklem, (9) denklemine dönüşmektedir.

$$C_2(x,w) = \sum_{i=1}^{m} w_i^t.[z_i - h(x_i)]^2 \quad (9)$$

Bu aşamadan sonrası AEKK yönteminde belirtilen kısım ile aynıdır. Dikkat edilmesi gereken asıl nokta her iterasyonda ağırlık matrisinin içeriğinin değişmesidir. Ağırlık matrisi, ölçüm hatalarını minimize edecek şekilde her iterasyonda yeni değerler alarak güncellenmektedir.

3. PROBLEMİN TANITILMASI

Şekil 1'de IEEE-14 baralı test sistemi gösterilmektedir. Durum tahmininin amacı sistemdeki 14 baranın gerilim genlik ve açı değerlerinin ($V\angle\delta$) bulunulmasıdır. Durum tahmini için gerekli olan ölçüm veri grubu Tablo 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. IEEE-14 Baralı Test Sistemi.

Tablo 1. IEEE-14 Baralı Test Sistemi İçin Gerekli Ölçüm Veri Grubu (p.u.) (Zhao ve ark., 2016).

Ölçüm Sırası	***Ölçüm Değeri***	***Baradan***	***Baraya***
Gerilim Genlik Büyüklüğü			
1	1.0600	1	0
Gerilim Açı Değeri			
2	0.0000	1	0
Aktif Güç Enjeksiyonu			
3	-0.9420	3	0
4	-0.4780	4	0
5	0.0000	8	0
6	-0.0900	10	0
7	-0.0350	11	0
8	-0.0610	12	0
9	-0.1490	14	0
Reaktif Güç Enjeksiyonu			
10	0.0439	3	0
11	0.0390	4	0
12	0.1736	8	0
13	-0.0580	10	0
14	-0.0180	11	0
15	-0.0160	12	0
16	-0.0500	14	0
Aktif Güç Akışı			
17	1.5683	1	2
18	0.7319	2	3
19	-0.5446	4	2
20	0.2809	4	7
21	-0.4061	5	2
22	0.1774	6	13
23	-0.0728	11	11
24	0.0161	12	13
Reaktif Güç Akışı			

25	-0.2039	1	2
26	0.0357	2	3
27	0.0339	4	2
28	-0.0942	4	7
29	-0.0163	5	2
30	0.0716	6	13
31	-0.0335	11	6
32	0.0074	12	13

IEEE-14 baralı test sisteminde durum tahmini için sırasıyla EKK yöntemi ile TYEKK yöntemi uygulanmaktadır. Benzetim sonuçları Bölüm 4'te verilmektedir. Eğer Tablo 1'de belirtilen ölçüm veri grubuna kötü veri (bad data) olarak ifade edilen yanlış ölçüm sonucu eklendiği varsayılırsa belirtilen iki yöntemin kötü veriyi durum tahmini sonuçlarına yansıtmama performansları ya da kötü veriyi elimine etme performansları Bölüm 4'te verilmektedir.

4. BENZETİM SONUÇLARI

Tablo 1'de verilen ölçüm verilerini kullanılarak AEKK yöntemi ile TYEKK yöntemi IEEE-14 baralı test sistemi için durum tahmini sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. İki yöntemin durum tahmini sonuçları, IEEE-14 baralı test sisteminin gerçek durum vektörü değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Gerçek durum vektörü ise (Zhao ve ark., 2016) çalışmadan elde edilmiştir. Tablo 3'te ise iki yöntemin durum tahmini sonuçlarının gerçek durum vektörü ile karşılaştırılmışının hatasal olarak en büyük hata, ortalama hata olarak değerlendirilmesi gösterilmektedir.

Tablo 2. Durum Tahmini Sonuçları.

Tekrarlı Ağırlıklandırmalı En Küçük Kareler Yöntemi		***Yeniden Ağırlıklı En Küçük Kareler Yöntemi***		***Gerçek Durum Vektörü Değerleri***	
Bara Sırası	***Gerilim Genlik (p.u.)***	***Gerilim Açı (°)***	***Gerilim Genlik (p.u.)***	***Gerilim Açı (°)***	***Gerilim Genlik (p.u.)***	***Gerilim Açı (°)***
1	1.0600	0.0000	1.0584	0.0000	1.06	0
2	1.0450	-4.9800	1.0451	-5.0258	1.045	-4.98
3	1.0100	-12.7200	1.0046	-12.7546	1.01	-12.72
4	1.0186	-10.3200	1.0083	-10.2142	1.019	-10.32
5	1.0203	-8.7800	1.0118	-8.7264	1.020	-8.779
6	1.0698	-14.2200	1.0700	-14.4443	1.070	-14.22
7	1.0619	-13.3700	1.0457	-13.2372	1.062	-13.37
8	1.0900	-13.3700	1.0800	-13.2371	1.090	-13.37
9	1.0561	-14.9500	1.0305	-14.8206	1.056	-14.95
10	1.0511	-15.1000	1.0299	-15.0364	1.051	-15.10
11	1.0569	-14.8000	1.0461	-14.8553	1.057	-14.79
12	1.0550	-15.0800	1.0533	-15.2946	1.055	-15.08
13	1.0502	-15.1600	1.0466	-15.3285	1.050	-15.16
14	1.0356	-16.0400	1.0193	-16.0727	1.036	-16.04

Tablo 2'de belirtildiği üzere TYEKK yöntemi sonuçlarının, AEKK yöntemi sonuçlarından daha başarılı olduğu görülmektedir. Daha açık bir analiz yapabilmek adına Tablo 3 aşağıda verilmiştir.

Tablo 3. Hata değerlerinin karşılaştırılması.

Hata Türleri	**Yöntem İsimleri**			
	Tekrarlı Yeniden-Ağırlıklandırmalı En Küçük Kareler Yöntemi		**Ağırlıklı En Küçük Kareler Yöntemi**	
	Gerilim Genlik (p.u.)	**Gerilim Açı (°)**	**Gerilim Genlik (p.u.)**	**Gerilim Açı (°)**
Maksimum Mutlak Hata	0.0004	0.01	0.0255	0.2243
Ortalama Mutlak Hata	0.00015	7.85e-4	0.00512	0.10021

Tablo 3'ten görülebileceği üzere maksimum ve ortalama mutlak hata olarak TYEKK yöntemi gerilim genlik ve açı değerlerini tahmin etmede AEKK yöntemine göre daha başarılıdır. TYEKK sonuçlarında hata değeri neredeyse sıfıra yaklaşmaktadır.

Eğer Tablo 1'deki 18. ölçüm olarak gösterilen (P_{23} = 0.7319 p.u.) değeri, (P_{23} = 1.00 p.u.) olarak değiştirilirse iki yöntemin durum tahmini sonuçları nasıl değişeceği Tablo 4'te gösterilmiştir. Kötü veri değeri az gibi görünse de bu çalışmada S_{BAZ} = 100 MVA alınıldığı için aslında 26.81 MW'lık bir yanlış ölçüm değerinden bahsedilmektedir. Bu değer ölçüm cihazının ölçme tolerans payını oldukça aşan bir değer olduğu için yeni P_{23} ölçüm verisi kötü veri olarak adlandırılabilmektedir.

Tablo 4. Kötü Veri İçeren Durum Tahmini Sonuçları.

Tekrarlı Yeniden Ağırlıklandırmalı En Küçük Kareler Yöntemi		***Ağırlıklı En Küçük Kareler Yöntemi***		***Gerçek Durum Vektörü Değerleri***	
Bara Sırası	***Gerilim Genlik (p.u.)***	***Gerilim Açı (°)***	***Gerilim Genlik (p.u.)***	***Gerilim Açı (°)***	***Gerilim Genlik (p.u.)***	***Gerilim Açı (°)***
1	1.0599	0.0000	1.0619	0.0000	1.06	0
2	1.0449	-4.9800	1.0485	-5.0100	1.045	-4.98
3	1.0094	-12.8000	1.0079	-12.7117	1.01	-12.72
4	1.0179	-10.4000	1.0118	-10.1828	1.019	-10.32
5	1.0201	-8.7800	1.0152	-8.6985	1.020	-8.779
6	1.0697	-14.3984	1.0686	-15.4700	1.070	-14.22
7	1.0612	-13.4500	1.0442	-13.1873	1.062	-13.37
8	1.0893	-13.4500	1.0785	-13.1888	1.090	-13.37
9	1.0560	-14.7723	1.0290	-16.2000	1.056	-14.95
10	1.0510	-14.9884	1.0184	-16.3500	1.051	-15.10
11	1.0568	-14.8089	1.0447	-16.0400	1.057	-14.79
12	1.0549	-15.2491	1.0518	-16.3300	1.055	-15.08
13	1.0501	-15.2828	1.0452	-16.4100	1.050	-15.16
14	1.0355	-16.0257	1.0178	-17.2900	1.036	-16.04

Tablo 4'ten görülebileceği üzere P_{23} ölçüm verisinde meydana gelen değişiklik, her iki yönteminde durum tahmini sonuçlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Tablo 1'de verilen 32 ölçüm veri grubundan sadece bir tanesinde kötü veri olduğu durumda dahi durum tahmini sonuçları önemli ölçüde bozulmaktadır. İki yöntemin durum tahmini sonuçlarında, hatalı ölçüm verisini elimine etme, tahmin sonuçlarına yansıtmama performanslarını karşılaştırabilmek ve daha doğru analiz edebilmek için Tablo 5'te durum tahmini sonuçlarının maksimum ve ortalama mutlak hata değerleri gösterilmektedir.

Tablo 5. Kötü veri içerdiği durumdaki hata değerlerinin karşılaştırılması.

Hata Türleri	Yöntem İsimleri			
	Tekrarlı Yeniden-Ağırlıklandırmalı En Küçük Kareler Yöntemi		Ağırlıklı En Küçük Kareler Yöntemi	
	Gerilim Genlik (p.u.)	Gerilim Açı (°)	Gerilim Genlik (p.u.)	Gerilim Açı (°)
Maksimum Mutlak Hata	0.0011	0.1827	0.0326	1.25
Ortalama Mutlak Hata	4.35e-4	0.1001	0.0115	0.7372

Tablo 5'ten görülebileceği üzere gerilim genlik değerinde meydana gelen mutlak hataya bakıldığında TYEKK yönteminin hata miktarının daha az olduğu görülmektedir. Tablo 5'teki değerleri oranlandığında TYEKK yöntemi gerilim genliği olarak yaklaşık 30 kat ve gerilim açısı olarak ise yaklaşık 6 kat daha doğru sonuçlar vermektedir.

5. TARTIŞMA

Güç sistemlerinin işletilmesi, kontrol edilmesi ve planlanması için durum tahmininin yapılması gerekmektedir. Durum tahmini problemi için genellikle AEKK yöntemi kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise TYEKK yöntemi ile AEKK yönteminin durum tahmini sonuçları karşılaştırılmıştır. Tablo 2-3'ten görüleceği üzere TYEKK yöntemi gerilim genlik ve fazör değerlerinde neredeyse sıfır hata ile oldukça başarılı sonuçlar elde etmektedir. Gerilim genliğindeki mutlak hata oranlandığında, TYEKK yöntemiyle elde edilen durum tahmini sonuçlarının yaklaşık 65 kat daha iyi olduğu gözükmektedir. Gerilim açısı olarak oranladığında ise TYEKK yönteminin 20 kat daha iyi sonuç verdiği gözükmektedir. Sistemin ölçüm veri grubuna bir adet kötü veri eklenildiğinde ise Tablo 4-5'ten anlaşılacağı üzere TYEKK yöntemi başarısını korumaktadır. Durum tahmin edicileri gerçek sistemde kullanılmak istenildiğinde ölçü trafolarında meydana gelebilecek herhangi bir hatadan kaynaklanan yanlış ölçümler karşısında tahmin edicinin hatalı veriyi elimine etme performansı oldukça önemlidir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre TYEKK yöntemi güç sistemlerinde durum tahmini problemi için oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Çalışmaya M-tahmin edicisi fonksiyonu olan Huber fonksiyonu dışında kalan diğer fonksiyonlar ele alınılarak devam edilmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

ABUR, A., ve EXPOSITO, A. G. (2004). Power system state estimation: theory and implementation. *CRC press.*

BEI, X., YOON, Y. J., ve ABUR, A. (2005). Optimal placement and utilization of phasor measurements for state estimation. *PSERC Publication*, *1*.

CHAKRABARTI, S., ve KYRIAKIDES, E. (2009). PMU measurement uncertainty considerations in WLS state estimation. *IEEE Transactions on Power Systems*, *24*(2), 1062-1071.

GOL, M. (2014). Incorporation of pmus in power system state estimation.

GOL, M., ve ABUR, A. (2014). A hybrid state estimator for systems with limited number of PMUs. *IEEE Transactions on Power Systems*, *30*(3), 1511-1517.

HOGG, R. V. (1979). Statistical robustness: One view of its use in applications today. *The American Statistician*, *33*(3), 108-115.

HUANG, Y. F., WERNER, S. F., HUANG, J., KASHYAP, N ve GUPTA V., "State estimation in electric power grids: Meeting new challenges presented by the requirements of the future grid," *IEEE Signal Proc Mag*. Vol. 29, no. 5, pp. 33–43, 2012.

MILI, L., CHENIAE, M. G., VİCHARE, N. S. ve ROUSSEEUW P. J. (1994). Robust state estimation of electric power systems. *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications*, 41(5), 349-358.

MONTICELLI, A. (2000). Electric power system state estimation. *Proceedings of the IEEE*, *88*(2), 262-282.

PIRES, R. C., MILI, L., ve LEMOS, F. A. B. (2013). Constrained robust estimation of power system state variables and transformer tap positions under erroneous zero-injections. *IEEE Transactions on Power Systems*, 29(3), 1144-1152.

ZHAO, J., ZHANG, G., LA SCALA, M., ve ZHANG, J. (2015). Multistage phasor-aided bad data detection and identification. *In 2015 IEEE Power & Energy Society General Meeting*, 1-5.

ZHAO, J., ZHANG, G., ve LA SCALA, M. (2016). A two-stage robust power system state estimation method with unknown measurement noise. In *2016 IEEE Power and Energy Society General Meeting (PESGM)*, (1-5).

BİORİSK YÖNETİMİNDE DEĞERLENDİRME, AZALTMA, PERFORMANS (DAP) MODELİ

Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Sencer KARAGÜL
Kocaeli Üniversitesi, Kartepe Atçılık Meslek Yüksekokulu
Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü
sencer.karagul@kocaeli.edu.tr

Özet
Bu çalışmanı amacı; biyorisk yönetiminde 'Değerlendirme, Azaltma, Performans' (DAP) modelini açıklayarak, sistem içerisindeki işleyişini ve etkisini değerlendirmektir. Biyorisk yönetimi, biyolojik tehlikeli ajanlardan kaynaklanan riskleri biyogüvenlik ve biyoemniyet kapsamında değerlendiren bir risk yönetim sistemidir. Sistem, riskleri azaltmak için önlemlerin alınmasını ve nihayetinde yerine getirilen tüm azaltma stratejilerinin performans kontrolünü topyekûn içermektedir. Biyorisk yönetim sisteminde DAP modeli faydalı bir araç olarak yaygın olarak tercih edilmektedir. DAP modeli 3 kriterden meydana geliyor olmasına rağmen, söz konusu bileşenlerin etkisi yönetim sisteminin tüm süreçlerine doğrudan veya dolaylı olarak nüfuz etmektedir. DAP modelinde her bir kriterin eşit seviyede öneme sahip olması ve kriterlerin etkileşim içinde birbirlerini desteklemesi nedeniyle modelin çalışma dengesi, zaruri olarak 3 kriterin de eş zamanlı mevcudiyetine bağlıdır. Zira kriterlerden herhangi birinin noksanlığı, DAP modeli üzerinden yürütülen sistem dengesinin bozulmasına ve böylece biyorisk yönetiminde açıklara neden olabilecektir. Tehlike ve tehdit kaynaklı riskler değerlendirilmeden risk seviyeleri azaltılamayacağı gibi azaltma önlemlerinin başarısı kontrol edilmeden de biyorisk yönetiminin performansı hususunda da bir kanaat oluşturulamayacaktır. Bu kapsamda risklere karşı güven ve emniyet sunan sürdürülebilir biyorisk yönetimleri için DAP modeli biyorisk yönetim sisteminin kritik bir parçası olarak kullanılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Biyoemniyet, Biyogüvenlik, Biyolojik Tehlike, Biorisk, Risk Değerlendirme Risk Azaltma

ASSESSMENT, MITIGATION, PERFORMANCE (AMP) MODEL IN BIORISK MANAGEMENT

Abstract
The aim of this study is to evaluate the effect of Assessment, Mitigation, Performance (AMP) Model and its operation by clarifying the model in the biorisk management system. Biorisk management is a risk management system which analyses the risks stemming from the biohazard agents within the scope of biosecurity and biosafety. This system is composed of measures taken to mitigate risks and performance control of the all the mitigation strategies performed.AMP model is commonly preferred as a useful tool in the biorisk management. Although AMP includes 3 components, these 3 components have an impact on all the operations of the management system either directly or indirectly. Each of the 3 parts of the AMP model has an equal significance and each component supports each other in an interactive way. Because of the equal significance and interaction between components, the harmony of the system depends on the existence of all of the 3 components simultaneously. Otherwise, the absence of any of the components leads to the collapse of the system balance conducted via AMP and therefore, this situation creates gaps in the biorisk management.The level of the risks cannot be reduced without the evaluation of the risks posed by hazards and threats. In addition to this, a final decision about the performance of biorisk management will not be established without examining the success of mitigation measures. In this respect, AMP model, which is a critical part of the management system, should be used for sustainable biorisk management that provides safety and security against risks.

Keywords: Biohazard, Biorisk, Biosafety, Biosecurity, Risk Assesment, Risk Mitigation

1. GİRİŞ

Bulaşıcı hastalıklar, küresel seviyede çok önemli ölüm nedenleri olmaya devam etmekte ve dünya çapındaki can kayıplarının hemen hemen üçte birini oluşturmaktadır (Salerno ve Gaudiosa, 2015) Söz konusu hastalıkların sağlık üzerine etkileri kayda değer seviyededir. Tarihi kayıtlara en ölümcül vakalardan biri olarak geçen, H1N1 influenza virusunun neden olduğu 1918 yılında ortaya çıkan İspanyol grip pandemisi yaklaşık 50 milyon insanın ölümüne neden olmuştur (CDC, 2019). Biyotehlikeli ajanların biyolojik silah olarak kullanım potansiyeli insan sağlığını biyoterör saldırıları ile de karşı karşıya getirmiştir. Bu tür olaylara örnek olarak 2001 yılındaki Amerithrax olarak da bilinen Şarbon saldırıları gösterilebilir. Şarbon saldırılarında, *Bacillus anthracis* sporlarına maruz kalınması nedeni ile sağlık sorunları yaşayanlar yanında 5 kişi de hayatını kaybetmiştir (Salerno ve Gaudiosa, 2015, FBI, 2019)

İnsan ve hayvan sağlığı için risk oluşturan tehlikeli ajanlar, mikrobiyoloji laboratuvarlarında araştırma geliştirme faaliyetleri veya rutin teşhis süreçleri için muhafaza edilmektedir. Fakat laboratuvar ortamındaki mevcudiyeti özellikle laboratuvar kaynaklı enfeksiyonlara neden olması ile risk oluşturmaktadır (Şeker ve Yardımcı, 2003, SNL, 2014). Bu tarifteki mikroorganizmaların devamlı ve değişen yoğunlukta kullanımın olduğu laboratuvarlarda biyolojik risklerin tamamen ortadan kaldırılması mümkün olmadığı için öncelikli olarak biyogüvenlik ve biyoemniyet hususlarının laboratuvar biyogüvenliği ve biyoemniyeti kapsamında değerlendirilmesi uygun bir yaklaşımdır. Fakat laboratuvar biyoemniyeti, biyogüvenliğe kıyasla daha kısa bir geçmişe sahiptir (SNL, 2014). Aynı zamanda genellikle öngörülen biyogüvenlik seviyesi biyoemniyet seviyesi ile aynı tutulmaktadır fakat bu durum özellikle biyoemniyet için uygun bir yaklaşım olarak kabul edilmemektedir (Salerno ve Gaudiosa, 2015). Biyogüvenlik ve biyoemniyet belirgin biçimde farklı kavramlar olmasına rağmen tartışmasız birbiri ile bağlantılıdırlar. Bir biyogüvenlik programı biyoemniyet yokluğunda güçlü temellere oturtulmuş ve sağlam bir program olarak kabul edilemeyeceği gibi aynı durum biyogüvenlik yokluğundaki biyoemniyet anlayışı için de geçerlidir. Bu nedenle patojenik mikroorganizmalar kaynaklı riskler bütüncül bir anlayışla ile her 2 kavramın da rehberliğinde değerlendirilmelidir (WHO, 2006, CDC, 2009, Salerno ve Gaudiosa, 2015).

Birçok ulusal otorite tarafında kabul edildiği üzere mikroorganizmalar insan sağlığı için gösterdikleri artan risklere göre 4 gruba ayrılırlar. Bu 4 grup içerisinde en tehlikeli olanlar sırasıyla grup 4 ve grup 3'e dâhil olanlardır. Grup 4'te yer alan mikroorganizmaların tanımlayıcı özellikleri, insan veya hayvanlarda ciddi hastalıklar oluşturmaları, hayvan popülasyonunda veya insanlar arasında yüksek bulaşma riski taşımaları ve genellikle etkili tedavi veya proflaksilerinin bulunmamasıdır (OIE, 2012, Yale University, 2017). Bu kapsamda patojenlerin, laboratuvar için de tutulması ve sınırlandırılması 2 amaç göz önünde bulundurularak yapılabilir. Bu amaçların birincisi laboratuvardaki bireylerin hastalanmasını önlemek diğer ise insanlarda veya hayvanlara hastalık oluşturan patojenlerin çevreye salınımının engellenmesidir (Fleming, 2006, OIE, 2012). Şüphesi risk yönetim sistemleri yaygın olarak birçok endüstri dalı ile karşı karşıyadır. Özellikle kazaların kritik sonuçlar doğurduğu, gıda, ilaç ve hava yolu taşımacılığı örnek gösterilebilir. Ağır sonuçlu kazalarda kök neden teknik ve insan hatasının ötesinde bulunmakta ve hemen hemen her zaman güvenlik veya emniyet yönetiminin altında yatan hataları yansıtmaktadır (Salerno ve Gaudiosa, 2015).

Geleneksel biyogüvenlik yaklaşımlarında, mevcut biyorisk seviyeleri temel alınarak aksiyonlar alınmaktadır (SNL, 2010) Bu tarz bir yaklaşımda, yapılan işin doğasına, nerede ve kim tarafından gerçekleştirildiğine bakılmadan aynı ajan ile yapılan tüm faaliyetlerin aynı risk seviyesini sunduğu farz edilmektedir. Oysaki Değerlendirme, Azaltma, Performans (DAP) modeli içeren yeni anlayışta ise biyogüvenlik ve biyoemniyetin her ikisinin de ele alındığı geniş kapsamlı bir risk analizi, risk azaltma ve performans değerlendirilmesi yer almaktadır. Ayrıca sadece risk seviye temelli biyogüvenlik sistemlerinin çok azında risk azaltma stratejilerinin etkinliği rutin olarak değerlendirilmektedir (Salerno ve Gaudiosa, 2015). Biyolojik ajan ve toksin ile çalışan tüm organizasyonlar, güvenlik ve emniyetin inşasından sorumludur. Laboratuvar biyorisk yönetiminde, sistem yönetimi yaklaşımı temeline dayanan, rehber bir doküman olan Avrupa Standartlar Komitesi Çalıştay Sözleşmesi (CWA) 15793:2011 göre biyorisk yönetimi, laboratuvar veya tesislerdeki biyolojik ajan veya toksinlerin depolanması, imhası, idaresi ile ilişkili güvenlik ve emniyeti kontrol eden bir sistem veya proses

olarak tanımlanmıştır (Gribble ve ark., 2015). Risk değerlendirmesi, tesise ait tüm riskleri değerlendiren devamlı uygulamalardan oluşmaktadır. Bu değerlendirme, önceden belirlenmiş biyogüvenlik seviyesi tanımına göre değil, tesise özel uygulamalar temel alınarak yapılır. Bu sayede riskler sadece proaktif değil reaktif olarak da değerlendirildiği gibi biyorisk yönetim sisteminin performansı sürekli olarak analiz edilerek neyin nasıl yanlış gittiğinin önceden görülmesine yardımcı olur (CWA, 2011).

2.1. Değerlendirme

Bir biyorisk yönetim sisteminin birincil temel bileşeni laboratuvardaki mevcut risklerin değerlendirilmesidir. Risk, istenmeyen bir olayın sonuçlarının ve olasılığını kombinasyonu olarak tanımlanır. Söz konusu risk tehlike veya tehdit temelli olabilir. Risk değerlendirmesi, laboratuvar risklerinin yönetmek, azaltmak ve belirlemek için ana süreçtir (SNL, 2010, SNL, 2014, Caskey ve Sevilla-Reyes 2015). Risk değerlendirmesinin sonuçları, riskleri kabul edilebilir veya yönetilebilir seviyeye düşürecek güvenlik ve emniyet önlemleri ve diğer tesise ait koruma önlemleri için rehberlik eder. (Fleming, 2006, SNL, 2014).

Kılavuzlarda takip edilen risk değerlendirmesi, öncellikle patojenden kaynaklı riskin değerlendirme gerekliliğini ve böylece patojenin hangi risk grubuna dâhil edileceğini belirlenmesine işaret etmektedir. Uygun sınırlama seviyesini tespit etmek için yapılması teklif edilen işe göre sonrasında ayrıca bir risk değerlendirmesi yürütülür. Belirli bir patojenin insan ve hayvanlar için oluşturduğu riski değerlendirmek için bu organizmanın eşlik ettiği enfeksiyonun insan ve hayvanlarda klinik hastalık ve-veya mortalite oluşturup oluşturmadığı, genel insan ve-veya hayvan popülasyonunda bulaşarak hastalık oluşturup oluşturmadığının bilinmesi gerekmektedir (OIE 2012).

DAP modeli biyorisk kapsamda, biyorisk yönetiminin yerine getirilmesini destekleyen basit fakat etkili bir metot olarak kabul edilmektedir. Model 3 temel bileşenden meydana gelmektedir; Değerlendirme (D), Azaltma (A) ve Performans (P). Hiçbir biyorisk yönetimi söz konusu 3 bileşeni içermediğinde eksiksiz ve kapsamlı olarak değerlendirilmez (WHO, 2010, Gribble ve ark., 2015) Söz konusu bileşenlerin hiçbiri yeni kavrak olarak karşımıza çıkmamaktadır. Aslında her biri, on yıllardır farklı endüstri kolları tarafından bağımsız olarak hayata geçirilmiştir. Şüphesiz, değerlendirme, azaltma ve performans; risk yönetimini içeren herhangi bir iş sürecinde kritik unsurları oluşturmaktadırlar. Fakat biyorisk yönetim sisteminde ise, 3 bileşenin her biri ayrı ayrı ele alınmamakta, ortaklaşa ele alınarak DAP modelini oluşturmaktadırlar (Gribble ve ark., 2015)

DAP modelinin her bir bileşeni geçerli bir biyorisk yönetim sistemin eşit olarak katkıda bulunur. Biyorisk yönetim sistemi üçayaklı bir tabure gibi, ayaklardan veya bileşenlerden biri gözden kaçtığında veya anlamlı ve kapsamlı bir şekilde yön verilmediğinde başarısızlığa uğrar. Sıklıkla azaltma önlemlerine ağırlıklı olarak odaklanmış diğer risk modellerinden farklı olarak, DAP modeli değerlendirme ve performansa eşit seviyede dikkat eder. İlk aşamadaki değerlendirme, azaltma ve performans basamaklarının tamamlanmasının ardından zaman içinde anlık değerlendirmeler yapılarak, biyorisk yönetim sisteminin devamlı olarak mevcut sistemi yeniden incelenmesi, değerlendirilmesi ve gerektiğinde sistemde değişiklikler yapılmasını sağlar (Gribble ve ark., 2015, Burnett, 2017b)

Usule uygun yürütülen bir risk değerlendirmesinin birçok faydaları bulunmaktadır. Birincil avantaj, tesis içindeki bireyler ve biyolojik materyal için güvenliği ve emniyeti yükseltmek ve tesisi saran toplum ve çevre için de güvenlik ve emniyet sağlamaktır (Gribble ve ark., 2015, Fleming, 2006). Risk değerlendirme sonuçlarının kalitesi tamamen risk değerlendirmesi yürütülürken toplanan bilgilerin kalitesine bağlıdır. Bir diğer ifade ile risk değerlendirmesi kesin bilgilerin değerlendirilmesi ve toplanmasına ihtiyaç duyar (SNL, 2014). Vurgulanması gereken diğer önemli bir husus ise, sağlam risk değerlendirmesi, her bir laboratuvar, durum veya işletme için spesifik olması gerekliliğidir (Gribble ve ark., 2015)

2.2. Azaltma

Biyorisk yönetim modelinin ikinci temel bileşeni azaltma sürecidir. Biyorisk azaltma önlemleri, biyolojik ajan ve toksinler ile ilişkili riskleri ortadan kaldırmak veya düşürmek için kullanılan sağlam

bir laboratuvar risk değerlendirme temeline dayanmış aksiyonlar veya kontrol önlemleridir (Gribble ve ark., 2015). Çoğunlukla tesisler bir biyorisk değerlendirmesini tamamlamadığı veya yeterli yerine getirmediği için gereksiz veya uygun olmayan azaltma önlemleri uygularlar (Gribble ve ark., 2015).

Tüm biyorisk azaltımı, kontroller hiyerarşisinde beş farklı kontrol sahasına ayrılabilir. Azaltma kontrolünün birinci kategorisi ortadan kaldırma veya yerine koyma olarak tanımlanır. Ortadan kaldırma en yüksek risk azaltma seviyesini sağlamaktadır (WHO, 2010, Pinard ve ark., 2012). Bunun için oldukça iyi bilinen global bir örnek olarak, çiçek hastalığına neden olan Variola virusunun sadece Dünya Sağlık Örgütünün iki referans laboratuvarında muhafaza edilmesidir (WHO, 2006, Gaudioso ve ark., 2015). Azaltma önlemlerinden yerine koyma stratejisi için örneklendirilebilecek durum ise akut öldürücü Antraks hastalığından sorumlu *Bacillus anthracis* yerine dünya çapında en yaygın biyolojik pestisit kullanımı olan *Bacillus thuringiensis* organizmasının tercih edilmesidir (Gribble ve ark., 2015).

Azaltma kontrol önlemlerinin ikinci kategorisi ise mühendislik kontrolleridir. Bu kontrol önlemleri çalışma istasyonlarındaki, ekipman ve üretim tesislerindeki fiziksel değişiklikleri veya tehlikelere maruz kalınmasını engelleyen veya düşüren çalışma çevresinin diğer uygulanabilir bakış açısını içermektedir. Bu kategori için biyogüvenlik kabinleri örnek gösterilebilir (WHO, 2010, Pinard ve ark., 2012). Toplu olarak idari kontroller olarak tanımlanan azaltma yolu ise azalma kontrolünün üçüncü kategorisini oluşturmaktadır. Laboratuvar personeli için yeterlilik ve ehliyet eğitimleri bir idari kontrol olarak değerlendirilir (WHO,2010, Gribble ve ark., 2015). Uygulama ve prosedürler azaltma kontrol önlemlerinde dördüncü kategoride yer alır. Laboratuvar kaynaklı hastalıkları önlemek adına aerosellerin minimize edilmesi veya standart bir operasyon prosedürünün takip edilmesi için yürütülen uygulamalar bu grupta yer alır (Pinard ve ark. 2012, Gribble ve ark., 2015). Azaltma kontrol önlemlerinin son grubunu kişisel koruyucu ekipmanlar (KKE) oluşturur. KKE en az etkili kontrol önlemi olarak kabul edilir zira sadece personel için koruma sağlar bu koruma da ancak doğru şekilde kullanılırsa geçerlidir (Pinard ve ark., 2012). Mühendislik kontrolleri, idari kontroller, uygulama ve prosedürler ve kişisel koruyucu ekipman kullanımı riskin olasılığını düşürmektedir. Oysaki yerine koyma riskin sonucunu etkiler iken, ortadan kaldırma riski topyekûn elimine etmektedir (Gribble ve ark., 2015).

Tüm azaltma kontrolleri önemli olmasına ve biyorisklerin düşürülmesine katkı sunmasına rağmen, tüm risklerin kontrolünde veya azaltılmasında tek bir tanesi tamamen etkili değildir. Bu nedenle aslında riski azaltmanın en etkili yolu kontrollerin bir kombinasyonunu kullanmaktır (Gribble ve ark., 2015, Burnett 2017b). Kontroller hiyerarşisinde bahsedilen 5 farklı azaltma stratejisi en etkilisinden en etkisize doğru bir sıralama gösterir. Fakat hiyerarşide daha düşük olan bir azaltma önlemi daha yüksek olan bir önlemden tesis veya şartlara göre daha etkili olabilir (Pinard ve ark., 2012). Tüm değişkenler göz önüne alındığında spesifik risk azaltma önlemlerini laboratuvar, kurumlar, ülkeler ve bölgeler arasında kayda değer seviyede farklılık gösterebileceğinin farkına varılması, önem arz etmektedir (Gribble ve ark., 2015).

2.3. Performans

Performans yönetimi DAP modeline uygun olarak bir organizasyona, operasyonel risklerini anlaması ve kabul edilebilir seviyeye düşürmesi için doğrudan kanıtlar sağlar (Gribble ve ark., 2015). Tümüyle işler seviyede olan bir biyorisk yönetim sistemi, eğer performans değerlendirmesi eksik veya kısmen uygulandıysa kritik seviyede işlev görmez hale dönüşebilmektedir (Gribble ve ark., 2015).

Tüm biyogüvenlik programları, kendi programlarının başarısını değerlendirecek araçları içeriyor olmalıdır (Fleming, 2006). Söz konusu değerlendirmeye paralel olarak biyorisk yönetim modelinin üçüncü ayağını performans oluşturmaktadır. Bir kuruluşun performansını yönetme ve değerlendirme yeteneği doğrudan gelişimine ve ilerlemesine katkı sağlamaktadır. Bir takım çalışmalar açık bir şekilde dengeli ve bütünleşmiş performans yönetim sistemine sahip kuruluşların benzerlerinden daha iyi organizasyonel sonuçlara ulaştıklarını göstermiştir (Gribble ve ark., 2015). Her ne kadar performans genel olarak azaltma uygulandıktan sonra değerlendirilmesine rağmen, uygun performans belirteçlerinin dizayn edilmesi, planlama prosesinin de bir parçası olmalıdır (Burnett ve Olinger 2015).

Performans değerlendirmesinin birincil amacı, uygulanan azaltma önlemlerinin gerçekte riskleri azalttığını veya ortadan kaldırdığını garantiye almaktır. Performans değerlendirmesi ayrıca efektif olarak çalışmayan biyorisk stratejilerine ışık tutulmasına yardım eder. Bu sayede gereksiz veya yetersiz önlemler kaldırılabilir veya değiştirilebilir (Gribble et al. 2015, Burnett, 2017a). Biyorisk yönetim performansının ölçümü ve değerlendirilmesinin birçok işlevi bulunmaktadır. Performansın, mevcut biyorisk değerlendirmesinin doğru ve biyorisk azaltma önlemlerinin tanımlanmış riskleri kontrol etmek, azaltmak veya ortadan kaldırmak için uygun olduklarını değerlendirmesi gereği, söz konusu işlevleri arasında birinci ve belki en etkilisi olabilmektedir (Burnett ve Olinger 2015)

Azaltmanın aksine, performans geleneksel biyogüvenlik sistemlerinde geçmişte en az dikkat kesilen bileşen olmuştur. Performans ölçümü kısa vadeli bir amaç veya satın alınabilir bir unsur değildir. Daha ziyade uzun dönem amaçları kapsayan yinelenen bir proses olarak zaman içinde devamlı değerlendirilmeli ve düzeltilmelidir (Gribble ve ark., 2015). Performans ölçümüne ait sonuçlardan istifade edilmesi sistem için etkili değişiklikler ve gelişmeler için zaruridir. Ayrıca devamlı gelişmekte olan bir sistemin varlığı, etkili biyorisk yönetim programlarına has ayırıcı bir özellikte olarak belirtilmektedir (Burnett ve Olinger, 2015, Burnett, 2016).

3. SONUÇ VE TARTIŞMA.

Belirsizlik ve değişim çağında yaşam süregelmektedir. Yeni enfeksiyon hastalıklar ve bunlara neden olan etkenler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle de kamu ve özel sektördeki araştırmaların ve teşhis laboratuvarlarının çalışma alanları genişlemiştir. Yakın zamandaki küresel vakalar biyoterrörizm adına yeni tehditlerin varlığını göstermiştir. Söz konusu tespitler göz önüne alındığında, organizasyonlar ve laboratuvar yönetimleri donanım kapasitesi yanında çalışanlarının yeterliliğini ve biyogüvenlik programlarının etkinliğini de sağlamak zorundadırlar (CDC, 2009). Biyolojik risk değerlendirmesi, değişkenler her zaman kantitatif olarak ölçülemediği için ve sıklıkla sübjektif olarak hüküm verildiği için zorlayıcı bir prosestir. Sürekli değişen çevrede yer alan ajanlar, aktiviteler ve insanlar arasında karmaşık bir etkileşim söz konusudur. Biyolojik tehlikeli ajanlar veya bu ajanları içerdiğinden şüphe duyulan materyaller ile çalışmak; bunların bireylere, topluma ve çevreye yaratıkları risk açısından değerlendirilmelidirler (Wooley ve Fleming, 2017).

Biyorisk yönetimini içinde barındıran her organizasyon DAP modelini uygulaması gerekmektedir. Üç bileşenli DAP modeli; laboratuvar ve organizasyondaki mevcut biyoriskleri tanımlayan ve önceliklendiren değerlendirme, söz konusu riskleri düşürmek için birçok önlemi uygulayan azaltma ve organizasyonun tanımlanan riskleri ne kadar iyi azalttığını değerlendiren performans bileşenlerinden ibarettir. (Gribble ve ark., 2015). Etkili bir yönetim sistem anlayışı, amaçların karşılaması için organizasyonun üstlendiği süreç ve eylemleri planlayan, uygulayan, gözden geçiren ve geliştiren bir döngü aracılığıyla devamlı gelişme konsepti üzerine inşa edilmelidir (CWA, 2011). Bu döngü DAP modelinin 3 bileşeni içinde kullanılmalıdır. DAP modeli doğrusal olarak kabul edilmemeli, diğer bir deyişle değerlendirme, azaltma ve performans bileşenleri tamamlandıktan sonra organizasyon etkinliği azamiye yükseltmek için prosesi gerekli olduğu sıklıkla tekrarlamalıdır (Gribble ve ark., 2015).

Risk Değerlendirmesinin olması gereken seviyede yapılmadığı ve azaltma önlemlerinin seçiminde değerlendirmenin rehber edinilmediği biyorisk yönetim sistemlerinde istikrar gösteren bir performans varlığı söz konusu olamayacaktır. Tehlike ve tehditlere karşı emniyet ve güven sunan risk yönetim sistemlerine sahip olmak için DAP modeli basit ve faydalı bir araç olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKÇA

BURNETT, LC. (2017a), Developing a Biorisk Management Program to Support Biorisk Management Culture, K. Byers and D. Wooley içinde, *Principles and Practices: Biological Safety, 5th edition*. (s. 495-510) Washington: ASM Press.

BURNETT, L.C. (2016), *New Options for Measuring Biorisk Management Perform*ance, 11.10.2019 tarihinde: https://www.osti.gov/servlets/purl/1395798. adresinden alındı

BURNETT, L.C. (2017b), *Measuring and Improving Biorisk Management Performance*. 11.10.2019 tarihinde: https://www.osti.gov/servlets/purl/1431778. adresinden alındı.

BURNETT, L., OLINGER, P.(2015), Evaluating Biorisk Management Performance, R.M. SALERNO, J. GAUDIOSO içinde, *Laboratory Biorisk Management, Biosafety and Biosecurity* (s.145 -167), New york: CRC Press.

CASKEY, S., SEVILLA-REYES, E.E.(2015), Risk Assesment, R.M. SALERNO, J. GAUDIOSO içinde, *Laboratory Biorisk Management, Biosafety and Biosecurity* (s.45 -63), New york: CRC Press.

CDC-Centers for Disease Control and Prevention, (2009). *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories 5th Edition*

CDC-Centers for Disease Control and Prevention (2019). *1918 Pandemic (H1N1 Virus*), 11.10.2019 tarihinde: https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/1918-pandemic-h1n1.html adresinden alındı.

CWA-European Committee for Standardization-CEN Workshop Agreement 15793, (2011) *Laboratory Biorisk Management Standard*

FBI, (2019). *Amerithrax or Anthrax Investigation*. 11 Ekim 2019 tarihinde https://www.fbi.gov/history/famous-cases/amerithrax-or-anthrax-investigation adresinden alındı.

FLEMING D.O. (2006), Risk Assessment of Biological Hazards, D.O. FLEMING, D.L. HUNT içinde *Biological Safety, Principle and Practices* (s 81-91), Washington: ASM Press.

GAUDIOSO, J., BOGGS, S., GRIFFITH, K., HADDAD, H., JONES, L., KHAEMBA, E., MIGUEL, S., WILLIAMS, C.V.(2015), Rethinking Mitigation Measures, R.M. SALERNO, J. GAUDIOSO içinde, *Laboratory Biorisk Management, Biosafety and Biosecurity* (s.87 -99), New york: CRC Press.

GRIBBLE, L.A., TRIA E.S., WALLIS L.(2015), The AMP Model, R.M. SALERNO, J. GAUDIOSO içinde, *Laboratory Biorisk Management, Biosafety and Biosecurity* (s. 31-43), New york: CRC Press.

SALERNO, R., GAUDIOSO, J.(2015), The Case for Biorisk Management, R.M. SALERNO, J. GAUDIOSO içinde, *Laboratory Biorisk Management, Biosafety and Biosecurity* (s. 01-30), New york: CRC Press.

OIE, (2012). *Biosafety and biosecurity in the veterinary microbiology laboratory and animal facilities*. Terrestrial Manual. Chapter 1.1.3

PINARD, W.J., GRAINGER, L.A, THAMER, I. (2012), *Laboratory biosafety mitigation strategies*, 11.10.2019 tarihinde: https://www.osti.gov/servlets/purl/1294244. adresinden alındı.

SNL-Sandia National Laboratories, (2010), *Biosafety Risk Assessmen Methodology*. 11.10.2019 tarihinde https://prod-ng.sandia.gov/techlib-noauth/access-control.cgi/2010/106487.pdf adresinden alındı.

SNL-Sandia National Laboratories, (2014) *Laboratory Biosafety and Biosecurity Risk Assessment Technical Guidance Document*. 11.10.2019 tarihinde https://prod-ng.sandia.gov/techlib-noauth/access-control.cgi/2014/1415939r.pdf adresinden alındı.

ŞEKER, E., YARDIMCI, H. (2003), Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Biyogüvenlik, *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 01(04), 3-32.

WHO, (2006). *Laboratory biosecurity as a complement to laboratory biosafety*. Biorisk management Laboratory biosecurity guidance

WHO, (2010) *Biorisk Management Trainer Program*. 11.10.2019 tarihinde https://www.who.int/ihr/training/biorisk_management/en/

WOOLEY D.P., FLEMING D.O. (2017) Riks Assesment of Biological Hazards, K. Byers and D. Wooley içinde, *Principles and Practices: Biological Safety, 5th edition*. (s. 95-104) Washington: ASM Press.

Yale University, (2017). Yale Environmental Health & Safety, *Biological Safety BSL3 Laboratory Manual.*

REVIEW THE IMPACT OF ANIMAL ABATTOIR RESIDUES ON THE ENVIRONMENT AND METHODS OF TREATMENT

Mostafa MAAROOF
Environmental Engineering Department, Engineering & Natural Science Faculty, Konya Technical, Konya, TURKEY
mmaaroof@selcuk.edu.tr,

Sukru DURSUN
[1]Environmental Engineering Department, Engineering & Natural Science Faculty, Konya Technical, Konya, TURKEY
sdursun@selcuk.edu.tr

Maan T. MAAROOF
Department of Veterinary Public Health, College of Veterinary, Medicine, University of Mosul, Mosul. IRAQ
maantahir@uomosul.edu.iq

Mazin Nazar Fadhel
College of Environmental Science and technology University of Mosul, IRAQ.
mazin@uomosul.edu.iq

Abstract
Recent global and regional interest in environmental issues, the dangers surrounding the planet, and the climate, geographic and health changes that have resulted from human-induced or often neglected environmental norms and laws. On the other hand, the number of large-scale poultry and animal production projects that depend on the intensive breeding system has doubled. If it does not improve circulation and disposal properly, it will cause negative effects on environmental and human health, soil and surface water and groundwater and air pollution caused by the spread of harmful gases, this is a source of environmental pollution, from breeding households and processing units and feed factories. from odor and powders, Waste from animal slaughter is a tremendous multi-purpose wealth that requires urban planning to benefit from it in a healthy and economical manner, in order to reduce its pollution to the environment and use it for various industrial purposes to preserve its economic return to face development problems by creating modern industries and manpower. The importance of treating the massacres waste to protect the environment from pollution and benefit from the economic returns of these wastes should be emphasized by recycling them into new industrial products that do not pose a threat to public health. One of them is that in the absence of this system there are real risks to health and the environment due to the use of incorrect treatment methods and do not meet the conditions of health and the environment to treat hundreds of tons of animal waste in slaughterhouses and slaughterhouses.

Keyword: Environment Contaminations, Animal Abattoir, waste, Treatment,

1. INTRODUCTION

Worldwide net water is below 3% and the limit of the expanding population [1] More importantly, freshwater quality and choice of options, industrialization, modernization, abuse and low protests by the board are huge [2]. A worldwide population expansion and reduced accessibility of clean water restricts human initiatives, particularly initiatives. Most mechanical procedures similarly require a large amount of water that releases wastewater [3]. Wastewater rises from both households and modern sources, and untreated wastewater emissions often contain a lot of poisons, supplements and pathogens [4]. Mechanical procedures require large amounts of water to meet the quality of consumer loyalty products. Large modern wastewater sources; oil lamps, milk factories, sugar processing plants, breweries and refineries, beverage industry, meat industry, fertilizer assembly, pulp and paper, tanneries and yeast production Among the enterprises producing high volume wastewater, meat enterprises continue to be an important resource with the expansion of meat consumption of

individuals. Agriculture and joint trade have swallowed the largest volume of water in 2009-10 with more than 50% of Australia's water use Dangerous water and sanitation practices represent a greater number of transitions from diseases worldwide to any war claim. One quarter of the total population is safe drinking water. In order to overcome the weight of the freshwater resources of the enterprise, economic elective strategies are needed to reduce the weight of freshwater assets worldwide as well as meet the need for water for family units, enterprises and farming [9]. There is a wide range of natural challenges facing the modern part, including all, particularly the practical management of wastewater. Under strict ecological laws in most of the established countries, businesses are expected to adopt existing cost-oriented treatment strategies, including phytase regulation, tillage and built wetlands [3]. Along these lines, it is expected that the ease of waste water will be improved and the innovation of the managers will treat the waste water from different sources. Among the improvements in convenience, regular storage has been the most common and most followed innovation for the benefit of simple and maintenance-related [2]. As it should be, long-term release of waste, soil evacuation and contamination of surface and groundwater assets present additional degrees of hazards, natural problems and important metals. Therefore, developing plants in wastewater-treated soils can be promoted as a viable measure for the water assets of managers, which can be called phytate regulation.

2. THE PROBLEM OF GLOBAL WASTEWATER

Approximately 90 percent of wastewater has been subjected to all-inclusive water treatment, resulting in extensive water pollution. A surmised gauge of worldwide wastewater creation is around 30-70 cubic meters for each individual every year causing noteworthy impacts on the regular habitat. All-inclusive, the meat business wastewater goes about as a significant wellspring of mechanical wastewater, for instance in Australia, the meat business produces a normal of 7250 ml per year. The concern of protecting water assets has make to new developments to ensure that Australia's wastewater is provided reasonably to available water assets. In the last years, reprocessing of agricultural water contaminations expanded because of decreasing water resources, hot weather, overwhelming misfortune and excessive exploitation [3]. The shapes of wastewater sources are shown in Figure 1.

2.1. GENERATION OF WASTEWATER

Worldwide water use is growing at regular intervals, and two out of every three people on 2025 planets, especially immature and some creating nations, are inundated [3]. More than 1.5 billion people in the world need drinking water and $ 2.5 billion in adequate sanitation. Therefore, it regularly damages a young bucket from water-related infections. The individual's well-being Agricultural trade, families and enterprises generate a large amount of waste water because there are three parts that consume most of the water. For example, in Australia, 44165 liters of domestic wastewater is produced each year the country's total of 1040.3GL / year [4]. In any case, it is used once and, in this way,, wastewater is collected and transported from the sewers so that wastewater is not used without treatment [5]. Industrialization has increased the number of initiatives around the world, and these skilled development impacts have impacted the common habitat. As Australia is among the driest countries in the world, it has an exceptionally negligible waterway overflow (approximately 1%) [5], and it is important to reuse all wastewater discharged into common habitats.

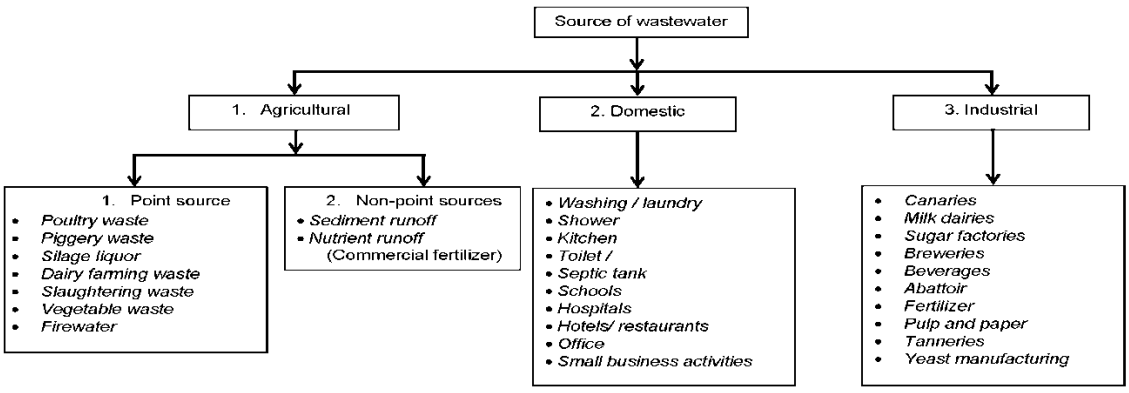


Figure 1. Wastewater sources

3. WASTEWATER CHARACTERIZATION

For any reason, it is important to revitalize the waste water before re-use. The idea of waste water is based on the type of work and material prepared. For example, waste water from the slaughterhouse is not the same as the winery; it is therefore important to understand the compound properties. Abattoir wastewater receives a natural load from various sources. Creation feces contribute to many toxins for the spreading slaughterhouse containing N, P and natural carbon [5].

4. METHODS OF TREATMENTS

Treatment of wastewater is essential before reuse, to maintain a strategic distance from too many pollutions, like waste, natural matters, supplements and pathogenic [7]. like, the no resolving water pollution cannot be accepted for re-use or acceptance of wastewater. For example, eutrophication will result in natural hazards under conditions such as land degradation, additional filtration, groundwater sulking, ozone-damaging effluent and environmental impact; Therefore, the appropriate reduction in poison levels in the previous stage is essential. The different ecological effects of Abattoir wastewater transfer strategies are shown in Table 2.

Table 1. The wastewater features and components [6].

Constituents	Domestic	Textile	Abattoirs	Piggery	Dairy effluent	Olive mill	Winery
SS (mg L^{-1})	350	245	2000	447	28-1900	2.8-126	60-2000
TDS (mg L^{-1})	850	1130	3500	3100-8600	138-8500		500-2200
K (mg L^{-1})			100-400	97-1845	11-160	17100	19-1250
Na (mg L^{-1})			20-150	623 (103-2870)	60-807	400	18-880
N (mg L^{-1})	50- 70		100-150	854 (158-1025)	15-200	0.09-3.2	1-128
pH		10.2	7.3	7.5-8	5.6-8	4.2-7	4-10
P (mg L^{-1})	20	3.4	100-400	109 (11-123)	11-160	1.1	1-33
BOD_5 (mg L^{-1})	300	227	1300-7500	40	320-1750	1.5-100	
COD (mg L^{-1})	240-440	2120	100-250		1120-3360	6.4-162	
TOC (mg L^{-1})		2.5			201-6664		
Oil & Grease (mg L^{-1})	150		100-1000		68-240	2.26	
References	Huang *et al*., 2010. [60]	Yusuff. 2004. [61]	Mittal. 2004. Damien Batstone., 2012. [31,62]	EPA-SA., 2009. [23]	EPA-SA., 2009. Marimoli et al., 2011. [23 ,26].	Anastasiou, 2011. [63]	EPA-SA., 2009. [23]

Abattoir waste should be treated before reaching the acceptance conditions for minimum pollution measures. Powerful abattoir wastewater treatment techniques should evacuate toxins, supplements, natural charge, fat, fat wrinkles, from wastewater to ensure the level of low toxic substances emitted in the final release [8]. Abattoir wastewater treatment includes different techniques for the treatment of meat processing wastes and the biological abundance of the biological system. There are three important treatment advances (basic, secondary, tertiary) that can be used in the treatment of slaughterhouse waste water. A normal slaughterhouse wastewater treatment plant must have three types of capacity frameworks or lakes to reuse treated wastewater in irrigation horticultural plants; the first is an anaerobic lake followed by severe / facultative lakes followed by a clean / water system lake [8]. Each wastewater treatment strategy is evaluated as its benefits and negative grades in terms of

monetary probability, specific accessibility and socio-social value. This type of assessment, wastewater reuse technique must be waited for ebb, flow and future.

Pretreatments include screening, bowls, flotation, evening and precursors. Basic treatment includes screening, dissolved air flotation (DAF) and flowing into the evening [3]. Pretreatment are forms that evacuate net solids; The coarse suspended gliding and the required drugs often precipitate the precipitated solids by precipitation [9]. Pre-treatment techniques can be used to limit the natural load and BOD in waste waters. Pretreatment strategies, for example, screening and sedimentation, help to reduce 60% of solids and 25-35% of BOD load from wastewater The anaerobic procedure includes tidal pools, anaerobic contact anaerobic channel, anaerobic array cluster reactor (ASBR), an upstream anaerobic leakage cover (UASB). The anaerobic framework includes recirculated air from tidal pools, initiated infiltration process, oxidation shields, clustering reactors and flow channels. The upper rows of tidal pools in wastewater drugs have a high degree of efficacy in the discharge of natural material (BOD_5), which is poor in terms of N and P discharge at the same time [9].

Table 2. methods of Wastewater disposal [7].

Disposal methods	**Impacts**
Evaporated pond	•Odor emission •Toxicants •Pathogens (disease causing agents) • Organics and inorganics load
Irrigation -landscape -agriculture	•Odor •Soil contaminants •Persistent of soil pollution in soil •Potential for carrying heavy metals to food chain •Bio concentration, Bioaccumulation, Bio magnification
River Steams lakes	•High load of organic and inorganic pollutants •High load of BOD •Pathogenic organism •Unsuitable for irrigation •Odor •Eutrophication •Death of fishes • Loss of biodiversity / decrease ecosystem value
Coastal / ocean	•Loss of fish breeding •Odor •High load of organic and inorganic pollutants •Climate change • Global warming
Infiltration -Natural -Artificial	•Ground water contamination •Loss of ground water quality •Aquifer clogging • Long term impacts in the flora and fauna.

5. CONCLUSIONS

Previously, slaughterhouse squanders were dealt with the most by treating the procedure that gave an extra wellspring of pay to the slaughterhouses. Be that as it may, because of the danger of TSE, the monetary estimation of such items has been essentially diminished and in certainty, such items regularly should be treated as waste. The expense of safe transfer of slaughterhouse squander has accordingly expanded essentially as of late. This is essential because of the wellbeing dangers emerging from the nearness of pathogens in such squanders. As depicted in this survey, there are a few unique conceivable outcomes for their transfer.

REFRENCES

[1] Pchirat Tk. 2011, Every twelve seconds: industrialized slaughter and the politics of sight, Yale University Press.

[2] Odoemelan, S.A. and O. Ajunwa, 2008. Heavy Metal Status and Physicochemical Properties of Agricultural Soil Amended by Short Term Application of Animal Manure. J. Chem. Soc. Niger, 20: 60-63.

[3] War Dl, 2000, Pathology of Infectious Diseases, vol. 1. Washington, DC: Armed Forces Institute of Pathology. pp. 117–136.

[4]. Strauch D. Occurrence of microorganisms pathogenic for man and animals in source separated biowaste and compost importance, control, limits and epidemiology. In: De Bertoldi M, Sequi P, Lemmes B, Papi T, 2002editors. The Sciences of Composting. Glasgow, UK: Blackie Academic and Professional. pp. 224–232.

[5] WS Atkins-EA, 2000, 63, ETBPP, 2000, 67, WS Atkins Environment/EA, 2000, 167, Greek Ministry for the Environment, 2001, 214, AVEC, 2001].

[6] Richards, B., R. Cummings, T. White and W. Jewell, 1991. "Methods for kinetic analysis of methane fermentation in high solids biomass digesters". Biomass and Bioenergy, 1(2): 65-66.

[7] Sahlström, L., 2003. A review of survival of pathogenic bacteria in organic waste used in biogas plants. Bio-resource Techno., 87(2): 161-166.

[8] Zhu J, Wan C, Li Y. 2010 Enhanced solid-state anaerobic digestion of corn stover by alkaline pretreatment. Bioresour Technol ;101:7523–7528.

[9] Insam H, Franke-Whittle IH, Goberna M. 2010.Microbes at work. From wastes to resources. Springer; Heidelberg.

THE SHKODRA LAKE ECOSYSTEM AND THE EFFECT OF LOCAL CLIMATE CHANGE

Hysen Mankolli*,
Expert in Ecology, Plainfield, Illinois, USA; Consultant Scientific Earth System Science Interdisciplinary Center (ESSIC), University of Maryland College Park, USA; Chief Editor of IJEES journal, http://www.ijees.net/; *E-mail: editorijees@gmail.com; hysenmankolli@yahoo.com;

Lyudmyla Symochko
Faculty of Biology, Uzhhorod National University, Voloshyna Str. 32, 88000, Uzhhorod, Ukraine;

Sukru Dursun
[3]Konya Technical University, Konya, Turkey. sdursun@ktun.edu.tr;

Mirela Lika (Cekani)
University of Tirana, Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, Tirana, Albania;

Flora Ndroqi Merko
Aleksander Moisiu University, Department of Economics, Durres, Albania;

Massimo Zucchetti[6],
Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino, Italia and MIT, Massachusetts Institute of Technology, 77 Mass Avenue, 02139, Cambridge (MA), US;

Cezar Kongoli
Earth System Science Interdisciplinary Center (ESSIC), University of Maryland College Park, USA;

Abstract
Precipitation is an important element of climate. Its impact in the ecosystem is direct. Its assessment constitutes a necessity. For the evaluation of the precipitation regime and its tendencies in the region of Shkodra, there has been analyzed data for a period of over 40-50 years. These values are the contribution of meteorological control centers in Shkodra. For analysis of meteorological indicators were used mathematical methods of statistical analysis, regression equations, and mean deviation. The data processed with the Excel program and its graphical presentation, gives us the possibility of having a clear interpretation on local climate and its changes. The regression equation was: y =-0.894x + 181.5 with r = 0.368. This means that for every 5 years there is a variation of precipitation with about 4.5 mm per month. Analysis of the factual and theoretical results indicates significant differences. By analyzing the varying average, we conclude on large margins. From analysis of data presented in the precipitation chart it results that the precipitation values are of cyclical character. These cycles of precipitation, with approximate values, are of the time periods between 1951-1961, 1962-1972, 1973-1983, 1984-1994 and 1995-2005 onwards.

Key words: ecosystem, lake, precipitation, local climate change

INTRODUCTION

Global climate change has become a universal problem throughout the world (C. GREGORY KNIGHT., 2008). With the term global climate change and local government is taken very international scientific institutions. The main problem in global and local studies is to determine the consequences that stem from these changes (LEHNER B et al.2001). In general, global and local climate changes are measurable. They calculated the change in value primarily to thermal environmental components. So given thermal environment assessments for land, air and water. Thermal changes cause deterioration of other environmental balances (H. MANKOLLI, 2010). Specifically, in the amount of precipitation changes and their forms on time or otherwise. Examples are the melting of snow, floods, phenomena that change the environmental situation and sustainable cyclical (H.MANKOLLI et.al. 2006; 2009).

MATERIAL AND METHODS

Study environment. Shkodra Lake is situated in Albanian – Montenegro border, the geographical width and 40□10□ geographic longitude 19□15□. It is located in the lower part of the excavated area of Shkodra, between Mount Taraboshi, Mbishkodra field, Shkodra field. Podgorica Lake in the city of Shkodra is the largest lake in the Balkans. Its surface is 368 km^2, which occupies 149 km2 in the territory of Albania. The maximum lake area is 542 km^2. The maximum length of lake is 45 km, while the maximum width 26 km. Shore of the lake is 207 km, 57.5 km of which belong to Albania. Development Index of the coastline is 3 m. Rolling average water depth of 8-9 meters. Maximum depth of the lake is found in the "eye" Radushe. The maximum depth in the Albanian part of the lake is found in the area called “vokluziane holes” as "eye" of Sheganit and "eye" of Virit. Watershed of Shkodra Lake has an area of 5179 km2, 1027 km^2 of which is included within the territory of Albania. Surface hydrographic network of the eastern side is reduced. The lower part of streams as stream of dry, etc., the stream of Vrakes, are dry.

Feeding water to infiltrate underground basin and further drain for the lake. In Shkodra Lake falls around an average 1600 - 2000 mm/year rainfall, while in the mountainous area 2500 - 3000 mm/year. Shkodra Lake has an irregular regime. Buna River gets out of Lake with 320m^3/sec and pours in the Adriatic Drin with 682m3/sek. About 80% of annual flow comes in the lake water in the wet half of the year. A major role in the lake water regime plays Buna river hydrological node - Drin. Group to study data on climate change consists of values of indicators of climatic precipitation expressed in mm, average temperature expressed in ^oC and relative humidity of air expressed in %. All values obtained in the analysis of indicators belong to a period over 35 years. They are for each month of the year from January to December. These values are indicators of their climate contribution meteorological checkpoints in Shkodra. Values of indicators which are of low reliability are not analyzed. For analysis of meteorological indicators were used mathematical methods of statistical analysis, regression equation, the average deviation.

Assessment was based on hydro Emberger index, an indicator widely used today in local climate studies. The formula used takes into account the amount of precipitation, average temperature the hottest month, average temperature in the cold month (Emberger, 1969). Temperatures return to values Calvin grade.
Emberger index, calculated with the formula Q:

$$Q = \frac{2000\ P}{(M - m)\ (M + m)}$$

Where: Q = coefficient index; P = annual precipitation; M = Mean of the maximum temperature of the coldest month in the year in °K (Calvin); m = mean of the minimum temperature of the coldest month in the year in °K (Calvin); °K (Calvin)=273;

RESULTS

Emberger based method, by processing the values of climate indicators and the implementation of our affiliation results in a formula of the coefficient Q value around 225. This indicator gives us the opportunity to define the area of Shkodra, as an area with a high chance of precipitation regime and was classified as humid zone, moist.

This definition is consistent with other Methodologies applied for hydrological studies. On the evaluation of indicators to obtain the results of our study the maximal average values are from 27-29 ^oC temperature and average minimum of 1-2 ^oC. The average value of precipitation for the period results in many years around 1796 mm.

Table 1. The value of the coefficient Q, Shkoder

M-m	M+m	A*B	P	2000P	Q
27.7	576	15955.2	1796	3592000	225

Source: processing by Emberger method

Analysis of the rainy climate change element method based on the graphic, the regression Equation and comparing the average actual and theoretical Values.

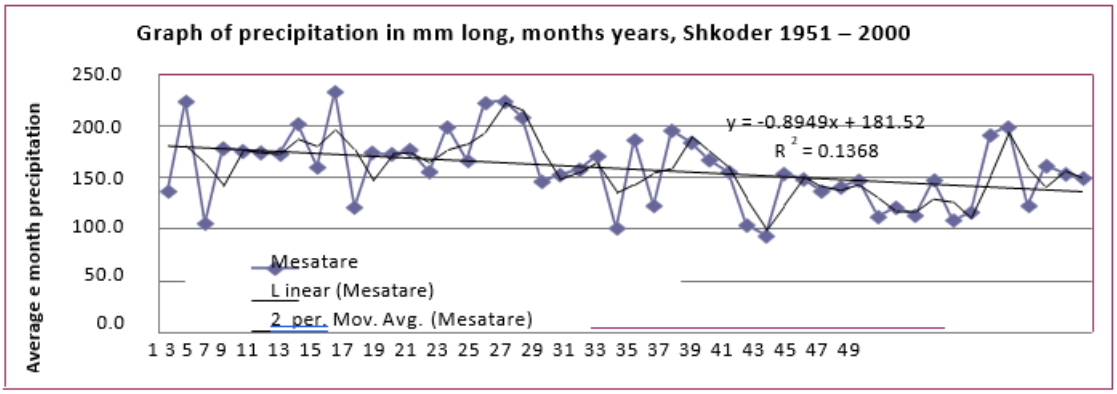


Figure 1. Graph of precipitation in mm long, months, years, Shkoder

Data processed with the program excel and their graphical presentation, gives us the possibility of interpreting the local climate changes. Regression equation: y =-0.894x + 181.5 with $R^2 = 0136$ gives us a decrees tendency. This means that for every five years we have a variation of precipitation with about 4.5 mm per month. By analyzing the actual and theoretical results appear to us big difference. By analyzing our mobile average difference values appear high. This assessment provides the opportunity for local climatic changes. From analysis of the data presented in the chart shows that our heavy precipitation values have cyclic character. These rainfall cycles with approximate values belong period 1951-1961, 1962-1972, 1973-1983,1984-1994 and 1995 and ongoing. Indicators of change are analysis and years of heavy ends. where for the period in our study result in 1952 with 223.4 mm year average rainy month-year, 1960 with 233.1 mm average rainy month - year, 1983 with 93 mm average rainy month – year Element analysis of climate change and air relative humidity is based on the graphic method, the regression equation and comparing the average actual and theoretical values.

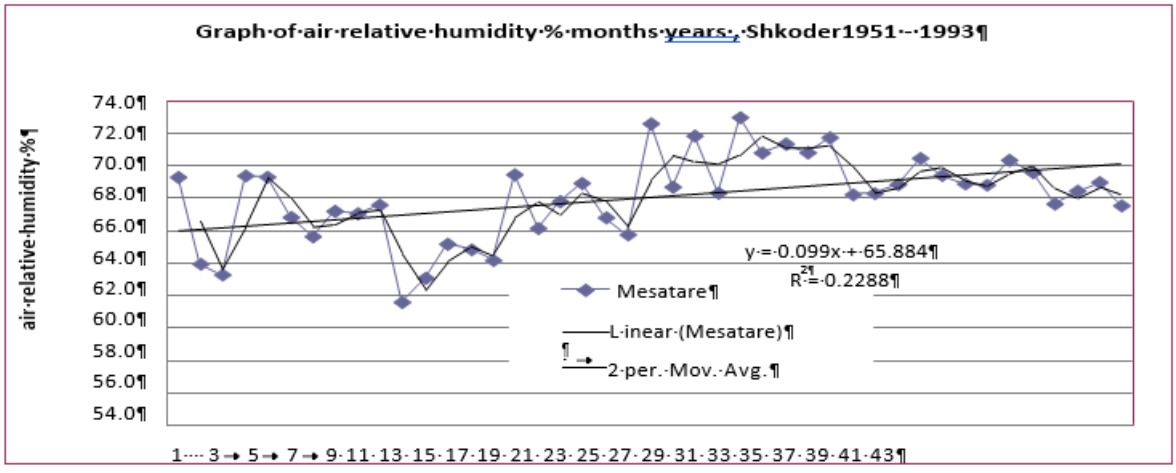


Figure 2. Graph of air relative humidity long %, months years, Shkoder

From the regression equation shows that for every 11-year cycle time there is a relative humidity of the air of almost 1%. Upward moisture indicator values are favored by the possibility of precipitation and evaporation water surface of Shkodra Lake.

CONCLUSIONS

The Shkodra lake ecosystem is under the effect of local climate change. Emberger coefficient Q value is 225, set by the Shkodra lake ecosystem bioclimatic version Humid (wet). The precipitation climate indicator analysis shows that they are decreasing trend, based on the regression equation: y =-0.894x + 181.5 with R^2 = 0136. Also, there is the possibility of cyclical periods that bring their ends. How are cyclical periods 1951-1961, 1962-1972, 1973-1983, and 1984-1994. Years 1952 have precipitation ends with 223.4 mm month-average rainy years, 1960 to 233.1 mm average rainy months-years, 1983 to 93 mm month-average rainy years. Many years are the difference from the theoretical average. Climate index relative air humidity regression equation: y = 0.099x + 65.88 R^2 = 0228 has this growth trend associated with the possibility of evaporation water in the lake ecosystem. The tendency of small changes in local climate Shkodra lake ecosystem may be a result of global climate change.

REFERENCES

1. Anderson, E.A. (1976), A Point Energy and Mass Balance Model of a Snow Cover, NOAA Technical Report NWS 19, 150 pp., U.S. Dept. of Commerce, Silver Spring, Maryland;
2. Brasnett, B., 1999: A global analysis of snow depth for numerical weather prediction. J. Appl. Meteor., 38, 726-740;
3. Brosnahan, Tom et al (1999):Mediterranean Europe,4th Edition, Lonely Planet Publications Pty Ltd, Victoria, Australia;
4. Cezar Kongoli12, 2015. OPTIMAL INTERPOLATION OF IN-SITU AND SATELLITE PASSIVE MICROWAVE DATA FOR GLOBAL SNOW DEPTH ESTIMATION, International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES): Vol. 5 (4): 637- 642 (2015);
5. Cezar Kongoli12, 2016. Large - scale snow depth – elevation relationships of world's major mountain regions, International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES): Vol. 6 (4): 653-658 (2016);
6. Cezar Kongoli12, Robert J. Kuligowski2, Sean Helfrich2, Peter Romanov32, 2014. Monitoring precipitation and snow cover using multi-sensor satellite and in-situ data, International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES); Vol. 4 (2): 293-300 (2014);
7. Cezar Kongoli12, Sean Helfrich2, Robert J. Kuligowski2, 2015. SATELLITE-BASED ESTIMATION OF HYDROLOGIC COMPONENTS – APPLICATION TO SNOW AND PRECIPITATION, International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES): Vol. 5 (2): 261- 268 (2015);
8. Cezar Kongoli12, Yu Zhang3, Zhengtao Cui42, Robert J. Kuligowski2, 2017. Estimation Of Snow And Rainfall For Hydrological Analysis Of A Mid-Winter Flooding Event In Western United States, International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES): Vol. 7 (4): 651-656 (2017);
9. EMBERGER .1969: Climatique la Tunisia, IAO, Florence, Italy, p.25-60;
10. Füsun Gülser, Arzu Çiğ, Ferit Sönmez, the determination of phytoremidationlevels of ornamental plants used in landscape, International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES), Volume 1/2 2011, page 43-49, https://sites.google.com/site/injournalofecosystems/template/volumi-1-2011/volume-2-2011;
11. Giordano A, (1998): Soil and soil conservation with focus on Remote sensing, IAO, 116.monografic,IAO, Florence Italy;
12. Gjiknuri L., Haxhia I., Mullai A., Bega F. (1993): Stock taking of rare species of plants and animals of important ecological systems and ecological landscape elements;
13. GREGORY KNIGHT. 2008: Climate Change and the Balkans: Real Concern or "Useless Arithmetic" Department of Geography and School of International Affairs, Pennsylvania State University, University Park, PA 16802 USA, Cambridge: Cambridge University Press;
14. H. Mankolli et.al., Evaluation Of Precipitation And Use On Bioclimatic Study, 9th SGEM 2009, Varna,

Albena 2009, 14-19 June, Conference Proceedings, V. II. Sofia, Bulgaria, 954918181- 2.

15. Hall, D.K. and G.A. Riggs, 2007. Accuracy assessment of the MODIS snow-cover products, Hydrological Processes, 21(12):1534-1547, DOI: 10.1002/hyp.6715;
16. Hall, D.K., G.A. Riggs, V.V. Salomonson, N.E. DiGirolamo and K.A. Bayr, 2002. MODIS snow-cover products, Remote Sensing of Environment, 83:181-194;
17. Hodo, P.&Dinga, L. (2000). Vegetation of Albania in Guide to Albanian Natural Treasures, p. 167;
18. Hydrology of Albania (1984): Alb. Ac.Scien. p.220. Tirana;
19. Hysen Mankolli[12], Andi Mankolli[3*], 2017. Snow and rain precipitation in some regions of Albania, International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES): Vol. 7 (3): 645-650 (2017);
20. Kongoli, C. and S. Helfrich, 2015. A multi-source interactive analysis approach for Northern hemispheric snow depth estimation, Proceedings of the Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), IEEE International, Milan, Italy, DOI: 10.1109/IGARSS.2015.7325878;
21. Kongoli, C. E. and Bland, W. L. (2000): Long-term snow depth simulations using a modified atmosphere-land exchange model, Agr. Forest Meteorol., 104, 273–287;
22. Land Evaluation of Lebna Catchments, Tunisia, (2002): same authors IAO, Florence, Italy;
23. Lehner B, Henriches T, Doll P, Alcamo J. 2001: EuroWasser: Model-based Assessment of European water resources and hydrology in the face of global change, Kassel: Center for Environmental Systems.
24. Liu, Y., C. D. Peters-Lidard, S. V. Kumar, K. R. Arsenault, and D. M. Mocko (2015), Blending satellite-based snow depth products with in situ observations for streamflow predictions in the Upper Colorado River Basin, Water Resour. Res., 51,1182–1202, doi:10.1002/ 2014WR016606;
25. Mankolli H, Peçuli V, (2005): Workshop: The theory and practice evaluations over eco-climate on ecosystems, Tirana, Albania;
26. Mankolli H, (2001): Bioclimate evaluation with IDRISI programs, Agricultural Sciences Newsletter, NR.1, p.23-28, Albania;
27. Mankolli H, (2001): Ecological and climate influence evaluation on vineyard cultivation in Korca District, Agricultural Sciences Newsletter,NR. 3, p.45-52, Albania;
28. Mankolli H, (2002): The bioclimatic of Korça on focus of classification Rivas S. Martinez, Agricultural Sciences Newsletter, NR. 3, p.36-38, Albania;
29. Mankolli H, (2002): Ecological and climate influence evaluation on Prunus. sp. cultivation in Korca District, Agricultural Sciences Newsletter, No. 1, p.77-84, Albania;
30. Mankolli H, (2006): II International Symposium of Ecologists,“The bioclimatic classifications of some micro areas on Albania”, Mankolli H, of Montenegro,p.99-100, 24.09;
31. Mankolli H,(2006): Soils resoursces in the ecocklimatic area of Prespa-Albania, AJNTS,published by Academy of Sciences of Albania.,(1-2) XI (19-20), p.266-273;
32. Mankolli H,(2007): I Symposium for protection of natural lakes “Towards a set of bio-indicators and eco-areas management at the Prespa watershed in Albania”, in Republic of Macedonia, Ohrid,p.59-60,31.05 - 03.06;
33. Mankolli, H, .2010: Decadal climate variability in Tirana, Bulgarian of Journal Meteorology&Hydrology, Volume15, number,32, www.globalchange.meteo.bg/bjmh_1_10_content.pdf.
34. Maracchi G, (1983): “Elementi di agrometeorologia “CNR-IATA, Florence, p.124-131;
35. Martinez Rivas. S.(1996):”Global Biocliomatique clasificasion” Madrid, Espania, p.27-38;
36. Nature, Landscape and Biodiversity Conservation in Albania (1997): p.39 Tirana.REC;
37. Nature, Landscape and Biodiversity conservation in Albania (1997): p.39. PPNEA-ASPBM, Tirana;
38. Olivia Cioboiu, Biodiversity of a protected lacustrine complex within the lower hydrographical basin of the JIU, International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES), Volume 1/1,2011,page 57-62, https://sites.google.com/site/injournalofecosystems/ template/volumi-1-2011;
39. P.Hodo and L.Dinga, Vegetation of Albania In Guide to Albanian Natural Treasures. Academy of Sciences

of Albania, 2000, p. 167;

40. Saloranta, T. M. 2012: Simulating snow maps for Norway: description and statistical evaluation of the Norge snow model. The Cryosphere 6, 1323-1337;

41. T. Brosnahan, e.t.c., Mediterranean Europe, 4th Edition. Lonely Planet Publications Pty Ltd, Victoria, Australia. 1999.p.112-119;

PROGNOSIS OF SEEPAGE WATER QUALITY AND SOLUTE TRANSPORT IN THE GROUNDWATER AT A SITE CONTAMINATED WITH BENZENE AND NAPHTHALENE

Res. Assist. Zeynep Cansu Ayturan
Konya Technical University, Engineering and Natural Science Faculty, Department of Environmental Engineering
zcayturan@ktun.edu.tr

Prof. Dr. Rüdiger Anlauf
University of Applied Sciences, Hochschule Osnabrück, Faculty of Agricultural Sciences and Landscape Architecture
r.anlauf@hs-osnabrueck.de

Prof. Dr. Şükrü Dursun
Konya Technical University, Engineering and Natural Science Faculty, Department of Environmental Engineering
sdursun@ktun.edu.tr

Abstract
Soil contamination is one of the most important issues because of the risk of reaching the groundwater (GW). It is possible to predict the seepage water quality, time duration of seepage, solute transport in the groundwater by the help of models. Several factors are affecting the seepage water and solute transport such as soil texture, bulk density, field and air capacity of the soil, the amount of pollutant found in the soil, conductivity and porosity of aquifer and hydraulic heads. In this study, simulation models were used to predict seepage water quality (soil models) and solute transport in the groundwater (GW models) for the artificial site contaminated with benzene and naphthalene for 10 years' time period. Two different case studies were conducted with benzene and naphthalene pollution. In the benzene case, the soil profile was contaminated and there was no other input source while in the naphthalene case, the soil profile was empty and there was a constant input present. The effects of wells, bulkheads, and sanitation wells were also investigated. The results of soil models showed that benzene pollution was affected by some mechanisms like diffusion, dispersion, adsorption, volatilization, and decay in the soil profile while naphthalene pollution directly reaches the aquifer without being affected by any mechanisms because of its chemical parameters and the constant input. The results of the GW model indicated that the benzene contamination left the aquifer faster than naphthalene due to decay and adsorption processes and chemical properties. Furthermore, sanitation wells found more effective than the bulkheads to prevent pollution in reaching the wells.

Keywords: Soil contamination, seepage water, solute transport, benzene, naphthalene.

1. INTRODUCTION

In recent years, investigations related to seepage water quality and transport of contaminants gain a huge importance. Seepage is mainly defined as a gradual loss of water through soil layers (Bayat et al. 2019). Especially the natural water sources should be conserved to meet the demand for rapid development and increase of the population. Therefore, these sources should be protected from pollutants (Abd-Elhamid et al. 2019). Moreover, simulation of the transport of the solutes in the contaminated sites may be helpful to give information about the fate of the contaminants. The processes like diffusion/dispersion, decay, volatilization and adsorption are the main mechanisms which may affect the contaminant transport into soil and groundwater. The diffusion/dispersion process is mainly described as spreading of the molecules with random motion or spreading due to pore to pore variation in velocity (Whitaker, 1967). The decay process is the decomposition of organic materials found in the soil by microorganisms (Dent et al. 2004). Furthermore, the adsorption process is the attachment of solution constituents to the surface of soil particles (Huang 1980). Volatilization is the is the transition from the liquid to the gas phase. All these processes occurring in the soil affect the amount of pollutant that will reach the groundwater.

Moreover, benzene and naphthalene, the contaminants which were studied in this research, are both very dangerous contaminants. Benzene may be harmful to both plants and humans when it reaches aquifers. It has a potential cancer risk especially on the people who are vulnerable (Li et al. 2014, Lioy et al. 2011). Furthermore, naphthalene is toxic to wildlife, particularly aquatic organisms and dangerous for human health (Han et al. 2019). In this work, seepage water quality and solute transport in the groundwater at the contaminated site with benzene and naphthalene were determined. Seepage water quality was calculated with HYDRUS-1D program for benzene and naphthalene separately and solute transport in the groundwater was calculated with PMWIN program. The results simulated with these programs are very important to understand the path of pollutants after they enter the soil. According to the properties of the soil and those of the respective chemicals, the velocity and the amount reaching the groundwater varies.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Model Information

In this study seepage water quality was determined with the model HYDRUS-1D. This model is a windows-based program and used mainly for water flow and solute transport in the different types of saturated porous media. The package of the HYDRUS-1D software consists of a finite element model with one-dimension to simulate the water movement, heat, and multiple solutes in variably saturated media. Using HYDRUS-1D is supported by an interactive graphics-based interface for pre-processing of data, soil profile discretization, and graphic presentation of the results (PC-Progress, 2019). To develop a water flow and solute transport model with HYDRUS 1D, some information related to the contaminated area such as soil texture, bulk density, air and field capacity and pollutant concentrations measured at each horizon for certain depth should be known.

Solute transport in the groundwater was simulated with Processing Modflow for Windows (PMWIN 5.1). PMWIN software mainly provides a simulation system integrated for modelling groundwater flow and transport processes. PMWIN consists of professional graphical user-interface, some other related models and modeling tools. PMWIN simulates an aquifer environment based on a rectangular discretization grid (Chiang and Kinzelbach 1998).

2.2. Model Parameters

To establish solute transport models for soil media, some parameters are required for the contaminated site. These are soil physical characteristics such as texture, depths, bulk density, air capacity, field capacity of the soil horizons, solute transport parameters such as Kd, Henry coefficient, decay coefficient, diffusion coefficient, dispersion length and amount of seepage water and initial measured total concentrations of pollutants (the concentrations in gas, solution and adsorbed phase were calculated for each horizon). Similarly, for groundwater models, several parameters should be known. These are aquifer properties (bulk density, permeability), seepage pollutant concentrations, pollutant characteristics (Kd, decay coefficient) and the properties of the wells found in the aquifer system.

2.3. Input Data

2.3.1. Input Data for HYDRUS-1D

Solute transport parameters used for benzene and naphthalene pollution are given in Tables 1 and 2, respectively. In these tables Koc represents a standardized linear adsorption coefficient, K_d represents the adsorption coefficient and Org.C represents organic carbon content. Soil physical characteristics such as M_{total} (total concentration at each horizon), AC (air capacity), FC (field capacity), H (henry coefficient), ρ_{soil} (bulk density) values are given for each horizon in Table 3.

Table 1. Solute transport parameters used for benzene

Model Horizon	Koc	Org.C	Kd	Henry coeff.	Decay coeff. (water)	Diffusion coeff. (water)	Diffusion coeff. (gas)	Dispersion length
	cm^3/mg	mg/mg	cm^3/mg	cm^3/cm^3	1/day	cm^2/s	cm^2/s	cm
A	$3.8*10^{-2}$	$7.88*10^{-3}$	$3.0*10^{-4}$	0.22	$9.63*10^{-4}$	$1.1*10^{-5}$	$9.3*10^{-2}$	3
B		$9.17*10^{-4}$	$3.5*10^{-5}$					
C		$6.48*10^{-4}$	$2.5*10^{-5}$					
D		$1.00*10^{-3}$	$3.8*10^{-5}$					
E		$5.00*10^{-4}$	$1.9*10^{-5}$					

Table 2. Solute transport parameters used for naphthalene

Model Horizon	Koc	Org.C	Kd	Henry coeff.	Decay coeff. (water)	Diffusion coeff. (water)	Diffusion coeff. (gas)	Dispersion length
	cm^3/mg	mg/mg	cm^3/mg	cm^3/cm^3	1/day	cm^2/s	cm^2/s	cm
A	$2*10^{-6}$	$7.88*10^{-3}$	$1.6*10^{-8}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
B		$9.17*10^{-4}$	$1.8*10^{-9}$					
C		$6.48*10^{-4}$	$1.3*10^{-9}$					
D		$1.00*10^{-3}$	$2.0*10^{-9}$					
E		$5.00*10^{-4}$	$1.0*10^{-9}$					

Liquid concentrations for benzene as necessary input for HYDRUS-1D were calculated according to equations 1, 2 and 3. M_{total} represents the measured initial total values of benzene (i.e. benzene in liquid, solid and gas phase) in the contaminated area (Table 3).

$$C_{Gas} = \frac{Mtotal}{(AC + FC / H + Kd * \rho_{soil} / H)} \quad (1)$$

$$C_{Solution} = C_{Gas} / H \quad (2)$$

$$C_{Adsorbed} = Kd * C_{Solution} \quad (3)$$

Table 3. Soil physical characteristics and total initial concentrations used in HYDRUS-1D

Depth		Texture	M_{total} (Benzene)	ρ_{soil}	Air capacity	Field capacity
cm			mg/kg	mg/cm^3	cm^3/cm^3	cm^3/cm^3
0-70	A	Sand	0.90	1210	0.2	0.17
70-120	B	Loamy sand	6.30	1570	0.1	0.28
120-180	C	Sandy clay loam	24.20	1630	0.06	0.41
180-250	D	Silty clay loam	38.70	1830	0.04	0.38
250-500	E	Sand	1.60	1640	0.19	0.17

In Table 4, the calculated values used to determine profile information for concentration arre given. Firstly, C_{Gas} values (concentration in the gas phase) were calculated according to Equation 1. Then $C_{Solution}$ (concentration in the solution) and $C_{Adsorbed}$ values (concentration adsorbed at the soil particles) were calculated with respect to equations 2 and 3, respectively. The values calculated for $C_{solution}$ (Table 4) were entered to the benzene model as profile information for each depth. For naphthalene, the concentrations in the whole profile at the start of the simulation are zero and there is a constant input of 20 mg/L from the soil surface. Therefore, initial concentration as input data was not calculated for naphthalene pollution in the soil horizons. For both models a seepage water amount of 248 mm per year (long term average) was used.

Table 4. Calculated values from soil properties for benzene

Depth		C_{Gas}	$C_{Solution}$	$C_{Adsorbed}$
cm		mg/cm^3	mg/cm^3	mg/kg
0-70	A	0.0004	0.0019	0.57
70-120	B	0.0061	0.0277	0.97
120-180	C	0.0187	0.0850	2.13
180-250	D	0.0340	0.1545	5.87
250-500	E	0.0024	0.0108	0.21

2.3.2. Input Data for PMWIN

With the help of information aquifer geometry, grid properties, well properties, aquifer properties and the pollutant amounts reaching the groundwater (derived from the soil model), the movement of contaminants into the groundwater was calculated. An aquifer map showing the area contaminated with benzene and naphthalene is given the Fig. 1. In this figure, wells, contaminated zone and boundaries like rocks are shown.

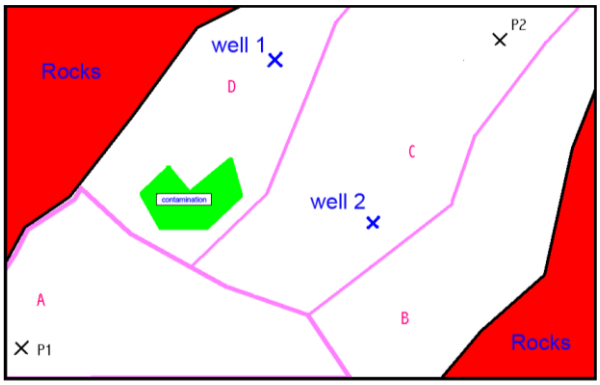


Figure 1. Map of the contaminated aquifer

The aquifer in this siteis unconfined and top of the system is positioned at 75 m above sea level (asl). The aquifer area consists of sub-areas with different aquifer properties given in the Table 5. The initial hyraulic head of the aquifer was 68 m for all areas except of the constant head boundries in the Southern/Western Boundary of 75 m and Northern/Eastern Boundary of 62 m. Well pumping rates used in the model were 10000 m^3/day for $well_1$, and 7000 m^3/day for $well_2$. Pollutant characteristics used in the models are given in Table 6.

Table 5. Input parameters for PMWIN to create aquifer features

Area	Horizontal Hydraulic Conductivity (m/day)	Porosity (cm^3/cm^3)	Aquier basis bottom of layer (m asl)
A	80	0.25	35
B	70	0.25	40
C	40	0.25	50
D	100	0.25	48

Table 6. Pollutant characteristic used in PMWIN

Pollutant	Initial Concentration (mg/m^3)	Recharge concentration (mg/m^3)	Chemical reaction	Bulk Density (mg/m^3)	Kd (m^3/mg)	Decay Coefficient (1/day)
Benzene	36000	-	Layer by layer	$1.64*10^9$	$1.9*10^{-11}$	0.00963
Naphthalene	0	20000	Layer by layer	$1.64*10^9$	$1*10^{-15}$	-

2.4. Sensitivity Analysis

To evaluate the model results, it is significant to know the sensitivity of the model results with respect to the inaccuracy of the input parameters. One possibility is to increase or decrease the input parameters by a given percentages and compare the variation of the results. For this study, a sensitivity analysis was just conducted for the benzene pollution because its higher complexity compared to the naphthalene case where the soil profile was empty and a constant input was present. Moreover, the sensitivity analysis was conducted to determine the influence of the Kd-value, total concentration, decay coefficient in water, diffusion coefficient in water and amount of seepage water.

2.5 Model Development

For benzene and naphthalene pollution, different simulations were created in the soil and groundwater. Diffusion/dispersion, decay and adsorption processes were considered as mechanisms for benzene transport while only adsorption was considered for naphthalene. In order to develop a simulation with HYDRUS-1D, several steps should be followed. First, the main process of the simulation was selected as water flow and solute transport. Then, geometry, time and print information of the simulation were set. Iteration criteria and time variable boundary conditions were selected as default. Soil hydraulic model was selected as van Genuchten-Mualem without hysteresis. Soil hydraulic parameters were entered for each layer based on soil texture and water flow boundary conditions were defined. The amount of seepage water was entered to the model as constant boundary flux. Then, solute transport parameters were entered to the model and solute transport boundary conditions were defined. Finally, initial conditions were entered in the profile information section. After that, the model was run, and results were observed.

For the simulation in the groundwater, decay, adsorption and volatilization processes were considered for the benzene case, and only adsorption was considered for naphthalene**.** In order to develop a simulation with PMWIN, the grid discretization was developed, and the layer type was selected. Then, boundary conditions, initial hydraulic heads, hydraulic conductivity, porosity, recharge flux and well pumping rates were set to the program. Groundwater isolines, catchments of the two wells and water protections zones were determined with the particle tracking method. Finally, the effects of bulkheads and sanitation wells were evaluated.

3. RESULTS AND DISSCUSION

3.1. Results for HYDRUS-1D

3.1.1. Seepage Water Quality for Benzene

In Fig. 2 the maximum bottom concentration of the seepage water for the benzene contamination and the time of its occurrence is shown. The maximum concentration is 36 mg/L and it has been reached after 421 days. The change in the liquid concentration profile after different durations with respect to depths is given in Fig. 3. The variation of the concentration profile can be understood as a result of decay, adsorption, diffusion and volatilization processes. Decay occurs in all horizons. Part of the pollutant diffuses into the gas phase by volatilization and is adsorbed by soil particles. Once the pollutant is volatilized into the gas phase, it diffuses very quickly due to the very high diffusion coefficient in the gas phase compared to that of the liquid phase. This results in a rather even concentration distribution over the entire soil profile. Based on the simulated liquid concentration after 10 years, the concentration at the exchange complex and in the gas phase were calculated. Equations 2 and 3 were used in this calculation. For this purpose, average concentrations of the depths were used (Table 7, $C_{solution}$).

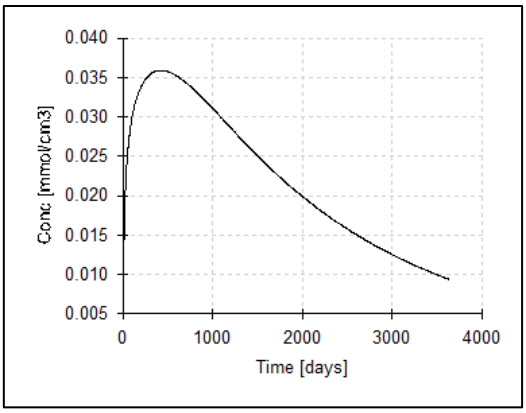


Figure 2. Concentration at the Groundwater Surface for Benzene

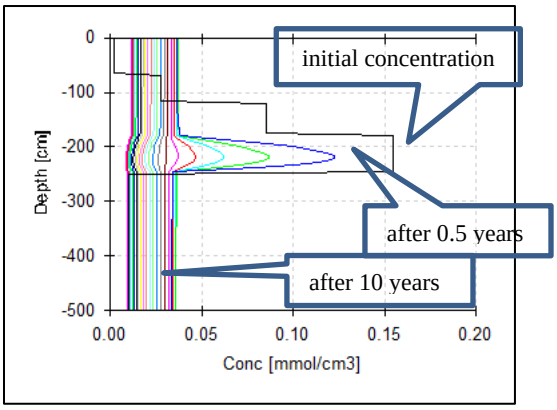


Figure 3. Profile Information - Concentration for Benzene

After calculation of total concentration, the concentration adsorbed at the soil particles and the concentration in the gas phase were calculated and are shown in Table 7 (the total_ads and total_gas column. Calculated total pollutant concentration at each horizon after modelling of 10-year time period was showed in the last column of Table7.

Table 7. Concentrations in the Adsorption and Gas Phase

$C_{Solution}$	total_ads	total_ads	C_{Gas}	total_gas	total_gas	total
mg/cm³	mg/mg	mg/kg	mg/cm³	mg/mg	mg/kg	mg/kg
0.0114	$3.41*10^{-6}$	3.41	$2.4992*10^{-3}$	$4.1309*10^{-7}$	$4.13*10^{-1}$	**5.42**
0.0113	$3.97*10^{-7}$	0.40	$2.4948*10^{-3}$	$1.589*10^{-7}$	$1.59*10^{-1}$	**2.58**
0.0113	$2.82*10^{-7}$	0.28	$2.4772*10^{-3}$	$9.1185*10^{-8}$	$9.12*10^{-2}$	**3.20**
0.0087	$3.30*10^{-7}$	0.33	$1.9127*10^{-3}$	$4.1807*10^{-8}$	$4.18*10^{-2}$	**2.18**
0.0093	$1.77*10^{-7}$	0.18	$2.0493*10^{-3}$	$2.3742*10^{-7}$	$2.37*10^{-1}$	**1.38**

3.1.1.1. Results of Sensitivity Analysis for the Benzene Case

The results of the sensitivity analysis were given for benzene pollution in Table 8. In this table, the results for simulations with standard values are given on the left side and the results of simulations with the change of 5 parameters by -20% are given on the right side. Deviation in percentage shows the significance of parameters. According to the sensitivity analysis done for benzene pollution, the important parameters for the model are K_d, initial total concentration, and the decay coefficient. If there is change in these parameters, the model results are affected significantly. As a consequence, these input parameters should be determined with highest possible accuracy.

Table 8. Results of Sensitivity Analysis for Benzene

Parameters	Standard values	Max. Bottom Conc. (mg/L)	Time at max.b. Conc (days)	-20%	Max. Bottom Conc. (mg/L)	Deviation in %	Time at max.b. Conc (days)	Deviation in %
K_d values (cm^3/mg) (for 5 depths)	$3.0*10^{-4}$	35.903	421	0.00024	37.655	4.7	403	4.3
	$3.5*10^{-5}$			0.000028				
	$2.5*10^{-5}$			0.00002				
	$3.8*10^{-5}$			0.0000304				
	$1.9*10^{-5}$			0.0000152				
Total Conc. (mg/kg) (for 5 depths)	0.9			0.72	29.08	19.0	415	1.4
	6.3			5.04				
	24.20			19.36				
	38.70			30.96				
	1.60			1.28				
Decay coeff. (1/day)	0.000963			0.0007704	38.131	5.8	488	13.7
Diffusion coeff. in water (cm^2/s)	0.9504			0.76032	35.335	1.6	423	0.5
Seepage water (cm/day)	0.067945205			0.054356164	36.35	1.2	415	1.4

3.1.2. Seepage Water Quality for Naphthalene

In Fig. 4 the maximum bottom concentration reaching the groundwater and time of its occurrence is given. The inflowing water has a concentration of 20 mg/L. Therefore, the maximum concentration in the profile can be 20 mg/L (as long as there is no production or evaporation in the soil). The small increase above 20 mg/L (in tables 4 and 5) are oscillations as simulation artefacts due to a non-optimum discretization width. The time duration until reaching the maximum concentration is the 1604 days.

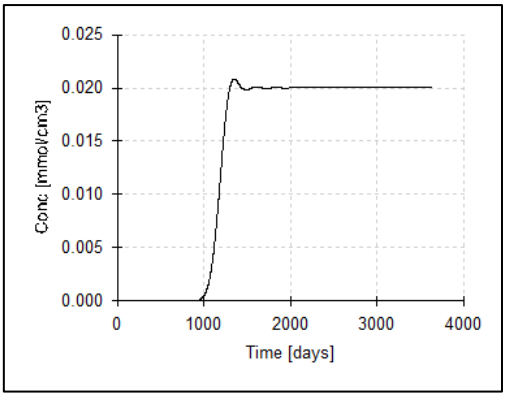


Figure 4. Concentration at the Groundwater Surface for Naphthalene

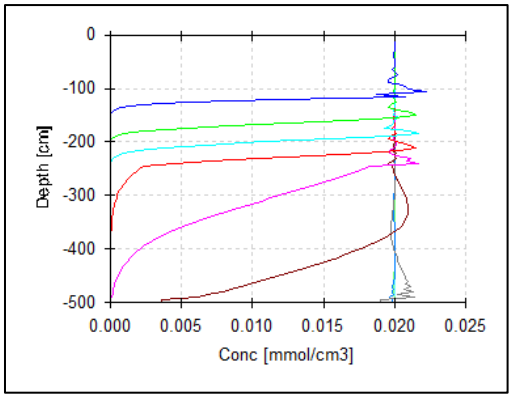


Figure 5. Profile Information - Concentration for Naphthalene

In Fig. 5 the profile information for naphthalene pollution is given. From this figure, it is clearly seen that there is no diffusion, adsorption or decay process occurred. All amount entering the soil surface directly reach the groundwater.

3.2. Results for PMWIN

3.2.1. Groundwater Isolines, Catchment of Wells and Protection Zone II

Fig. 6 (a) shows the groundwater isolines. These isolines show the direction of groundwater flow. The water flows in northeast direction (red arrow in Fig. 6). Moreover, the shapes of isolines and distance between them represent the velocity of flow. Velocity around the wells increases. With the help of the particle tracking method, the movement of particles backward and forward can be followed. In Fig. 6 (b) the catchment areas of well 1 and 2 is seen. The blue and red particles were calculated to move backward from the wells, and the green particles moved forward. Protection Zone II of wells are shown in Fig. 6 (c). Groundwater protection zones are used worldwide to reduce the risk of pollution. The delineation of GW protection zones follows natural criteria, mainly the travel time to springs and wells used for drinking water supply. Zone II is the most important for protection. Because microorganisms are usually inactivated in the groundwater after approximately 50 days, the protection zone II is usually defined as the Zone where particles have a travel time to the wells of less than 50 days. To define the protection zone II, particles were moved backward for 50 days.

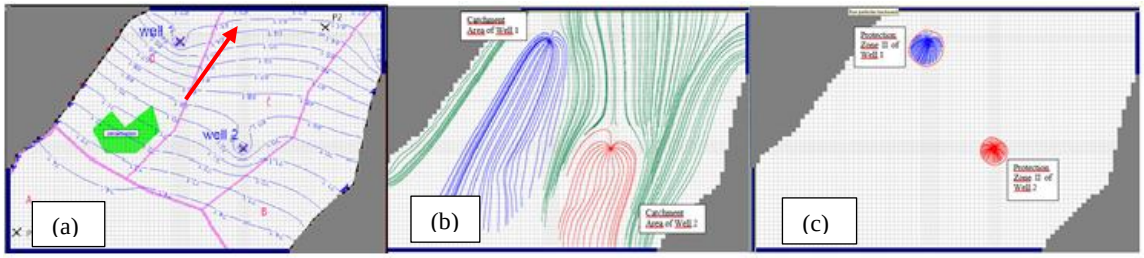


Figure 6. (a) Groundwater Isolines, (b) Catchment Areas of Wells and (c) Protection Zone II of Wells

3.2.2. Transport of Contaminants

The transport of the benzene contamination within a 10-years' time period is showed in Fig. 7 and the transport of naphthalene in Fig. 8. According to the results of the solute transport in the groundwater simulated with PMWIN, benzene contamination leaves well 1 after ten years while the naphthalene contamination remains in the area much longer. The reason are removal mechanisms for benzene, such as decay, adsorption and volatilization, while there is a permanent source of naphthalene in the contaminated area and no decay.

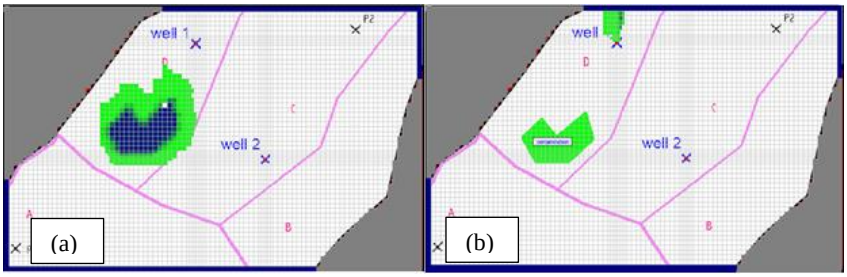


Figure 7. Transport of benzene pollution after (a) one year and (b) ten years

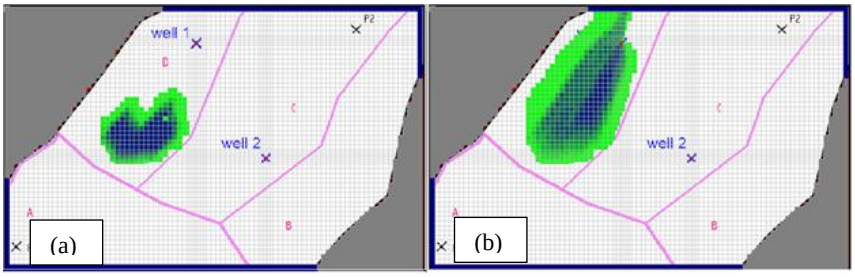


Figure 8. Transport of naphthalene pollution after (a) one year and (b) ten years

3.2.3. Effect of Bulkhead

Main purpose of a bulkhead is preventing the transport of contaminants with the aim of not reaching the wells. In the simulation, bulkheads were placed between the contamination and the well. The results of the bulkhead application for the benzene pollution are shown in Fig. 9 for a one and 10 years' time period and the bulkhead application for the naphthalene pollution are shown in Fig. 10. Both simulation results show that a bulkhead is usually not very efficient to prevent well contamination because the water and contaminants will flow around the bulk head. It will only increase the time for a contaminant reaching the well, which in turn may slightly decrease the contamination due to decay. To be effective, a bilk head must be very long (which is usually not feasible for economic reasons, or it must enclose the entire contamination.

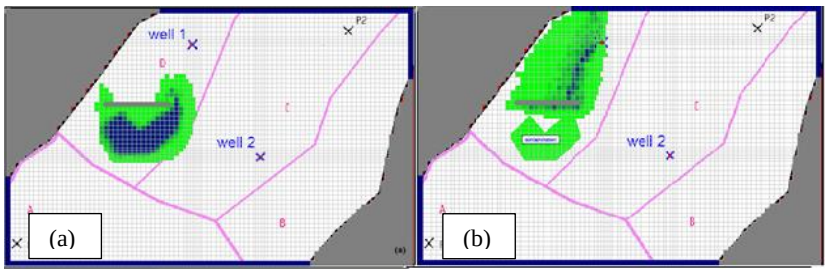


Figure 9. Application of bulkhead after (a) one year and (b) ten years for benzene

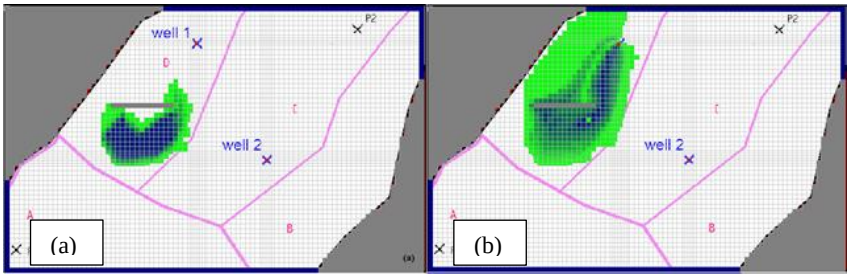


Figure 10. Application of bulkhead after (a) one year and (b) ten years for naphthalene

3.2.4. Effect of Sanitation Wells

Sanitation wells are used for the same purpose as a bulkhead. However, they can absorb the contaminated water and, thus, reduce the contamination amounts in the groundwater. In this simulation, sanitation wells with capacity of 4500 m^3/day were used for protecting the well. The results of the sanitation well application for the benzene pollution are shown in the Fig. 11 for a one- and 10-years' time period. The sanitation well application for the naphthalene pollution are shown in the Fig. 12.

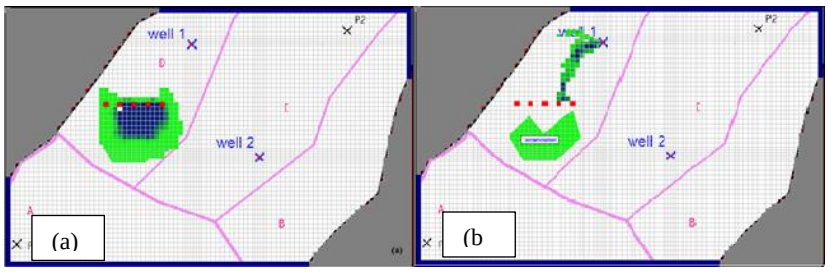


Figure 11. Application of sanitation wells after (a) one year and (b) ten years for benzene

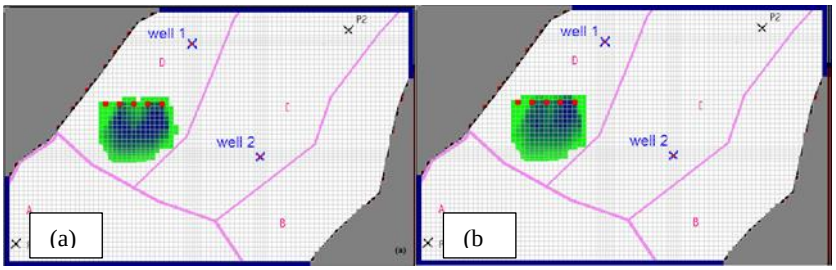


Figure 12. Application of sanitation wells after (a) one year and (b) ten years for naphthalene

4. CONCLUSIONS

Soil and groundwater models prepared in this study are main tools to understand the processes and the movement of contaminants through the soil and in the groundwater. Different soil properties and concentrations of the pollutants in each horizon of the soil affect the concentration of the contaminants in the seepage water. The Benzene pollutant in the soil was influenced by different processes such as diffusion, adsorption, volatilization and decay, and the concentration reaching the groundwater was determined by these processes. However, the naphthalene pollutant was less affected from these processes (except adsorption) and directly reached the groundwater stream. Groundwater transport of the contaminants is related to the main flow direction of the stream. Therefore, the contaminants can only reach well 1. After 10 years of time, the benzene contamination left well 1 while the naphthalene contamination stayed in the area and remained a threat to the water quality. The main reason of this behaviour is continuous feeding of naphthalene pollutant from soil surface with constant concentration during this period. Therefore, the case of naphthalene is worse than benzene.

Moreover, to understand the effect of a bulkhead and sanitation wells, both were placed between the contaminated area and the well. The effect of bulkhead for both contaminants was not successful according to the results of the model. The contaminants dispersed around the bulkhead and reached the well. Maybe bulkhead with higher length can be successful in prevention of well 1. However, the effect of sanitation wells was more successful. The capacity of the wells was enough to decrease the concentration of contaminants reaching the well. Especially for the case of naphthalene, none of the contaminants could pass through the sanitation wells and well 1 was protected. The results of this study are promising to explain the behaviour of contaminants which moving through the soil and finally reaching the groundwater. Main drawback is the difficulty of getting the necessary input data for a correct simulation.

REFERENCES

Abd-Elhamid HF, Abdelaal GM, Abd-Elaty I, Said AM. 2019. Efficiency of using different lining materials to protect groundwater from leakage of polluted streams. Journal of Water Supply Research and Technology-Aqua 68:448-459.

Bayat M, Eslamian S, Shams G, Hajiannia A. 2019. The 3D analysis and estimation of transient seepage in earth dams through PLAXIS 3D software: neural network Case study: Kord-Oliya Dam, Isfahan province, Iran. Environmental Earth Sciences 78.

Chiang W-H, Kinzelbach W. 1998. Processing MODFLOW—a Simulation System for Modelling Groundwater Flow and Pollution.

Dent BB, Forbes SL, Stuart BHJEG. 2004. Review of human decomposition processes in soil. 45:576-585.

Han F, Guo H, Hu J, Zhang J, Ying Q, Zhang H. 2019. Sources and health risks of ambient polycyclic aromatic hydrocarbons in China. Science of the Total Environment 698:134229.

Huang PM. 1980. Adsorption Processes in Soil. Pages 47-59. Reactions and Processes. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Li L, Li H, Zhang X, Wang L, Xu L, Wang X, Yu Y, Zhang Y, Cao G. 2014. Pollution characteristics and health risk assessment of benzene homologues in ambient air in the northeastern urban area of Beijing, China. J Environ Sci (China) 26:214-223.

Lioy PJ, et al. 2011. Personal and ambient exposures to air toxics in Camden, New Jersey. Res Rep Health Eff Inst:3-127; discussion 129-151.

PC-Progress, 2019. Hydrus-1D for Windows, Version 4.xx, https://www.pc-progress.com/en/Default.aspx?hydrus-1d (retrieval date: 02.09.2019)

Whitaker, S. 1967. Diffusion and Dispersion in Porous Media. A.l.Ch.E. Journal Vol. 13, No.3, 420-427.

SAYISAL ENTEGRE TASARIMINDA KLASİK YÖNTEMLER VE FPGA TEMELLİ YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Serkan Dereli
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi / Sakarya Meslek Yüksekokulu / Bilgisayar Teknolojileri ve Programlama Bölümü, Sakarya
dereli@subu.edu.tr

Özet
Entegreler, elektronik devrelerin en temel yapıtaşlarından olup pek çok farklı amaç için değişik disiplinlerde kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Bu elemanların üretiminin yegâne yöntemi olan sayısal devre tasarımı ise klasik yöntemler kullanılarak hem uzun hem de kontrolü zor bir süreçtir. Ancak, entegrelerin pek çok avantaj sağlaması nedeniyle mutlak surette tasarımlarının yapılmak zorunda olması bu yöntemlerin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ta ki, alanda programlanabilir özellikli FPGA'ların ortaya çıkmasına kadar klasik yöntemler zorunlu olarak entegre tasarımının vazgeçilmeziydi. FPGA teknolojilerinin ortaya çıkışı ile beraber zorlu tasarım süreçlerin kolaylaştığı, uzun tasarım sürelerinin ise kısaldığı ve ayrıntılardan ziyade tasarımın ana fikrine odaklanma eğiliminin gerçekleştiği açıkça görünmektedir. Bu çalışmada klasik yöntemlerle gerçekleştirilen entegre tasarım süreçleri ve FPGA ile gerçekleştirilen tasarım süreçleri gerçek uygulamalar üzerinden karşılaştırılmış ve sonuçları derinlemesine analiz edilmiştir. Hem tasarım süreçlerinde hem de test işlemlerinin gerçekleştirilmesinde ortaya çıkan önemli farklar derinlemesine irdelenmiştir. Sonuçlar açısından değerlendirildiğinde klasik yöntemlerle saatler süren tasarım süreçlerinin dakikalar seviyesine, günler süren tasarım sürelerinin saatler mertebesine indiği test aşamalarının daha kolay anlaşılır hale geldiği açıkça görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sayısal tasarım, FPGA, VHDL, Verilog, Entegre tasarımı.

COMPARISON OF CLASSICAL AND FPGA BASED METHODS IN DIGITAL INTEGRATED DESIGN

Abstract

Integration circuits (chip) are one of the basic building blocks of electronic circuits and are being used in many different disciplines for many different purposes. Digital circuit design using classical methods, which is the only method of production of these elements, is both a long and difficult process to control. However, since the integrated circuits (chip) provide many advantages, it is absolutely necessary to design these methods. Until the emergence of FPGAs with programmable features in the field, the classical methods were necessarily indispensable in the integrated design. With the advent of FPGA technologies, it is clear that demanding design processes are simplified, long design times are shortened, and the tendency to focus on the main idea of design rather than on details. In this study, integrated design processes performed with classical methods and design processes performed with FPGA are compared over real applications and the results are analyzed in depth. Significant differences in both design processes and the realization of test processes are examined in depth. In terms of results, it can be seen that the design processes that lasted hours with classical methods decreased to minutes, the design periods that lasted for days decreased to hours and test stages were more easily performed.

Keywords: Digital design, FPGA, VHDL, Verilog, Integrated design.

1. GİRİŞ

Entegreler belli görevleri yerine getirmek üzere donanımsal olarak tasarlanıp silikona gömülen tümleşik devrelerdir. Elektronik devrelerin boyutunu küçülterek hız ve performans açısından verimliliklerini artırmak amacıyla günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır ve teknolojisi de bu amaçla sürekli gelişmektedir (Jhamb & Lohani, 2016). Elbette her şeyden önce devrenin tasarımının yapılarak tüm testlerden başarılı olması gerekmektedir. Geçmiş zamanlarda kâğıt üstünde mantık kapılarıyla

yapılan tasarım deney setlerinde test edilirken günümüzde test işlemi için bazı mantıksal devre kurulum yazılımları kullanılmaktadır. Bu yazılımlar mantıksal devre tasarımları için özel ortam şartlarını ortadan kaldırsalar da işin zorluğu yine de devam etmiştir (Haghparast & Gharajeh, 2011). Özellikle VLSI (Very Large Scale Integration) gurubuna giren çok büyük ölçekli entegre tasarımlarında sayfalar dolusu mantık kapıları ile yüz yüze gelinmektedir. Bu durum tasarım aşamasında hem asıl odak noktasından uzaklaşmaya ve hem de detaylarda boğulmaya sebebiyet vermekte ve diğer bir önemli aşama olan test işleminin zorlaşmasına neden olmaktadır. Bu durum özellikle araştırma dünyası için büyük bir engel ve motivasyon düşüklüğünün önemli kaynaklarındandır (Rais, 2010).

Sayısal entegre tasarımı 1950'lerden bu tarafa sürekli olarak araştırma dünyasının ilgi odağı halindedir. Çünkü sistemlerin performansı, hızı ve verimlilikleri tamamıyla nasıl çalışmaları gerektiğiyle ilgili yönlendirme yeteneğine sahip çipsetleri ile ilgilidir (Devi, Singh, & Singh, 2011). Özkurt ve Gündüzalp, büyük ölçekli tümleşik devre teknolojisi ile 8-bitlik genel amaçlı bir mikrodenetleyici tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Kapı dizisi tasarımı çift metalli CMOS süreci ile gerçekleştirilen mikrodenetleyicinin öncelikle her bir birimi bağımsız olarak tasarlanarak testleri yapılmıştır. Test sonucunda tüm birimlerin VLSI serimleri Ocean tasarım paketi ile gerçekleştirilmiştir. Tasarım sonrası test aşamasında harici veri yolu 16-bit ve çalışma gerilimi 5V olan mikrodenetleyici 31 komutu başarıyla işlemiştir (Özkur & Gündüzalp, 2000). Jhamb ve Lohani, güç gecikmesi alanında 8-bitlik çarpma topolojilerinin tasarımını yaparak performans analizini gerçekleştirmişlerdir. 8-bitlik çarpma devresi tasarımını CMOS tam toplayıcı, DPL toplayıcı ve Lookahead mantık yöntemlerini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Araştırma 25°C'de 90 nm işlem teknolojisi kullanılarak HSPICE simülasyon ortamında test edilmiştir. İnceleme neticesinde en iyi performansı Carry Lookahead Logic (CLA) yöntemi ile gerçekleştirilen tasarım göstermiştir. Jaiswal ve Cheung yaptıkları çalışmada FPGA ile Karatsuba tekniğini kullanarak çift duyarlı kayan noktalı sayılarla çarpma işlemi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarının geleneksel yöntemlerden farkı ise çarpma işleminde kullanılan donanım sayısının kendi yaptıklarında çok daha az olduğudur ve IEEE'nin tanımladığı standart kayan noktalı sayılarla tam uyumlu çalışmasıdır (Jaiswal & Cheung, 2013). Öztürk ve Sedef yaptıkları çalışmalarında FPGA ile 16-bitlik ve RISC mimarisine sahip bir mikroişlemci tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Geliştirilen mikroişlemci tasarımında von-Neumann bellek mimarisi tercih edilmiştir. Mantıksal devrelerle tasarımı son derece karmaşık ve uzun olan tasarımlarında FPGA kullanarak ayrıntılarda boğulmadan tamamıyla mikroişlemci tasarımı konusuna odaklanmışlardır. Bu konuda özellikle ALU içerisinde 16-bitlik iki sayının çarpma işleminin mantık kapılarıyla tasarlanmasının üç gün süre ile 30 sayfadan oluştuğunu hâlbuki FPGA ile üç dakikalık zaman diliminde 8 satırlık bir kod ile gerçekleştirildiğini vurgulamışlardır. Aynı zamanda yaptıkları tasarımı belirlemiş oldukları komutlarla test ederek başarımını ortaya koymuşlardır (Öztürk & Sedef, 2010). Özdemir ve Danışman FPGA üzerinde hibrit özellikli sayısal sistem modellemesi gerçekleştirmişlerdir. Geliştirdikleri sayısal modelde mikrodenetleyici ile birlikte paralel olarak çalışabilen sayıcı ve hafıza birimi gibi kombinasyonel mantık devreleri tasarımı gerçekleştirmişlerdir.

Sonuçta FPGA ile paralel çalışma olanağı olmayan mikrodenetleyici içerisindeki birimleri paralel çalıştırarak hem devre elemanı sayısını azaltmışlar hem de tasarım karmaşıklığını ortadan kaldırmışlardır (Özdemir & Danışman, 2010). Obaid ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmalarında FPGA'nın esnekliğini ortaya koymak ve devre tasarımlarındaki etkinliğini gösterebilmek adına yukarı sayma işlemi yapan örnek bir sayıcı devresi ile üç elemandan oluşan bulanık mantık kontrol devre tasarımı gerçekleştirmişler ve bu tasarımları Altera DE2 kartında test etmişlerdir. Sonuçta biri daha basit ve az karmaşık olan sayıcı devresi ile daha karmaşık yapıda olan bulanık mantık kontrol devrelerinin her ikisi de FPGA ile kolaylıkla geliştirilebildiği ve test işlemlerinin başarıyla tamamlandığını, dolayısıyla da özellikle eğitim için FPGA'ların ideal olduklarını vurgulamışlardır (Obaid, Sulumain, & Hamidon, 2009).

Bu çalışmada sayısal devre tasarımı gerçekleştirirken FPGA'larla mantık kapılarının farklarını ortaya koyan örnek bir uygulama gerçekleştirilmektedir. Uygulama 4-bitlik kare alıcı devresi olup hem mantık kapılarıyla lojik devre tasarım akışına uygu şekilde tasarlanmış hem de FPGA ile VHDL

tasarım dili ile kodlanarak elde edilmiştir. Her iki devrenin de test aşamaları farklı arabirim yazılımlarında gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Sayısal devrelerin günümüzde bulunmadığı veya kullanılmadığı herhangi bir sistem bulmak neredeyse imkânsızdır. Özellikle bilgisayar sistemlerinin son derece çoğaldığı, teknolojilerin bu derece ilerlediği ve yaygın bir biçimde kullanıldığı günümüzde bu durum özellikle kendini göstermektedir. Basit bir elektronik tansiyon aletinden devasa bilgisayar sistemlerine, ivme, sıcaklık ve yükseklik ölçebilen küçücük bir dijital kol saatinden mobil telefonlara kadar pek çok ürün artık sayısal sistemler içermektedir. O nedenle bu sistemlerin tasarımı ve testi günümüzde çok daha büyük önem arz etmektedir (Wang & Tao, 2019).

Bu çalışmada karmaşık mantıksal ifadeler olan AND, OR veya NOT operatörleri kullanılarak oluşturulan sayısal devrelerin FPGA ile çok daha basit şekilde nasıl tasarlandıkları noktasına odaklanılmıştır. O nedenle yapısal karmaşıklık olarak başlangıç düzeyinde sayılabilecek bir devre tasarımı tercih edilmiştir. Özellikle mantıksal karmaşıklık durumu bit sayısına göre üssel bir biçimde artmaktadır. Dolayısıyla burada tasarımı yapılan 4-bitlik kare alıcı devre 3-bitlik kare alıcı devreden 4-kat, 2-bitlik kare alıcı devreden ise 8-kat daha karmaşıktır.

2.1. 4-Bitlik Kare Alıcı Devre

Kare alıcı devreler, sayıcı devreleri, çarpım devreleri ve toplayıcı devreleri gibi devreler bir mikrobilgisayar sistemlerinin temel devreleri arasındadır. Aslında kare alıcı devre bakıldığında iki sayının çarpımından oluşsa da çarpım yerine üssel ifadelerin yoğun bir şekilde kullanıldığı sistemlerde ayrı alt devreler olarak bulunur ve hesaplama işlemlerini gerçekleştirir. 4-bitlik bir sayı 0'dan başlar ve 15 ile son bulur. Dolayısıyla bu sayıların karesi 0'dan başlar ve 15'in karesi olan 225 ile son bulur. Dolayısıyla 4-bitlik girişi olan devrenin 8-bitlik çıkışı olmaktadır.

2.2. Devrenin Mantıksal Kapılarla Tasarımı

Mantık kapılarıyla yapılan tasarımlar işin tam manasıyla detaylarıyla ilgilenmek anlamı taşımaktadır. Çünkü bilgisayar sistemlerinin temeli mantık kapılarıdır ve tüm alt sistemler bu kapıları kullanarak oluşturularak bir araya gelirler ve bir sistemi oluştururlar. Mantık kapılarıyla yapılan tasarımlarda şu adımlar kullanılır:

1. Devrenin doğruluk tablosu oluşturulur.
2. Mantık ifadelerinden oluşan denklemler çıkarılır.
3. Mantıksal ifadeler sadeleştirilir.
4. Mantık devresi çizilir.
5. Test işlemi gerçekleştirilir.

Doğruluk tablosu, bir sistemin hangi girişlerine karşılık oluşan çıkış değerlerini tablo şeklinde sunmak amacıyla kullanılır. Sayısal devrelerin ilk adımıdır ve son aşamada oluşan mantıksal devreler bu tablodan yola çıkılarak oluşturulmaktadır.

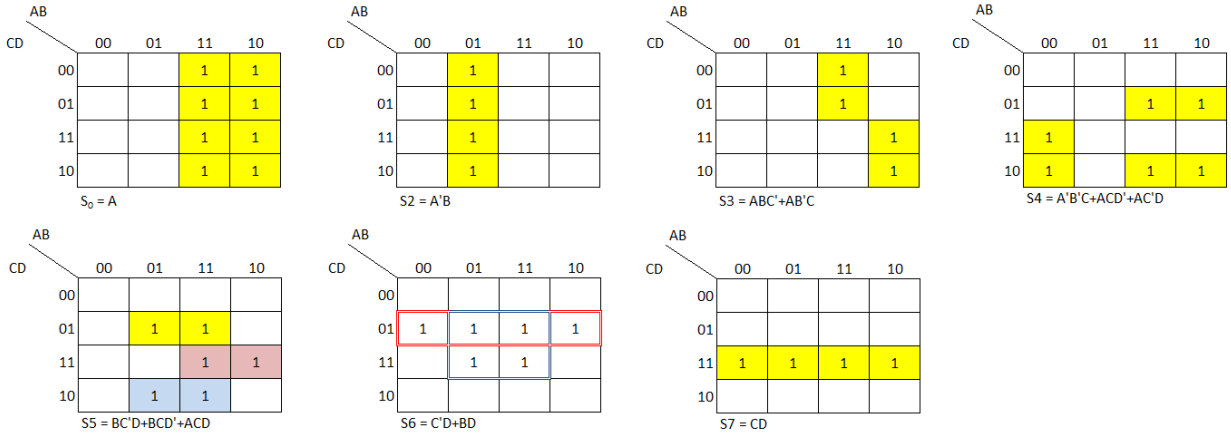
Tablo 1. 4-Bitlik kare alıcı devrenin doğruluk tablosu

Girişler					**Çıkışlar**								
On.	D	C	B	A	On.	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0
0	0	0	0	0	0								
1	0	0	0	1	1								1
2	0	0	1	0	4						1		1
3	0	0	1	1	9					1			1
4	0	1	0	0	16				1				
5	0	1	0	1	25				1	1			1
6	0	1	1	0	36			1			1		
7	0	1	1	1	49			1	1				1
8	1	0	0	0	64		1						
9	1	0	0	1	81		1		1				1
10	1	0	1	0	100		1	1			1		
11	1	0	1	1	121		1	1	1	1			1
12	1	1	0	0	144	1			1				
13	1	1	0	1	169	1		1		1			1
14	1	1	1	0	196	1	1				1		
15	1	1	1	1	225	1	1	1					1

Bundan sonraki aşamada ise Tablo 1'de ki çıkışlara ait mantıksal ifadeler elde edilir. Bunun için her bir çıkış ifadesini mantıksal "1" yapan giriş ifadeleri AND operatörü ile birden fazla ifade varsa bunlarda OR operatörü ile birbirine bağlanır. Tablo 1'deki doğruluk tablosuna göre çıkışlar şu şekilde elde edilir:

S0 = AB'C'D' + ABC'D' + AB'CD' + ABCD' + AB'C'D + ABC'D + AB'CD + ABCD
S1 = 0
S2 = A'BC'D' + A'BCD' + A'BC'D + A'BCD
S3 = ABC'D' + AB'CD' + ABC'D + AB'CD
S4 = A'B'CD' + AB'CD' + ABCD' + A'C'D + ABC'D + A'B'CD
S5 = A'BCD' + ABCD' + A'BC'D + ABC'D + AB'CD + ABCD
S6 = A'B'C'D + AB'C'D + A'BC'D + ABC'D + A'BCD + ABCD
S7 = A'B'CD + AB'CD + A'BCD + ABCD

Elde edilen mantıksal ifade karmaşık bir yapıdadır ve sadeleştirilmeye ihtiyaç duyar. Sadeleştirme işlemi Karnough haritaları yöntemiyle yapılabilir.

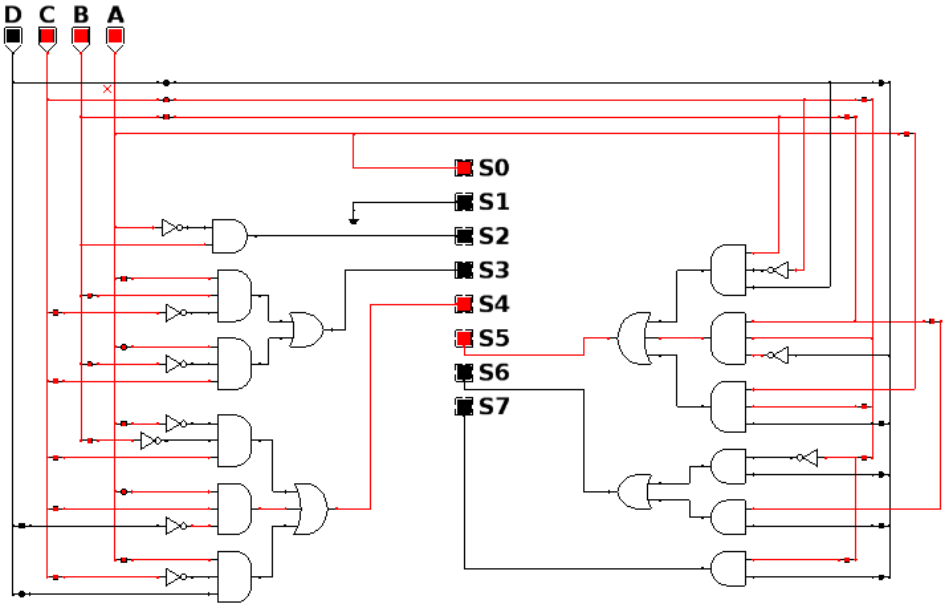


Şekil 1. Karnough haritaları ile sadeleştirme işlemi

Şekil 1'de açıkça gösterilen sadeleştirme işleminden sonra mantıksal ifadeler şu şekilde olmaktadır:

S0 = A
S1 = 0
S2 = A'B
S3 = ABC' + AB'C
S4 = A'B'C + ACD' + AC'D
S5 = BC'D + BCD' +ACD
S6 = C'D + BD
S7 = CD

Sonraki aşamada sadeleştirilmesi yapılmış mantıksal devrenin kurulumudur. Mantıksal ifadelerden göründüğü üzere bu devre AND, OR ve NOT kapılarından oluşmaktadır.



Şekil 1. Mantık kapılarıyla oluşturulan 4-bitlik kare alıcı devre

Test aşamasında ise günümüzde mantıksal simülasyon programlarıyla bu işlem kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Şekil 1'de görünen devre şeması aslında bir test aşamasını da göstermektedir. Burada kırmızı olanların değeri lojik "1" olarak tanımlanır. Giriş değeri yedi (7) olarak belirlendiğinden - ki A girişi Lsb bitini göstermektedir - çıkış değerinin kırk dokuz (49) olması gerekmektedir. Burada ki çıkış bitlerinden S0 LSB bitini göstermektedir.

Tablo 2. 4-bitlik kare alıcı devrenin örnek test sonucu

Girişler				**Çıkışlar**							
D	**C**	**B**	**A**	**S7**	**S6**	**S5**	**S4**	**S3**	**S2**	**S1**	**S0**
2^3=8	2^2=4	2^1=2	2^0=1	2^7=128	2^6=64	2^5=32	2^4=16	2^3=8	2^2=4	2^1=2	2^0=1
0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1
7^2=				49							

2.3. Devrenin FPGA ile Tasarımı

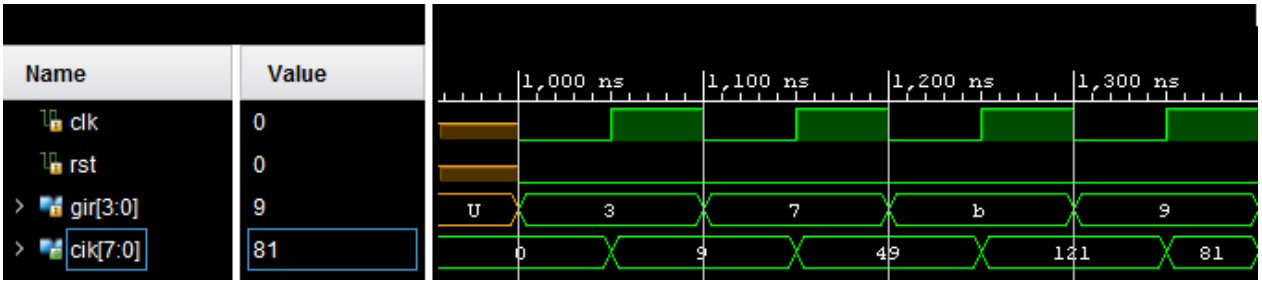
FPGA, alanda programlanabilme özelliği ile günümüzde sayısal tasarım ve test aşamalarında yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Farooq, Marrakchi, & Mehrez, 2012.). FPGA'ları kullanan tasarımcılar aslında işin detayları ile uğraşmak yerine proje fikrine odaklanarak ayrıntıların tasarımcıyı sıkmasının önüne geçmektedir. Bu aygıtlar tamamıyla mantıksal bloklardan oluşan silikon çipten ibarettir ve tasarımcıların proje fikirlerini bu mantıksal bloklardaki kapı dizilerini kullanarak gerçekleştirirler (Jumaa, Abdulhameed, & Abbas, 2018). Bu teknolojiyle geliştirilen sayısal tasarım tamamıyla tasarımcının kendine özgü olmasının yanı sıra tasarımın tüm haklarını elinde bulundurma gücünü de tasarımcıya kazandırmaktadır (Moore & Wilson, 2017). Ayrıca gerçekleştirilen tasarım istendiğinde hızlıca prototip ürün haline dönüştürülebilirken test aşamasında herhangi bir hata ile karşılaşıldığında ise ilave bir maliyete gerek kalmaksızın istenen değişiklik sahada gerçekleştirilebilmektedir (Arena, ve diğerleri, 2006).

FPGA ile sayısal tasarım gerçekleştirilirken VHDL (Very High Description Language) ve Verilog dillerinden herhangi biri kullanılmaktadır. VHDL dili Ada ve Pascal temelli bir tasarım dili iken Verilog günümüzde yaygınca kullanılan C temelli bir dildir. O nedenle VHDL dili Verilog'a göre çok daha esnektir (Sklyarov, Skliarova, & Sudnitson, 2012). Herhangi bir FPGA aygıtı için yapılan tasarımlar ve bu tasarımların test işlemi bu aygıtın desteklediği IDE yazılımları aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada gerçekleştirilen 4-bitlik kare alıcı devre tasarımı ve test işlemleri Vivado 2017.4 yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

```
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
use IEEE.std_logic_arith.ALL;
entity ornek_01 is
    Port (
        clk : in std_logic;
        rst : in std_logic;
        gir : in std_logic_vector(4 downto 0);
        cik : out std_logic_vector(7 downto 0)
    );
end ornek_01;
architecture Behavioral of ornek_01 is
begin
    process(clk,rst)
        variable s1,son : integer;
    begin
        if rst='1' then
            cik <= (others => '0');
        elsif rising_edge(clk) then
            s1 := conv_integer(unsigned(gir));
            son := s1 ** 2;
        end if;
        cik <= conv_std_logic_vector(son, cik'length);
    end process;
end Behavioral;
```

Şekil 2. Vivado 2017.4 IDE arabiriminde VHDL ile kodlanan 4-bitlik kare alıcı devre

Şekil 2'de VHDL tasarım dili ile kodlanarak gerçekleştirilen 4-bitlik kare alıcı devre görünmektedir. Bu devrede "clk, rst, gir" olmak üzere üç ader giriş sinyali ve "cik" olmak üzere tek bir adet çıkış portu bulunmaktadır. "cik" sinyalinin değeri "gir ** 2" şeklinde bir işlemin sonucunda kare alma işlemi gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla kare almak için kullanılan operatör aslında genel olarak VHDL tasarım dilinde üs almak için kullanılan "**" dir.

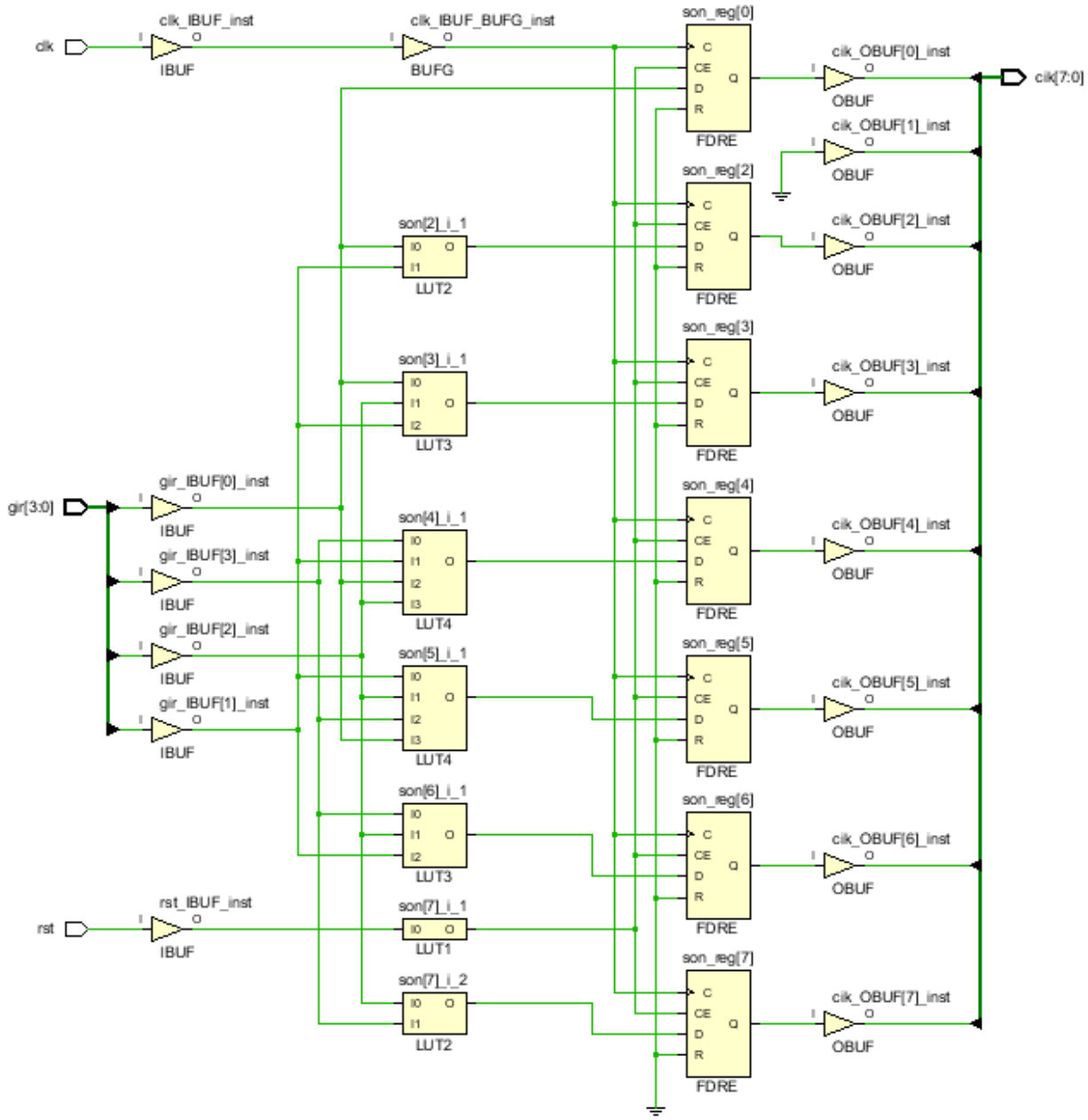


Şekil 3. Vivado arabirimi ile devrenin simülasyon ekranı üzerinden test edilmesi

Şekil 3'te devrenin test edildiği ekran görünmektedir. Vivado arabirimine ait olan bu ekranda saat darbesi sinyalleri ile devredeki elemanların aktif hale getirilmesi sağlanmaktadır. Zaten Şekil 3'te bu durum açıkça görünmektedir ki değişimler saat darbesinin yükselen kenarında gerçekleşmektedir. Bu simülasyon ekranının mantık simülasyonundan en büyük farkı ise sayıların rakamsal düzeyde ve istenilen herhangi bir sayı tabanında görüntülenebilmesi ve işlemlerin hangi saat darbelerinde veya hangi aşamada gerçekleştirildiğinin açıkça görünmesi şeklinde ifade edilebilmesidir.

Şekil 4'te VHDL ile kodlanan sayısal tasarımın sentezlenerek oluşturulmuş RTL şeması görünmektedir. Bu RTL şema, Şekil 1'de ki mantık kapılarıyla geleneksel olarak oluşturulan devre şemasıyla karşılaştırıldığında Şekil 1'de ki "S1" çıkış ile Şekil 4'te ki "cik[1]" sinyalinin doğrudan toprak hattına bağlandığı görünmektedir. Yani temelde aynı mantıkla çalışan her iki sistemin asıl farkı ise Şekil 1'in tasarımcı tarafından oluşturulması Şekil 4'ün ise IDE yazılımı tarafından otomatik olarak oluşturulmasıdır.

Şekil 4'te görünen RTL devre şemasında 1-bitlik bilgiyi geçici olarak saklamak üzere kullanılan çok fazla sayıda flip-flop bulunduğu aşikârdır. Çünkü hemen bir önceki aşamada FPGA aygıtında bulunan ve LUT adı verilen doğruluk tablolarında oluşturulan mantıksal ifadelerin neticesinde elde edilen bitlerin saklanması gerekmektedir. O nedenle de bu görevi yapmak üzere RTL devre şemalarında sıkça D-FF kullanılmaktadır.



Şekil 4. Vivado arabirimi ile devrenin sentezlenmesi sonucu oluşan RTL devre şeması

3. SONUÇ

Bu çalışmada sayısal devre tasarlamak için kullanılan klasik yöntem olarak isimlendirilen ve mantık kapılarından oluşan yöntem ile FPGA temelli yöntem karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma işlemi orta düzey karmaşık yapıda bulunan ve her iki yöntemin farkını açıkça gösteren 4-bitlik kare alıcı devre uygulaması üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu devre öncelikle klasik yöntemle yani mantık kapıları kullanılarak ve mantık kapıları ile sayısal devre şeması geliştirme adımları dikkate alınarak gerçekleştirildikten sonra aynı devre FPGA aygıtında VHDL dili ile kodlanarak geliştirilmiştir. Karşılaştırma işlemi hem devre tasarımı hem de tamamlanan tasarımın test işlemlerinin gerçekleştirilmesi açısından ortaya konmuştur.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada sayısal devre tasarımı süreçlerinin daha kolay bir şekilde geçilmesi adına klasik devre tasarımı yöntemi ile FPGA temelli yöntem karşılaştırması gerçekleştirilmiştir. Klasik yöntemde doğruluk tablosu oluşturma, mantıksal ifadelerin sadeleştirilmesi gibi her bir aşamayı tasarımcı kendisi gerçekleştirmektedir. Tasarım aşamasında yapılan en ufak hatanın ise son aşama olan test işleminde ortaya çıkması söz konusudur. Böyle bir durumda hatanın kaynağını bulabilmek adına tasarım sürecinin en başına tekrar dönerek aynı süreçlerin tekrar edilmesi gereksiz yere çok fazla zamanın kullanılması anlamına gelmektedir. Hâlbuki FPGA temelli yöntemde kodlama tasarım ekranında test edilir ve herhangi bir hata tespit edilirse yine kod sayfasından kısa süre içerisinde hata tespit edilmektedir. Bu nedenle hem tasarım aşamalarında gereksiz detaylardan kurtarması hem de test aşamasını kolaylaştırması nedeniyle günümüzde FPGA temelli devre tasarımı bu işlem için en ideal yöntemdir. Ancak VHDL gibi zor bir dil ve bu dil ile kodlamaya yapacak IDE arabirimi de bu yöntemin dezavantajı olarak söylenebilmektedir. Zira birkaç tane A4 kâğıdı bile klasik yöntemle devre tasarımı yapmak için yeterli olabilmektedir.

KAYNAKLAR

Arena, P., Fiore, S. D., Fortuna, L., Frasca, M., Patané, L., & Vagliasindi, G. (2006). Weak chaos control for action-oriented perception: Real time implementation via FPGA. *IEEE/RAS-EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomec* (s. 555-560). IEEE.

Devi, P., Singh, G., & Singh, B. (2011). Low Power Optimized Array Multiplier with Reduced Area. *International Conference on High Performance Architecture and Grid Computing* (s. 224-232). Springer.

Farooq, U., Marrakchi, Z., & Mehrez, H. (2012.). *Tree-based Heterogeneous FPGA Architectures: Application Specific Exploration and Optimization.* Springer Science & Business Media.

Haghparast, M., & Gharajeh, M. (2011). Design of a Nanometric Reversible 4-Bit Binary Counter with Parallel Load. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5*, 63-71.

Jaiswal, M., & Cheung, R. (2013). VLSI Implementation of Double-Precision Floating-Point Multiplier Using Karatsuba Technique. *Circuits Syst Signal Process, 32*, 15-27.

Jhamb, M., & Lohani, H. (2016). Design, implementation and performance comparison of multiplier topologies in power-delay space. *Engineering Science and Technology, an International Journal, 19*, 355-363.

Jumaa, N., Abdulhameed, O., & Abbas, R. (2018). Theoretical Background of IoT Platforms based on FPGAs. *Communications on Applied Electronics, 7*, 6-10.

Moore, A., & Wilson, R. (2017). *FPGA for Dummies.* John Wiley & Sons.

Obaid, Z. A., Sulumain, N., & Hamidon, M. (2009). FPGA-based Implementation of Digital Logic Design using Altera DE2 Board. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, 9*, 186-194.

Özdemir, A., & Danışman, K. (2010). FPGA Üzerinde Hibrit Sayısal Modelleme. *Elektrik, Elektronik, Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu (ELECO)*, (s. 307-310). Bursa.

Özkur, N. E., & Gündüzalp, M. (2000). 8 BİT GENEL AMAÇLI BİR MİKRODENETLEYİCİNİN ÇOK BÜYÜK ÖLÇEKLİ TÜMLEŞİK DEVRE TEKNOLOJİSİ İLE TASARIMI. *DEÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 2*, 1-14.

Öztürk, E., & Sedef, H. (2010). Designing of a 16 - bit microprocessor by using FPGA. *Electrical, Electronics and Computer Engineering* (s. 349-354). IEEE.

Rais, M. (2010). Hardware Implementation of Truncated Multipliers Using Spartan-3AN, Virtex-4 and Virtex-5 FPGA Devices. *American J. of Engineering and Applied Sciences, 3*, 201-206.

Sklyarov, V., Skliarova, I., & Sudnitson, A. (2012). Methodology and international collaboration in teaching reconfigurable systems. *Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (s. 1143-1152). Marrakech, Morocco: IEEE.

Wang, C., & Tao, Y. (2019). Karnaugh Maps of Logical Systems and Applications in Digital Circuit Design. *Circuits, Systems, and Signal Processing*, 1-27.

RFID KART SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE KART SİSTEMİNE İLİŞKİN VERİ KAYIT YÖNTEMLERİ

Fatma Nur Çakıcı
Düzce Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
fatmanur_cakici_54@hotmail.com

Dr. Mehmet Duman
Düzce Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
mehmetduman@duzce.edu.tr

Özet
Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID – Radio Frequency Identification) teknolojisi otomotiv, tarım, bankacılık, sağlık, finans, güvenlik, turizm gibi sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu projede ise genellikle güvenlik amaçlı olarak kullanılmıştır. Bu projeden optimum derecede fayda sağlamak için çeşitli geliştirme yöntemlerine başvurulmuştur. Bu yöntemlerden ilki, ana ünite olan ve geliştirme kiti olan Arduino'nun resetlenmesini engellemek için optokuplör - röle devresi yerine MOSFET sürücü devresinin kullanılması ve bu sayede; ses ve ekran modüllerinin kullanılabilmesi; ikincisi ise veri kayıtlarının sorunsuz bir şekilde ve daha kolay olarak aktarılmasını sağlamak için iki farklı veri kayıt yönteminin denenmesi ve diğerine göre daha verimli olan CoolTermWin yönteminin kullanılmasıdır.

Anahtar Kelimeler: RFID, veri kayıt yöntemi, etiket okuyucu modül, ses ve ekran modülleri

DEVELOPMENT OF RFID CARD SYSTEM AND DATA RECORDING METHODS RELATED TO CARD SYSTEM

Abstract
Radio Frequency Identification (RFID) technology is widely used in sectors such as automotive, agriculture, banking, health, finance, security and tourism. In this project, it was generally used for security purposes. In order to benefit from this project, various development methods have been used. The first method is to use the MOSFET driver circuit instead of the optocoupler - relay circuit to prevent reset of the main unit, the Arduino, and thus audio and display modules can be used; the second is to try two different data recording methods and to use the more efficient CoolTermWin method to ensure that data records are transferred smoothly and more easily than another one.

Keywords: RFID, data recording method, tag reader module, sound and display modules

1. GİRİŞ

RFID sistemleri için genel bir tanım yapmak gerekirse, RFID teknolojisi, radyo frekansı kullanarak nesneleri tanımlama ve nesneler ile haberleşerek veri aktarma yöntemidir. RFID sistemlerini sınırlayan ve diğer tanıma sistemlerinden ayırt edilmesini sağlayan özellikleri ise bilgi taşıyıcı olarak RF elektromanyetik dalgaları kullanmalarıdır. RFID sistemlerinin çoğunda istenen önemli bilgi aktarımı tek yönlüdür. Bilgiyi taşıyan ve istendiğinde karşı tarafa gönderen birime etiket, etiketi sorgulayıp bilgisini isteyen birime ise okuyucu denir. RFID etiketleri, ürün seri kodları gibi bilgileri saklayabilirler ve istendiğinde okuyucuya radyo frekansında 3 elektromanyetik dalga üstünde gönderebilirler. En basit RFID sistemi bu iki birimin karşılıklı haberleşmesi ile oluşturulur [1]. RFID yeni bir teknoloji değildir ve RFID teknolojisindeki gelişme, kaynak optimizasyonu, işletme içinde verimlilik artışı ile ilgili avantajları sağlamıştır [2]. RFID sistemleri, 135 kHz uzun dalgadan 5,8 GHz mikrodalgaya kadar olmak üzere çok çeşitli değişik frekanslarda çalıştırılabilirler [3]. Bu geniş frekans aralığında uygulamaya bağlı olarak uygun bir frekans seçilerek sistemin alıcı ve verici tarafı aynı frekansa ayarlanarak hava aracılığıyla uzaktan haberleşmeleri sağlanır. Bu frekanslar seçilirken uygulamanın tipi önemli olacağı gibi, yerel hukuki düzenlemeler de sınırlayıcı olmaktadır. Muhtelif

ülkelerde 125 kHz ile 13,56 MHz arasında kalan frekanslar büyük ölçüde standart haline getirilmiştir [4].

2. GELİŞTİRME YÖNTEMLERİ

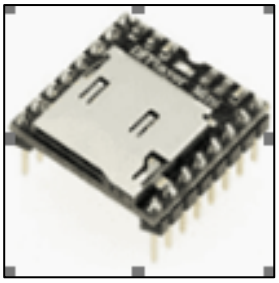
RFID sistemleri farklı yazılım ve donanımlardan oluşabilmektedir. RFID için gerekli temel donanımlar RFID etiket ve RFID okuyuculardır. Yazılım olarak arayüz programları gereklidir. Bu yazılım ihtiyaç durumuna göre özel olarak geliştirilmektedir. RFID sisteminin görünüm ve donanım olarak geliştirilmesi konusunda ses modülleri, ekran modülleri ve veri kayıt modülleri sisteme entegre edilebilmektedir.

2.1. Ses ve Ekran Modüllerinin Eklenmesi

RFID sisteminin geliştirilmesi için ses ve ekran modülleri eklenebilir fakat ortaya çıkan diğer problemlerden ötürü bu kullanımdan zaman zaman kaçınılmıştır. Bu projede, ilgili problemler çözülerek ses ve ekran modülleri eklenebilmiştir. Karşılaşılan problemlerden en büyüğü Arduino geliştirme kartının reset alması ve devamlı baştan başlamasıydı. Bu problem, projede kullanılan optokuplör - röle ikilisi yerine MOSFET sürücü (IRF520) kullanılmasıyla giderildi.

2.1.1. Ses modülü

Şekil 1'de görülen DFPlayer Mini MP3 player modülü, sesli komutlar veya müzik eklemek için kullanılabilen seri port kontrollü ses çalma modülüdür. Doğrudan hoparlöre çıkış verebilir. MP3, WAV ve WMA gibi formatları desteklemektedir. FAT16 ve FAT32 dosya sistemine sahip SD kartı tanımlayabilmektedir. Kullanımının kolay olması ve kararlı çalışması bu ürünü öne çıkaran önemli özelliklerindendir. 32 GB FAT dosya sistemli mikroSD kartlara kadar kullanılabilir. RFID kartların seri numaralarını sisteme tanımlarken ait oldukları kişinin ad-soyadları da dönüştürme programı ile MP3'e dönüştürülerek ve SD karta atılarak koda eklenmektedir. Kartı tanımlanan yetkili kişiler kartını RFID okuyucuya okuttuğunda adını ve soyadını duyabilecektir.



Şekil 1: DFPlayer mini MP3 player modülü

2.1.2. Ekran Modülü

LCD cihazlar, gerekli sistem programlaması ile sistem içinde neticelenen sonucu göstererek kolaylık sağlamaktadır. Şekil 2'de görülen LCD'nin erişilebilirliğinin kolay olması nedeniyle mikro denetleyici devrelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat RFID sistemlerinde resetleme sorunlarından dolayı fazla tercih edilmemektedir. Bu projede resetleme sorunu çözüldüğünden LCD panel kullanımına gidilmesinde herhangi bir sakınca bulunmamaktadır.

LCD'ler, sadece karakter göstermek için yapılmış ve karakter sayısı kadar özel hücre içeren ekranlardır. Ekrandaki her hücre genellikle yatayda 5, düşeyde 8 adet pikselden oluşur. Oluşturulan sistemde seri port ekranında görülen RFID kartların seri numaraları programa kaydedilirken, kart sahiplerinin adı ve soyadı da sisteme atanır. Kart, kart okuyucuya okutulduğunda; kart sisteme tanımlı ise ekranda kartı atanan kişinin adı ve soyadı, eğer kart sisteme kayıtlı değil ise "Geçersiz Kart" yazısı görülecektir.



Şekil 2: 2x16 LCD ekran

2.2. Veri Kayıt Yöntemleri

RFID sistemi ile giriş – çıkış yapan kişilerin kimlik bilgileri ve tarih, zaman bilgileri kayıt altına alınabilir. Bu kaydı sağlamak için kart modülleri ya da seri port yazılımları kullanılabilir. Bu projede her ikisi de kullanılmakla beraber nihayetinde CoolTermWin seri port yazılımının kullanılmasına karar verilmiştir.

2.2.1. MicroSD Kart Modülü

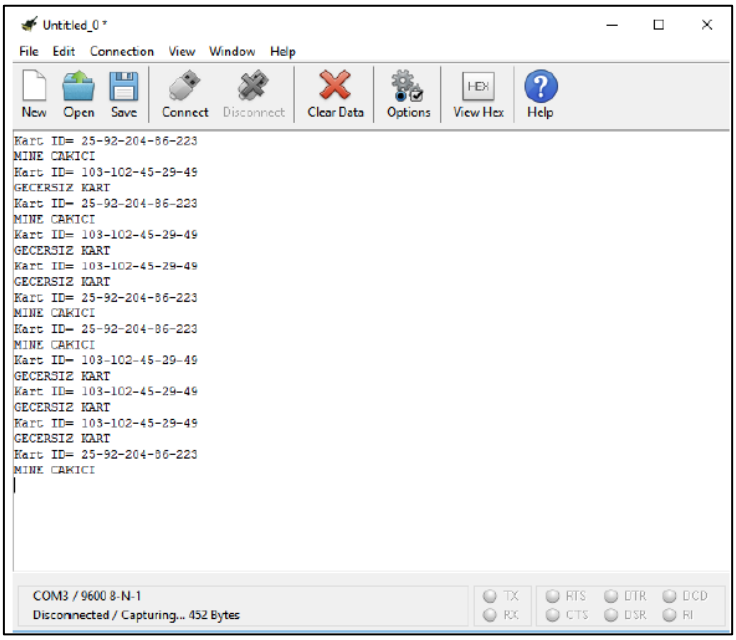
MicroSD kart modülü arduino gibi bir çok mikrodenetleyici sistem ile kullanıma uygundur. Sisteme microSD kart eklemek için bu modülün kullanılması gerekmektedir. Okuyucuya okutulan kartların ID'lerini ve zaman bilgilerini kayıt altında tutmak için Şekil 3'te görülen MikroSD kart modülü kullanılmaktadır. Oluşturduğumuz sistemde MicroSD kart modülü kullanmamızdaki amaç giriş çıkış saatlerini kayıt altına alarak laboratuvar kullanıcılarını takip edebilmektir.



Şekil 3. MikroSD kart modülü

2.2.2. CoolTermWin Seri Port Yazılımı

CoolTerm, ağ yazılımı altında dosyalanmış ve Roger Meier tarafından Windows için kullanıma sunulan ücretsiz bir seri port terminal yazılımıdır. CoolTerm, servo kontrol cihazları, robot kitleri, GPS alıcıları, mikro kontrol cihazları vb. gibi seri portlara bağlı donanımlarla veri alışverişine ihtiyaç duyan hobi sahiplerine ve profesyonellere yönelik bir araçtır. Asıl işlevi okuyucuya okutulan kartların ID ve kimlik bilgilerini okutulduğu tarihi de ekleyerek not defterine kayıt edilmesini sağlamaktadır. Şekil 4'te yazılım ekranından bir görüntü içerisinde okuyucuya okutulan kartların bilgileri görülmektedir.



Şekil 4. CoolTerm seri port ekranı

3. TARTIŞMA ve SONUÇ

Arduino yazılım tabanlı geliştirilen RFID sisteminde ihtiyaç duyulan yazılım, Arduino program arayüzünde gerçekleştirilmiştir. Yazılım içerisinde kart bilgileri kayıt altına alınarak CoolTermWin seri port yazılımı üzerinde zaman bilgisi ile birlikte log kayıtları tutulmaktadır. Kartlı geçiş esnasında kayıtlı veriyi ekran modülü ile ekranda gösterme ve ses modülü ile kayıtlı veriyi seslendirme özellikleri eklenmiştir.

KAYNAKLAR

[1] 25 Eylül 2019 tarihinden https://web.itu.edu.tr/~orssi/thesis/2008/KaanBulut_bit.pdf adresinden alındı.

[2] AHSAN, K., SHAH, H., KINGSTON, P. (2010), *RFID Applications: An Introductory and Exploratory Study*, International Journal of Computer Science Issues.

[3] FINKENZELLER, K. (2003), *RFID Handbook*, Carl Hanser Verlag, Münih.

[4] LEHPAMER, H. (2008), *RFID Design Principles*, Artech House, Norwood.

THE ANALYTIC SOLUTION OF INITIAL BOUNDARY VALUE PROBLEM INCLUDING TIME-FRACTIONAL DIFFUSION EQUATION

Research Assistant. Suleyman Cetinkaya
Kocaeli University / The Faculty of Arts and Sciences / Mathematics
suleyman.cetinkaya@kocaeli.edu.tr

Assoc. Prof. Dr. Ali Demir
Kocaeli University / The Faculty of Arts and Sciences / Mathematics
ademir@kocaeli.edu.tr

Abstract
The motivation of this study is to determine the analytic solution of initial boundary value problem including time fractional differential equation with Neumann boundary conditions in one dimension. By making use of seperation of variables, the solution is constructed in the form of a Fourier series with respect to the eigenfunctions of a corresponding Sturm-Liouville eigenvalue problem.

Keywords: Caputo fractional derivative, time-fractional diffusion equation, Mittag-Leffler function, initial-boundary-value problems, spectral method.

1. INTRODUCTION

As PDEs of fractional order plays an important role in modelling for the numerous processes and systems in various scientific research areas such as applied mathematics, physics chemistry etc., the interest in this topic is increasing enourmously. Since the fractional derivative is non-local, the model with fractional derivative for physical problems turns out to be the best choice to analyse the behaviour of the complex non linear processes. That is why attracts increasing number of researchers.
The derivatives in the sense of Caputo is one of the most common one since mathematical processes with Caputo derivatives gives better results compare to the analysis of ones including other fractional derivatives. In literature increasing number of studies can be found supporting this conclusion (Çetinkaya et al., 2019), (Çetinkaya and Demir, 2019), (Demir et al., 2013), (Demir et al., 2015), (Demir et al., 2014), (Huang and Liu, 2005), (Luchko, 2012), (Luchko, 2011), (Momani and Odibat, 2007), (Plociniczak, 2015). Moreover the Caputo derivative of constant is zero which is not hold by many fractional derivatives. The solutions of fractional PDEs and ODEs are determined in terms of Mittag-Leffler function.

2. MATERIALS AND METHODS

Some fundamental definitions and common consequences concerning Caputo fractional derivatives are supplied in this part.

Definition: If $n-1<q<n$, q^{th} order of the Caputo fractional derivative for $u(t)$ is presented by equation:

$$ {}^{c}D^{q}u(t)=\frac{1}{\Gamma(\mathrm{n-q})}\int_{t_0}^{t}(t-s)^{n-q-1}u^{(n)}(s)ds,\quad t\in[t_0,t_0+T] \tag{1}$$

where $u^{(n)}(t)=\frac{d^n u}{dt^n}$. The fractional derivative is equal to its ordinary derivative for integer order q.
The Mittag–Leffler function with two-parameters is defined as

$$E_{\alpha,\beta}(\lambda(t-t_0)^{\alpha})=\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(\lambda(t-t_0)^{\alpha})^k}{\Gamma(\alpha k+\beta)} \tag{2}$$

where λ is a constant and $\alpha,\beta>0$. For $t_0=0,\ \alpha=\beta=q$ we acquire

$$E_{q,q}(\lambda t^{q})=\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(\lambda t^{q})^k}{\Gamma(qk+1)},\qquad q>0. \tag{3}$$

when $q = 1$, equation (3) corresponds to $E_{1,1}(\lambda t) = e^{\lambda t}$. For additional study see (Kilbas et al., 2006), (Podlubny, 1999).

The goal of the study is to construct the solution of initial boundary value problem involving time fractional PDE:

$$D_t^{\alpha} u(x,t) = \gamma^2 u_{xx}(x,t), \qquad 0 < \alpha < 1,\ 0 \le x \le l, 0 \le t \le T \tag{4}$$

$$u(x,0) = f(x), \quad 0 \le x \le l \tag{5}$$

$$u_x(0,t) = 0,\ \ u_x(l,t) = 0 \quad 0 \le t \le T. \tag{6}$$

3. MAIN RESULTS

In this section, by taking the separation of variables method into account, the generalized solution is obatined. Thus a solution of problem (4)-(6) have the form below:

$$u(x,t;\alpha) = X(x)\, T(t;\alpha) \tag{7}$$

where $0 \le x \le l, 0 \le t \le T$.

Notice that the order of fractional derivative with respect to t plays an important role in the construction of the function T. Plugging (7) into (4) and arranging it, we have

$$\frac{D_t^{\alpha}(T(t;\alpha))}{\gamma^2 T(t;\alpha)} = \frac{X''(x)}{X(x)} = -\lambda^2 \tag{8}$$

Equation (8) produce a fractional differential equation with respect to time and an ordinary differential equation with respect to space. The first ordinary differential equation is obtained by taking the equation on the right hand side of Eq. (8). Hence with boundary conditions (5), we have the following problem:

$$X''(x) + \lambda^2 X(x) = 0 \tag{9}$$

$$X'(0) = X'(l) = 0 \tag{10}$$

The solution of eigenvalue problem (9)-(10) is accomplished by making use of the exponential function of the following form:

$$X(x) = e^{rx} \tag{11}$$

Hence the characteristic equation is computed in the following form:

$$r^2 + \lambda^2 = 0 \tag{12}$$

Case 1. For $\lambda = 0$, the characteristic equation have two coincident roots $r_{1,2} = 0$, leading to the general solution of the problem (9)-(10) having the following form:

$$X(x) = c_1 x + c_2 \tag{13}$$

$$X'(x) = c_1 \tag{14}$$

By making use of the first boundary condition, we have

$$X'(0) = c_1 = 0 \Longrightarrow c_1 = 0 \tag{15}$$

As a result we have

$$X(x) = c_2 \tag{16}$$

Similarly last boundary condition leads to

$$X'(l) = c_1 = 0 \tag{17}$$

which implies that $c_1 = 0$. Hence $X(x) = c_2 = 1$ for $\lambda = 0$.

Case 2. For $\lambda \neq 0$, the characteristic equation have two complex conjugate roots $r_{1,2} = \pm i\lambda$ leading to the general solution of the problem (9)-(10) having the following form:

$$X(x) = c_1 \cos(\lambda x) + c_2 \sin(\lambda x) \tag{18}$$

$$X'(x) = -c_1\lambda \sin(\lambda x) + c_2\lambda \cos(\lambda x) \tag{19}$$

Making use of the first boundary condition leads to

$$X'(0) = 0 = c_2\lambda \qquad \Longrightarrow c_2 = 0 \tag{20}$$

Hence the solution becomes

$$X(x) = c_1 \cos(\lambda x) \tag{21}$$

Similarly last boundary condition leads to

$$X'(l) = -c_1\lambda \sin(\lambda l) = 0 \tag{22}$$

which implies that $\sin(\lambda l) = 0$.

Let $n\pi = \lambda l$. Hence the eigenvalues can be determined as follows:

$$\lambda_n = \frac{n\pi}{l}, \qquad \lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \cdots \tag{23}$$

As a result, the solution for the problem (9)-(10) is constructed in the form below:

$$X_n(x) = c_n \cos\left(\frac{n\pi x}{l}\right) = \cos\left(\frac{n\pi x}{l}\right) \qquad , n = 1,2,3, \ldots \tag{24}$$

For each eigenvalue λ_n, the equation on the left of (8) we have the following differential equation including fractional derivative:

$$\frac{D_t^{\alpha}(T(t;\alpha))}{T(t;\alpha)} = -\gamma^2\lambda^2 \tag{25}$$

Likewise the solution of (25) is determined in the following form:

$$T_n(t;\alpha) = k_1 E_{\alpha,1}\left(-\gamma^2\left(\frac{n\pi}{l}\right)^2 t^{\alpha}\right) = E_{\alpha,1}\left(-\gamma^2\left(\frac{n\pi}{l}\right)^2 t^{\alpha}\right) \qquad n = 1,2,3, \ldots \tag{26}$$

We obtain the following solution for each eigenvalue λ_n as follows:

$$u_n(x,t;\alpha) = X_n(x)T_n(t;\alpha) = \cos\left(\frac{n\pi x}{l}\right) E_{\alpha,1}\left(-\gamma^2\left(\frac{n\pi}{l}\right)^2 t^\alpha\right) \; n = 0,1,2,3,\ldots \quad (27)$$

and hence the following sum is constructed:

$$u(x,t;\alpha) = d_0 + \sum_{n=1}^{\infty} d_n \cos\left(\frac{n\pi x}{l}\right) E_{\alpha,1}\left(-\gamma^2\left(\frac{n\pi}{l}\right)^2 t^\alpha\right) \quad (28)$$

which satisfy both boundary conditions (5) and the fractional equation (4).

In order to make the solution satisfies the initial condition (6), the inner product in $L^2([0,l])$ is used. In (28), replacing t by 0 and using the initial condition (6) we have

$$u(x,0) = f(x) = d_0 + \sum_{n=1}^{\infty} d_n \cos\left(\frac{n\pi x}{l}\right) \quad (29)$$

The coefficients d_0 and d_n for $n = 1,2,3,\ldots$ are established as follows:

$$d_0 = \frac{1}{l}\int_0^l f(x)\,dx \quad (30)$$

$$d_n = \frac{2}{l}\int_0^l f(x)\cos\left(\frac{n\pi x}{l}\right) dx \quad (31)$$

4. ILLUSTRATIVE EXAMPLE

In this section, we first consider the following initial boundary value problem:

$$u_t(x,t) = u_{xx}(x,t)\,, \quad 0 \le x \le 1, \qquad t \ge 0$$

$$u_x(0,t) = 0, u_x(1,t) = 0\,, \qquad t \ge 0$$

$$u(x,0) = \cos(\pi x), \qquad 0 \le x \le 1 \quad (32)$$

which has the solution in the following form:

$$u(x,t) = \cos(\pi x)\, e^{-\pi^2 t} \quad (33)$$

Now the following fractional heat-like problem is taken into consideration:

$$D_t^\alpha u(x,t;\alpha) = u_{xx}(x,t;\alpha), \;\; 0 < \alpha < 1, 0 \le x \le 1, 0 \le t \le T \quad (34)$$

$$u_x(0,t) = u_x(1,t) = 0, \qquad 0 \le t \le T \quad (35)$$

$$u(x,0) = \cos(\pi x), \qquad 0 \le x \le 1 \quad (36)$$

Applying separation of the variables to (34) leads to the equation

$$\frac{D_t^\alpha(T(t;\alpha))}{T(t;\alpha)} = \frac{X''(x)}{X(x)} = -\lambda^2 \quad (37)$$

Equation (37) produces a fractional differential equation with respect to time and a differential equation with respect to space. The first fractional differential equation is obtained by taking the equation on the right hand side of Eq. (37). Hence with boundary conditions (35), we have the following problem:

$$X''(x) + \lambda^2 X(x) = 0 \quad (38)$$

$$X'(0) = 0\,, X'(1) = 0 \quad (39)$$

Thus, the representation of the solution for the eigenvalue problem is established as follows for $\lambda \neq 0$ and $\lambda = 0$, respectively:

$$X_n(x) = \cos(n\pi x)\,, \qquad n = 1,2,3,\ldots \tag{40}$$

$$X_0(x) = k_2 = 1,$$
(41)

By using the similar calculations as in (26), $T_n(t;\alpha)$ for $n = 1,2,3,\ldots$ are constructed as follows:

$$T_n(t;\alpha) = E_{\alpha,1}(-(n\pi)^2 t^\alpha) \qquad , n = 1,2,3,\ldots \tag{42}$$

The following solution is obtained for each eigenvalue λ_n:

$$u_n(x,t;\alpha) = \cos(n\pi x)\, E_{\alpha,1}(-(n\pi)^2 t^\alpha)$$
(43)
and hence the following sum is constructed:
$$u(x,t;\alpha) = d_0 + \sum_{n=1}^{\infty} d_n \cos(n\pi x)\, E_{\alpha,1}(-(n\pi)^2 t^\alpha) \tag{44}$$

Note that the general solution (44) satisfy both boundary conditions (35) and the fractional equation (34). We determine the coefficients d_n in such a way that the general solution (44) satisfies the initial condition (36). Plugging $t = 0$ in to the general solution (44) and making equal to the initial condition (36) we have

$$u(x,0) = \cos(\pi x) = d_0 + \sum_{n=1}^{\infty} d_n \cos(n\pi x) \tag{45}$$

Via the inner product in $L^2([0,1])$ we obtain the coefficients d_n for $n = 0,1,2,3,\ldots$ as follows:

$$d_0 = \frac{1}{l}\int_0^l f(x)\,dx = \int_0^1 \cos(\pi x)\,dx = \frac{1}{\pi}\sin(\pi x)\Big|_{x=0}^{x=1} = 0 \tag{46}$$

$$d_n = \frac{2}{l}\int_0^l \cos\left(\frac{n\pi x}{l}\right) f(x)dx = 2\int_0^1 \cos(n\pi x)\cos(\pi x)\,dx \tag{47}$$

$d_n = 0$ for $n \neq 1$. For $n = 1$, we get

$$d_1 = 2\int_0^1 \cos^2(\pi x)\,dx = 2\left(\frac{x}{2} + \frac{1}{4\pi}\sin(2\pi x)\right)\Big|_{x=0}^{x=1} = 1. \tag{48}$$

Thus

$$u(x,t;\alpha) = cos(\pi x)\, E_{\alpha,1}(-\pi^2 t^\alpha) \tag{49}$$

It is important to note that plugging $\alpha = 1$ in to the solution (49) gives the solution (33) which confirm the accuracy of the method we apply.

5. CONCLUSION

In this research, the analytic solution of initial boundary value problem with Neumann boundary conditions in one dimension is constructed. By making use of seperation of variables the solution is formed in the form of a Fourier series with respect to the eigenfunctions of a corresponding Sturm-Liouville eigenvalue problem.

REFERENCES

Çetinkaya S., Demir A., Bayrak M.A. 2019. The Analytic Solution of Initial Boundary Value Problem Including Space-Fractional Diffusion Equation. International Marmara Science and Social Sciences (IMASCON 2019, Spring). 26-28 April 2019, Kocaeli, Turkey, 1453-1457.

Çetinkaya S., Demir A. 2019. The Analytic Solution of Initial Boundary Value Problem Including Space-Time Fractional Diffusion Equation. International Conference on Image Processing, Wavelet and Applications (IWW 2019). 18-20 October 2019, Kocaeli, Turkey.

Demir A., Erman S., Ozgur B., Korkmaz E. 2013. Analysis of fractional partial differential equations by Taylor series expansion. Boundary Value Problems 2013,68.

Demir A., Kanca F., Ozbilge E. 2015. Numerical solution and distinguishability in time fractional parabolic equation. Boundary Value Problems 2015,142.

Demir A., Ozbilge E. 2014. Analysis of the inverse problem in a time fractional parabolic equation with mixed boundary conditions. Boundary Value Problems. 2014, 134.

Huang F., Liu F., (2005), The time-fractional diffusion equation and fractional advection-dispersion equation, ANZIAM J., 46, 1-14.

Kilbas A.A., Srivastava H.M, Trujillo J. J. 2006. Theory and Applications of Fractional Differential Equations, Amsterdam: Elsevier.

Kodal Sevindir H., Demir A. 2018. The Solution of Initial Boundary Value Problem with Time and Space-Fractional Diffusion Equation via a Novel Inner Product. Advances in Mathematical Physics 2018, Article ID 1389314.

Luchko Y. 2012. Initial boundary value problems for the one dimensional time-fractional diffusion equation. Fract. Calc. Appl. Anal., 15, 141-160.

Luchko Y. 2011. Initial-boundary-value problems for the generalized multi-term time-fractional diffusion equation. Journal of Mathematical Analysis and Applications 374 (2), 538-548.

Momani S., Odibat Z. 2007. Numerical comparison of methods for solving linear differential equations of fractional order. Chaos Solitons and Fractals 31(5), 1248-1255.

Plociniczak L. 2015. Analytical studies of a time-fractional porous medium equation. Derivation, approximation and applications. Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul. 24(1), 169-183.

Podlubny I. 1999. Fractional Differential Equations, San Diego: Academic Press.

DETECTION OF PREMATURE VENTRICULAR CONTRACTION BY USING ADABOOST ALGORITHM AND FRACTIONAL DERIVATIVE

Research Assistant. Suleyman Cetinkaya
Kocaeli University / The Faculty of Arts and Sciences / Mathematics
suleyman.cetinkaya@kocaeli.edu.tr

Assoc. Prof. Dr. Ali Demir
Kocaeli University / The Faculty of Arts and Sciences / Mathematics
ademir@kocaeli.edu.tr

Abstract
Machine Learning is used in many areas around the world, including the healthcare industry. It can play an essential role in predicting the presence/absence of heart arrhythmias. If this information is well predicted, it may help doctors to treat patients. One of the heart arrhythmias is premature ventricular contraction. In this study, we used fractional derivative and Adaboost algorithm to determine the premature ventricular contraction. The data used in the study were taken from MIT-BIH arrhythmia database. According to test results, the correct detection rate of Adaboost algorithm is 92.9 % to determine premature ventricular contraction.

Keywords: Adaboost algorithm, Fractional Derivative, Premature Ventricular Contraction, ECG

1. INTRODUCTION

Since based on World Health Organization, 30% of the deaths in the world is caused by cardiovascular disorders it is one of the most common disorder worldwide (Ncbi, 2010). Therefore detecting this diseases in the early phase is crucial for the treatment. Electrocardiogram (ECG) recordings used widely shows the behaviour of the electrical signal in the heart. Hence in order to diagnose cardiac disorders the results of ECG is taken into account. Holter ECGs and standard 12-lead ECGs are the formats of ECG recording using a diversity of computational techinques. Since studying ECG data is a major burden, robust computational methods are necessary to obtain the maximum information from ECG datasets (Obermeyer and Emanuel, 2016).

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Definitions of Fractional derivatives

The most common used fractional derivatives are Caputo (Caputo, 1967), Riemann-Liouville (Podlubny, 1999) and Jumarie (Jumarie, 2006). Many fractional derivatives are defined by modifying Riemann-Liouville fractional derivative such a way that the shortcomings of the R-L fractional derivative are fixed. For instance Jumaire (Jumarie, 2006) modified the definition of R-L fractional derivative as follows to remove the offset value of function at start point of the fractional derivative from the function (Ghosh et al., 2015):

$$D_x^{\alpha} f(t) = \begin{cases} \frac{1}{\Gamma(-\alpha)} \int_0^t (t-\tau)^{-\alpha-1} f(\tau) d\tau, for\ \alpha < 0 \\ \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \frac{d}{dt} \int_0^t (t-\tau)^{-\alpha} [f(\tau) - f(0)] d\tau, for\ 0 < \alpha < 1 \\ \left(f^{(\alpha-n)}(t)\right)^{(n)}, \quad for\ n \leq \alpha < n+1, n \geq 1 \end{cases} \quad (1)$$

2.2 Fractional Calculus Technique for Characterizing Premature Contraction Beat

In this section, the fractional calculus technique is taken into account for characterizing premature ventricular contraction (PVC) from ECG signal. By this mathematical technique, left fractional derivatives is used at the Q, R, S points of the QRS complexes of the MLII leads of ECG signal. The following theorems are given for characterizing ECGs (Srijan et al., 2017).

Theorem: Let us consider the function

$$h(t) = \begin{cases} at + b, & p \le t \le q \\ ct + d, & q \le t \le r \end{cases} \quad (2)$$

with $a \neq c$. It is continuous at $t = q$ such that $aq + b = cq + d$ but not differentiable at that point. Then left fractional derivative at that point $t = q$ is

$$f_L^{(\alpha)}(q) = \frac{a(q-p)^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)}. \quad (3)$$

2.3 Adaboost Algorithm

Let $(x_1, c_1), \dots, (x_n, c_n)$ be a given set of training data where $x_i \in \mathbb{R}^p$, c_i denote the input and output respectively. The training data are obtained from samples of a unknown probability distribution $Prob(X, C)$. The main goal is to establish a rule $C(\boldsymbol{x})$ by means of training data such that for a given input $\boldsymbol{x}$ a class label c from finite set $\{1,2, \dots, K\}$ where K denotes the number of classes, is assigned. Via the following formula

$$1 - \sum_{k=1}^{K} E_X\left[\mathbb{I}_{C(X)=k} Prob(C = k|X)\right]$$

the error rate of a classifier $C(\boldsymbol{x})$ which is called Bayes classifier, is computed under the 0/1 loss. It is obvius that $C^*(x) = \underset{k}{\operatorname{argmax}}\, Prob(C = k|X = \boldsymbol{x})$ makes the misclassification error rate minimized which is equal to $1 - E_X \max_k Prob(C = k|X)$.

The AdaBoost algorithm is used to approximate the Bayes classifier $C^*(\boldsymbol{x})$ via many weak classifiers. For instance, a classification tree (Breiman et al., 1984) is build by the AdaBoost via unweighted training sample to construct class labels.
Misclassification of training data point leads to increment of the weight for the training data. By means of the nonequal new weights, second classifier is established. This procedure is repeated until to get over the misclassification of training data point by constructing about 500 or 1000 classifiers. At the final step, the last classifier is formed by taking the linear combination of all classifiers. Denoting the weak multi-class classifier by $T(\boldsymbol{x})$, assigning a class label to $\boldsymbol{x}$, AdaBoost algorithm can be given as follows (Freund and Schapire, 1997):

1. Initialize the observation weights $w_i = 1/n$, $i = 1,2, \dots, n$

2. For $m = 1$ to M:

a. Fit a classifier $T^{(m)}(\boldsymbol{x})$ to the training data using weights w_i.

b. Compute

$$err^{(m)} = \sum_{i=1}^{n} w_i \, \mathbb{I}\left(ci \neq T^{(m)}(x_i)\right) / \sum_{i=1}^{n} w_i$$

c. Compute

$$\alpha^{(m)} = \log \frac{1 - err^{(m)}}{err^{(m)}}.$$

d. Set

$$w_i \leftarrow w_i . exp\left(\alpha^{(m)} \mathbb{I}\left(ci \neq T^{(m)}(x_i)\right)\right), \text{ for } \; i = 1,2, \dots, n.$$

e. Re-normalize w_i.

3. Output

$$C(x) = \underset{k}{\operatorname{argmax}} \sum_{m=1}^{M} \alpha^{(m)} \mathbb{I}(T^{(m)}(\boldsymbol{x}) = k).$$

3. METHODOLOGY AND CONCLUSION

The data used in this research were obtained from MIT-BIH Arrhythmia Database. The MIT-BIH Arrhythmia Database (MIT-AD) includes 48 half-hours, two-channel ECG records (obtained from 47 subjects) which are digitized at 360 Hz. 28 PVC and 28 normal beat were taken from this database. Then, the position information of the P, Q, R, S and T waves of the beats discussed were taken from (Elgendi et al., 2015)[10]. Equation (2) - (3) and help of this information was calculated left fractional derivative by taking α=0.3. Adaboost algorithm was used as a classifier. 10-fold cross-validation was applied to the algorithm. Fifty percent of the data was used for the training phase, and the remaining fifty percent was used during the testing phase to distinguish PVC from normal beat. According to test results, the correct detection rate of Adaboost algorithm is 92.9 % to determine PVC. The accuracy shown in Eq. (4) gives the correct results of samples from all samples.

$$Accuracy = \frac{Number\ of\ true\ Instances}{Number\ of\ all\ Instances} \quad (4)$$

Table 1 shows the accuracy rate of PVC and the normal beat together with the mean accuracy.

Table 1. Accuracy of the proposed algorithm

	Accuracy
PVC	92.9 %
Normal beat	92.9 %
Mean	92.9 %

As a result, Adaboost algorithm can be used effectively and accurately in early diagnosis of PVC which is one of the heart arrhythmias.

REFERENCES

Breiman L., Friedman J., Olshen R., and Stone C. 1984. Classification and Regression Trees. Wadsworth, Belmont, CA.

Caputo M. 1967. Linear models of dissipation whose q is almost frequency independent-ii. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society 13(6), 529-539.

Çetinkaya S. and Demir A. 2019. Determination of Atrial Premature Beat by Using Adaboost Algorithm and Fractional Derivative. International Conference on Image Processing, Wavelet and Applications (IWW 2019). 18-20 October 2019, Kocaeli, Turkey.

Elgendi M, Eskofier B. and Abbott D. 2015. Fast T Wave Detection Calibrated by Clinical Knowledge with Annotation of P and T Waves. Sensors 15, 17693-17714.

Freund Y. and Schapire R. 1997. A decision theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting. Journal of Computer and System Sciences 55, 119–139.

Ghosh U., Sengupta S., Sarkar S. and Das S. 2015. Characterization of non-differentiable points of a function by Fractional derivative of Jumarie type. European Journal of Academic Essays 2(2), 70-86.

Institute of Medicine (US) Committee on Preventing the Global Epidemic of Cardiovascular Disease: Meeting the Challenges in Developing Countries. 2010 Epidemiology of cardiovascular disease. In Promoting cardiovascular health in the developing world: a critical challenge to achieve global health (eds V Fuster, BB Kelly). Washington, DC: National Academies Press. See https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK45688/

Jumarie G. 2006. Modified Riemann-Liouville derivative and fractional Taylor series of non-differentiable functions further results. Computers and Mathematics with Applications 51, 1367-1376.

Obermeyer Z, Emanuel EJ. 2016. Predicting the future—big data, machine learning, and clinical medicine. N. Engl. J. Med. 375, 1216–1219.

Podlubny I. 1999. Fractional Differential Equations, Mathematics in Science and Engineering. San Diego, Calif, USA: Academic Press, 198 pp.

Srijan S., Uttam G., Susmita S. and Shantanu D. 2017. Characterization of Left Ventricular Hypertrophy via Fractional Derivatives, arXiv:1711.04860.

FONKSİYONEL BİR BİLEŞEN: ÇEREZLİK KABAK ÇEKİRDEĞİ UNU

Dr. Öğr. Üyesi Dilek Dülger Altıner
Kocaeli Üniversitesi / Turizm Fakültesi / Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü
dilek.dulgeraltiner@gmail.com

Merve Sabuncu
Bursa Uludağ Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü
merve-ates@outlook.com

Doç. Dr. Yasemin Şahan
Bursa Uludağ Üniversitesi/ Ziraat Fakültesi / Gıda Mühendisliği Bölümü
yasemins@uludag.edu.tr

Özet
Ülkemizin sahip olduğu coğrafi konum ve iklim koşulları nedeniyle kolay yetişebilen Cucurbitaceae familyasından, *Cucurbita* cinsi yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L.), önemli ekonomik ve besleyici değeri olan bir sebzedir. Kuruyemiş sektöründe, gıda, ilaç ve kozmetik sanayinde kabuk, meyve, meyve eti ve çekirdekleri değerlendirilmektedir. Kabak çekirdeği çerez olarak tüketiminin yanında, alternatif tıpta geniş kullanım alanı göstermektedir. Yapılan çalışmalarda kabak çekirdeğinin hipertansiyon, hiperkolesterol, romatizma, mesanede taş oluşumu ve diyabet gibi çok farklı rahatsızlıkları önleyici etkilerinin olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca iyi huylu prostat büyümesini azalttığı, idrar rahatsızlarında faydalı olduğu, diyet lif miktarının yüksek olması nedeniyle kabızlığı önlediği belirtilmiştir. Kabak çekirdeği yaygın bir şekilde tarımı yapılan biri ürün olmasına rağmen, gıda sektöründe kısıtlı kullanım alanına sahiptir. Çekirdek kısımları ayrıldıktan sonra geriye kalan posaların yağ, hayvan yemi, organik gübre ve biyodizel üretiminde değerlendirildiği bilinmektedir. Bu çalışmada farklı kabak çekirdeklerinden elde edilen kabak çekirdeği unlarının (KÇU) kimyasal, fonksiyonel ve besleyici özellikleri tespit edilmiştir. Bu amaçla, bazı kimyasal (nem, kül, protein) ve fonksiyonel (toplam diyet lif) özellikleri belirlenmiştir KÇU unlarının yüksek diyet lif, protein ve kül içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Protein miktarları göz önüne alındığında bunların iyi bir bitkisel protein kaynağı olabileceği düşünülmektedir. Kabak çekirdeği unu örneklerinin içerdikleri yüksek orandaki diyet lif, bunların farklı gıda formülasyonlarında, buğday unu yerine diyet lif kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, kabak çekirdeği, yüksek miktardaki protein ve diyet lif içeriği nedeniyle önemli besleyici ve fonksiyonel özelliklere sahiptir. Bu nedenle günlük diyet ve gıda formülasyonlarında farklı gıda endüstrilerinde fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: kabak çekirdeği, kabak çekirdeği unu, fonksiyonel, gıda endüstrisi, diye lif

Bilgi: Bu proje Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmektedir (Proje Numarasi: 217O414).

A FUNCTIONAL COMPONENT: PUMPKIN SEED FLOUR

Abstract
Cucurbita summer squash (*Cucurbita pepo* L.), a species of the Cucurbitaceae family, is a vegetable with significant economic and nutritional value and can be easily grown due to the geographical location and climatic conditions of our country. The shell, fruit, fruit flesh and seeds of the pumpkin are utilized in the dried nuts and fruits sector as well as the food, pharmaceutical and cosmetic industry. The pumpkin seed is consumed as snacks and also has an extensive area of usage in the alternative medicine. The studies conducted have reported that the pumpkin seed have preventive effects on many different disorders such as hypertension, hypercholesterolemia, rheumatism, calculus in bladder and diabetes. Moreover, it has been stated that it reduces benign prostatic hyperplasia, is beneficial in urinary disorders and prevents constipation due to the high amount of dietary fiber. Although the pumpkin seed is a product that is commonly cultivated, it has limited area of usage in the

food sector. It is known that the remaining pulps are utilized in oil, animal feed, organic fertilizer and biodiesel production after their seeds are separated. This study identified the chemical, functional and nutritional properties of the pumpkin seed flour (PSF) obtained from different pumpkin seeds. For that purpose, some of their chemical (humidity, ash, protein) and functional (total dietary fiber) properties were identified. It was found that the pumpkin seed flour (PSF) contained high amounts of dietary fiber, protein and ash. Considering their amounts of protein, they have been considered to be a good source of plant-based protein. The high rate of dietary fiber contained in the pumpkin seed flour samples has demonstrated that they can be used in different food formulations as the source of dietary fiber instead of wheat flour. In addition, it has been determined that it may be assessed as a good source in terms of essential fatty acids such as linoleic acid and oleic acid. As a result, the pumpkin seed has significant nutritional and functional properties as it contains high amounts of protein and dietary fiber. Thus, it can be used as a functional food ingredient in various food industries for the daily diet and food formulations.

Keywords: pumpkin seed, pumpkin seed flour, functional, food industry, dietary fiber

Acknowledgment: This project was supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) (Project Number: 217O414).

1. GİRİŞ

Cucurbitaceae familyasından, *Cucurbita* cinsi yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L.), önemli ekonomik ve besleyici değeri olan bir sebzedir. Kabak çekirdeği, yüksek miktarda protein, mineral ve diyet lif içeriğine sahiptir. Ülkemizde kabağın yaygın olarak tarımı yapılmak ve gıda, ilaç ve kozmetik sanayinde kabuk, meyve eti ve çekirdekleri değerlendirilmektedir. Kabak çekirdeği ülkemizde sıklıkla çerez olarak tüketilmekle birlikte gıda sanayiinde kullanımı sınırlıdır. Literatürde çerezlik kabak çekirdeği ununun kullanımı, bazı besleyici ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesine yönelik sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmada kabak çekirdeği ununun (KÇU) bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve gıda sanayinde kullanımına uygunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KABAK ÇEKİRDEĞİ

Ülkemizin sahip olduğu uygun coğrafi koşulları ve iklimi itibariyle kolay yetişebilen kabak, özellikleri az çok birbirinden farklı olan ve farklı türleri ve hatta cinsleri içinde barındıran bir grup bitkinin ortak adıdır (Yegul ve ark., 2012). Tohumları, çiçekleri ve meyveleri yiyecek olarak kullanılabilir. Yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L.) bitkiler aleminde meyve özellikleri bakımından çok geniş varyasyona sahip olan bir türdür. Taze sebze olarak yemekleri yapılan bu meyvenin iyice olgunlaşmış olan tohumları çıkarılıp kavrularak çerez olarak tüketilmektedir (Megep, 2009). Günümüzde tüketilen kabakların çoğu Amerika orijinlidir. Meksika'nın yüksek yerleri ve Orta Amerika'nın kuzeyi *Cucurbita pepo* L.'nun anavatanı olarak bilinmektedir. Kabak, diğer ülkelere 16. yüzyılda deniz yoluyla taşınmış ve daha sonra önemli bir sebze türü haline gelmiştir (Paris ve ark., 2006).

Çerezlik olarak çekirdekleri tüketilen kabaklar çoğunlukla *Cucurbita pepo* L. türüne girmekte ve ülkemizin değişik yörelerinde uzun yıllardır yetiştirilmektedir (Pakyürek ve ark., 2011; Yanmaz, 2014). Ülkemizde yetiştirilen çekirdek kabakları, tohum kabuklarının yapısına göre kabuklu ve kabuksuz/zar olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Çekirdek, tombulca uzun veya biraz daha toparlakçadır. Meyve şekli uzun silindirik, uzun armut, dikdörtgene yakın silindirik, eliptik veya yuvarlakça olabilmektedir. Meyve kabuk rengi hasada doğru turuncuya yakın sarı, yeşil veya turuncu zemin üzerinde kırçıllı olabilmektedir. (TÜKSİAD, 2009; Megep, 2009).

Türkiye'de çekirdek kabağı üretiminin en fazla Kırklareli, Tekirdağ, Edirne, Adapazarı, Kayseri, Aksaray, Nevşehir (Ürgüp) ve Konya illerinde yoğunlaştığı bilinmektedir. 2013 yılında üretim alanımız 515 000 da, üretimimiz de 35.586 ton iken yıllar içinde artış göstererek, 2016 yılı geçici verilerine göre 628.441 dekarda 42.181 ton' a yükselmiştir (TÜİK, 2016). Kabak çekirdeği yetiştiriciliğinin çoğunlukla İç Anadolu Bölgesinde yayılma alanı bulduğu net bir şekilde görülebilmektedir (Yanmaz ve Düzeltir, 2003; TÜİK, 2016). TÜİK 2016 verilerine göre çerezlik kabak çekirdeği üretim miktarları, İç Anadolu Bölgesinde en çok Kayseri (15.053 ton) ve Nevşehir

(13.513 ton) illerinde, Trakya Bölgesinde ise Edirne ilinde (534 ton) olarak bildirilmiştir. Türkiye'nin değişik yerlerindeki tüketicilerin şekil, renk ve irilik tercihleri farklılık göstermekle birlikte Türkiye genelinde Nevşehir ve çevresinde yetiştirilmekte olan Ürgüp Sivrisi veya Kadın Tırnağı denilen uzun, iğ şeklindeki, dolgun çekirdekler tercih edilmektedir (Yanmaz, 2014). Kabak çekirdeği hasat edildikten sonra elenerek kalibre edilmektedir. Kuruyemiş işletmelerinde çöp ve yabancı maddelerinden ayıklanan kabak çekirdekleri müşteri isteklerine göre kavurma işlemine tabi tutulmaktadır. Ülkemizde kabak çekirdeği yörelere göre farklı kavrulmaktadır. Genellikle tuz ve suyla ıslatılan kabaklar kavurmaya alınmadan önce bir süre bekletmekte ve döner ve/veya tavalı fırınlarda kavrulmaktadır (TÜKSİAD, 2009).

Kabak çekirdeği, kuruyemiş olarak tüketilmesinin yanında, ekmek ve pasta endüstrisinde kullanılmakta ve yüksek kaliteli bitkisel yağ kaynağı olarak da değerlendirilmektedir. (Hacıseferoğulları ve Sonmete 2010; Paris, 2001). Çekirdekten ekstrakte edilen yağ yemeklik yağ olarak kullanılabilmesinin yanı sıra nutrasötik olarak da kullanılmaktadır (Xanthopoulou ve ark., 2009; Shanshan ve Bushuty, 2011). Yetiştiriciliğinin avantajlı olması, sulama isteklerinin az olması, çekirdek ayrımının makine ile yapılabilmesi, su, gübre ve ilaç isteğinin az olması, tarla bitkileri ile ekim nöbetine girebilmesi, hasat sonrasında nem olmayan depolarda uzun süre saklanabilme özelliği, çekirdek kısımları ayrıldıktan sonra geriye kalan posaların yağ, hayvan yemi, organik gübre ve biyodizel üretiminde değerlendirilebilmesi gibi avantajlı yönleri üretim maliyetini azaltan özelliklerinden dolayı, çekirdek kabağı karlılığı yüksek ve stratejik açıdan önemli bir bitki konumundadır (Yılmaz ve ark., 2016; TÜKSİAD, 2009).

Kabak çekirdeğinin gıda olarak tüketiminin yanında, alternatip tıpta geniş kullanım alanı göstermektedir. Yapılan çalışmalarda kabak çekirdeğinin prostat, hipertansiyon, hiperkolesterol, romatizma, mesanede taş oluşumu ve diyabet gibi çok farklı rahatsızlıkları önleyici etkilerinin olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca diyetlerinde kabak çekirdeği yer alanların daha düşük oranda gastrik, meme, akciğer ve kolon kanserlerine yakalandığı belirtilmiştir (Xanthopoulou ve ark., 2009; Shanshan ve Bushuty, 2011). Halk arasında bağırsak parazitini gidermede etkili olduğu bilinmektedir. Özellikle de kabuksuz çekirdek kabağının tohumları, göğüs kanseri, böbrek ve idrar yolu rahatsızlıklarını önlemede de rol oynamaktadır (Stevens 1994; Hacıseferoğulları ve ak., 2010). Kabak çekirdeğin iyi huylu prostat büyümesi (BPH)'ni azalttığı, idrar bozukluklarında faydalı olduğu, kalın bağırsak kanseri riskini azalttığı, lif içeriği sayesinde kabızlık sorununu önlediği vurgulanmıştır (TÜKSİAD, 2009). Kabak tohumlarından elde edilen yağlar Omega 3 yönünden zengin olup, kolesterol seviyesinin düzenlenmesinde de etkili olmakta ve bu yağlar, safra kesesi rahatsızlıklarının, diş çürüklerinin, ödem ve gut hastalıklarının tedavisinde de ve hamile ve süt veren kadınlara da tavsiye edilmektedir. Ayrıca bu yağlar kandaki şeker seviyesini azaltarak, şeker hastalığının tedavisine yardımcı olmaktadır (Yanmaz ve Düzeltir, 2004).

Kabak çekirdekleri yağ ve proteince zengin olup, kuru madde üzerinden yağ içeriğinin % 40-50 (Bemis ve ark., 1968; Jacks ve ark., 1972; Abak ve ark., 1997), protein içeriğinin % 30-40 (Jacks ve ark., 1972; Ermiş 2010) ve karbonhidrat içeriğinin ise % 25 düzeyinde olduğu bildirilmiştir (Yegul ve ark., 2012). Günümüzde yapılan araştırmalarda kabak çekirdeğinin doymamış yağ asitleri (% 35-47), protein (% 33-36), karbonhidrat (% 37) yönünden zengin olduğu kadar, mineral maddeler ve özellikle E vitamini yönünden zengin olduğu ortaya çıkarılmıştır (Yanmaz ve Düzeltir 2004, Ermiş 2010; Yanmaz ve ark., 2010). Kabak çekirdeği tohumları Ca, K, P, Mg, Mn, Fe ve Zn yönünden de zengin olduğu bilinmektedir (Lazos 1986). Kabak çekirdeğinden günde 50-100 g tüketilmesinin vücudun mineral madde ihtiyacını karşılamada etkili olabileceği belirtilmiştir (Düzeltir ve Yanmaz 2004, Hacıseferoğuları ve ark., 2010).

Diğer kuruyemiş türleri ile kıyaslandığında ucuz olup herkes tarafından alınabilmesi, besleyici özelliklerinin yanında sağlık açısından da tespit edilmiş yararlarının olması da önemli bir özelliğidir. Bu nedenle araştırmamızda öncelikle kabak çekirdeği ununun kimyasal ve besleyici özellikleri tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Kabak çekirdekleri mutfak robotu ve baharat öğütücüde öğütülerek un haline getirildikten sonra 60 mesh çaplı elekten geçirilmiştir. Elde edilen farklı kabak çekirdeklerine ait un örnekleri kullanılıncaya kadar cam kavanoz içerisinde buzdolabı koşullarında (0/+4ºC) muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Nem miktarı tayini

Kabak çekirdeği un örneklerinde nem miktarı, AOAC Metot No: 925.40'a göre belirlenmiştir (Anonim 1990).

3.2.2. Kül miktarı tayini

Kabak çekirdeği un örneklerinde kül miktarı, AOAC Metot No: 950.49'a göre belirlenmiştir (Anonim 1990).

3.2.3. Protein miktarı tayini

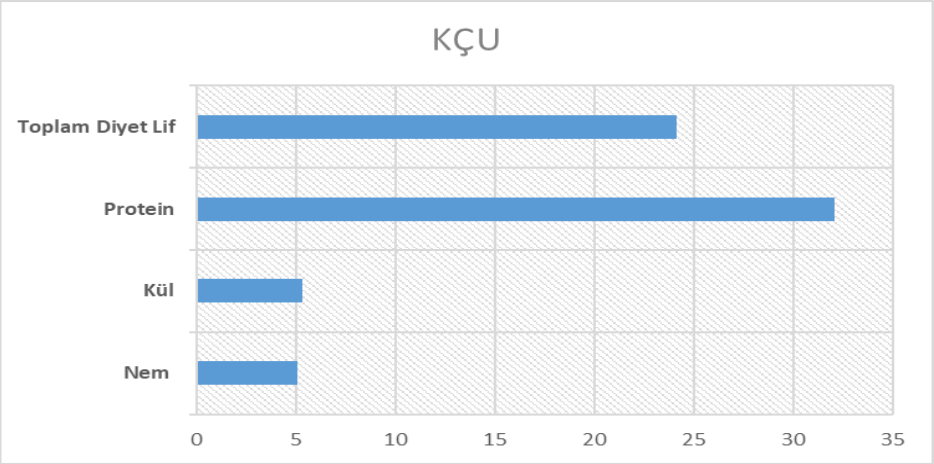
Kabak çekirdeği un örneklerinde azot miktarı AOAC Metot No:950.48 yöntemine göre, yapılmıştır (Anonim 1990). Bulunan değer 6.25 ile çarpılarak protein miktarı (%) kurumadde üzerinden hesaplanmıştır.

3.2.4. Toplam diyet lif tayini

Toplam diyet lif miktarı enzimatik olarak (alfa amilaz, amiloglikozidaz ve proteaz enzimleri ile) belirlenmiştir (Anonim, 2007).

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırma sonuçlarına göre, KÇU örneklerinin nem içeriği %4.21-5.76, kül içeriği %4.89-5.94 ve protein içeriği %31.11-33.59 arasında bulunmuştur. Farklı KÇU un örneklerine ait ortalama analiz sonuçları Şekil 1'de verilmiştir. Literatürde kabak çekirdeğinin (*Cucurbita pepo* L.) öğütülmesi ile elde edilen kabak çekirdeği unu ile ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmış olup, kabak çekirdeği yağı üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Bu nedenle karşılaştırma amacıyla, un haline getirilmiş başka kabak türleri, bitki, sebze, baklagil ve meyve unu örnekleri kullanılmıştır.



Şekil 1. KÇU unlarının kimyasal analiz sonuçları

See ve ark., (2007) *C. moschata* türü balkabağına ön işlem uygulanması ve kurutulmasından sonra elde edilen balkabağı ununda, nem miktarını % 10.96, yağ oranını % 0.8, protein miktarını % 9.65, kül oranını ise % 5.37 olarak bildirmişlerdir. Balkabağı ununa ait sonuçlar, çalışmamızda elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında, çalışmamızdaki *C. pepo* türü çerezlik kabak çekirdeklerinin un örneklerinde ortalama olarak nem (%5.07), karbonhidrat (%14.47), toplam diyet lif sonuçlarının (%25) daha düşük, kül (% 5.36) sonuçlanın benzer ve protein (% 32.28) değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Aziah ve Komathi (2009) çalışmalarında kabuğu soyulmuş balkabağı püresinden elde ettikleri unun nem, kül, protein, yağ, diyet lif ve karbonhidrat miktarlarını sırasıyla; %8.77, %7.39, %4.91, %0.70, %3.72 ve %74.11 bulmuşlardır. Balkabağı püresinden elde edilen un ile

karşılaştırıldığında ise, mevcut çalışmada KÇU'ların toplam diyet lif, yağ ve protein oranlarının yüksek, karbonhidrat ve nem oranlarının ise düşük olduğu belirlenmiştir.

Kabak çekirdeği unlarının kimyasal içerikleri baklagil unları ile karşılaştırıldığında, baklagil unlarının kül ve protein içerikleri, sırasıyla %3.3, %32 olarak tespit edilmiştir (Seena ve Sridhar, 2005). Başka bir çalışmada ise barbunya, lima fasulyesi, kırmızı barbunya, börülce, maş fasulyesi, mercimek ve nohut unlarının nem miktarlarının %9.2-11.2, protein miktarlarının %22.37-28.05, kül miktarlarının %2.91-4.30 arasında değiştiğini bildirilmiştir. Mercimek ununun en yüksek protein miktarına (%28.05), en düşük yağ miktarına (% 0.63) sahip olduğu belirtilmiştir (Shuang-kui vd., 2014). Mevcut çalışmamızdaki KÇU unlarının protein değerleri (%31.11-33.59) baklagil unları ile benzer veya daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Kabak çekirdeği unların ortalama protein miktarları göz önüne alındığında bunların iyi bir bitkisel protein kaynağı olabileceği düşünülmektedir.

Diyet lif, insan ince bağırsağında sindirilmeyen buna karşılık kalın bağırsakta tamamen veya kısmen fermente olan, bitkilerin yenilebilir kısımları olarak tanımlanmaktadır (Ekici ve Ercoşkun, 2007). Çalışmamızda kullandığımız çerezlik kabak çekirdeği unlarının ortalama toplam diyet lif içerikleri % 23.26-25.95 olarak tespit edilmiştir. Faklı gıdaların toplam diyet lif miktarı incelendiğinde, muz ununda % 7.80 (Ritthiruangdej ve ark., 2011), hindistan cevizi ununda % 10.45 (Gunathilake ve Abeyrathne 2007), arpada % 6.66 ve mısırda % 2.96 (Hede ve ark., 2001) olarak rapor edilmiştir. Ayrıca, toplam diyet lif içeriğinin mercimek ununda % 14.11-20, bezelye ununda % 9.74-26, nohut ununda % 16.1-22 aralıklarında olduğu tespit edilmiştir. (Özmen, 2011; Tosh ve Yada, 2009). Kabak çekirdeği ununun diyet lif miktarının yüksek bulunması farklı gıda formülasyonlarına eklendiğinde ürünün enerji miktarını düşürmekte ve sağlık açısından önemli fayda sağlamaktadır.

Kabak çekirdeği yaygın bir şekilde tarımı yapılan bir ürün olmasına rağmen, gıda sektöründe kısıtlı kullanım alanına sahiptir. Dünya genelinde aperatif gıdalar pazarı, hızla büyümektedir. Fırınlanmış ürünler, bisküvi, kek, kraker, atıştırmalıklar, mısır cipsi, enerjisi azaltılmış gibi ürünlerin pazarı oldukça genişlemiş ve her gün sektöre yeni markalar giriş yapmaktadır. Bu nedenle günümüzde niş pazarlar açılmaya, insan sağlığını ve ürünün besleyici değerlerini göz önüne alarak yeni ürünler geliştirilmeye başlanmıştır (Han ve ark., 2010). Bu ürünlere son yıllarda, diyet lif ve protein içeriği yüksek bakliyatlardan elde edilen unlar, meyve sebzelerin kurutulmasıyla elde edilen unlar eklenmiştir (Heller, 2006). Bu alternatif ürün arayışları kapsamında, gıdaların besinsel ve fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla farklı ürünler kullanılmaya başlanmıştır. Kabak çekirdeği ununun içerdiği besleyici ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle, gıda sanayinin farklı sektörlerinde gıda formülasyonlarında kullanılabilecek özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu proje, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmektedir (Proje Numarası 217O414).

KAYNAKLAR

Ward PC, Mawdsley W 2000. Fire management in the boreal forests of Canada. In: Kasischke ES, Stocks BJ (eds), Fire, climate change, and carbon cycling in the boreal forest. New York: Springer, pp. 66–84.

Abak, K., Sarı, N., Çetiner, B. 1997. "Changes of protein, fat content and fatty acid composition in naked pumpkin seeds influenced by sowing time", Acta Hort. 492: 187-192.

Anonim, 1990. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International (AACCI), St. Paul, MN, USA.

Anonim, 2007. Total dietary fibre contents assay. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists(AOAC), Washington, DC, USA.

Aziah Noor, A.A. and Komathi, C.A. 2009. Acceptability attributes of crackers made from

Bemis, P. W., Berry, W, J, Kennedy, J. M, Wood, D., Moran, M., Deutschman, J. A. 1968. "Oil composition of *Cucurbita.* J.", Amer. Oil Chem. Soc. 44:429-430.

different types of composite flour. *International Food Research Journal* 16: 479-482.

Ekici, L., Ercoşkun, H. 2007. Et ürünlerinde diyet lif kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi,* 1: 83-90.

Gunathılake, K.D.P.P., and Abeyrathne, Y.M.R.K. (2008). Incorporatıon of Coconut Flour Into Wheat Flour Noodles and Evaluatıon of Its Rheologıcal, Nutrıtıonal and Sensory Characterıstıcs. *Journal of Food Processing and Preservation*. Vol.32, Issue 1, pages 133–142

Hacıseferoğulları, H., Sonmete, M.H., 2010. "Kabak çekirdeği harman makinesinin performansının belirlenmesi", Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 24 (3): (2010) 68-74.

Han J., Janz J. A.M., Gerlat M. 2010. Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. *Food Research International* 43: 627–633

Hede A.R., Lozono-del Rio J., Bejar-Hinojose M., Rivadeneria M. (2001). Triticale For Feed And Forage: Case Studies From Mexiko And Ecuador.

Heller, L. 2006. Gluten-free foods and beverages in the US Packaged Foods Inc. marketresearch.com.

Megep, 2009. T.C. Mili Eğitim Bakanlığı, Bahçecilik, Kabak Yetiştiriciliği Modülü, Ankara

Özmen, F.H. 2011. Çölyak hastaları için baklagil unları ile zenginleştirilmiş pirinç tarhanası. *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Pakyürek, Söylemez S, Yanmaz R. 2011. "Farklı karpuz genotiplerinin çerezlik olarak değerlendirilmesi", Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Özet kitabı, p-11-38, 94-94.

Paris, H. S., Daunay, M.C., Pıtrat, M. and Janick, J. 2006. "First known image Cucurbita in

Europe, 1505-1508", Annals of Botany, 98, 41-47.

Paris, H., 2001. "History of the cultivar-groups of Cucurbita pepo", Horticultural Reviews, 25,

7190.

Paris, H., 2001. "History of the cultivar-groups of Cucurbita pepo", Horticultural Reviews, 25, 7190.

Seena, S., Sridhar, K. R. 2005. Physicochemical, functional and cooking properties of under explored legumes, Canavalia of the southwest coast of India. *Food Research International*, 38: 803-814.

Shanshan, N. M., El Bushuty, D. H. 2011. "Effect of natural additions from marjoram and pumpkin seeds on the rheological and sensory properties of wheat flour bread", Research Journal Specific Education, 23 (2), 1-17.

Shuang-kui, D., Hongxin J.,; Xiuzhu Y., Jay-lin J. 2014. Physicochemical and functional properties of whole legume flour., In LWT - *Food Science and Technology* January 2014 55(1): 308-313.

Stevens, L.J., 1994. "Pumpkin seeds help the prostate stay healthy", British Journal of Canser, 70 (2), 330-334.

Tosh, S.M., Yada, S., 2009. Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications, Review, *Food Research International.*

TUİK, 2016. Sebze üretim istatistikleri. www.tuik.gov.tr. Son erişim tarihi: 20 Haziran 2017.

TÜKSİAD, 2009. Tüm Kuruyemiş Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (TÜKSİAD). Hasan Baysal, Oluşturma Tarihi: 23.11.2009. Erişim Tarihi: 20 Haziran 2017.

Xanthopoulou, M.N., Nomikos, T., Fragopoulou, E., Antonopolou, S., 2009. Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. Food Research International 42, 641-646.

Yanmaz R, Ermiş S, Aras V. 2010. "Çekirdek kabaklarında kalite özellikleri", Tarım Türk, *24(5), 62-64.*

Yanmaz, R. 2014. Türkiye'nin kabak çekirdeği potansiyeli. T.C. Kayseri Valiliği İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. Çerezlik Kabak Çalıştayı 26-27 kasım 2014.

Yanmaz, R., Düzeltir, B. 2003." Çekirdek kabağı yetiştiriciliği", Türk-Koop Ekin, Tarım Kredi Kooparatifi Merkez Bilgi Yayınları; 26:22-24.

Yanmaz, R., Düzeltir, B., 2004. "Kabak Çekirdeğinin (*Cucurbita Pepo* L.) Besin Değeri ve Sanayide Kullanım Olanakları", Popüler Bilim Dergisi 11(125), 19- 24.

Yanmaz, R., Ermiş, S., Kuşman, N., Altınak, E., Delen İ., 2010. "Kabuklu ve kabuksuz çekirdek kabak (*Cucurbita pepo* L.) hatlarında ekolojinin tohum verimi ve çerezlik kalitesine etkisi", TÜBİTAK Destekli Projeler Veri Tabanı. 2010-871. TÜBİTAK TOVAG Proje 107O570, 2010: 162.

Yegul, M., Yıldız M., Ellialtıoğlu Ş., Abak K. 2012. "Bazı Kabuksuz Çekirdek Kabağı (*Cucurbita pepo* var. *styrica*) Islah Hatlarında Tohum Verimi ve Kalitesi", *YYÜ Tar Bil Derg (YYU J Agr Scı)* 22 (1):12-19.

TARIMSAL FAALİYETİN KOCAELİ İÇİN ÖNEMİ

Doç.Dr. Ehlinaz TORUN KAYABAŞI
KOÜ Arslanbey MYO, Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü Kartepe/Kocaeli,
ehlinaz@gmail.com

Özet
Bu çalışmada tarımsal faaliyetin Kocaeli için yeri ve önemini vurgulamak, tarımsal faaliyeti teşvik etmek için neler yapılması gerektiği ve çiftçilere yönelik yapılacak yayım faaliyetlerinin olumlu etkilerini ve istatistiksel verilerle Kocaeli'nin mevcut durumu ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu çalışma önceki yıllarda yapılmış çalışmalar ve ilgili kurum ve kuruluşların verilerinden faydalanılarak günümüzdeki durum ve gelecekte varılmak istenen noktaya açıklık getirerek, çeşitli önlemlerin alınmasını sağlayacaktır. Günümüzde tarımsal üretimin önemli olduğu ve tarımsal üterim yapılabilen her alandan sürdürülebilir ve ekonomik fayda sağlamak gerektiği, Kocaeli'nde tarımsal faaliyetin ekonomiye katkısı geçmiş yıllara göre önemli bir değişiklik göstermediği, tarımsal alanların doğru kullanılmadığı için yeterli düzeyde veya beklentiler düzeyinde ekonomik katkı sağlamadığı ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tarımın Önemi, Kocaeli, Mevcut Durum, Tarımsal Yayım Faaliyetleri, Çiftçilerin Bilgi Kaynakları

THE IMPORTANCE OF AGRICULTURAL ACTIVITY FOR KOCAELİ

Abstract
In this study, it is aimed to emphasize the place and importance of agricultural activity for Kocaeli, to determine what should be done to promote agricultural activity and to show the positive effects of extension activities for farmers and the current situation of Kocaeli with statistical data. This study will help to take various measures by making use of the data from previous studies and related institutions and organizations to clarify the current situation and the point to be reached in the future. Today, it is revealed that agricultural production is important and it is necessary to provide sustainable and economic benefit from all areas where agricultural production can be made, that the contribution of agricultural activity to the economy in Kocaeli does not change significantly compared to previous years and that the agricultural areas do not provide sufficient level or expectations economic level due to not being used correctly.

Keywords: Importance of Agriculture, Kocaeli, Current Situation, Agricultural Extension Activities, Information Sources of Farmers

1.GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artış karşısında sınırlı olan gıda üretimi insanların beslenmesini olumsuz etkilemektedir. Gıda üretiminin temel kaynağının tarımsal ürünlere bağlı olması nedeniyle, günümüz ve yakın gelecek için gıda ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için tarım ve tarımsal faaliyetler oldukça büyük öneme sahiptir. Bu bağlamda tarımsal alan kullanımı ve üretiminin doğru yapılması, tarım arazilerinin ekonomik kullanımı şarttır. Buradan hareketle bu çalışma ile sanayi kenti olarak adlandırılan Kocaeli ilinin tarımsal alanlarının kullanımı ve ekonomiye katkısı araştırılarak mikro çaplı bir analiz yapılmaya çalışılmıştır.

1.1 Kocaeli İlinin Arazi Varlığı ve Demografik Yapı

Kocaeli'nin yıllık nüfus artış hızı binde 12.2 olarak gerçekleşmiştir. Yıllık nüfus artış hızı bakımından Kocaeli 81 il içerisinde 12. sıradadır. Kocaeli'nin 1.906.391 kişilik nüfusunun % 50.53'ü (963.326 kişi) erkek, % 49,47'si (943.065 kişi) kadındır. Yüzölçümü 342.001.3 ha olan Kocaeli ilinde kilometrekareye 557 insan düşmektedir. Kocaeli nüfus yoğunluğu ile Türkiye'de 3. sırada yer almaktadır. Nüfus yoğunluğu **557/km2**'dir.

Tablo 1. Kocaeli'nin İlçelere Göre Demografik Dağılımı Ve Arazi Varlığı, 2018

KOCAELİ NÜFUSU		
İlçe Adı	**Nüfusu**	**Hektar (Ha)**
Başiskele	97.817	21.711,3
Derince	140.982	19.460,3
Dilovası	47.948	13.385,7
Gebze	371.000	42.514,5
Gölcük	162.584	22.629,4
İzmit	363.416	48.447,2
Kandıra	51.348	85.471,3
Karamürsel	56.604	25.460,1
Kartepe	118.066	26.913,8
Körfez	165.503	30.742,5
Toplam	**1.906.391**	**342.001,3**

Kaynak: (Kocaeli Tarım Ve Oraman İl Müdürlüğü, 2018)

Kocaeli'nin 2018 verilerine göre arazi kullanım durumunu gösterir veriler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Arazi Kullanım Durumuna Göre Dağılımı 2018

Arazi Dağılımı	**%**	**Yüzölçümü (Ha)**
Toplam Tarım Alanı	**43,76**	**149.687,449**
İşlenen Tarım Alanı	21,22	72.579
Sulanan Tarım Alanı	10,4	9.578
Sulanabilir Tarım Alanı		9.624
Sulanamayan Tarım Alanı	89,6	62.955
İşlenmeyen Tarım ve Nadas Alanı	22,54	77.108,449
Mera	0,43	1.795,78
Ormanlık Ve Fundalık	43	143.205
Tarım Dışı Arazi	12,8	47.311,771
TOPLAM		**342.001**

Kaynak: Kocaeli Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2018 Faaliyet Raporu

İlimizin toplam alanı 342.001 ha'dır. Toplam tarım alanımız 149.687.449 ha olup işlenen tarım alanı 72.579 ha'dır. İl yüzölçümünün % 21.22'sini kaplamaktadır. Toplam tarım alanı içerisinde Tarla Alanı 56.424.4 ha., Meyvelik alan 12.548.1 ha., Zeytinlik alanı 216.5 ha, Açıkta Sebze üretimi yapılan alan 3.481.3 ha., Örtü altı 314.8 ha'dır.

1.2 Sektörel Dağılımı

Kocaeli yüzölçümü itibariyle Türkiye'nin en küçük illerinden biri olmakla birlikte Ülkenin sanayi üretimi içinde, %14.7'lik üretim payı ile sanayileşme hızı bakımından ülkemizin önde gelen illerinden biri durumundadır. Kocaeli İli sınırları içerisinde tarım yapılmasına rağmen ekonomiyi yönlendiren sanayidir. Kocaeli'nin sektörel dağılımını gösterir veriler Tablo 3 'de verilmiştir.

Tablo 3. Sektörel Dağılım

SEKTÖRLER	**ORAN(%)**
Tarım	**3**
Sanayi	**70**
Diğer Hizmetler	**27**
TOPLAM	**100**

Kaynak: (Kocaeli Tarım Ve Orman İl Müdürlüğü, 2018), Faaliyet Raporu

1.3 Tarımın Kocaeli İçin Önemi

Kocaeli, 300 km2'lik alanda tarımsal üretime yönelik kendine has bir toprak yapısı olan bir kent; tarım da ülke olarak vazgeçemeyeceğimiz sektörümüz. Dolayısıyla, Kocaeli her ne kadar sanayi kenti olarak bilinse de destekleyici bir sektör olarak devam eden tarımsal üretim, özellikle bazı ilçelerin konumu ve üretim deseni açısından önemi büyüktür. Tarımsal üretimle ağırlıklı olarak orta yaş ve üzeri grup ilgilenmekte, genç nüfus ise sanayi ve diğer sektörlerde çalışmaktadır. Tarım stratejik bir sektördür.

Kocaeli iklimi, coğrafyası ve lojistik yapısı düşünüldüğünde tarım için çok önemli ve aynı zamanda değerli bir kenttir. Kocaeli'nin tarımsal verileri incelendiğinde 2006' da ki verilerle 2017 verileri aynı görünmektedir. Verilerin revize edilmediği görülmüştür. Bu nedenle Türkiye ve İl bazlı (Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla) GSYH'daki iktisadi faaliyet kollarının dağılımı TUİK verilerinden yararlanılarak incelenmiş ve Tablo 4 ve Tablo 5'de 2004- 2017 yıllar arası durum verilmiştir. Tablo 4 ve Tablo 5'e göre İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflaması (3. Düzey)'e göre 2004 ve 2017 yılları arasında Ülke genelinde 13 yıllık verilere göstermektedir ki, tarımın GSYH 'ya katkısı azalan oranlarda artarken diğer sektörlerde artarak devem etmektedir. Dolayısıyla, bu durum il bazında incelendiğinde Kocaeli için de geçerli olduğu görülmüştür. Türkiye genelindeki diğer illerde de, durum Kocaeli'nden farklı görünmemektedir. Bu durum tarım sektörünün ülkemiz açısından cazip sektör olmaktan çıktığı, insanların köyleri bırakıp şehirlere akın ettiği görülmektedir. Göçün en önemli nedeni insanların yeterli gelir elde edilememesi, çocuklarına iyi bir gelecek hazırlama endişesi ve telaşı sayılabilir.

Tablo 4. Türkiye ve İl Bazlı Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla, İktisadi Faaliyet Kollarına Göre Cari Fiyatlarla, NACE Rev.2, 2004-2017 Dağılım (**Bin TL**)

İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflaması (3. Düzey)	Tarım Agriculture	Sanayi Industry	Hizmetler Services	Sektör Toplamları Sectoral Total	Vergi-Sübvansiyon Taxes-Subsidies	GSYH GDP
Yıl	Türkiye					
2004	54 365 145	145 005 909	304 887 404	504 258 457	72 765 040	577 023 497
2005	62 349 598	170 459 652	355 501 121	588 310 371	85 392 571	673 702 943
2006	64 415 593	206 057 740	419 780 984	690 254 317	98 973 238	789 227 555
2007	66 197 107	232 941 255	481 118 335	780 256 698	100 204 181	880 460 879
2008	74 451 345	260 996 668	550 190 966	885 638 980	109 143 879	994 782 858
2009	81 234 274	240 365 442	569 482 714	891 082 431	108 109 417	999 191 848
2010	104 703 635	285 383 871	629 823 047	1 019 910 553	140 103 425	1 160 013 978
2011	114 838 169	375 613 697	736 243 999	1 226 695 865	167 781 301	1 394 477 166
2012	121 692 893	420 266 164	843 453 712	1 385 412 768	184 259 347	1 569 672 115
2013	121 709 079	501 220 607	962 395 396	1 585 325 082	224 388 005	1 809 713 087
2014	134 724 745	576 440 635	1 097 024 575	1 808 189 955	236 275 921	2 044 465 876
2015	161 447 917	652 582 965	1 246 695 908	2 060 726 790	277 920 704	2 338 647 494
2016	161 304 618	735 168 540	1 402 423 306	2 298 896 464	309 629 285	2 608 525749
2017	189 000 175	905 819 274	1 657 822 396	2 752 641 846	353 894 906	3 106 536 751

Kaynak: (TÜİK, 2018) **Türkiye ve** İl Bazında Gayrisafi Yurt İçi Hâsıla, İktisadi Faaliyet Kollarına Göre Payı, Cari Fiyatlarla, NACE 2004-2017

Tablo 5. Kocaeli'nin İktisadi Faaliyet Kollarının Gayri Safi Yurt İçi Hasılaya Göre Cari Fiyatlarla, NACE 2004-2017 Dağılımı (**Bin TL**)

TR421 Kocaeli	Tarım Agriculture	Sanayi Industry	Hizmetler Services	Sektör toplamları Sectoral total	Vergi-sübvansiyon Taxes-subsidies	GSYH GDP
Yıl						
2004	249 773	6 921 116	7 250 068	14 420 957	2 080 960	16 501 916
2005	297 034	8 588 427	8 570 430	17 455 891	2 533 702	19 989 593
2006	317 599	10 926 013	10 421 042	21 664 653	3 106 422	24 771 075
2007	340 779	12 700 160	11 974 133	25 015 071	3 212 551	28 227 623
2008	405 966	14 743 088	13 895 331	29 044 385	3 579 356	32 623 740
2009	445 369	13 107 200	13 910 084	27 462 653	3 331 871	30 794 523
2010	569 844	16 024 042	15 977 793	32 571 680	4 474 318	37 045 997
2011	613 662	22 073 990	19 487 643	42 175 295	5 768 525	47 943 820
2012	608 578	23 528 195	23 392 581	47 529 355	6 321 385	53 850 740
2013	596 159	28 392 404	27 820 645	56 809 208	8 040 814	64 850 022
2014	667 407	33 573 632	31 174 242	65 415 281	8 547 805	73 963 086
2015	760 329	38 489 112	36 072 859	75 322 299	10 158 371	85 480 670
2016	720 629	42 721 532	41 311 539	84 753 700	11 415 141	96 168 842
2017	877 552	56 095 920	49 421 467	106 394 939	13 678 723	120 073 662

Kaynak: (TÜİK, 2018) İl bazında gayrisafi yurt içi hâsıla, iktisadi faaliyet kollarına göre payı, cari fiyatlarla, NACE 2004-2017

GSYH'daki tarımın payının düşüşündeki en önemli etken ülkenin tarım ürünleri ithalatına yönelmiş olmasıdır. Ayrıca yerli üreticilerin girdi maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle üretim maliyetlerinin artması sonucu yabancı üreticilerle rekabet edememesi, ürününü pazarlayıp hak ettiği fiyattan satamaması, üretici satış fiyatlarının düşük olmasıdır. Başka bir neden ise tarım desteklerin yeterli olmaması, yanlış destekleme politikaları nedeniyle desteklerin doğru yere kanalize edilememesi, tarım arazilerinin amacı dışında kullanılması, imara açılması vs sonucu olarak tarım sektöründe faaliyet gösteren insanların tarımdan çekilmesine, başka sektörlere kaymasına neden olduğu söylenebilir. Bütün bu nedenler tarım sektörünün GSYH'daki payının düşmesine neden olmaktadır. Tarım sektörünün GSYH'ya katkısının azalmasının en önemli nedenleri arasında uygulanan yanlış tarım politikaları gösterilebilir. NACE kodlarının anlamları ve gösterimi Şekil 1'de verilmiştir.



Kaynak: NACE Kodu nedir, Kim verir, Nasıl sorgulanır ve Tehlike sınıfı nasıl belirlenir? (AB UYUM GRUP, 2005)

Şekil 1. NACE Kodlarının Gösterimi

NACE Kodu Nedir: Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması (**NACE**); Avrupa'da ekonomik faaliyetlerle ilgili istatistiklerin üretilmesi ve yayılması amacına yönelik bir başvuru kaynağıdır. NACE kodlamasında faaliyet konularına göre işyerlerine/işletmelere altı haneli bir kod verilmektedir. Ülkemizde birçok alanda yürütülen Avrupa Birliğine uyum çalışmaları kapsamında, NACE kodu uygulaması da kullanılmaya başlanmıştır. İş yerinizin tehlike sınıfını (çok tehlikeli, tehlikeli, az tehlikeli) öğrenmek iş sağlığı ve güvenliği kanunu kapsamında yükümlülüklerinizi bilmeniz açısından son derece önemlidir. Maliye Bakanlığı, Gelir İdaresi Başkanlığı ve Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı gibi kurumlar NACE kodu uygulamasını kullanmaktadır. Dolayısıyla işyeri NACE kodu birçok resmi kurum işlemlerinde gerekli hale gelmiştir. 2018 yılında bir önceki yıla göre GSYH içinde tarım sektörünün payı 0.3 puan azalarak % 5.8'e, inşaat sektörünün payı 1.4 puan azalarak % 7.2'ye, diğer faaliyetlerin payı 0.3 puan azalarak % 30.8'e gerilerken, sanayi sektörünün payı 1.6 puan artarak % 22.2'ye, hizmetler sektörünün payı 1.3 puan artarak % 23.5'e yükselmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Türkiye'de Sektörlerin Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla İçindeki Payları (Cari fiyatlarla, %) 2018

İktisadi Faaliyet Kolları	**Yıllar**		
	2016	**2017**	**2018**
Tarım	6,2	6,1	5,8
Sanayi	19,6	20,6	22,2
İnşaat	8,6	8,6	7,2
Hizmetler	21,5	22,2	23,5
Diğer faaliyetler[1]	32,3	31,1	30,8
Sektörler toplamı	88,1	88,6	89,5
Vergi-sübvansiyon	11,9	11,4	10,5
Gayrisafi yurtiçi hasıla	100	100	100

Kaynak: (TUİK, 2018). ([1]Bilgi ve iletişim, finans ve sigorta faaliyetleri, gayrimenkul faaliyetleri, mesleki, idari ve destek hizmet faaliyetleri, kamu yönetimi, eğitim, insan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri ve diğer hizmet faaliyetlerini içerir).

Tablo 6'e göre yıllar itibariyle Türkiye'de tarımın payı her geçen gün azalırken diğer sektörler bir önceki yıla göre artış göstermekledir. Vergi ve Sübvansiyonlarda ise azalma söz konusu olmaktadır. Bunun en anlamlı açıklaması tarıma yapılan desteklerin yeterli olmaması sonucunda tarım sektörünün üretimde ki payının azalması ve GSYH'daki payının düşmesi ile açıklanabilir. Ayrıca 2004 ve 2017 Kocaeli'nin il ve ülke bazında iktisadi faaliyet kollarının gayri safi yurt içi hasılaya göre il ve ülke bazında sektörel dağılım oranları (cari fiyatlarla %) Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Kocaeli'nin İktisadi Faaliyet Kollarının Gayri Safi Yurt İçi Hasılaya Göre İl ve Ülke Bazında Sektörel Dağılım Oranları (Cari Fiyatlarla %) 2004 ve 2017 Örneklemi

Yıl	**Tarım**	**Sanayi**	**Hizmetler**	**Sektör Toplamları**	**Vergi-Sübvansiyon**	**GSYH**
2004 Kocaeli	1.5	42	43.9	87.4	12.6	100
2017 Kocaeli	0.7	46.7	41.2	88.6	11.4	100
Türkiye Genel Toplamına Göre Kocaeli'nin Sektörel Katkı Oranı %						
2004	0.5	4.8	2.4	2.9	2.9	2.9
2017	0.5	6.2	3	3.9	3.9	3.9

Tablo 7'ye göre Kocaeli'nin yıllar itibariyle GSYH'daki sektörel dağılımı ve payı incelendiğinde tarım sektörünün payı her geçen yıl düşüş gösterdiği, diğer sektörlerin paylarının ise artış gösterdiği belirlenmiştir. Yine Tablo 7'ye göre Türkiye genel toplamında, Kocaeli'nin sektörel dağılımdaki tarım hariç diğer sektörlerde artış gösterdiği belirlenmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sanayi kenti olarak bilinen Kocaeli'nin yıllık nüfus artış hızının yüksek olduğu Binde 12.2 olması, il genelinde ağır bir nüfus yoğunluğunu beraberinde getirmektedir. Bu artış doğumlardan çok göç sebebiyle olmaktadır. Arazi kullanımı büyükşehir yasası nedeniyle amacı dışında kullanılmakta, tarım alanları imara açılmaktadır. Dolayısıyla GSYH'daki tarım sektörünün payı her geçen gün azalmaktadır. Tarıma verilen desteklerin sanayi kenti olması nedeniyle düşük olması ve doğru şekilde kanalize edilememesinden kaynaklanmaktadır. Sanayileşme ve hizmet sektörlerinde büyüme tarım sektöründe ise küçülme olmaktadır. Yüksek katma değerli sanayi ürünlerini geliştirirken diğer taraftan da nitelikli tarım ürünlerinin yetiştirmeye ilişkin faaliyetleri yürütmeleri gerekmektedir. Tarıma dayalı sanayi işletmelerine ağırlık verilerek ürünlerin raf ömürlerinin uzatılması ve katma değer yaratması sağlanarak, kent ekonomisine katkı artırılabilir. İhracata dayalı ve katma değeri yüksek üretim yapan sanayi topraklarının Kocaeli'nin yüz ölçümünün yüzde 2'sini kapladığı, geri kalan 3 bin 600 kilometrekarelik alanın ise tarımsal üretim için çok verimli topraklardan oluşturmaktadır. Bu açıdan tarım Kocaeli için önemli bir sektör olarak yerini korumalıdır.

KAYNAKÇA

AB UYUM GRUP. (2005). *NACE Kodu nedir, Kim verir, Nasıl sorgulanır ve Tehlike sınıfı nasıl belirlenir.* 10 10, 2019 tarihinde http://www.abuyum.com: http://www.abuyum.com/Content.aspx?cid=261 adresinden alındı

KOCAELİ TARIM ve ORAMAN İL MÜDÜRLÜĞÜ. (2018). *2018 Tarım istatistiği.* Kocaeli: Kocaeli Tarım ve Orman İl Müdürlüğü.

KOCAELİ TARIM ve ORMAN İL MÜDÜRLÜĞÜ. (2018). *Kocaeli'nin İlçelere Göre Demografik Dağılımı Ve Arazi Varlığı, 2018 Faaliyet Raporu.* Kocaeli: Kocaeli Tarım ve Orman İl Müdürlüğü.

TUİK. (2018). *Türkiye'de Sektörlerin Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla İçindeki Payları (Cari fiyatlarla, %) 2018.* 10 10, 2019 tarihinde http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.: www.tuik.gov.tr adresinden alındı

TÜİK. (2018). *İl bazında gayrisafi yurt içi hâsıla, iktisadi faaliyet kollarına göre payı, cari fiyatlarla, NACE .* 10 10, 2019 tarihinde http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do: http://www.tuik.gov.tr/ adresinden alındı

TÜİK. (2018). *Türkiye ve İl Bazında Gayrisafi Yurt İçi Hâsıla, İktisadi Faaliyet Kollarına Göre Payı, Cari Fiyatlarla, NACE 2004-2017.* 10 10, 2019 tarihinde http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do: http://www.tuik.gov.tr adresinden alındı

THE IMPORTANCE IN LANDSCAPE ARCHITECTURE OF HOBBY GARDENS

Prof. Dr. Bahriye GÜLGÜN
Ege University Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, Izmir/Turkey
bahriye.gulgun@hotmail.com

Lecturer ŞühedaBasire AKÇA
ZonguldakBülent Ecevit University, Çaycuma Vocational School of Food and Agriculture, Çaycuma-Zonguldak/Turkey
sbasire.akca@beun.edu.tr*

Assist. Prof. Dr. Kübra YAZİCİ
TokatGaziosmanpaşa University; Faculty of Agriculture, Department of Horticulture Tokat/Turkey
k-yazici-karaman@hotmail.com

Abstract
With the increasing population in recent years, the pressure of mankind on nature has increased. As a result of these pressures; urban green spaces decreased, human-nature relationship weakened and this situation led to the emergence of ecological problems in cities. People wanted to re-connect with nature, breathe and reach reliable organic food products. The aim of this research; Turkey in the urban open green area system in place to examine by the principles of plant design and to examine the importance of hobby gardens with land observation studies. As a result of the research, it has been determined that hobby gardens are used for purposes such as obtaining products however, the results reached were based on the fact that the reason for the formation of hobby gardens was social benefits rather than the expectation of agricultural products.

Keywords: Green area, Plant design, Social benefit, Hobby gardens

INTRODUCTION

Hobby gardens are important for the orientation of nature away from urban stress. Today, people are isolated from the soil, the beautiful flowering fragrant trees and the sounds of birds. Also they live continued in multi-storey reinforced concrete buildings. However, people desire to get closer to nature with the flowers growing on our balcony or in a corner of their houses.



Figure 1 Example of hobby garden

However, the human-soil-plant relationship which had been transformed from the vine gardens of Babylon in the past, from the gardens of the Yıldız Palace of the Ottoman Period to the form of pots of flowers that were used only as a decor, should in fact be highly regarded because it was a meaningful and important relationship in human life in many fields from psychology to economy nutrition.



Figure 2 Example of hobby garden

Instead of accepting the fact that human beings are a part of nature and trying not to harm her accordingly, people saw herself as the master of nature. As a result of the mistakes made have been paid off as an increasingly worsening environment and ecosystem from natural disasters such as earthquakes, floods and landslides. However, many steps are still being taken to return from wrongs and to turn towards the right and the beautiful. Therefore, in this study; Hobby gardens which provide the opportunity for tasting and healthy eating by removing the organic products we have grown from our own branches that provide us with positive energy, which alleviates stress for a while for the people living in the city. Also neighborhood began to disappear in recent years, the situation in Turkey of the garden as a hobby pursuit that led to the consolidation of friendship concepts, benefits, design principles are discussed. The aim of this study is to promote awareness of the need to support and sustain the hobby gardens in Turkey which have so many benefits to society, human health and urban ecosystem.

The Definition and Importance of Hobby Gardens

Hobby gardens are places where urban people living between high-rise concrete piles embrace nature and come together in social groups. Different definitions of hobby gardens have been made (Önder and Polat, 2008; Özkan,, 2001; Wiegand, 1990). The most comprehensive definition of these is as follows; Hobby gardens are urban recreation areas which are created by the effort of creating an area where the people of the city connecting with nature and green, relax, exhibit their own soul beauties despite the negativities of urbanization and spend time together; small garden facilities, public gardens, city gardens, etc. (Tezer and Solduk 2012).



Figure 3. Example of hobby garden

Hobby gardens help people relax psychologically as well as many activities. For interdisciplinary collaborative work on Hobby Gardens, local municipalities and administrations and resources should be used as much as necessary for planning and design practices and sustainability, also evaluations should be made for their preservation and maintenance (Önder and Polat, 2008). Children know the soil from an early age and their understand the importance and to catch up with the chance to grow in communication with nature, to plant with his own hands with his parents planted grows, fruit, or to witness the smell of beautiful flowers, is one of the most important steps to protect and transfer these

areas to the future (Yılmaz et al., 2006; Oğuz, 2000).Therefore, it has positive effects for both human health and the existence of the country's lands. Concepts supporting Hobby Gardens are given in Table 1.



Figure 4. Example of hobby garden

Table 1. Concepts supporting hobby gardens

Urban Agriculture	It is seen as an activity that is not considered as an important economic activity in urban areas, separated from the dominant economic activities in urban settlements, as well as can be used as recreation area and contributes to urban aesthetic values. Products grown in the hobby garden are divided into food (cereals, root crops, vegetables and fruits, aromatic and medicinal plants and animal products) and non-food products (ornamental plants, firewood and industrial agricultureUNP, 1996;UNP,2000;Tezel, 2012).
Ecological Agriculture	According to Lampkin (1994), ecological agriculture; is an approach that integrates human, environment and economically sustainable agricultural production system. The purpose of this; agricultural system is to produce human and animal food on condition that it protects natural resources and cleanses it from harmful and diseased elements.
Sustainable Agriculture	According to Genç (2009); the concept of sustainability is used not only for agriculture but also for other sectors that have direct or indirect links to natural resources.The fact that the agricultural sector interacts with the environment to a great extent and the use of natural resources in the sector makes the concept of sustainability also important for agriculture. Therefore, threats of exposure to the environment and natural resources affect agriculture;agriculture alsocan also adversely affect the environment and natural resources.
Permaculture	It is basically a system based on nature, which is seen as providing the order of life and nature by making use of the blessings that it offers to us with minimal or no intervention. There is no place for chemical or artificial substances in this system(Bilgi, 2013).

Historical Process of Hobby Gardens

When we look at the history of Hobby Gardens for the first time more than 100 years ago, the first rise in the discipline of Landscape Architecture in the 1850s, the period of industry and wars, ıt began with the industrialization movement in Germany.In these hobby gardens, it was aimed to alleviate the problems of collective working life with garden works. As a result of the small garden planning activities which gained great speed after the Second World War, today the number of small gardens available have reached a very large size in every city in Germany and It has become an indispensable part of social life for the German people (Kef, 2015;Çelik, 2018; Hanna, 2000).Hobby Gardens have a

widespread application in today's Europe. While the application form in Europe is usually in the form of lifetime lease the Hobby Garden a few years or annual of renting in Turkey (Kef, 2015; Aliagaoglu and Alevkayali, 2017; Celik, 2018).

General Features of Hobby Gardens

They are usually established by local governments and municipalities. However, it has also established by the university, individuals, associations both in Europe and in Turkey,

- They are rented to the city inhabitants for a period of time under certain rules and at a cost.
- The facility is managed by a voluntary association and an elected manager.
- They have the necessary structures such as walking path, sports area, parking and parking area.
- They are located in or adjacent to the city.
- Area sizes should be 20-200 m2.
- Products such as vegetables, fruits and flowers are grown. Hobby gardes are not accommodation.
- They are built on first class agricultural land. Slope values should be less than 2%(Kef, 2015; Aliagaoglu and Alevkayali, 2017; Celik, 2018).

Considering the features to be considered while choosing a place in Hobby Gardens;

- The distribution of green spaces within the city and the positioning of the green spaces in a way to create a spatial integrity should be considered.
- Cemetery, swamp, etc. places that offer bad odor and unhealthy environments should not be selected; areas that are least affected by floods and other disasters should be selected.
- It should be accessible from almost every point of the city. Turkey ranged from 2-17 km away from the center of the settlement; the average distance should be 7 km.
- When choosing a location, areas of size sufficient to comply with the ideal measurements should be selected.
- These areas should be included in the city zoning plan and expert opinion should be taken into consideration considering the parameters such as location, size, ecosystem effects of these gardens and the expert opinions should be obeyed when choosing the site. (Kef, 2015; Aliagaoglu and Alevkayali, 2017; Celik, 2018)
-

Planning and design principles of Hobby Gardens

Hobby Garden planning principles that municipalities should consider in the planning process are as follows: (Kef, 2015; Aliagaoglu and Alevkayali, 2017; Celik, 2018);

- Economic, social and environmental conditions should be in equal effect on the design and operation of the garden,
- Fully involve interested interest groups and users in the planning of the garden,
- Focus on the systematic problems associated with the planning and operation of the garden, taking into,
- Bringing water to the edge of the area,
- Anchoring the field after plowing,
- Provided drainage,
- Be prepared for manual processing,
- Land allocation to a certain extent, account long-term trends and constraints.

Considering the Hobby Gardens on a larger scale, design considerations are as follows:
They are such assite selection, security, accessibility and accessibility, sunbathing time, water resources, soil structure, multi-use, use of fence, architectural and technical features of hut / shelter types, road-walk and bicycle path planning in multiple Hobby Gardens, parking, children's playground, sports facilities, common areas, service businesses(Kef, 2015; Aliağaoğlu and Alevkayali, 2017; Çelik, 2018).

Benefits of Hobby Gardens

- Hobby gardens have a positive effect on community psychology and community lives because of removing people from the noisy and stifling environment created by urbanization.

- Plants which they produced in these gardens increase the rate of active green areas of the city and make a positive contribution to the ecosystem. They are also beneficial to the ecosystem and have a positive impact on the urban climate.
- Hobby gardens draw the boundaries of urbanization and thus they prevent the destruction of natural environment.
- Hobby gardens contribute to neighborhood relations and social peace by bringing together people who are separated from city life (Kef, 2015; Aliağaoğlu and Alevkayali, 2017; Çelik, 2018).



Figure 6. Example of hobby garden

Status of Hobby Garden in Turkey

Due to the increasing industrial and urbanization in Turkey open- green areas especially agricultural areas are being lost every day. In the 1980s, hobby gardens were seen the first example in Turkey.Turkey's first Hobby garden was established in Bursa located 10 km from the city center in Küçükbalıklı (Bursa Small Garden Plant). In this facility were provided by Bursa Metropolitan Municipality in an area of 26,500 m² where there were 86 parcels which each of them was 200 m² in size.

There were different reasons for the late establishment of Hobby Garden in Turkey. These reasons;

- In Anatolia, house types were already built in the 20th century. By the end of the day, people had not completely separated from nature, and hence there was less need for Hobby Gardens, which led to a delay in establishment times.
- Local administrators got to know late Hobby Gardens in our country.
- Local authorities had avoided the use of Hobby Gardens beyond their original purpose, delaying the establishment of Hobby Gardens (Kef, 2015; Aliagaoglu and Alevkayali, 2017; Celik, 2018)

According to data in 2016 hobby garden managed by local governments in metropolitan cities were 28 pieces in Turkey. 7 of these were in Eskisehir, 5 in Kayseri, 2 in Mersin, 1 in Gaziantep and there were also hobby gardens in our provinces such as İstanbul, Konya, Bursa, Balıkesir and Tokat.

Conclusion and Suggestions

In the past, unfortunately People produced the fruits of vegetables in their own gardens but our lives are among the piles of concrete in our journey to transform the people who supply these needs from the markets and markets. With the theme of return to nature and natural which is becoming more widespread in our country as in the whole world recently, efforts to create opportunities to live in this direction come to the forefront. From this point of view, people are more sensitive to the protection of nature and take care to consume products that cause the least harm to the environment. They also spend time and money to overcome the negativity that comes between them and create places where they can spend time with nature. A way to get away from the intense stress of urban and business life for a while and spend time with nature has become popular recently. It is estimated that the world population will double in 2038, thus predicting that urban agriculture will gain much more importance in the future. Population growth and rapid urbanization caused consume natural habitats and deterioration of ecosystem and decrease of agricultural land and many problems threatening food safety in urban areas. Hobby gardens, which do not provide economic contributions to management

and urban people, also have positive contributions to urban ecosystem and urban appearance. For this reason, the support of hobby gardens will make positive contributions to the city, individuals both financially and spiritually by local and central governments. Supporting and increasing of hobby gardens are promising in terms of sustainability in Turkey.

References

Aliagaoglu, A., and Alevkayalı, A. (2017). Balıkesir'de Hobi Bahçeleri: Özellikler ve Sorunlar. Marmara Coğrafya Dergisi(35), 195-203.

Bilgi, MG. (2013).Türkiye'nin Sakin Şehirlerinde Permakültürel Koruma, Planlama, Yönetim ve Eğitim Pratikleri, Selçuk Üni. Sosyal Bilimler Dergisi, sayı 29 sayfa 31-44

Çelik, S. (2018). Kentsel Açık ve Yeşil Alan Sistemi İçerisinde Hobi Bahçelerinin Tasarım İlkeleri ve Yönetimi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi.

Hanna, A.K., 2000. Rethinking Urban Poverty: A Look at Community Gardens. Bulletin of Science, Technology&Society, Vol.20(3):207-216.

Kef, F. Ş. (2015). Hobi Bahçelerinin Planlanması ve Tasarımı: Konya Karatay Karaaslan Hobi Bahçesi. Bartın: Yüksek Lisans Tezi.

Kılıç, H., 1995. İzmir Kent Örneğinde Kent Küçük Bahçeleri Planlama Olanakları Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 105s., Bornova, İzmir.

Laınpkin, N H Vc Padel, S , 1994 The Economics of Organic Farming an International Perspective, Cab International, UK

Oğuz, D. (2000). Hobi Bahçeleri ve Avrupa Ülkelerinden Örnekler. Ekin Dergisi(14), 93-97.

Önder, S., & Polat, A. T. (2008). Peyzaj Tasarım Süreci Kapsamında Konya Kenti içinYeni Bir Hobi Bahçesi Oluşturulması. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18-25.

Özkan, B., Kaplan, A., Aslan, N., Kılıç, H. 1996. Ülkemizde Kent Küçük Bahçe Parklarının Gelişimi Üzerine Bir Araştırma. Ekoloji Çevre Dergisi Yıl:5 Sayı:18, s:18-21, ISSN 1300-1361, Ankara.

Özkan, M. B. (2001). Kentsel Rekreasyon Alan Planlaması. İzmir: EgeÜniversitesi.

Tapur, T. (2018). Konya İl Merkezinde Bulunan Hobi Bahçeleri. Timad, 13(25), 109-122.

Tezer, A. and Solduk, B. (2012).İstanbul metropolitan alanının sürdürülebilir kentsel gelişmesinde "Kentsel Tarım" potansiyeli,Erişimlinki:http://www.skb.gov.tr/istanbul-metropoliten-alaninin-surdurulebilir-kentsel-gelismesinde-kentsel-tarim-potansiyeli-s1245k/

Wiegand, G., 1990. Philadelphia a Well Cultivated City. Philadelphia Inquirer, Philadelphia, PA. August/1990. The Landscape Institute Library. London.

Yılmaz, H., Turgut, H & Demircan, N. (2006). Erzurum Kent Halkının Hobi Bahçesi Hakkındaki Görüşlerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi , 96-110.

UNDP, 1996. Urban Agriculture: Food, Jobs and Sustainable Cities, Habitat II Series, UN., First Edition.

UNDP, 2001. Urban Agriculture: Food, Jobs and Sustainable Cities, Habitat II Series, UN., Second Edition.

Https://Www.Alnatura.De/~/Media/Images/Content/Panorama/Gesellschaft/Schrebergarten_02.Png

Https://Www.Menderesturel.Com.Tr/İmages/Large/726dfc1849a1ccf22895f84725872f9f.Jpg

Http://Www.Kgv-Volkspark-Dinslaken.De/İmages/Bild1.Jpg

Https://Upload.Wikimedia.Org/Wikipedia/Commons/A/A1/Kleingarten_%2801%29_2006-07-20.Jpg

Https://Goksallarinsaat.Com/Wp-Content/Uploads/2018/12/İzmit-Hobi-Bah%C3%A7esi-4.Jpg

EXAMINATION OF ADAPTATION OF NATURAL AQUATIC PLANTS IN ANTALYA –EXPO/TURKEY

Assist. Prof. Dr. Kübra YAZİCİ
Tokat Gaziosmanpaşa University; Faculty of Agriculture, Department of Horticulture Tokat/Turkey
k-yazici-karaman@hotmail.com

Lecturer Şüheda Basire AKÇA
Zonguldak Bülent Ecevit University, Çaycuma Vocational School of Food and Agriculture, Çaycuma-Zonguldak/Turkey
sbasire.akca@beun.edu.tr*

Prof. Dr. Bahriye GÜLGÜN
Ege University Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, İzmir/Turkey
bahriye.gulgun@hotmail.com

Abstract
The origin of the theme park is based on a very old era. Theme parks consist of large spaces with carefully planned and designed indoor and outdoor spaces. Examples of theme parks that also contribute to the open green space are also available in Turkey. Antalya-Expo 2016 is a theme park where provides a significant contribution to Turkey's promotion, economic development and tourism sector. Organized with the goal of "a green world for future generations", EXPO 2016 Antalya's sub-themes are "history", "biodiversity", "sustainability" and "green city". Generally, there are plant exhibitions in World EXPO's. The plant exhibitions are one of the main criteria in Expo applications. In Expo 2016 Antalya, projects have been made for themed gardens to be formed by more than 100 countries and organizations and planting /project has been carried out with country-specific textures. Expo 2016 is the Horticultural Expo in the A1 category organized in Antalya. Horticultural Expo; agriculture, horticulture and landscape architecture. In this context, the herbal areas created were thematically created and the general areas were evaluated as a whole.
The aim of this study; to increase the effective use of aquatic plants in landscape architecture. In this context, the aquatic plants used in the Antalya-Expo area organized in 2016 were examined and the aquatic plants in this area have been made explaining the evaluation samples through photographs.

Keywords: Expo, Plantation, Antalya, Green area and Landscape design, aquatic plants.

INTRODUCTION

The basis of the 'Expo' was the agora-forum and marketplaces in antiquity and in the Middle Ages arasta and closed bazaars (Celik and Aslantas, 2018).After the Industrial Revolution, it became Expo organization instead of fairs. In the early age, people gathered in large squares to exchange crafts and crafts and exchange their products and goods with other people (Akyol Altun, 2003). In ancient Greece, agoras were chosen as the market area. 'Agora' is an ancient Greek word and means "gathering, gathering". Agora was an architectural form that focuses on the position of other public buildings such as temples, theater, gymnasium, station and basilica in the city, where the inhabitants carried out political, commercial, religious and cultural activities in the ancient cities (Ozudoğru, 2015). In the Romans, markets were set up in forums that were equivalent to the agora. 'Mercato' that had become only trade centers. The forums, which play an important role in determining the commercial identity of the city, have become the focal point of the city with the feature of being used as a multi-purpose venue (Ozkelle, 2006).

Marketplace is the basis of Expo. 'Expo's' has been transformed as a result of social, cultural, political, economic and technological developments since its first appearance. The Industrial Revolution, 1th and 2th World Wars were historical events that affected the change and development of 'Expo's' (Akyol Altun, 2003). In this time period, the marketplaces that constitute the basis of expos, exhibited, promoted and changed by the effect of competition and the fair concept has begun to be implemented as a unique and new organization (Ozkelle, 2006, 1).

In this study; Antalya Expo evaluated. In the organization of Expo; Antalya has been the host of the first Expo held in Turkey. History, biodiversity, sustainability and green cities were used‘Greening the Future ‘ in the theme of the organization. The aim of this study; to increase the effective use of aquatic plants in landscape architecture. Therefore, aquatic plants included in this theme (Expo-Antalya) were evaluated in this study.In addition to the importance of activities in these areas, it is emphasized that aquatic plants can be used in such an area and that these plants have their spread and habitats.It is emphasized that these exhibitions, which are of great importance for the benefit of the country, should be supported by both municipalities and all public institutions.

Material and Method

The main material of the study was Antalya Expo 2016. EXPO 2016. This was an international exhibition organized officially in Antalya between 23 April and 30 October 2016.It was the host of the Expo the first held in Turkey 17 September 2009 decision by Bureau International des Expos-BIE and Association International Producers Horticulture (AIPH).It was officially attended by 52 and unofficial 3 countries and Expo 2016 hosted various events and local and international concerts during the 6 months it was active. The exhibition in the category A1 is 112 hectares and ıt is located in the Aksu district of Antalya officially. Antalya -Expo lasted for 6 months. Also ıt was extended for 2 months from 31 October to 31 December 2016.t is still open to visitors and the building is generally accessible. The cost reached TL 1.6 billion (Url 2).



Figure 1. Antalya Expo 2016 Fairground

It was located beside the country gardens; Antalya's important historic Hadrian's Gate, which symbolizes the Expo Tower, one of the Icon, Turkey's first Agriculture and Biodiversity Museum, Convention Center, Amphitheater, Children's Island will host the event, allowing the children to learn amused, Science and Technology Center for children, families and children , Expo Lake, EXPO 2016 Antalya's symbol flower peony-shaped terrace, Expo Hill, Expo Forest, Culture and Art Street and food and beverage venues, Culture and Art Street and food and beverage places reflecting our architectural culture in Expo area (Anonymous, 2019).

EXPO 2016 Antalya had hundreds of endemic plant species with gardens of 51 countries as well as thematic and collection gardens.The thematic gardens included cactus, succulent and stems, aquatic plants, aquatic plants, oats, chickpeas, lentils, wheat, onion and tuberous plants, medicinal and aromatic plants. Turkey’s theme Euro-Siberian, Iranian-Turan and plant geography plant species from the Mediterranean region were displayed in the field of biodiversity.There were 565 types of plants in the EXPO-Antalya (Url, 1).This study was supported byliterature research and field observation studies.

RESULTS

General Areas of Plant Themes

*Expo Lake;*ıt was inspired by the Gulf of Antalya. Sound, light and water shows were exhibited in the lake at various times.The lake had a total area of 71.500 m² and received 90,000 m³ of water.The lake

was fed by the stream on the East side of the area and the water flow direction of the pond is to the West (Url, 1).

Turkey Biodiversity Theme Trails; When viewed from above, the track with a curved structure resembling a worm is planned as a single storey.The structure was designed to display three different plant geography of vegetation in Turkey.The course was planned to be divided into three biogeographic regions in Anatolia: Europe-Siberia flora region in the north, Iran-Turan flora region in the middle and Mediterranean Region in the southwest.Turkey's geography of 3 plants; The European-Siberian, Iranian-Turanian and Mediterranean Flora Regions were located in the Theme Park from west to east in the same way.According to the flora regions, natural plant species- specific to the region have been collected from nature and brought together and exhibited in the course.Some of the plants were endemic in the Biodiversity Theme Course.Natural plants were exhibited together with other landscape plants that symbolized them.



Figure 2 General view(Url 4)



Figure 3 Expo Greenhouse (Url 4)



Figure 4 Congress center and surrounding



Figure 5 Children's Island and Surroundings of Theme Gardens

Theme Trails is a showcase of biodiversity in Turkey.Plant materials included in the Theme Course:

- 450 plants were reflected in high mountain vegetation from natural species
- 350 plants were reflected in the Euro-Siberian Region
- 250 plants were reflected in the Turanian region of Iran
- 350 plants were reflected in the Mediterranean Region

Planted plant species were followed:

- 54 species of Iranian Turanian Plants section;
- 56 species of European Siberian Plants;
- 152 species to the High Mountain Plants section;
- 302 species of Mediterranean Plants section:
- There are a total of 564 plant species (Url, 3).

Aquatic Plants in Antalya Expo

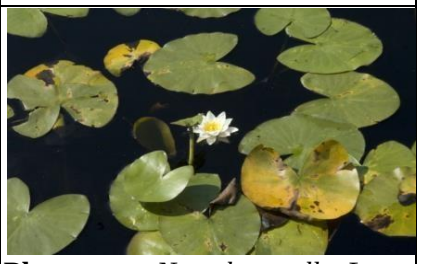
Plant species and their listing from Antalya Expo were obtained from the technical team for this study. Natural species used in aquatic plant areas and natural species removed and reproductive culture species are listed in Table 1.

Table 1. Aquatic Plants List in Antalya Expo

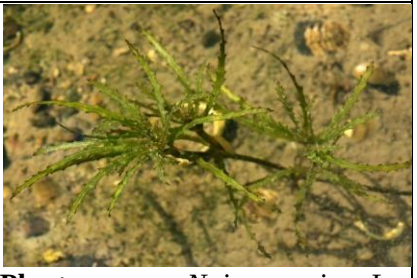
	Latin name		***Latin name***
1	*Butomus umbellatus* L.	24	*Utricularia australis* R.Br.
2	*Typha angustifolia* L.	25	*Hydrocharis morsus-ranae* L.
3	*Potamogeton nodosus* Poir.	26	*Orchis palustris* Jacq. subsp. *elegans* (Heuff.) Soó
4	*Cyperus longus* L. subsp. *longus*	27	*Gratiola officinalis* L.
5	*Juncus acutus* L. subsp. *acutus*	28	*Trapa natans* L.
6	*Iris pseudacorus* L.	29	*Carex acuta* L.
7	*Schoenoplectus tabernaemontani* (C.C.Gmel.) Palla	30	*Acorus calamus* L.
8	*Scirpoides holoschoenus* (L.) Soják subsp. *holoschoenus*	31	*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.
9	*Ceratophyllum demersum* L.	32	*Lysimachia vulgaris* L.
10	*Lemna minor* L.	33	*Sparganium erectum* L. subsp. *erectum*
11	*Alisma lanceolatum* With.	34	*Hippuris vulgaris L.*
12	*Myriophyllum spicatum* L.	35	*Polygonum persicaria* L.
13	*Schoenoplectus litoralis* (Schrad.) Palla subsp. *litoralis*	36	*Thalictrum lucidum* L.
14	*Sparganium erectum* L. subsp. *neglectum* (Beeby) K.Richt.	37	*Mentha aquatica* L.
15	*Polygonum amphibium* L.	38	*Sagittaria sagittifolia* L.
16	*Nymphaea alba* L.	39	*Menyanthes trifoliata* L.
17	*Nuphar lutea* (L.) Sm.	40	*Potamogeton berchtoldii* Fieber
18	*Potamogeton coloratus* Hornem	41	*Najas marina* L. subsp. *marina*
19	*Potamogeton lucens* L.	42	*Potamogeton perfoliatus* L.
20	*Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult. subsp. *palustris*	43	*Vallisneria spiralis* L.
21	*Elodea canadensis* Michx.	44	*Potamogeton crispus* L.
22	*Carex cuprina* (Sándor ex Heuff.) Nendtv. ex A.Kern.	45	*Lemna trisulca* L.
23	*Lythrum salicaria* L.	46	*Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.

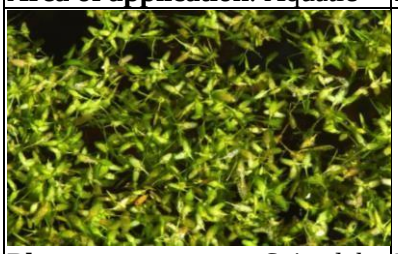
The use of aquatic plants is effected, especially the climate factor, the amount of water such as soil condition, topographic structure (Gulgun et al., 2007).The most important factor is temperature. in the use limiting environmental conditions. Many aquatic plants are of tropical origin and it is not very resistant to low temperatures (Sogut, 1996).Examples are mentioned tropical water lilies. It is not possible to use these plants on a perennial basis where the climate is not suitable. However, one-year use of these plants is possible just like seasonal ones.Light or illumination in the area also affects the use of aquatic plants. All aquatic plants require more or less light for photosynthesis (Secmen and Leblebici, 1997).In Table 2 was area of application list plants used in Antalya-Expo

Table 2. Areas of used aquatic plants

Aquatic plants		
 **Plant name:** *Potamogeton nodosus* Poir. **Area of application**: Aquatic	 **Plant name:**: *Typha angustifolia* L. **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:***Lemna minor* L. **Area of use:** Aquatic (free floating)
 **Plant name:***Cyperus longus* L. subsp. *Longus* **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:***Butomus umbellatus* L. **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:***Myriophyllum spicatum* L. **Area of application**: Aquatic
 **Plant name:***Juncus acutus* L. subsp. *Acutus* **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:***Iris pseudacorus* L. **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:***Sparganium erectum* L. subsp. *neglectum* (Beeby) K.Richt. **Area of application:** Edge plant
 **Plant name:**::*Schoenoplectus tabernaemontani* (C.C.Gmel.) Palla **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:***Scirpoides holoschoenus* **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:***Nymphaea alba* L. **Area of application**: Aquatic

 **Plant name:***Ceratophyllum demersum* L. **Area of application**: Aquatic	 **Plant name:***Potamogeton coloratus* Hornem **Area of application**: Aquatic	 **Plant name:***Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult. subsp. *Palustris* **Area of application:** Edge plant
 **Plant name:***Alisma lanceolatum* With. **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:***Trapa natans* L. **Area of application**: Aquatic	 **Plant name:***Carex cuprina* (Sándor ex Heuff.) Nendtv. ex A.Kern. **Area of application:** Edge plant
 **Plant name:***Schoenoplectus litoralis* (Schrad.) Palla subsp. *litoralis*	 **Plant name:** *Nuphar lutea* (L.) Sm. **Area of application**: Aquatic	 **Plant name:***Utricularia australis* R.Br. **Area of use:** Aquatic (free floating)
 **Plant name:***Polygonum amphibium* L. **Area of application**: Aquatic	 **Plant name:***Potamogeton lucens* L. **Area of application**: Aquatic	 **Plant name:***Orchis palustris* Jacq. subsp. *elegans* (Heuff.) Soó **Area of application:** Edge plant

 **Plant name:** *Elodea canadensis* Michx. **Area of application**: Aquatic	 **Plant name:**: *Acorus calamus* L. **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:***Sparganium erectum* L. subsp. *Erectum* **Area of application:** Edge plant
 **Plant name:***Lythrum salicaria* L. **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:** *Lysimachia vulgaris* L. **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:***Polygonum persicaria* L. **Area of application:** Edge plant
 **Plant name:** *Hydrocharis morsus-ranae* L. **Area of application**: Aquatic	 **Plant name:** *Hippuris vulgaris L.* **Area of application**: Aquatic	 **Plant name:***Mentha aquatica* L. **Area of application:** Edge plant
 **Plant name:***Gratiola officinalis* L. **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:***Thalictrum lucidum* L. **Area of application:** Edge plant	 **Plant name:***Sagittaria sagittifolia* L. **Area of application**: Aquatic
 **Plant name:**: *Menyanthes*	 **Plant name:**: *Potamogeton*	 **Plant name:**: *Najas marina* L.

trifoliata L. **Area of application**: Aquatic	*berchtoldii* Fieber **Area of application:** Edge plant	subsp. *Marina* **Area of application:** Edge plant
 **Plant name:***Vallisneria spiralis* L. **Area of application**: Aquatic	 **Plant name***: Potamogeton perfoliatus* L. **Area of application**: Aquatic	 **Plant name:***Potamogeton crispus* L. **Area of application**: Aquatic
 **Plant name:**: *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid. **Area of use:** Aquatic (free floating)	 **Plant name:***Lemna trisulca* L. **Area of use:** Aquatic (free floating)	

(Figure of references: Url4;Url 5; Url 6;Url 7; Url,8; Url 9)

Usage Areas of Some Natural Species in Expo 2016

Aquatic plants, which have different habitats and many different characteristics than land plants, have an important place in landscape architecture usage areas. Aquatic plants have many benefits in the aquatic environment; Not only do they provide nutrients and oxygen to the aquatic environment, they also help the environment and the creatures that are part of the ecological environment by undertaking the task of being a shelter and reproductive environment for aquatic organisms. As shown in Table 3, examples of aquatic plants are given usage in Expo-Antalya.

	In pool: The uses of ***Typhia Angustifolia*** and ***Washingtonia Robusta:*** In addition to its visually attractive images, used aquatic plants also have aesthetic functions with its leaves or flowers**.** Aquatic plants, which have different characteristics from land plants in terms of both living environments and botanical structures, are also important for Landscape Architecture.

	Water edge: The use of ***Typhia Angustifolia*** In addition to its visually attractive images, used aquatic plant also has aesthetic functions with its leaves or flowers**.**,
	The uses of ***Strelitzia Nicolai, Cyperus, Washingtonia Robusta:*** In addition to its visually attractive images, used aquatic plants also have aesthetic functions with its leaves or flowers**.**,
	In pool and pool edge: The use of ***Typhia Angustifolia:*** In addition to its visually attractive images, used aquatic plants also have aesthetic functions with its leaves or flowers**.**,
	Water edge: The uses of ***Mentha aquatica***, ***Acorus calamus:*** In addition to its visually attractive images, used aquatic plants also have aesthetic functions with its leaves or flowers**.**,

CONCLUSION

Listed all the plants were transported from their natural areas and planted in the EXPO area.At the opening of the International EXPO, the plants that were applied very quickly and precisely were taken care of during the Expo ANTALYA 2016 in period of 6 months.Subsequently, the dominant plants in the "Aquatic Areas" where mixed use (usually reeds species) spread by killing other plants and observed that some species were removed from the area. From the perspective of Landscape Architecture, designs and applications that could look very beautiful visually after projecting and application in some areas of use had been created a mixed texture over time and then a strong plant had survived. Used plants in a project not only after planting but also in the general environment should be investigated and precautions should be taken during their maintenance. The Expo Antalya area, which became active again after a long time, had recently been turned into a more active area by the municipality and it had been tried to become a social and touristic attraction center for both tourists and the surrounding people.

REFERENCES

Akyol Altun, D (2003). Dünya Fuarlarının-Expolarının Mimari Değerlendirilmesi: Türk Pavyonları. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Anonim, (2010). Dünyaya Açılan Kapı "Expo" ve Ankara. Ankara: Ankara Kalkınma Ajansı.

Anonim, (2017). Expo Fuarları Bilgi Notu. Hatay, T.C. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı.

Berber A (2016). İşletmecilik Tarihi Bağlamında İlk Dünya Fuarı (Londra, 1851). İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, S. 45, s. 174-179.

Anonim (2019). T.C. Dışişleri Bakanlığı http://www.mfa.gov.tr/dunya-sergileri-_expo_.tr.mfa

Çelik F and Aslantaş F (2018). GELECEK NESİLLER İÇİN YEŞİL BİR DÜNYA: EXPO 2016 ANTALYA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Volume: 11 Issue: 56 April 2018.

Ergüney Y D (2015). Ondokuzuncu Yüzyılın İkinci Yarısında Dünya Fuarları ve Osmanlı Devleti'nin Mimari Temsili. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gülgün B, Atıl AG, Sayman M. Yörük İ (2007) Peyzaj Mimarlığı Çalışmalarında Kullanılan Bazı Önemli Akuatik Bitkiler ve Kullanım İlkeleri,Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi DergisiCilt(44:1)syf:177-188

Özkelle D (2006). Expoların Gelişim Süreci ve Kentle Etkileşimleri; İzmir Expo 2015 Örneğinde Bir İnceleme. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Seçmen Ö. and Leblebici E (1997). Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü E.Ü. Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 158, Bornova, İzmir, 404 s.

Söğüt Z (1996). Su Bitkileri ve Peyzaj Mimarlığında Kullanımı Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No : 122, Adana, 203 s.

Url 1:Platin online https://m.platinonline.com/turkiye/turkiyenin-ilk-exposu-kapilarini-aciyor-680811

Url 2: EXPO 2016 Antalya Tanıtım Filmi https://youtu.be/6MEC4T6gNLc

Url 3: WikiZero https://www.wikizero.com/tr/Expo_2016

Url 4:http://www.wikizero.biz/index.php?q=aHR0cHM6Ly90ci53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvRXhwb18yMDE2

https://cdnuploads.aa.com.tr/uploads/Contents/2016/10/09/thumbs_b_c_40fd6dd984f2b30ab874cd7a7f187685.jpg

Url 4https://www.youtube.com/watch?v=saNpBp1YK8E

Url 5: https://www.youtube.com/watch?v=CO5SkGwkTyw

Url 6 https://expo.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=26

Url 7 https://expo.tarimorman.gov.tr/IcerikResimleri/degirmen/EN6A1336.JPG

Url 8 EXPO Antalya – Bora GÜNGÖR

EFFECTS OF AQUATİC PLANTS ON WATER TREATMENT IN WETLANDS

Lecturer Şüheda Basire AKÇA
Zonguldak Bülent Ecevit University, Çaycuma Vocational School of Food and Agriculture
sbasire.akca@beun.edu.tr*

Prof. Dr. Bahriye GÜLGÜN
Ege University Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, Izmir/Turkey
bahriye.gulgun@hotmail.com

Assist. Prof. Dr. Kübra YAZİCİ
Tokat Gaziosmanpaşa University; Faculty of Agriculture, Department of Horticulture Tokat/Turkey
k-yazici-karaman@hotmail.com

Abstract
It has a very rich ecosystem in terms of diversity where water, soil, and air are together. Due to the pollution caused by industrial activities, both clean potable water and all-natural water resources are polluted and depleted. When water pollution solution possibilities are examined historically, it is seen that treatment systems based on plant power were established in ancient times. Nowadays, with the advancement of technology, treatment methods have developed and many methods have been developed to treat contaminated water. However, these methods are labor-based and costly. Today, because of these factors, the desire to use natural methods is increasing to reduce costs and labor. When choosing the treatment method to be used, besides these factors, the least harmful method should be considered. In polluted water treatment, wetland plant species have different water treatment potentials. In this study, an aquatic plant species used in treatment methods and potential treatment of these plants was investigated.

Keywords: Aquatic plants, wetlands, water treatment, landscape repair, water pollution

1. INTRODUCTION

Water, which is one of the natural life sources, is the most important element for the survival of the living life. It has a very rich ecosystem in terms of diversity where water, soil, and air are together. Due to the pollution caused by industrial activities, both clean potable water and all-natural water resources are polluted and depleted. Since it will not be possible to prevent industrial pollution, it is very important to keep the existing natural water resources clean and ensure their sustainability.
Domestic and industrial wastes cause water pollution by disrupting water quality. Purification is the system used to improve water quality. Wetlands constitute is a natural treatment mechanism with microorganisms that are too small to be seen with the plants. This natural environment provides its own purification by chemical, physical and biological formations. Natural treatment methods are used in many countries as an alternative method that provides solutions in comparison with the technology developed treatment systems. In this study, wetland classifications, effects of constructed wetlands on environmental health, pollutant parameters removed and their selected plants and their functions will be examined.

1.1 Wetland Classification

Wetlands are examined under three categories: natural wetlands, artificial wetlands and aquatic plant systems.

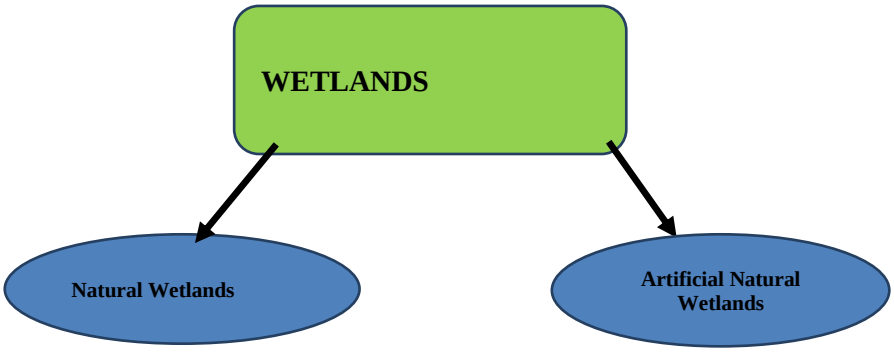


Figure 1. Types of Wetlands

1.1.1. Natural Wetlands

Natural wetlands constitute the richest ecosystems of the earth. It has important functions and values compared to other ecosystems. It provides nutrition, housing and reproduction environments to many different species. The main purpose of the discharge of treated wastewater to natural wetlands should be to enrich the existing habitat. Modifying existing natural wetlands to improve treatment capacity disrupts the natural ecosystem; therefore, natural wetlands should not be intervened. Although natural wetlands are generally limited to further treatment of wastewater that has undergone second or advanced treatment, both natural and artificial wetlands are used in wastewater treatment (Tübitak, 2011).

1.1.2. Constructed Wetlands

Constructed wetlands are the systems created by examining and understanding natural wetlands similar to these systems. It is aimed to keep the increase performance high by controlling the current and water level in these areas. These treatment systems are used for many purposes such as industrial wastes, domestic wastes, acid mineral waters and garbage leaks. Restrictions that come with the regulation in natural wetlands do not cover constructed wetlands. The treatment capacities of these two wetlands are almost the same. (Tubitak, 2011).

1.1.3. Free Surface Flow Constructed Wetlands

Free surface flow wetland systems dominated by rooted plants;It is the most common type of wetland systems with free surface flow. It consists of series channels or pools and the base structure is covered with a sealing material such as clay to prevent leakage to the ground. In order to plant and support rooted plants, a layer of soil with a certain thickness is placed on the impermeable layer. Because it is shallow depth, slow flow conditions are applied (Hamilton et al., 1993). These systems generally consist of ponds or canals formed by soil or other suitable media to support rooted plants. Shallow water depth, low flow rate and in the presence of plant stems in the form of long and narrow channels are designed to create piston flow. The base is covered with clay or other geotechnical material to prevent leakage into groundwater. The most important problem of this system is the odor problem, the reproduction of mosquitoes / vectors and the necessity of wider land compared to other systems, and its advantages are low construction, operation and maintenance costs (Aydın Temel, 2016).

Free surface flow wetland systems dominated by floating aquatic plant; They are free surface flow wetland systems where floating aquatic plant such as Duckweed and Water hyacinth are predominantly used to remove nutrients and control algae in waste water. In such systems, swimmer barriers are generally used to prevent the plants from drifting in one direction and to reduce the negative effects of wind on the plants. As floating aquatic plant cover the surface completely, they block the sunlight and prevent the development of algae. Plant stems and barriers reduce turbulence, allowing suspended materials to settle more easily. It is recommended that plants be harvested periodically depending on nutrient load, climate and degree of treatment desired (Lemna Corporation, 1994).

Constructed wetlandswith subsurface flow; They consist of channels or trenches filled with bed material such as sand or gravel, which support the rooted plants on the impermeable base and are porous. In the system of constructed wetlands with subsurface flow, water flows between the filling materials and is not in contact with the atmosphere. Water flow is achieved with the provided bottom slope (<0.5%). Low initial investment costs, operating and maintenance costs come to the fore today. To provide aerobic conditions in subsurface flow constructed wetlands systems, the only available oxygen transport mechanism is transfer from leaves to roots. The most important advantages of subsurface flow artificial wetlands are that they produce less odor, do not allow mosquitoes / reproductions of vectors, and the efficiency of the rock / gravel bed in reducing the amount of algae in the outlet water. In addition, freezing is prevented due to the flow of water under the surface in winter and the leaves of the plants are poured and covering the environment.

Constructed wetlands with horizontal subsurface flow; constructed wetlands with horizontal subsurface flow consist of a pond (at a depth of 0.5 - 1 m) isolated from groundwater, and in some cases are filled with gravel, although local soil is used. While wastewater flows through porous media, it is purified from physical, chemical and biological reactions and contaminants (Vymazal, 2005).

Constructed wetlands with vertical subsurface flow;constructed wetlands with vertical subsurface flow are in principle similar to trickling filters. Since the transfer capacity of these systems is higher than that of constructed wetland systems with horizontal surface flow and less space requirements, it has been focused on the development of these systems for the last 10 years. However, high investment and operating costs cause less preference (USEPA, 2002a; Othman, 2007).
It is usually composed of one or more filter layers with materials such as gravel or coarse sand at a depth between 0.6-1.0 m (Othman, 2007).

Hybrid systems; Hybrid systems are mostly designed to bring together horizontal and vertical subsurface flow systems to remove contaminants that cannot be removed in one step in combined systems (USEPA, 1995a; Othman, 2007). Hybrid systems also complement the advantages of other systems (Vymazal, 2005).

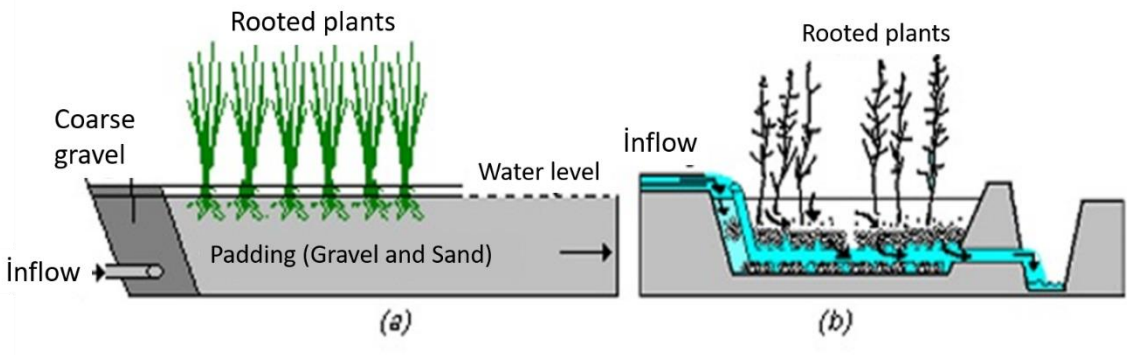


Figure 2. (a) Horizontal Flow, (b) Vertical Flow Systems (Tübitak, 2011).

Aquatic plant systems; Treatment of aquatic plants is similar to free surface wastewater treatment systems. It is widely used in the treatment of domestic and industrial wastewater. The growth of aquatic plants is quite rapid. It can completely cover the water surface during rapid growth. When plants cover the surface of the water, it prevents the sun's rays from penetrating. This prevents the growth of algae and many microorganisms and also causes them to die.

2. EFFECTS OF CONSTRUCTED WETLANDS ON ENVIRONMENTAL HEALTH

Protection of public health is the main purpose of waste treatment. Environmental protection is the second main objective. Engineers, scientists and public employees are obliged to ensure that waste treatment systems serve this purpose (USEPA, 1988).

Table 1. Pollutants and their effectiveness (USEPA, 1988)

Pollutants	**Moving Way or How to be effective**	
Nitrogen	✓ Health ✓ Environment	Unhealthy water supply Eutrophication
Phosphorus	✓ Health ✓ Environment	No direct effect Eutrophication
Pathogens	✓ Health ✓ Environment	Water sources, plants, aerosols Accumulation in soil, harm to natural life
Metals	✓ Health ✓ Environment	Water resources, plants, animals in the food chain Long-term damage to soil, poisonous to plants and natural life
Trace organics	✓ Health ✓ Environment	Water resources, food chain, plants and animals Accumulation in soil

During the removal of pollutants in constructed wetlands; such as plant respiration, photosynthesis, fermentation, nitrification, denitrification and microbiological the removal of phosphorus consist of biological reactions. In particular, metals cannot be dissolved by chemical reactions and removed by precipitation.

3. REMOVAL OF REALIZED POLLUTION PARAMETERS

Current Removal;While plants block water flow and reduce their speed,most of the suspended substances are removed by precipitation and filtration.A sedimentation tank is placed at the wetland entrance to allow removal of larger sized suspended substances and to prevent clogging of the wetland.The pool can also be used to dilute inlet water if it is very dirty. At this stage; BOD provides removal of nutrients (mostly nitrogen and phosphorus) and pathogens (Tübitak, 2011).

Removal of organic matter; Soluble organic matter remaining after precipitation is aerobically removed by bacterial biofilms in contact with plants. The oxygen supply that plants provide to this biofilm layer through their roots helps in aerobic decomposition. Anaerobic decomposition of organic substances is at the base. (Tubitak, 2011).

Nitrogen Removal; Nitrogen is a parameter that should be checked to protect human health in drinking water sources and to prevent eutrophication in other surface water sources. Nitrogen removal is carried out by plants, especially nitrification and denitrification, by ammonia volatilization.

Phosphorus Removal; The most basic removal of phosphorus in wetlands; adsorption, filtration, physical sedimentation (by gravity), chemical sedimentation (by complex formation) and the ways of taking into the plant. (Tubitak, 2011).

Pathogen Removal; Removal of pathogens depends on water temperature and chemistry and sunlight (ultraviolet). Depending on these factors, death by natural means, bacterial eating microorganisms (zooplankton) into the body and precipitation (contact with particles) is an important part of the removal. Pathogenic microorganisms are generally parasites, bacteria and viruses in wetland system. Indicator organisms such as faecal coliforms are monitored because monitoring of all pathogens is impractical. Fecal streptococci and MS-2 are used to measure the removal performance of a purification system. Since natural wetlands are a very suitable environment for the survival of pathogens, disinfection is needed for complete removal. Pathogen removal from artificial wetlands ranges from 80% to 90% (Tübitak, 2011).

Toxins; Wetlands are excellent buffeters for toxins. Hydrocarbon, phenol, benzene, toluene and crude oils in constructed wetlands have been reported to be removed with very high yields (Tubitak, 2011).

4. PLANT SELECTION AND METHOD

In wetland treatment systems, fast-growing plants can be used which are rooted in the ground or granular supported environment and penetrate the surface. The main plant species seen in natural wetlands and used in constructed wetlands are rapidly developing plants such as large cattail, bulrush, reeds, and sedges. The root depths of these plants are more advantageous in wetland systems. The tasks of plants in wetlands can be listed as follows:

- To form a surface for adhesion of bacterial films,
- Contribute to the filtration and adsorption of pollutant components in waste water,
- Providing oxygenation of aquatic environment by photosynthesis,
- To control algae growth by limiting the penetration of sunlight into water,
- Provide nutrient removal.

Plants have two important roles in wetland treatment, such as providing oxygen to the bottom of the treatment pond by means of their roots and trunks under the soil and providing a suitable holding environment under the water surface for the biofilms that play the main role in biological treatment (Tubitak, 2011).Wetland plant species have different in polluted water treatment. In this study, in free flowing systems used in purification methods and rapidly removing unwanted substances from water with strong accumulation capabilities in root structures; Free-floating aquatic species such as duckweed (*Lemna minor*), water hyacinth (*Eichornia crassipes*) and water lettuce (*Pistia stratiotes*),*Cattail, Duckweeed* which are the most recognized aquatic plants, were discussed.

Cattail:The cattail plant absorbs minerals and similar substances while at the same time providing carbohydrates, enzymes and other nutrients that are important for microorganisms in the soil. The roots of the cattail contain a significant amount of bacterial flora. This bacterial flora plays an important role in the dissolution of organic materials and in maintaining the flowability. It is found around the roots of bacteria, fungi and other microorganisms. Nitrogen and phosphorus can be mineralized and used by the plant. Two types of growth system can be formed with cattail plant as vertical and horizontal system.

Duckweed: The basic principle for wastewater treatment in the established systems is the growth of both plants and microorganisms together. Duckweed is in collaboration with aerobic and anaerobic bacteria in the treatment of wastewater (Tarlan et al., 2005).Water lentils used in herbal treatment systems are suitable for use in rural areas where population is low because ofeasy to find in our country, economic and easy to grow (Dalu and Ndamba, 2003). Physical, chemical and biological treatments are the most commonly used wastewater treatment methods, but the initial investment and energy costs of these treatment methods are high, and their operation and maintenance are very difficult. For this reason, plant phytoremediation,which is an alternative treatment method, has recently been used for the removal of nutrients as well as organic carbon from waste water (Uysal et al., 2014). Plants have different effects on improving the quality of contaminated water, but they also allow heavy metals to accumulate in their bodies and keep organic pollutants such as nitrogen and phosphorus in a high amount of the organism other than their biological activities. Purification mechanisms such as sedimentation, adsorption, bacterial decomposition, and plant use are effective in the treatment of aquatic plants (Topal, et al., 2011).

Lemna minor:It is to delay the intake of nutrients and the development of algae. Dense swimmer communities limit oxygen diffusion from the atmosphere.The basic principle for wastewater treatment is the growth of both plants and microorganisms together in the established systems. Duckweed cooperates with aerobic and anaerobic bacteria in the treatment of wastewater.

Pistia stratiotes:It called water lettuce, is a perennial and free-floating, stemless, stolon and fringed plant of the Aracea family. Since it is a floating plant, it is frequently used for the removal of pollutants in waste. It also shows rapid growth, can be harvested easily and accumulates a high rate of pollutants.

Water Hyacinth (Eichhornia): Tropical and subtropical freshwater streams in lakes and rivers, especially the rich surface of plant nutrient content of living environments. It multiplies rapidly covers the water surface and ıt prevents the sun rays from reaching the water base and absorbs the nitrate in the water. This situation creates a negative situation for other aquatic life. Water hyacinth rapidly absorbs organic substances in biological systems and removes phosphate, nitrate and heavy metals. Jose Carlos Vargas has observed that water hyacinth works as a very efficient filter because it absorbs carbon dioxide rapidly in the air, supports photosynthesis and, most importantly, removes contaminants from the water.Water hyacinth called 'natural treatment system', breaks down substances such as nitrogen, phosphorous and potassium by microorganisms between plant roots and gravel materials, and the remaining water is ready for agricultural irrigation free of odor and waste.



Figure 3. *Lemna minor*



a b

Figure 4. *Eichhornia crassipe(a)s - Pistia stratiotes(b)*

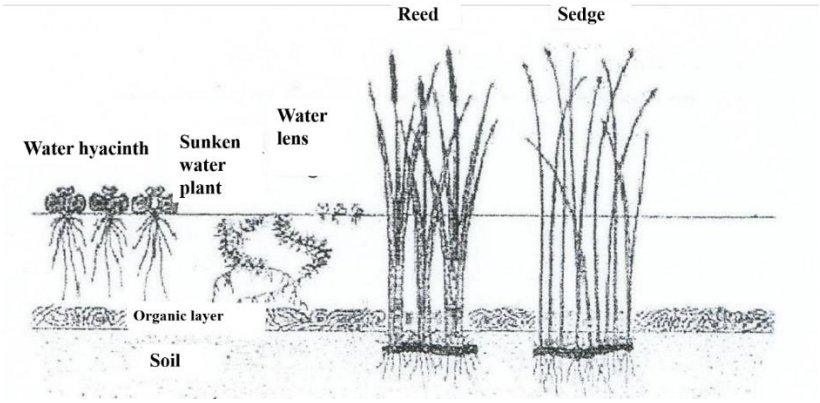


Figure 5. Floating and rooted aquatic plants (Yılmaz, 2003)

Wetland plants can grow everywhere and tolerate freezing conditions. The optimum water depth for the free surface flow system and the subsoil trunk and root depths for the subsurface flow systems are important properties of the plants regarding dimensioning. Water depths greater than 15 cm;

- Cattail tends to become dominant.
- Bulrush grows very well at water depths of 5 to 25 cm.
- Reeds grow along the coastline and at depths of water up to 1.5 meters; but they are weak in competing with other plants in shallow waters.
- Sedges normally develop along the coastline and in shallower waters than straw bulrush.
- Reeds root stems and roots from 60 cm, bulrush 75 cm deeper, while the cattail remains about 30 cm. Reeds and bulrush are preferred for the subsurface flow system; because the depth of the trunk under the ground allows the use of deeper pools (USEPA, 1988).
- Especially for the subsurface flow system, harvesting of wetland plants is generally not needed. However, the dried herbs in the free surface flow system are periodically harvested and burned

outside to maintain free-flow conditions and to prevent channelling of the flow. Removal of plant biomass for nutrient removal is not normally practical (USEPA, 1988).

Table 2. Function of plants in constructed wetland (USEPA, 1988)

AREA	FUNCTION
Roots and Body in Water Column	• It forms the surface on which the bacterial mass grows. • Forms medium for filtration and adsorption of solids.
Stem and Leaves on the Water Surface	• Prevents the formation of algae by preventing or reducing sunlight from falling on the surface. • It reduces the effect of wind on water. • It provides gas transfer between underwater parts of the plant and other parts.

5. RESULTS and SUGGESTIONS

Natural treatment systems; It is preferred because it is economical, does not require much manpower, easy to operate and low energy requirement. These systems, which are used for the treatment of both domestic and industrial wastewater, are generally easily applied in rural areas, where population is low. Although natural treatment systems constitute a large area, water treatment is both cheap and simple. One of the most important issues in the application of these systems is the type of plant to be used in natural treatment. Because the natural conditions for the growth and development of each plant must be provided. Therefore, it is preferred to use a cold-resistant plant in a natural treatment plant to be built in the cold zone. Natural treatment systems may also be preferred as an advanced treatment, especially after conventional treatment systems. In the study; The function of plants selected for treatment systems to the systems are examined. In plants treatment system; It contributes to the filtration and adsorption of pollutant components in wastewater, to provide oxygenation of the water environment by photosynthesis, to control the growth of algae by limiting the penetration of sunlight to water, to provide nutrient removal. Treatment methods using plants contribute to the ecosystem while keeping costs low. Mechanical systems increase the cost while damaging the aquatic ecosystem and the environment.

REFERENCES

Aydın Temel F (2016). Endüstriyel Atıksuların Arıtımında Yapay Sulak Alanların Kullanımı, Giresun Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Giresun.

Dalu, J.M., Ndamba, J.N., 2003. Duckweed based wastewater stabiliza-tion ponds for wastewater treatment (a low cost technology for smallurban areas in Zimbabwe). Phys. Chem. Earth Parts A–C 28, 1147–1160.

Gökyay O, Balcıgil M (2017). Ham ve Sentetik Atıksularda Su Mercimeği (*Lemna minor* L.) Kullanılarak Karbon ve Besi Maddelerinin Gideriminin İncelenmesi ve Karşılaştırılması, Marmara Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Güneş A, Kumar R, Pek T, Yüksel M, Kabay N (2017). Yapay Sulak Alanlarda Atık Su Rehabilitasyonunda Kullanılan Salvinia Natans ve Lemna Minor Bitki Türlerinin Su Kalitesine Olan Etkileri, 2.Uluslar Arası Su ve Sağlık Kongresi.

Hamilton, G. Powell, M. Mitchell, J. (1993). "Subcontract: A Flexible Base for Distributed Programming", Proc. 14th Symp. on Operating System Principles, 1993.

Lemna Corporation, (1994).The view of the future for costeffective wastewater treatment. Promotional brochure.

Othman M.I.A.:Reflection of plane waves from an elastic solid half-space under hydrostatic initial stress without energy dissipation Int. J. Solids Struct. 41, 2939 (2004)

Soran H (1992). Bitkilerin Atıksu Arıtımında Kullanılması, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Tarlan, E., Gür, K. ve Yılmaz, Z. (2005). S.Ü. Kampüs atık sularının karakterizasyonu ve su mercimeği (Lemna minor L.) ile arıtılabilirliği. S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg., 20, 4-12.

Topal M, Karagözoğlu B, Öbek E (2012). Sızıntı Sularının Doğal Arıtımı, Fırat Üniversitesi, Çevre Mühendisliğ Bölümü, Elazığ.

Topal, M., Karagözoğlu, B., Öbek, E., Arslan Topal, E.I. (2011). Bazı su mercimeklerinin nutrient gideriminde kullanımı, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, MAKUFEBED 4:12-28.

Tübitak (2011).Yapay Sulak Alanlar El Kitabı, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi, Gebze, Kocaeli.

Uysal, Y. Aktaş, D. and Çağlar Y. (2014). Determination Of Colour Removal Efficiency Of Lemna Minor L. From Industrial Effluents, Journal of Environmental Protection and Ecology 15, No 4, 1718–1726 (2014)

USEPA (1988). Design Manual-Constructed Wetlands and Aquatic Plant Systems for Municipal Wastewater Treat-ment. EPA/525/1-88/022. US Environmental Protection Agency, Center for Environmental Research Infor-mation. Cincinnati, OH 45268.J. Huanget al.2588.

Vymazal J. Constructed wetlands for wastewater treatment in Europe.In: Dunne EJ, Reddy R, Carton OT, editors. Nutrient managementin agricultural watersheds: a wetland solution. Wageningen, TheNetherlands: Wageningen Academic Publishers; 2005a. p. 230–44

Yılmaz C (2003). Sucul Bitkilerle Su Kalitesi Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi,Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze

Yinanç A, Adiloğlu S (2016). Arıtmada Doğal Bitkilerin Kullanımı, Modeller ve Pilot Çalışma Örneği: Kozan İlçesi, Namik Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tekirdağ.

EKLEMELİ METAL İMALAT TEKNOLOJİLERİ İÇİN METAL TOZU ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Yük. Müh. Ümit Gencay Başcı
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, 41380, Türkiye
umit.basci@kocaeli.edu.tr

Doç. Dr. Rıdvan Yamanoğlu
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, 41380, Türkiye
ryamanoglu@kocaeli.edu.tr

Özet
Son yıllarda teknolojinin hızla ilerlemesiyle, eklemeli imalat yöntemlerinin kullanımları hızla artmaktadır. Yıllarca ürün geliştirme ve prototip amaçlı kullanılan eklemeli imalat teknolojileri, günümüzde özellikle az adetli ve kişiye özel uygulamalarda konvansiyonel imalat teknolojilerinin yerini almıştır. Eklemeli metal imalat teknolojilerinde üretilen parça kalitesini, üretimde kullanılan metal tozunun özellikle boyut, şekil ve saflık özellikleri doğrudan etkilemektedir. Metal tozlarının bu özellikleri toz üretim teknikleri üzerinden kontrol edilir. Bu doğrultuda, bu çalışmada, eklemeli metal imalat teknolojilerinde hammadde olarak kullanılan, metal tozlarının üretim yöntemleri araştırılmıştır. Eklemeli metal imalat yöntemlerinde hatasız parça imalatı yapılabilmesi için metal tozlarının sahip olması gereken özellikler belirlenmiştir. Bu özellikleri sağlayabilen üretim teknolojileri ile ilgili bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Eklemeli İmalat, Metal Tozu, Toz Üretimi, Su Atomizasyonu, Gaz Atomizasyonu,

METAL POWDER PRODUCTION METHODS FOR ADDITIVE MANUFACTURING

Abstract
With the rapid advancement of technologies in recent years, the use of additive manufacturing methods is increasing rapidly. Additive manufacturing technologies, which have been used for product development and prototyping for years, have replaced by conventional manufacturing technologies especially small and personalized applications. The quality of parts produced by metal additive manufacturing technologies directly is affected the size, shape, and purity of the metal powder used in production. These properties of metal powders are controlled by powder production techniques. Accordingly, in this study, production methods of metal powders used as a raw material in metal additive manufacturing technologies were investigated. The properties of metal powders have been determined to produce defect-free parts in metal additive manufacturing methods. Information is given about the production technologies that can provide these features.

Keywords : Additive Manufacturing, Metal Powder, Powder Production, Water Atomisation, Gas Atomisation

1.GİRİŞ

Eklemeli imalat teknolojilerinin, tasarımda serbestlik, kompleks parçaların tek parça olarak imal edilebilmesi, kalıp fikstür gibi yardımcı ekipmalara ihtiyaç duyulmaması, tam zamanında üretime ve otomasyona uygun olması nedeniyle kullanımları hızla artmaktadır. Özellikle eklemeli metal imalat teknolojileri, konvansiyonel imalat teknolojilerine yakın mukavemetlerde parçalar imal edilmesine izin verdiğinden, diğer eklemeli imalat yöntemlerine göre daha hızlı yaygınlaşmıştır [Gisario ve ark., 2019]. Eklemeli metal imalat yöntemleri az adetli, kişiye özel imalatların gerekli olduğu sağlık sektöründe konvansiyonel üretim yöntemlerinin yerini almıştır. Özellikle diş ve vücut protezleri döküm yada talaşlı imalat yerine bu teknolojilerle imal edilebilmektedir. Eklemeli imalat teknolojilerin

zamanla standart hale gelmesi, malzeme üzerinde yapılan geliştirme çalışmalarının yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Eklemeli imalat teknolojilerinde üretilen parçaların kalitesi, parçanın yoğunluğu, mukavemeti, anizotropisi ve içerdiği empürüte miktarı ile ilişkilidir. Üretilen parçanın kalitesi doğru üretim parametrelerin seçimi kadar, kullanılan toz malzemenin kalitesi ile de yakından alakalıdır [Herbert, 2016]. Kullanılan eklemeli imalat teknolojisine bağlı olarak, metal tozunun belirli bir partikül boyut dağılımında olması, kimyasal bileşimi, küreselliği, oksijen içeriği ve akışkanlığı gibi parametreler, üretilecek parçanın kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, üretimde kullanılacak olan metal tozunun kalitesinin yüksek olması istenmektedir. Toz kalitesi metal tozu imalat yöntemleri ile direkt alakalıdır [Dawes ve ark., 2015]. Genel olarak çok çeşitli metal tozu üretim teknikleri mevcut olmasına rağmen eklemeli imalat teknolojilerinde kullanılan toz kalitesini sağlayabilen toz imalat teknolojileri, atomizasyon ve santrifuj imalat teknolojileridir. Bu teknolojiler ile elde edilen metal tozlarının özellikleri farklılıklar göstermekle birlikte, herbir teknolojide kullanılan üretim parametresinin değişkenleri de toz özelliklerini etkilemektedir [Poovich ve Sufiiarov, 2016]. Eklemeli imalat teknolojilerinde kullanılan metal tozunun yüksek saflıkta, küresel, belirli bir partikül boyutunda olması istenmektedir. Bu özellikler teknolojinin geldiği noktada büyük ölçüde gaz atomizasyonu ve santrifüj teknikleri ile elde edilebilmektedir. Gaz atomizasyonu teknikleri ile ince boyutta küresele yakın metal tozu elde edilirken, santrüfüj yöntemlerinde ise, küreselliği yüksek ve daha kaba partikül boyutuna sahip metal tozları imal edilebilmektedir. Kullanılan eklemeli metal imalat teknolojisine uygun hammadde seçilmesi gerekirken, bu teknolojilere uygun metal tozu imalat teknolojilerinde de uygun imalat parametrelerinin seçimi önemlidir [Liu ve ark., 2019].

2. EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMLERİNDE KULLANILAN METAL TOZ ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Eklemeli metal imalat yöntemlerinde alüminyum alaşımları, kobalt alaşımları, takım çelikleri, nikel alaşımları, paslanmaz çelikler, titanyum alaşımları, bakır alaşımları ve kıymetli metaller (Altın ve gümüş alaşımları) gibi alaşımların tozları, hammadde olarak kullanılmaktadır. Piyasada yaygın olarak kullanılan metal tozları Tablo 1'de verilmiştir [Yılmaz, 2016].

Tablo 1: Eklemeli imalat teknolojilerinde kullanılan malzeme çeşitleri [Yılmaz, 2016].

Sınıflandırma	**Malzeme**
Alüminyum Alaşımları	AlSi10Mg/AlSi7Mg/AlSi12
Kobalt Alaşımları	ASTM F75/CoCrWC
Takım Çelikleri	AISI 420 / Marage 300 / AISI D2-A2-S7
Nikel Alaşımları	Inconel 718-625-713-738 /Hastelloy X
Paslanmaz Çelikler	SS 304-316L-410/15-5 PH / 17 – 4 PH
Titanyum Alaşımları	Titanyum Grade 2/Ti6Al4V /Ti6Al4V ELI /TiAl6Nb7
Değerli Metaller	Altın Alaşımları/ Gümüş Alaşımları
Bakır Alaşımları	CC 480 K

Eklemeli metal imalat teknolojilerinde üretilen parçanın kalitesi; parça yoğunluğu, boyutsal hassasiyet, yüzey pürüzlülüğü, üretim hızı ve mekanik özelliklere bağlıdır. Bu özelliklerin kontrolü, metal toz özellikleri ve üretim parametrelerinin (laser gücü ve tarama hızı, üretim ortamının atmosferik özellikleri, toz katmanının yoğunluğu ve sıcaklığı) doğru bir şekilde optimize edilmesi ile elde edilebilmektedir. Eklemeli imalat yöntemlerinde kullanılacak olan hammaddeden beklenen özellikler aşağıda verilmiştir [Dawes ve ark., 2015].

Kimyasal Bileşim: Eklemeli imalat yönteminde kullanılacak olan hammaddenin bileşimi homojen ve içerdiği empürüte miktarı minimum seviyede olmalıdır. Örneğin Ti6Al4V alaşımı yüksek mukavemet ve sünekliğe sahip bir alaşımdır. Yüksek oksijen içeriği Ti6Al4V parçanın sünekliğini düşürmektedir [Dawes ve ark., 2015, Neikov, 2019].

Partikül Boyut Dağılımı: Eklemeli imalat yöntemlerinde 20, 40, 60, 80 µm tabaka kalınlıklarında imalat yapıldığından, partikül boyutunun 10-100 µm toz boyut aralığında olması istenmektedir. EBM

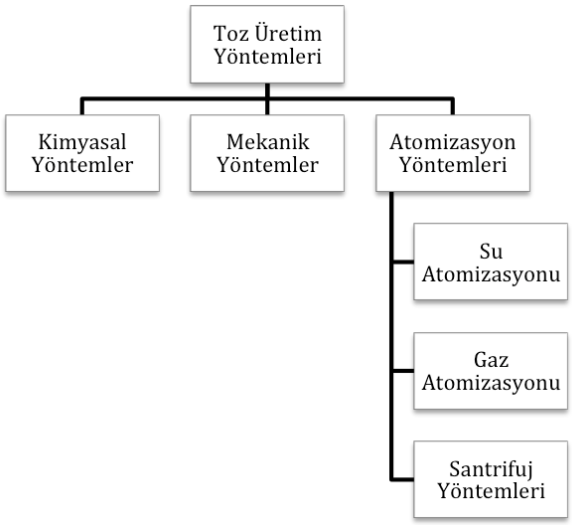
(Electron Beam Melting) sistemlerinde 45-106 µm, SLS ve SLM sistemlerinde ise 15-45 µm partikül aralığında metal tozu tercih edilmektedir [Dawes ve ark., 2015, Neikov, 2019].

Partikül Şekli: Metal tozunun partikül şekli, tozun akışkanlığını ve tozun paketlenme faktörünü etkilemektedir. Düzensiz şekle sahip olan tozların akışkanlığı düşüktür ve makine içerisinde transferini zorlaştırır. Bu problem, toz transfer sistemlerinde tıkanmalara sebep olacaktır. Metal tozu, toz yataklı sistemlerde recoater aracılığı ile üretim haznesine yayılarak, imalat yapılır. Toz katmanının, düz bir tabaka halinde elde edilmesi önemlidir. Düzensiz partiküllerin recoater ile serilmesi düzgün, pürüzsüz bir toz katmanın eldesine engel olur. Düzgün bir katman ile yapılmayan imalat, üretilen parçanın yüzey pürüzlülüğünün yüksek ve boyutsal toleransın da düşük olmasına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı mümkün olduğu kadar küresel şekle sahip partiküller içeren metal tozları tercih edilmelidir [Neikov, 2019].

Paketleme ve Akışkanlık: Eklemeli imalat teknolojilerinde kullanılan metal tozlarının belirli bir akışkanlık değerinde olması istenmektedir. Toz akışkanlığı, tozun küreselliği, nem miktarı ve partikül boyut dağılımı ile ilişkilidir. 10 µm'den ince boyuta sahip partiküllerin akışkanlık özellikleri zayıftır. Tozun belirli bir partikül boyut dağılımında olması gerekmektedir. Tozun paketleme özelliği ve akışkanlığı üretilen parçanın yüzey pürüzlülüğü ve parça yoğunluğunu doğrudan etkiler. Sonuç olarak, eklemeli imalat teknolojileri için tercih edilecek tozlardan büyük ölçüde küresel şekle ve iyi akışkanlık özelliklerine sahip olmaları beklenir [Dawes ve ark., 2015, Neikov, 2019]

3. METAL TOZU İMALAT YÖNTEMLERİ

Metal tozu imalat yöntemleri, kimyasal yöntemler, mekanik yöntemler, atomizasyon yöntemleri olarak sınıflandırılmaktadır [Neikov, 2019]. Kimyasal yöntemler ve mekanik toz imalat yöntemlerinde, istenilen şekil ve boyutta tozlar elde edilemediğinden bu üretim yöntemlerinden elde edilen toz malzemelerin akışkanlıkları ve paketleme faktörleri düşük, üretilen parçanın yüzey pürüzlülüğü yüksek, yoğunluğu ve boyutsal toleransı düşük olduğundan, eklemeli imalat yöntemlerinde kullanılmamaktadır [Dietrich ve ark., 2016]. Genel toz imalat yöntemleri Şekil 1' de verilmektedir [Poovich ve Sufiiarov, 2016].



Şekil 1: Toz üretim yöntemleri [Poovich ve Sufiiarov, 2016]

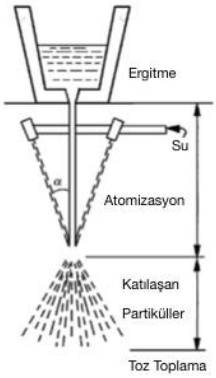
Eklemeli metal imalat yöntemlerinde atomizasyon toz üretim tekniklerinde elde edilen metal tozları kullanılmaktadır [Poovich ve Sufiiarov, 2016].

3.1. ATOMİZASYON YÖNTEMLERİ

Atomizasyon, sıvı fazdaki metalin, basınçlı bir akışkan ile (gaz yada su) ile damlacıklar halinde parçalanması ve hızla katılaştırılması esasına dayanmaktadır. En yaygın kullanılan atomizasyon yöntemleri; su, gaz, plazma atomizasyonu ve santrifüj yöntemleridir [Dawes ve ark., 2015].

3.1.1. SU ATOMİZASYONU

Su atomizasyonu, ergimiş bir metalin bir pota yada tandişten akıtılırken, basınçlı su ile damlacıklar halinde parçalanması ve katılaştırılarak metal tozu elde edilmesidir [Dawes ve ark., 2015, Poovich ve Sufiiarov, 2016]. Su atomizasyon yöntemi ile, bakır alaşımları, nikel alaşımları, çinko, demir ve kıymetli metal tozları üretilebilmektedir. Bu teknik, diğer atomizasyon tekniklerine göre daha ekonomiktir. Bu tekniğin diğer atomizasyon tekniklerine göre dezavantajı ise, üretilen metal tozlarının oksit içermesidir. Su atomizasyon sistemi, ergitme ünitesi, tandiş, atomizasyon haznesi, partikül eleme ve kurutma alt sistemlerinden oluşmaktadır. Şekil 2'de su atomizasyon sisteminin şematik gösterimi verilmiştir [Neikov, 2019].

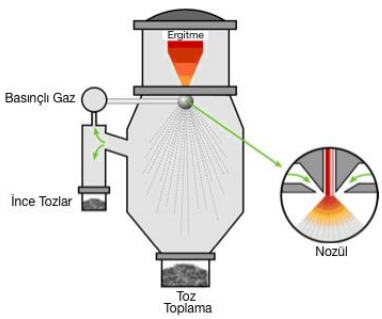


Şekil 2: Su atomizayon sisteminin şematik gösterimi [Neikov, 2019].

Sistemde su basıncı, 5-20 MPa kullanıldığında, ortalama partikül büyüklüğü, 30-150 µm civarındadır. Basınç 50-150 MPa'a çıkarıldığında, 1-20 µm partikül boyutunda tozlar elde edilebilmektedir. Elde edilen metal tozları, elmas kesici takım ve sinter rulmanların imalatında, boya katkı malzemeleri, kaplama malzemeleri ve kaynak pastalarının imalatında kullanılmaktadır [Neikov, 2019]

3.1.2. GAZ ATOMİZASYONU

Gaz atomizasyonu; sıvı metalin hava, azot, argon, helyum gibi gazlar kullanılarak yüksek basınç altında parçalanması ve ardından katılaştırılması ile metal tozu eldesi yöntemidir. Gaz atomizasyonunda, Cu, Al, Zn, Ti, Ni, Co, Au, Ag, Be esaslı metal ve alaşımlarının tozları üretilebilmektedir [Poovich ve Sufiiarov, 2016, Neikov, 2019]. Gaz atomizasyon sistemi; ergitme, atomizasyon, filtrasyon ve toz toplama kısımlarından oluşmaktadır. Şekil 3' de gaz atomizasyon sisteminin şematik gösterimi verilmiştir [Dawes ve ark., 2015].

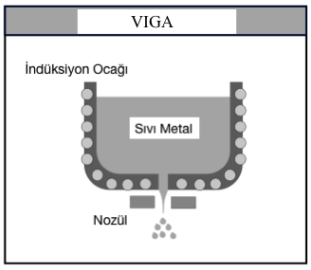


Şekil 3: Gaz atomizasyon sisteminin şematik gösterimi [Dawes ve ark., 2015].

Ergitme kısmında, ergitilen metal, yüksek basınçlı gaz nozülüne doğru akar, gaz nozülünde sıvı damlacıklara ayrılan metal demeti, havada katılaşarak kaba partikül boyutuna sahip olan tozlar,

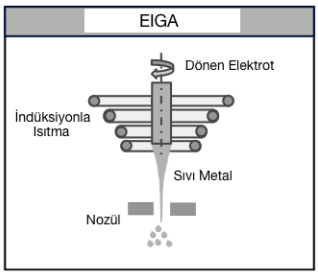
atomizasyon ünitesinin altındaki toz toplama ünitesinde, daha ince partikül boyutuna sahip olan tozlar ise, basınçlı gaz ile sürüklendiklerinden, siklon filtrelerin altındaki ince partikül toplama ünitesinde birikirler. Su atomizasyon sistemine göre, gaz atomizasyon sisteminde partiküllerin katılaşma süreleri daha uzundur. Yani küreselleşme süresi katılaşma süresinden daha kısadır. Bu nedenle küreye yakın toz partikülleri elde edilebilmektedir [Dawes ve ark., 2015]. Metal tozlarının kimyasal karakteristiğine göre çok farklı gaz atomizasyon sistemleri geliştirilmiştir. Ergimiş metalin vakum altında ergitilmesine rağmen, ergitme işleminde grafit ve seramik potalar kullanıldığından, metalin pota ile reaksiyona girip bileşiminde karbür ve oksit bileşenleri içerme ihtimali vardır. Elde edilen metal tozu içersindeki potadan gelen empüritelerin engellenmesi için su soğutmalı bakır potalar yada potanın kullanılmadığı gaz atomizasyon sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistmeler VIGA (Vakum indüksiyon gaz aromizasyonu), EIGA (Elektrod indüksiyon gaz atomizasyonu), PIGA (Plazma ergitme indüksiyon gaz atomizasyonu), PA (Plazma atomizasyonu) atomizasyon sistemleridir [Poovich ve Sufiiarov, 2016].

VIGA (Vakum İndüksiyon Gaz Atomizasyonu): Oksitlenme riski olan alaşım tozlarının gaz atomizasyonu ile imal edilmesinde ergitme işlemi vakum altında yapılmalıdır. Ergitmenin vakum indüksiyon ergitme ocaklarında yapıldığı ve atomizasyon kısmında da soygaz kullanılan sitemler geliştirilmiştir. Bu sistemler, vakum altında indüksiyon ile ergitme gaz atomizasyon sistemleri olarak adlandırılmaktadır (VIGA). Ti, Al, Mg gibi oksitlenme riski yüksek olan alaşımların tozlarının üretilmesinde, VIGA yöntemi, yaygın olarak kullanılmaktadır [Dawes, 2015, Poovich ve Sufiiarov,2016, Neikov, 2019]. Reaktivitesi yüksek olan metallerin gaz atomizasyonu ile üretimlerinde, seramik yada grafit pota yerine, su soğutmalı bakır pota kullanılanımı tercih edilmektedir. Bu durumda, sistem, vakum altında ergitmeli soğuk potalı gaz atomizasyon (VIGA-CC) sistemi olarak adlandırılmaktadır [Poovich ve Sufiiarov, 2016]. Şekil 4'de VIGA yönteminin şematik gösterimi verilmiştir [Dietrich ve ark., 2016].



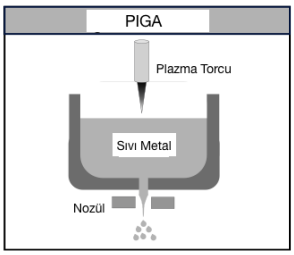
Şekil 4: VIGA siteminin şematik gösterimi [Dietrich ve ark., 2016].

EIGA (Elektrod İndüksiyon Gaz Atomizasyonu): Elektrod indüksiyon gaz ergitme sisteminde, ergitme potası yoktur. Toz haline getirilecek alaşım çubuk şeklindedir. Çubuk şeklindeki alaşım indüksiyon bobini tarafından vakum altında ergitilir. Ergiyen metal, atomizasyon nozulüne akar. Atomizasyon nozülü altında gaz ile parçalanan sıvı metal, atomizasyon toz toplama kısmında toplanır. EIGA, Ti, Al, Co gibi reaktif malzemelerin tozlarının üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır [Dawes ve ark., 2015, Poovich ve Sufiiarov, 2016, Dietrich ve ark., 2016, Wei ve ark., 2017, Neikov, 2019]. Şekil 5' de Elektrod indüksiyon gaz atomizasyon sisteminin şematik gösterimi verilmiştir [Neikov, 2019].



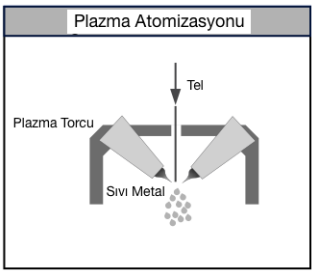
Şekil 5: Elektrod indüksiyon gaz atomizasyon sisteminin şematik gösterimi [Neikov, 2019].

PIGA (Plazma Ergitme Indüksiyon Klavuzlu Gaz Atomizasyonu):
Yüksek reaktiviteye sahip alaşımların empürüte içeriğinin, düşük bir şekilde üretilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Ergitme kısmında indüksiyon ocağı yerine plazma, grafit pota yerine su soğutmalı bakır pota, kullanılmaktadır. Bu sayede, potadan gelecek olan empürüteler engellenerek daha temiz bir üretim yapılabilmektedir. Şekil 6' da PIGA sisteminin şematik gösterimi verilmiştir [Poovich ve Sufiiarov, 2016, Dietrich ve ark., 2016].



Şekil 6: PIGA sisteminin şematik gösterimi [Dietrich ve ark., 2016]

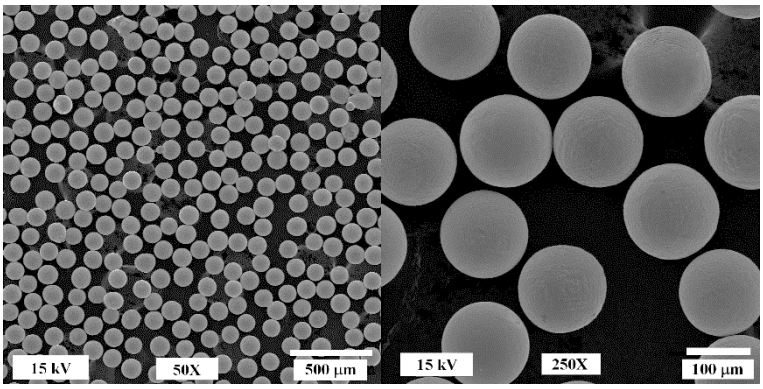
PA (Plazma Atomizasyonu):
Plazma atomizasyonu, Ti, Zr, Ta, gibi yüksek ergime sıcaklığına sahip reaktif metal tozlarının yüksek saflıkta üretimi için geliştirilmiş bir prosestir. Plazma atomizasyonu ile küresele yakın, düşük oksijen içerikli, ince partikül dağılımında metal tozları üretilebilmektedir [Poovich ve Sufiiarov, 2016]. Ergitme prosesinde plazma kullanılmaktadır. Toz haline getirecek olan malzeme, tel formundadır [Dawes ve ark., 2015]. Üretilen metal tozu partikül dağılımı 5-250 µm aralığındadır. Toz haline getirilecek olan tel formundaki malzeme plazma ergitme sistemine sürülür. Damlacıklar halinde ergiyen malzeme, yüksek argon basıncına sahip olan gaz nozülünde parçalanır. Toz haline gelen malzeme atomizasyon ünitesinin toz toplama ünitelerinde toplanır. Toz boyutu, tel sürme hızı, gaz basıncı ve sıcaklığı ile kontrol edilebilmektedir. Plazma atomizasyonun diğer atomizasyon sistemlerine göre avantajı, daha temiz metal tozları elde edilebilmesidir. Dezavantajı ise, toz haline getirilecek malzemenin mutlaka tel formunda olmasıdır. Tel formuna getirilemeyen malzemelerin bu sistemde kullanılması mümkün değildir. Ayrıca malzemenin tel formuna getirilmesi için ekstra maliyet gerekmektedir [Dawes ve ark., 2015, Poovich ve Sufiiarov, 2016, Dietrich ve ark., 2016]. Şekil 7' de plazma atomizasyon sisteminin şematik gösterimi verilmektedir [Dietrich ve ark., 2016].



Şekil 7: Plazma atomizasyon sisteminin şematik gösterimi [Dietrich ve ark., 2016]

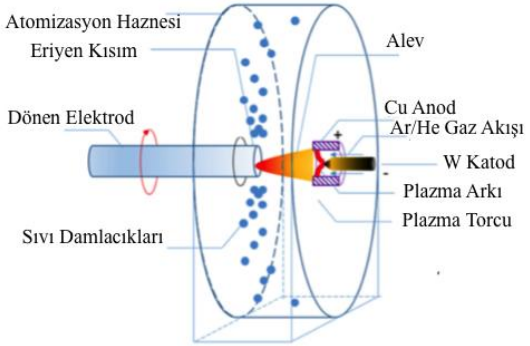
3.1.3. SANTRİFÜJ YÖNTEMLERİ
Santrifuj yöntemleri, silindirik çubuk şeklindeki metal malzemenin, kendi ekseni etrafında yüksek hızlarda dönerken, koruyucu atmosfer altında, uç kısmından ergitilerek, ergimiş metalin merkezkaç kuvveti ile dağıtılarak, ince partiküller halinde katılaştırılması esasına dayanan yöntemlerdir [Poovich ve Sufiiarov, 2016, Neikov ve Gopienko, 2019, Yoton ve Froes, 2015, Yamanoğlu ve ark., 2011]. Bir çok santrifüj metal toz üretim yöntemi olmasına rağmen, küresel formun elde edildiği en popüler yöntemler; REP (Dönel Elektrod Prosesi) ve PREP (Plazma Dönel Elektrod) yöntemleridir [Poovich ve Sufiiarov, 2016, Yamanoğlu ve ark., 2012]. REP yönteminde silindirik formdaki metal çubuk, alın yüzeyinden tungsten elektrod ile metal çubuk arasında oluşan ark ile ergitilir. PREP yönteminde ise, ergitme için argon yada helyum gazları ile oluşturulan plazma kullanılmaktadır. Metal çubuk ergitme esnasında 17.500 devir/dakika' lık hızlarda döndürülür. Metal elektrodun çapı 60-65mm'dir. Merkezkaç kuvveti ile dağıtılan eriyik metalin, küresel formunu kaybetmemesi için, üretim hazne

duvarına çarpmadan havada katılaşması gerekmektedir. Bu nedenle PREP sisteminin santrufüj kısmının çapı yaklaşık 2440 mm' dir. Elde edilen toz partiküllerin boyutu, alaşım bileşimine, elektrod çapına ve elektrod dönme hızına bağlıdır [Yamanoğlu ve ark., 2011]. Sistemde elde edilen toz partiküllerinin boyutları 50-400 µm aralığındadır. Titanyum, tantalyum, alüminyum gibi reaktif alaşımların toz haline getirilmesinde kullanılır. Titanyum ve alaşımlarının üretilmesinde helyum gazı ile oluşturulan plazma tercih edilmektedir [Neikov ve Gopienko, 2019, Yamanoğlu ve ark., 2011]. PREP yöntemi ile yüksek oranda küresel toz partikülleri elde edildiğinden, tozların akış hızları yüksektir. Şekil 8' de PREP yöntemi ile üretimiş 4140 çelik tozlarının SEM görüntüleri verilmiştir [Başcı ve Yamanoğlu 2019, Yamanoğlu ve ark., 2013].



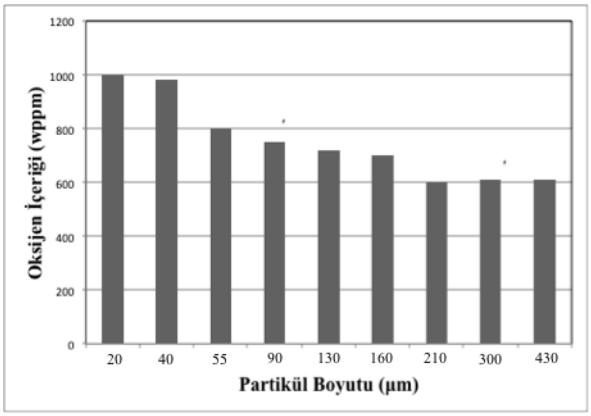
Şekil 8: PREP yöntemi ile üretilmiş 4140 çelik tozlarının SEM görüntüsü [Başcı ve Yamanoğlu, 2019, Yamanoğlu ve ark., 2013]

Partiküllerin küresel olması, eklemeli metal imalat yöntemlerinde tercih edilmesine neden olmaktadır. PREP yönteminde koruyucu gaz atomosferi kullanıldığından ve pota olmadan ergitme yapıldığı için, reaktif malzemeler çok düşük empirüte içeriği ile üretilebilmektedir. 50 µm' dan daha düşük toz partikül boyutlarının elde edilememesi, yüksek kalitede üretilmiş metal elektroda ihtiyaç duyulması ve üretim maliyetlerinin diğer toz imalat yöntemlerine göre yüksek olması başlıca dezavantajlarıdır [Poovich ve Sufiirov, 2016]. Şekil 9'da PREP yöntemi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 9: PREP yönteminin şematik gösterimi [Lui ve ark., 2018].

Şekil 10'da PREP yöntemi ile helyum atmosferinde üretilmiş Ti6Al4V alaşım tozlarının partikül boyutu ile içerdikleri oksijen konsantrasyonlarının değişimi gösterilmektedir. Grafikte Ti6Al4V alaşımının tane boyutu küçüldükçe içermiş olduğu oksijen miktarının arttığı görülmektedir [Yoton ve Froes, 2015].



Şekil 10: PREP yöntemi ile üretilmiş Ti6Al4V alaşımının partikül boyutuna göre oksijen içeriği değişimi [Yoton ve Froes, 2015].

4. SONUÇLAR

Eklemeli imalat teknolojileri, konvansiyonel yöntemler ile imal edilemeyecek kompleks tasarımların kalıpsız olarak imal edilebilmesi, kişiye özel az adetli tasarımların üretilebilmesi nedeniyle, son yıllarda tercih edilmektedir. Özellikle, eklemeli metal imalat teknolojileri, konvansiyonel imalat teknolojilerine yakın mukavemetlerde parçalar imal edilmesine izin verdiğinden, diğer eklemeli imalat yöntemlerine göre daha yaygın kullanım alanı bulmuştur. Eklemeli imalat teknolojileri özellikle, Ti ve CoCr gibi alaşımların kullanımıyla kişiye özel protezler, daha performanslı ve hafif parçaların ihtiyaç duyulduğu uçak motor parçaları, gibi düşük miktarlarda ihtiyaç duyulan parçaların seri imalatında kullanılmaktadır. Eklemeli metal imalat teknolojilerinde parça kalitesini etkileyen en büyük değişken metal hammaddedir. Kaliteli parça imalatı için, metal tozunun partikül boyut dağılımı, şekli, akışkanlığı, paketleme yoğunluğu, saflığı, empürüte, nem ve porozite miktarı belirli değerlerde olmalıdır. Birçok metal tozu imalat yöntemi geliştirilmesine rağmen, eklemeli metal imalat teknolojileri için uygun olan toz imalat yöntemleri, VIGA (Vakum indüksiyon gaz atomizasyonu), PIGA (Plazma ergitme indüksiyon klavuzlu gaz atomizasyonu), EIGA (Elektrot indüksiyon gaz atomizasyonu), PA (Plazma gaz atomizasyonu), PREP (Plazma dönel elektrod prosesi) dir. VIGA, PIGA, EIGA ve PA gaz atomizasyon çeşitleridir. Gaz atomizasyon sistemlerinde daha dar boyut aralığında küresele yakın partikül elde edilmektedir. Gaz atomizasyonu sırasında ince partiküllerin hızlı katılaşmasından dolayı, sıvı halde olan kaba partiküllerin yüzeyine yapışması uydulaşma problemine neden olmaktadır. Uydulaşma problemi, üretilen metal tozunun küreselliğini ve dolayısıyla akışkanlığını olumsuz yonde etkilemektedir. Küreselliği ve akışkanlığı düşük olan toz hammadde ile yapılan parça üretimi, düşük yoğunlukta, yüksek yüzey pürüzlüğüne sahip, boyutsal toleransı daha düşük olan parça eldesi ile sonuçlanmaktadır. Uydulaşma, plazma ile ergitmenin kullanıldığı plazma atomizasyon (PA) sistemlerinde daha düşüktür. PREP yönteminde ise, neredeyse hiç uydulaşma görülmemektedir. Buna rağmen, partikül boyut dağılımının gaz atomizasyon sistemlerine göre daha geniş ve kaba olması, sadece EBM sistemlerinde kullanımına olanak sağlamaktadır. Hem gaz atomizasyonu, hem de PREP toz üretim yöntemlerinde, küresele yakın tozlar elde edilebilmektedir. En iyi küresel toz, PREP yöntemi ile elde edilebilmektedir. Gaz atomizasyon sistemlerinde, PREP yöntemine göre, daha az küresel partikül üretilmesine rağmen, partikül boyutunun PREP'e göre daha düşük olması ve partikül boyut dağılımının daha dar olması nedeniyle, toz yataklı eklemeli imalat yöntemlerinde gaz atomizasyon ile üretilmiş tozlar daha çok tercih edilmektedir. PREP yöntemlerinin gaz atomizasyon yöntemlerine göre daha maliyetli olmaları nedeniyle endüstride gaz atomizasyon sistemleri daha çok tercih edilmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi BAP koordinasyon birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Başcı Ü. G., Yamanoğlu R. (2019), 4140 Çeliği Tozunun Sıcak Pres İle Sinterlenmesi Ve Yüzey Sertliğinin Geliştirilmesi, *Uluslararası Marmara Fen Ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar) 2019 Bildiriler Kitabı (Fen Bilimleri)*, 1, 741-750

Dawes J., Bowerman R., Trepleton R., (2015), Introduction to the Additive Manufacturing Powder Metallurgy Supply Chain, *Johnson Matthey Technology Review*, 59(3), 243-256.

Dietrich S., Wunderer M., Huissel A., Zaeh M. F., (2016), A New Approach For A Flexible Powder Production For Additive Manufacturing, *Procedia Manufacturing*, 6, 88-95.

Gisario A., Kazarian M., Martina F., Mehrpouya M., (2019), Metal Additive Manufacturing in The Commercial Aviation Industry, *Journal Of Manufacturing Systems*, 53, 124-149.

Herbert J. R., (2016), Viewpoint: Metallurgical Aspects of Powder Bed Metal Additive Manufacturing, *Journal Of Materials Science*, 51, 1165-1175.

Liu Y., Liang S., Han Z., Song J., Wang Q., (2018), A Novel Model of Calculating Particle Sizes in Plasma Rotating Electrode Process for Superalloys, *Powder Technology*, 336, 406-414.

Liu Z., Huang C., Gao C., Liu R., Chen J., Xiao Z., (2019), Characterization Of Ti6Al4V Powders Produced By Dıfferent Methods For Selective Electron Beam Melting, *Journal Of Mining and Metallurgy Section B-Metallurgy*, 55(1), 121-128.

Neikov O. D., (2019), Production of Aluminum Alloy Powders, O. Neikov içinde, *Handbook of Non-Ferrous Metal Powders*, 481-531, Kiev, Ukraine, Elsevier.

Neikov O. D., (2019), Atomization and Granulation, O. Neikov içinde, *Handbook of Non-Ferrous Metal Powders*, 125-185, Kiev, Ukraine, Elsevier.

Neikov O. D., Gopienko V. G., (2019), Production of Titanium and Titanium Alloy Powders. O. Neikov içinde, Handbook of Non-Ferrous Metal Powders, 549-570, Kiev, Ukraine, Elsevier.

Poovich A., Sufiiarov V., (2016), Metal Powder Additive Manufacturing, I. Shishkocsky içinde, *New Trends in 3D Printing*, 215-236, St. Petersburg, Russia.

Wei M., Chen S., Liang J., Liu C., (2017), Effect of Atomization Pressure on the Breakup of TA15 Titanium Alloy Powder Prepared EIGA Method for Laser 3D Printing, *Vacuum*, 143, 185-194.

Yamanoğlu R., William B., Eugene O., Randall G., (2013), Sintering and Microstructure Characteristics of 42CrMo4 Steel Processed by Spark Plasma Sintering, *Metals and Materials International*, 19(5), 1029-1034.

Yamanoğlu R., Zeren M., Randall G., (2012), Solidification Characteristics of Atomised AlCu4Mg1 SiC Composite Powders, *Journal of Mining and Metallurgy, Section B:Metallurgy*, 48(1), 73-79.

Yamanoğlu R., Randall G., Karagöz M. Ş., Bradbury W. L., Zeren M., Li W., Olevsky E. A., (2011), Microstructural Investigation of as Cast and PREP Atomised Ti6Al4V Alloy, *Powder Metallurgy*, 54(5), 604-607.

Yılmaz D., (2016), "Katmanlı İmalat Teknolojileri ve Havacılık Uygulamaları", STM Sektör Değerlendirme Raporu, 1-31.

Yoton C. F., Froes F. H., (2015), Conventional Titanium Powder Production, M. Qian ve F. H. Froes içinde, *Titanium Powder Metallurgy Science Technology And Applications*, 21-32, USA, Elsevier.

ÇOK KATLI POLİAMİD KOMPOZİT BORUNUN EXTRÜZYON İLE ÜRETİMİNDE ALEV UYGULAMASININ MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Umut KURNAZ
Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
umut.kurnaz@windowslive.com

Dr. Öğretim Üyesi Serdar ASLAN
Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
saslan@sakarya.edu.tr

Özet
Bu çalışmada çok katlı poliamid boruların ekstrüzyonu sırasında alev uygulamasının borunun çekme deneyi sonuçlarına etkisi ele alınmıştır. Ekstrüzyon üretimi srasında 2 katlı ve 5 katlı olmak üzere iki tür çok katlı poliamid boruya 50°C, 60°C ve 80°C sıcaklıklarında alev uygulaması yapılmıştır. Alev uygulanmamış numuneler ile birlikte alev uygulaması yapılmış olan çok katlı poliamid boruların çekme deneyi sonuçları incelendiğinde, alev uygulamasının poliamid boruların çekme deneyi uzama sonuçlarına pozitif yönde etkisi olduğu gözlemlenmiştir. 2 katlı PA borularda en yüksek %uzama değerinin 60°C alev sıcaklığı uygulanan numunelerde elde edildiği, 5 katlı PA borularda ise en yüksek %uzama değerinin 80°C alev sıcaklığı uygulanan numunelerden elde edildiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Poliamid boru, polimer kompozit, mekanik özellikler.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FLAME APPLICATION ON MECHANICAL PROPERTIES OF MULTILAYER POLYAMIDE COMPOSITE PIPE IN EXTRUSION PRODUCTION

Abstract
In this study, the effect of flame application during the extrusion process on the tensile test results of polyamide pipes were discussed. During the extrusion process, two types of multilayer polyamide pipes, 2 layer and 5 layer, were subjected to flame application at temperatures of 50°C, 60ºC and 80ºC. When the elongation tests results of the flame applied and non-flame applied samples were examined, it was observed that the flame application contributed to the tensile test elongation results of the polyamide pipes in positive way. The highest %elongation value in 2 layer PA pipes was obtained from 60ºC flame temperature applied samples. The highest %elongation value for 5 layer PA pipes was obtained from 80ºC flame temperature applied samples.

Keywords: Polyamide pipe, polymer composite, mechanical properties

1. GİRİŞ

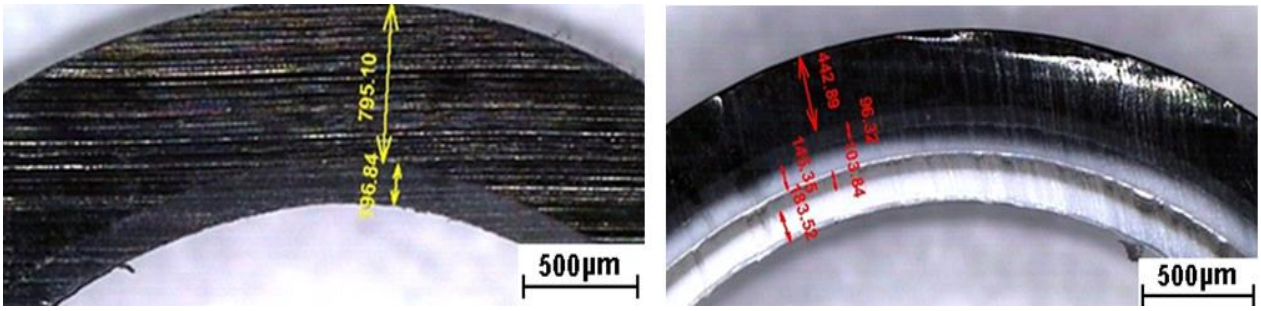
Günümüzde her sektörde olduğu gibi alternatif malzemelerin ortaya çıkması ile birlikte otomotiv endüstrisinde de yeni gelişmeler yaşanmaktadır. Otomotiv endüstrisinde en önemli konulardan birisi daha hafif ve daha ucuz araç üretimi gerçekleştirmektir. Bununla birlikte çelik boru ve kauçuk hortum kullanılan otomotiv sistemlerine alternatif olarak poliamid boru kullanımlarına yönelimler başlamış durumdadır. Yakıt hatlarında kullanılmak üzere poliamid boruların birden fazla kat malzemeler ile birlikte üretilerek, yakıt hatlarında kullanılan borulara alternatif yaratması ve daha iyi sonuçlar elde edilmesi amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada, 2 katlı ve 5 katlı PA boruların üretimi sırasında farklı alev sıcaklıkları uygulanarak borular ekstrüze edilmiştir. Ekstrüzyon sırasında uygulanan alev sıcaklığının değişiminin, boruların mekanik özelliklere etkisi incelenmiştir. Bununla birlikte 2 katlı ve 5 katlı PA borular yaşlandırmaya tabi tutularak, boruların yaşlandırma sonrası durumları da incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Kompozit malzemeler; iki ya daha fazla sayıdaki, aynı veya farklı gruptaki malzemelerin en iyi özelliklerini, yeni ve tek bir malzemede toplamak amacıyla makro düzeyde birleştirilmesiyle oluşturulan malzemeler olarak isimlendirilirler (Şahin 2006). Poliamidler sert ve dayanıklı malzemelerdir. Kompozit malzemelerin üretiminde kullanılan PA6 ve PA66 bu poliamidlerin en önemli örneklerindendir. Otomotiv endüstrisindeki üretilen otomobillerde yaklaşık %10-12 olan kısmı polimer matrisli kompozit malzeme kullanılarak üretilirken, son yıllarda bu rakamlar %50 gibi oranlara ulaşmıştır (Gülmez 2018).

Bu çalışmada ekstrüzyon yöntemi ile üretilmiş olan 2 katlı ve 5 katlı PA borular kullanılmıştır. 2 katlı PA borularda alt katta PA9T malzemesi 0,2±0,02 mm ve üst katta PA12 malzemesi 0,8±0,05 mm olacak şekilde üretimi gerçekleştirilmiştir. 5 katlı PA boruların üretimi sırasında içten dışa doğru kullanılan malzemeler ve et kalınlıkları; PA612 malzemesi 0,2±0,03 mm, PA6 yapıştırıcı ara kat 0,2±0,03 mm, EVOH malzemesi 0.15 ±0.03 mm, PA612 yapıştırıcı ara kat 0,2±0,03 mm ve üst katta PA12 malzemesi 0,45±0,05 mm olacak şekildedir. 2 katlı ve 5 katlı PA borular çekme deneylerine tabi tutulmuştur. Boruların yaşlandırma sonrası etkisini incelenmek amacıyla 2 katlı ile 5 katlı PA borular 280 saat boyunca 100°C ve 150°C sıcaklıklarda etüvlerde yaşlandırmaya tabi tutulmuştur.

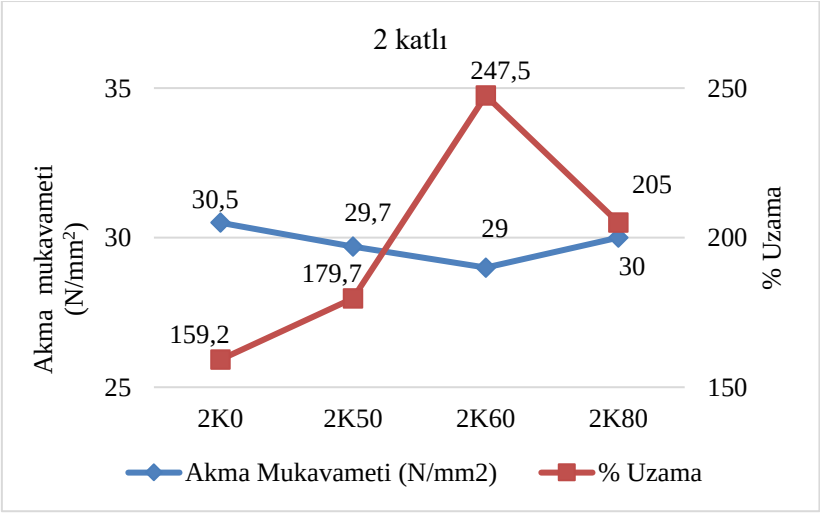


Şekil 1. 2 katlı ve 5 katlı PA borunun optik mikroskop altındaki et kalınlık dağılımı

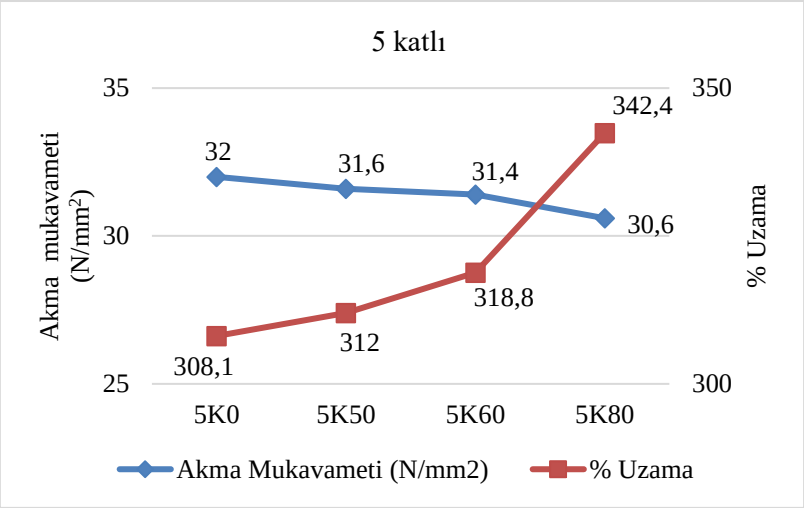
PA boruların yaşlandırma etkisiyle % uzama değerlerinde düşmesi beklenmektedir. Oluşabilecek bu azalmanın yüksek sıcaklık etkisi ile malzemelerin daha gevrek yapıya geçmesinde kaynaklandığı öngörülmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

2 katlı ve 5 katlı PA borular çekme deneyine tabi tutulmuştur. PA borularda ki alev sıcaklığının etkisi ile oluşan farklılıklar incelenmiştir. 2 katlı ve 5 katlı PA boruların çekme deney sonuçları Şekil 2 ve Şekil 3'de gösterilmiştir.



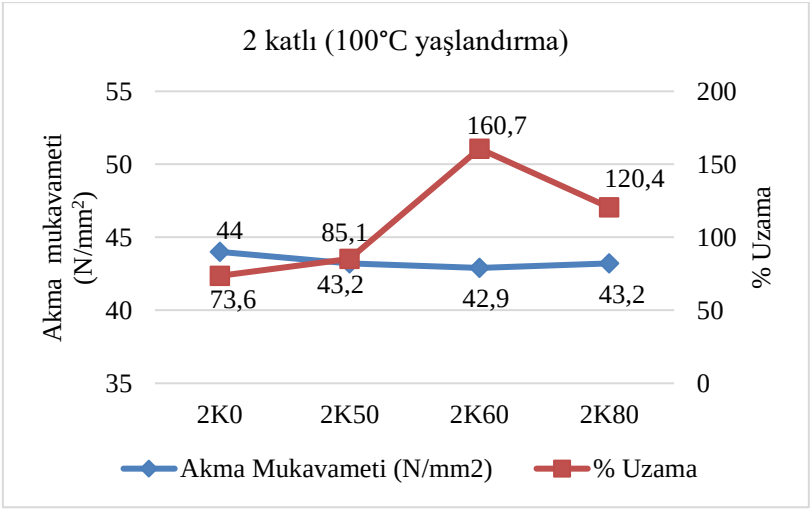
Şekil 2. 2 katlı PA boruya ait çekme deneyi sonuçları



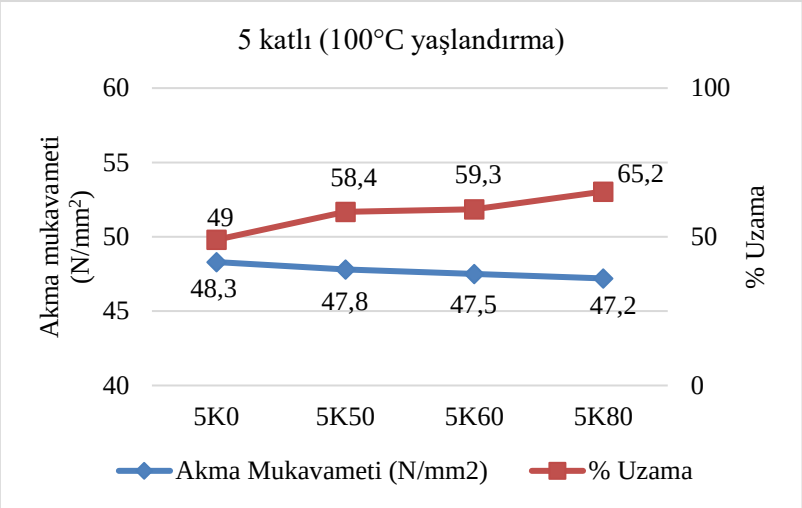
Şekil 3. 5 katlı PA boruya ait çekme deneyi sonuçları

2 katlı ve 5 katlı PA boruların çekme deneyi sonuçları incelendiğinde alev sıcaklığının artması ile % uzama değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. % uzama değeri ile akma mukavemeti değeri arasında da ters orantılı olarak azalma meydana gelmektedir, fakat 2 katlı PA boruda 60°C alev sıcaklığından sonra % uzama değerinde azalma olduğu görülmektedir.

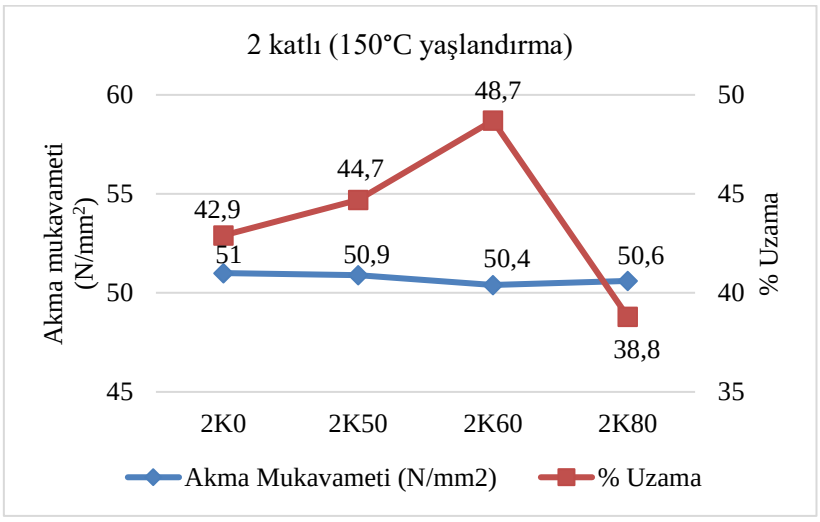
2 katlı ve 5 katlı PA boruların yaşlandırma sonrası % uzama değerinde yaşanan değişimlerin gözlemlenmesi amacıyla PA borular 100°C ve 150°C sıcaklıklarda 280 saat boyunca yaşlandırmaya tabi tutulmuştur. 2 katlı ve 5 katlı PA boruların 100°C yaşlandırma sonrası % uzama değerleri Şekil 4 ve Şekil 5'de, 150°C yaşlandırma sonrası % uzama değerleri Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.



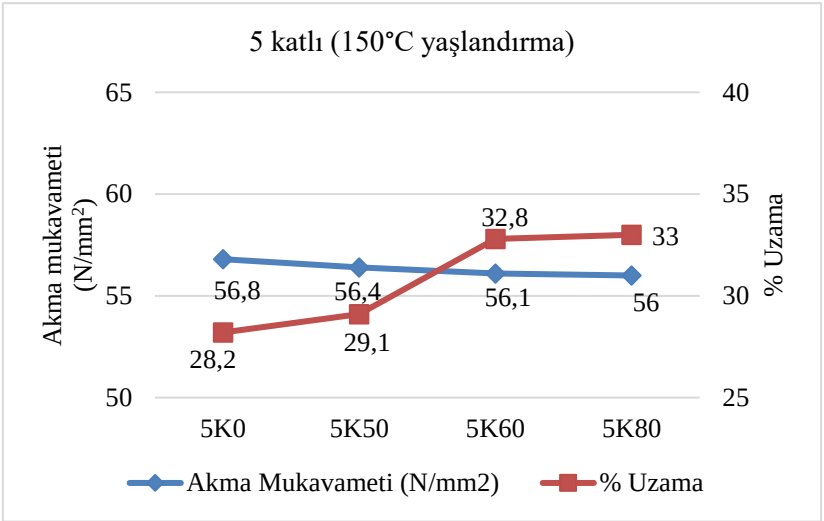
Şekil 4. 2 katlı PA borunun 100°C yaşlandırma sonrasına ait çekme deneyi sonuçları



Şekil 5. 5 katlı PA borunun 100°C yaşlandırma sonrasına ait çekme deneyi sonuçları



Şekil 6. 2 katlı PA borunun 150°C yaşlandırma sonrasına ait çekme deneyi sonuçları



Şekil 7. 5 katlı PA borunun 150°C yaşlandırma sonrasına ait çekme deneyi sonuçları

Yaşlandırma sonrası 2 katlı ve 5 katlı PA boruların % uzama değerlerinde azalmaların meydana geldiği görülmüştür. 150°C yaşlandırma sonrası her iki tür PA boruda da malzemelerin yapısal

özelliklerini kaybetmesinden dolayı % uzama değerlerinde belirgin farkların oluştuğu gözlemlenmiştir.

Wei ve arkadaşları 2 katlı ve 5 katlı PA boruların dizel ve biodizel yakıtlarla olan davranışları incelenmiştir. Yaşlandırma yapılmamış, 500 saat, 1.000 saat ve 2.230 saat yaşlandırma uygulanmış olan dört farklı türde boru üzerinden incelemeler yapılmıştır. PA borunun uzamasında, oksidasyon ve plastikleştiricinin kaybına bağlı olarak artan yaşlanma süresiyle ters orantılı olarak azalma yaşandığı gözlemlenmiştir (Wei X. ve ark. 2017). Yapılan çalışmalarla paralel olarak yaşlandırma sıcaklığı artması ile PA boru uzaması azalmaktadır. Bununla birlikte yapılan çalışmalara ek olarak alev sıcaklığı uygulamasının PA boru uzamasını arttırdığı gözlemlenmiştir (Diogo O. ve ark. 2015). 2 katlı ve 5 katlı PA boruların otomotiv endüstrisinde kullanılacağı sistem dolayısıyla, bu boruların yakıt altında dayanımlarının iyi olması beklenmektedir. Bundan dolayı boruların içerisinden yakıt geçtiği zaman boruların çözünme yaşayarak yakıt içerisine karışması istenilmeyen bir durumdur.

Bundan dolayı 2 katlı ve 5 katlı PA borular, çözünen ve çözünmeyen malzeme bileşen miktarları için malzeme çözünmesi testine tabi tutulmuştur. Malzeme çözünmesine karşı direnç testi SAE J2260 standartına göre gerçekleştirilmiştir. Bu test sırasında PA boruların içerisine FAM B test sıvısı doldurularak 60°C altında 96 saat boyunca yaşlandırılmışlardır. FAM B test sıvısı DIN 51604-2 standartına göre hazırlanmıştır. Bu yaşlandırma sonrası PA borunun içerisindeki test sıvısı, bir cam şişeye alındıktan sonra ağzı kapatılarak 24 saat bekletilmiştir. Bu bekletme sonrası ağırlığı alınmış PES malzemeden imal edilmiş olan ve 0,45 µm mesh ölçüsüne sahip olan bir filtreden geçirilerek; önceden ağırlığı alınmış olan bir cam şişe içerisine boşaltılmıştır. Filtre bu işlemden sonra kurutma işlemine tabi tutulup, hassas terazi ile filtrenin ağırlığı tekrardan ölçülmüştür. Filtreden elde edilen ağırlık farkının teste tabi tutulan PA borunun iç yüzey alanına bölünmesi ile birlikte çözünmeyen bileşen miktarı elde edilmektedir.

$$\text{Çözünmeyen bileşen miktarı} = \frac{\text{filtrenin ağırlık farkı(g)}}{\text{borunun iç yüzey alanı(m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Bu hesaplama sonrasında elde edilen çözünmeyen bileşen miktarının 0,5 g/m^2 değerinden az olması istenilmektedir. 2 katlı ve 5 katlı PA boruların yapılan test sonrası çözünmeyen bileşen miktarları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. 2 katlı ve 5 katlı PA boruların çözünmeyen bileşen miktarı sonuçları

Numuneler	**Çözünmeyen Bileşen Miktarı (<0,5 g/m^2)**
2K0	0,156
2K50	0,199
2K60	0,163
2K80	0,175
5K0	0,237
5K50	0,245
5K60	0,232
5K80	0,197

Filtreden geçirilen test sıvısının doldurulduğu cam şişede yer alan sıvı, çeker ocak altında buharlaşması için bekletilmiştir. Sonrasında cam şişede oluşan ağırlık farkının, teste tabi tutulan PA borunun iç yüzey alanına bölünmesi ile birlikte çözünen bileşen miktarı elde edilmiştir.

$$\text{Çözünen bileşen miktarı} = \frac{\text{cam şişenin ağırlık farkı(g)}}{\text{borunun iç yüzey alanı(m}^2\text{)}} \quad (2)$$

Bu hesaplama sonrasında elde edilen çözünen bileşen miktarının 6 g/m^2 değerinden az olması istenilmektedir. 2 katlı ve 5 katlı PA boruların yapılan test sonrası çözünen bileşen miktarları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. 2 katlı ve 5 katlı PA boruların çözünmeyen bileşen miktarı sonuçları

Numuneler	**Çözünen Bileşen Miktarı (<6 g/m^2)**
2K0	5,34
2K50	5,37
2K60	5,61
2K80	5,02
5K0	5,54
5K50	5,05
5K60	5,44
5K80	5,39

2 katlı ve 5 katlı PA boruların malzeme çözünmesi test sonuçları incelendiğinde istenilen şartları sağladığı görülmüştür. Bunun yanında alev ünitesi uygulamasının malzeme çözünmesine karşı herhangi bir olumsuzluk yaratmadığı da gözlemlenmiştir. PA borunun katlı olarak üretilmesinden dolayı yakıt hatlarında kullanılmak üzere uygun yakıt dayanımına sahip olduğu görülmektedir (Nulman N. Ve ark. 1998, Lagaron J. ve ark. 2000, Kallio K. ve ark. 2008).

4. SONUÇ

2 katlı ve 5 katlı poliamid boruların alev uygulama sıcaklığının artması ile % uzama değerinde artış görüldüğü ve akma mukavemetinde de azalma olduğu gözlemlenmiştir, fakat 2 katlı poliamid borularda 60^{0}C alev sıcaklığından sonra % uzama değerinde azalma ve akma mukavemetinde ise artış olduğu gözlemlenmiştir. 2 katlı ve 5 katlı PA borulara uygulanan alev ünitesinin boruların malzeme çözünmesine karşı ise herhangi bir dezavantaj yaratmadığı gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

Diogo O., Richaud E., Verdu J., Fernagut F., Guilment J., Fayolle B. (2015), Investigation of Polyamide 11 Embrittlement During Oxidative Degradation, No: 82, 49-56.

Gülmez S. (2018), Otomotiv Endüstrisinde Kullanılan Polimer Matrisli Kompozit Malzemeler, Yüksek Lisans Projesi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 55-59, Denizli.

Kallio K., Hedenqvist M. (2008), Ageing Properties of Polyamide-12 Pipes Exposed to Fuels With and Without Ethanol, Journal of Elsevier, No: 93, 1846-1854.

Lagaron J., Powell A., Bonner G. (2000), Permearion of Water, Methanol, Fuel and Alcohol-Containing Fuels in High-Barrier Ethylene-Vinyl Alcohol Copolymer, Journal of Elsevier, No: 20, 569-577.

Nulman M., Olejnik A., Samus M., Fead E., Rossi G. (1998), Fuel Permeation Performance of Polymeric Materials by Gas Chromatography and Sorption Techniques, SAE, No: 107, 470-477.

Şahin Y. (2006), *Kompozit Malzemelere Giriş*, 2.Baskı, 27-28, Ankara.

Wei X., Akhlaghi S., Kallio K., Bruder S., Bellander M., Gedde U., Hedenqvist M. (2017), Long-term Performance of Polyamide-Based Multilayer (bio) Diesel Fuel Lines Aged Under "In-Vehicle" Conditions, *Journal of Elsevier*, No: 144, 100-109.

TÜKETİCİLERİN SERA SEBZESİ SATIN ALMA TERCİHLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ANALİZİ: İZMİR İL MERKEZİ ÖRNEĞİ

Zir.Yük.Müh.Gizem Özçıngırak
Ege Üniversitesi/ Ziraat Fakültesi/ Tarım Ekonomisi Bölümü
gizemozcingirak@hotmail.com

Prof.Dr.Sait Engindeniz
Ege Üniversitesi/ Ziraat Fakültesi/ Tarım Ekonomisi Bölümü
sait.engindeniz@ege.edu.tr

Öğr.Gör.Dr.Bahar Aydın Can
Kocaeli Üniversitesi /Arslanbey MYO/ Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü
baharcan@kocaeli.edu.tr

Özet
Bu araştırmanın amacı; İzmir'in Konak, Karşıyaka ve Bornova ilçelerinde yaşayan tüketicilerin taze sera sebzesi satın alma tercihlerini etkileyen faktörleri analiz etmektir. Bu amaçla oransal örnekleme ile 139 hane halkı üyesinden anket yöntemiyle veriler derlenmiştir. Toplanan verilerin analizinde, öncelikle hane halklarının demografik ve sosyo-ekonomik özellikleri ortaya konulmuş, daha sonra sera sebzeleri satın almaya yönelik tercihleri analiz edilmiştir. Tüketici tercihlerinin analizinde beşli likert ölçeği kullanılmıştır. Tüketicilerin sera sebzesi satın alırken önem verdikleri kriterlerin analizinde ise bulanık eşli karşılaştırma yöntemi uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, görüşülen hane halkı üyelerinin %67.63'ü kadın, %32.37'si ise erkektir. Ortalama eğitim süresi 11.88 yıldır. Hane halklarının ortalama aylık geliri 4554.32 TL olarak hesaplanmıştır. Hane halklarının %71.22'si sera sebzesi tüketmektedir. Tüketicilerin sera sebzesi satın alma yeri belirlemelerinde sağlık şartları, tazelik, seçerek alabilme, ürün ve fiyat çeşitliliği ile alışkanlık belirleyici olmaktadır. Sera sebzeleri en çok semt pazarlarından satın alınmaktadır, bunu manavlar ve süper/hipermarketler izlemektedir. Tüketicilerin sera sebzesi satın alırken en fazla önem verdikleri kriter fiyattır. Bunu sırasıyla; renk, şekil, koku ve lezzet izlemektedir.

Anahtar kelimeler: Sera sebzeleri, sebze satın alma, tüketici tercihi, tüketici eğilimi.

ANALYSİS OF FACTORS AFFECTİNG GREENHOUSE VEGETABLE PURCHASİNG PREFERENCES OF CONSUMERS: THE CASE OF IZMİR CİTY CENTER

Abstract
The aim of this study is to analyze the factors that affect the consumers' preferences for purchasing fresh greenhouse vegetables in Konak, Karşıyaka and Bornova districts of Izmir province. For this aim, data were collected from 139 household members by proportional sampling. In the analysis of the collected data, firstly the demographic and socio-economic characteristics of the households were determined and then their preferences for purchasing greenhouse vegetables were analyzed. Five-point Likert scale was used in the analysis of consumer preferences. The fuzzy paired comparison method was used in the analysis of the criteria that consumers attach importance to when buying greenhouse vegetables. According to the results of the survey, 67.63% of the household members interviewed were female and 32.37% were male. The average education level is 11.88 years. Average monthly income of households was calculated as 4554.32 TL. 71.22% of households consume greenhouse vegetables. Health conditions, freshness, being able to buy by choice, variety of products and prices and habits are the determinants of consumers to determine the place to buy greenhouse vegetables. Greenhouse vegetables are mostly purchased from the local markets, followed by grocery stores and super/hypermarkets. The most important criterion for consumers when buying greenhouse vegetables is price. This in order; color, shape, smell and flavor.

Keywords: Greenhouse vegetables purchasing vegetable, consumer preference, consumer trend.

1.GİRİŞ

Tüketici davranışı, ürün ve hizmetleri kişisel tüketim için alan birey veya hane halkı olan nihai tüketicilerin satın alım davranışlarını göstermektedir. Tüketici satın alma davranışı ise, kişilerin ürünleri veya hizmetleri iş amacı gütmeden, kişisel kullanımı için veya hane halkının kullanımı için satın almasıdır (Durmaz ve Bahar, 2011).

Türkiye'de sebzelerin genellikle taze olarak tüketildikleri bilinmektedir. Sebze türlerindeki ilaç kalıntıları ve hormon kullanımı üzerine ortaya çıkan tartışmalar tüketici davranışlarını etkilemektedir. Diğer taraftan, artan bilgi ve gelir düzeyi tüketicilerin daha fazla bilinçlenmesine ve üretim tekniklerinde de değişikliklere neden olmaktadır (Gül ve ark., 2008).

Türkiye'de bugüne kadar tüketicilerin yaş sebze tüketim ve satın alma davranışlarını inceleyen birçok araştırma yapılmıştır (Büyük ve ark., 2002; Rakıcıoğlu ve ark., 2002; Günden ve ark., 2008; Gül ve ark., 2008; Akpınar ve ark., 2008; 2009; Günden et al., 2010; Günden and Thomas, 2012; Doğa ve ark., 2014; Uğur et al., 2014; Onur et al., 2017; Yüzbaşıoğlu, 2018). Ancak, tüketicilerin sera sebzeleri satın alma tercihlerini etkileyen faktörleri analiz eden araştırmalara da ihtiyaç vardır. Bu konuda yapılacak araştırmalarla elde edilecek bulgular üreticilerin ve bu alana yatırım yapacak girişimcilerin kararlarında yararlanabilecekleri bir rehber olabilecektir.

Bu araştırmanın amacı; İzmir'in Konak, Karşıyaka ve Bornova ilçelerinde yaşayan tüketicilerin taze sera sebzesi satın alma tercihlerini etkileyen faktörleri analiz etmektir. Bu amaçla adı geçen ilçelerde yaşayan hane halklarından anket yöntemiyle veriler derlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmanın ana materyalini, İzmir'in Konak, Karşıyaka ve Bornova ilçelerindeki hane halklarıyla yüz yüze yapılan anket çalışmalarından elde edilen veriler oluşturmaktadır. İzmir'in Konak, Karşıyaka ve Bornova ilçelerindeki toplam hane halkı sayısı çalışmanın ana kitlesini oluşturmaktadır. 2016 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçlarına göre hane halkı sayısı; Konak ilçesinde 129.491, Bornova ilçesinde 129.250, Karşıyaka ilçesinde ise 121.649 olarak saptanmıştır (TÜİK, 2017). İlçelerin toplamı alınarak ana kitleyi oluşturacak toplam hane halkı sayısı 380.390 olarak hesaplanmıştır. Araştırmada, hane halklarının örnekleme yöntemiyle bir kısmı ile görüşülmesinin uygun olacağına karar verilmiştir. Bu amaçla aşağıdaki *oransal örnek hacmi formülü*nden yararlanılmıştır (Newbold, 1995).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma^2{}_{px} + p(1-p)}$$

Formülde;
n = Örnek hacmi
N = Toplam hane halkı sayısı
p = Sera sebzesi tüketen hane halklarının oranı (Maksimum örnek hacmi için 0.5 alınmıştır)
σ^2_{px} = Oranın varyansıdır.

Araştırmada %90 güven aralığı ile %7 hata payı esas alınarak hesaplama yapılmış ve kapsama alınacak hane halkı sayısı 139 olarak saptanmıştır. Her ilçede görüşülecek hane halkı sayısının belirlenmesinde, toplam hane halkı sayısı içerisinde ilçelerin payı esas alınmıştır. Buna göre; Konak'ta 47, Bornova'da 47 ve Karşıyaka'da 45 hane halkı ile görüşülmesine karar verilmiştir. Görüşülecek hane halklarının belirlenmesinde öncelikle mahalle ve sokak sayıları dikkate alınmıştır (Kenanoğlu Bektaş ve ark, 2010; Arslan ve ark., 2016). Konak'ta 113, Bornova'da 44, Karşıyaka'da ise 27 mahalle bulunmaktadır. Araştırmada her mahallede üç sokakta anket yapılması planlanmıştır. Bu yaklaşımla Konak ve Bornova ilçelerinden 16, Karşıyaka ilçesinden ise 15 mahalle rassal olarak belirlenmiştir. Araştırma anketleri Ocak-Şubat 2018 yılında yapılmıştır.

Verilerin analizinde, öncelikle hane halklarının demografik ve sosyo-ekonomik özellikleri ortaya konulmuş, daha sonra sera sebzeleri satın alma davranışları analiz edilmiştir. Araştırmada hane halklarının sera sebzeleri satın almada dikkate aldıkları faktörlerin, değerlendirilmesinde beşli likert ölçeği kullanılmıştır. Hane halklarının sera sebzeleri satın almada önem verdikleri kriterleri ortaya koymak amacıyla ise Bulanık Eşli Karşılaştırma (Fuzzy Paired Comparison) yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntem, basit eşli karşılaştırma yöntemiyle benzerlik göstermektedir. Her ikisinde de tüketiciler iki amacı karşılaştırmaktadır. Diğer taraftan bu yöntemde, bir amacın diğerine göre tercih derecesi ortaya konulmakta ve ayrıca tüketicilerin iki amaç arasında kayıtsız kalmaları sağlanmaktadır (Klir and Yuan, 1995; Pedrycz and Gomide, 1998).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Hane halklarının demografik ve sosyo-ekonomik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgeye göre; görüşülen hane halkı üyelerinin %67.63'ü kadındır. %46.76'sı 36-55 yaşları arasındadır. %42.45'i lise mezunudur. %73.38'i evlidir. %56.84'ü çalışmaktadır.

Çizelge 1. Hane Halklarının Demografik ve Sosyo-Ekonomik Özellikleri

Özellikler		Sayı	%
Cinsiyet	Kadın	94	67.63
	Erkek	45	32.37
Yaş dağılımı	15-35 yaş	44	31.66
	36-55 yaş	65	46.76
	56 yaş üstü	30	21.58
Ortalama yaş		43.72	
Eğitim durumu	İlköğretim	42	30.21
	Lise	59	42.45
	Yükseköğretim	38	27.34
Ortalama eğitim süresi (yıl)		11.88	
Medeni durumu	Bekar	26	18.70
	Evli	102	73.38
	Eşinden ayrı	6	4.32
	Eşi vefat etmiş	5	3.60
Çalışma durumu	Çalışıyor	79	56.84
	Çalışmıyor	60	43.16
Konut sahipliği	Kendisinin	71	51.08
	Kira	44	31.65
	Kendisinin değil kirada ödemiyor	20	14.39
	Lojman	4	2.88
Hanede birey sayısı (kişi)	1-3	91	65.47
	≥4	48	34.53
Hanedeki ortalama birey sayısı			3.08
Hanenin aylık geliri (TL)	≤3500	51	36.69
	3501-5000	56	40.29
	≥ 5001	32	23.02
Hanenin ortalama aylık geliri (TL)		4554.32	

Hane halkı özelliklerine bakıldığında ise %51.08'inin kendi konutunda oturduğu, %65.47'sinin 1-3 arasında birey sayısına sahip olduğu, %40.29'unun ise 3501-5000 TL arasında aylık gelire sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Görüşülen hane halkı üyelerine sera sebzeleri konusunda bilgisi olup olmadığı sorulduğunda %10.79'u hiç bilgisi olmadığını, %31.66'sı az bilgisi olduğunu, %7.91'i kararsız olduğunu, %40.29'u bilgili olduğunu, %9.35'i ise çok bilgili olduğunu belirtmiştir. Hane halklarının %71.22'sinin sera sebzesi tükettiği saptanmıştır. Hane halkları sera sebzesi satın alacakları yer seçiminde sağlık şartlarının uygun olmasına, ürünlerin taze olmasına ve ürünleri seçerek alabilme imkanının olmasına öncelik vermektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Hane Halklarının Sera Sebzesi Satın Alma Yeri Seçiminde Önem Verdiği Faktörler

Faktörler	Hiç önemli değil (1)		Önemli değil (2)		Kararsız (3)		Kısmen önemli (4)		Kesinlikle önemli (5)		Ort.
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Sağlık şartları-temizlik	-	-	1	1.01	4	4.04	10	10.10	84	84.85	4.79
Ürün tazeliği	1	1.01	-	-	3	3.03	14	14.14	81	81.82	4.76
Seçerek alabilme	-	-	-	-	7	7.07	24	24.24	68	68.69	4.62
Ürün ve fiyat çeşitliliği	3	3.03	-	-	11	11.11	21	21.21	64	64.65	4.44
Alışkanlık	3	3.03	7	7.07	10	10.10	37	37.37	42	42.43	4.09
Yakınlık	7	7.07	6	6.06	26	26.27	25	25.25	35	35.35	3.76
Diğer alışverişleri de yapabilme	13	13.13	5	5.05	19	19.20	28	28.28	34	34.34	3.66
Eve yakın olması	8	8.08	14	14.15	20	20.20	25	25.25	32	32.32	3.60
Personel ve hizmet kalitesi	16	16.16	14	14.15	12	12.12	23	23.23	34	34.34	3.45
Ucuzluk	11	11.11	14	14.15	19	19.19	29	29.29	26	26.26	3.45
İndirim ve promosyon	23	23.23	18	18.19	15	15.15	20	20.20	23	23.23	3.02
Kredi kartı kullanımı	29	29.29	19	19.19	22	22.22	11	11.11	18	18.19	2.70

Hane halklarının sera sebzelerini satın aldıkları yerler incelendiğinde, sera sebzelerinin çoğunlukla semt pazarından satın alındığı, bunu sırasıyla manav ve süpermarket/ hipermarketlerin izlediği görülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Hane Halklarının Sera Sebzelerini Satın Aldıkları Yerler

Satın alma yeri	Sayı *	%
Semt pazarı	90	90.91
Manav	74	74.75
Seyyar satıcı	19	19.19
Süpermarket/hipermarket	72	72.73
Yakındaki işletmeler	24	24.24

*Birden fazla yanıt alınmıştır.

Hane halklarının sera sebzesi satın almada önem verdikleri kriterleri analiz etmek amacıyla Bulanık Eşli Karşılaştırma Yönteminden yararlanılmıştır. Bulanık Eşli Karşılaştırma yöntemi sonuçlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4'de verilmiştir. Elde edilen ağırlıklara göre hane halklarının sera sebzesi satın almaları sırasında etkili olan kriterler büyükten küçüğe sıralanmıştır. Araştırmada hane halklarının en fazla önem verdikleri kriterin fiyat olduğu saptanmıştır. Bunu önem düzeyine göre takip eden diğer kriterler ise sırasıyla; renk, şekil, koku ve lezzettir. Önem verilen en son kriter ise tazeliktir. Friedman testi sonuçlarına göre tercihler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Hane halklarının sera sebzesi satın alırken önem verdikleri bazı kriterlerin, diğerlerinin üzerinde tercih edildiğini söylemek mümkündür. Ayrıca Kendall's W değeri 0.257 olarak belirlenmiştir. Buna göre, sera sebzesi satın alma sırasında önem verilen kriterlerin ağırlıkları belirlenirken hane halklarının arasındaki uyumun zayıf olduğunu söylemek mümkündür.

Çizelge 4. Hane Halklarının Sera Sebzesi Satın Almaları Sırasında Etkili Olan Kriterlerin Önem Dereceleri

Kriterler	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Fiyat	0.572	0.296	0.019	1.000
Renk	0.493	0.164	0.000	0.937
Şekil	0.483	0.114	0.194	0.859
Koku	0.477	0.126	0.168	0.839
Lezzet	0.334	0.155	0.106	0.659
Tazelik	0.264	0.180	0.000	0.955

Friedman testi $p<0.01$ için anlamlıdır. Kendall's W: 0.257

4. SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre hane halkları sera sebzesi satın alacağı yeri belirlerken sağlık şartlarının uygun olmasına, ürün tazeliğine ve seçerek ürün alınabilmesine önem vermektedir. Adana'da yapılan bir araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Gül ve ark., 2008). Hane halkları sera sebzelerini çoğunlukla yerel pazarlardan satın almaktadırlar. Sebze satın almada tüketicilerin çoğunlukla yerel pazarları ve marketleri tercih ettiği daha önce yapılan araştırmalarda da ortaya konulmuştur (Gül ve ark., 2008; Akpınar ve ark., 2009; Doğan ve ark., 2014). Hane halklarının sera sebzesi satın alırken dikkate aldığı en önemli kriterler ise fiyat, renk ve şekildir. Gerek sebze tüketimin arttırılması, gerekse güvenilir ve sağlıklı sebzelere ulaşımın sağlanması açısında şüphesiz bazı önlemlere de ihtiyaç vardır. Hane halkları daha fazla sebze tüketmenin sağlığa yararları hakkında bilgilendirilmeli ve bu amaçla mevcut iletişim ve pazarlama kanalları çeşitliliğinden yararlanılmalıdır. Hane halklarına gelişmiş sera sebze güvenliği konusunda gerekli bilgi ve eğitimin verilmelidir. Hane halklarının ürünlerle ilgili fiyat, çeşitlilik ve yetiştirme yöntemi hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmalıdır. Tüketime sunulan tüm sera sebzeleri için gıda güvenliği sertifikası hazırlanmalıdır. Yerel pazarlarda pazarlama sisteminin verimliliği ve temizliği kamu kurumları tarafından izlenmeli ve kontroller artırılmalıdır. Sera sebzeleri ambalajlı sunulmalı ve içeriği konusunda bilgilendirici etiket taşımalıdır. Hane halklarının sertifikalı ve etiketli ürünleri tercih etmesi yönünde bilgilendirilmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

AKPINAR, M. G., ÖZKAN, B., KIZILAY, H., CEYLAN, F. (2008), Tüketicilerin yaş meyve sebze tedarik kanalı seçiminde etkili faktörler. 8.Türkiye Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Haziran, Bursa.

AKPINAR, M.G., ÖZKAN, B., ORAL, M.A., KIZILAY, H. (2009), Tüketicilerin yaş meyve sebze tedarik kanalı seçimi, modern (süper- hipermarket) perakendeciler, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 211-221.

ARSLAN, H., ENGİNDENİZ, S., ÇINAR, G. (2016), İzmir ili kentsel kesiminde odun dışı bitkisel orman ürünleri tüketiminin analizi üzerine bir araştırma, *E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(3),251-257.

BÜYÜK, C., SAYILI, M., ESENGÜN, K., HUDSON, D.M. (2002), Tüketicilerin yaş meyve ve sebze satın alma yerleri tercihlerini etkileyen faktörlerin analizi: Tokat ili örneği. Türkiye V. Tarım Ekonomisi Kongresi, 18-20 Eylül, Erzurum.

DOĞAN, H.G., ONURLUBAŞ, H.E., KIZILARSLAN, H.(2014), Edirne ili Keşan ilçesinde yaşayan tüketicilerin meyve sebze tüketim yeri tercihleri ve bunu etkileyen faktörler, *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*,12(2), 13-27.

DURMAZ, Y., BAHAR, R.(2011), Tüketicilerin satın alma davranışları üzerinde sosyolojik faktörlerin etkisinin incelenmesine yönelik bir çalışma, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(37), 60-77.

GÜL, M., YILMAZ, H., AKPINAR, M.G.(2008), Yaş meyve sebze tüketim ve harcama yapısı: Adana ili örneği, 8. Türkiye Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Haziran, Bursa, s.133-144.

GÜNDEN, C., MİRAN, B., KARAHAN UYSAL, Ö., KENANOĞLU BEKTAŞ, Z.(2008), İzmir ilinde gıda güvenliği kalite ve fiyat açısından tüketicilerin yaş meyve ve sebze satın alma yeri tercihlerinin analitik hiyerarşi süreciyle belirlenmesi, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, cilt.45, 29-40.

GÜNDEN, C., THOMAS, T.(2012), Assessing consumer attitudes towards fresh fruit and vegetable attributes, *Journal of Food, Agriculture & Environment* ,10(2), 85-88.

GÜNDEN, C., TÜRKEKUL, B., MİRAN, B., ABAY, C., AKGÜNGÖR, S.(2010), Consumer preferences for purchase places of organic fruits and vegetables in Turkey, *Journal of Food, Agriculture & Environment,* 8(1), 144-149.

KENANOĞLU BEKTAŞ, Z., MİRAN, B., UYSAL, Ö., GÜNDEN, C., CANKURT, M. (2010), Dondurulmuş gıda ürünlerine yönelik tüketici tercihleri: İzmir ili örneği, *E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (3), 211-221.

KLİR, G.J., YUAN, B. (1995), *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Application*. Prentice Hall, New Jersey, p. 574.

NEWBOLD, P. (1995), *Statistics for Business and Economics*. Prentice-Hall International, New Jersey.

ONUR, N., SARPER, F., ONUR, F. (2017), The cases of consuming vegetables and fruit of the families in different socio-economic levels, *Journal of Tourism and Gastronomy Studies* 5(1), 105-123.

PEDRYCZ, W., GOMİDE, F. (1998), *An Introduction to Fuzzy Sets. The MIT Press*, Massachusetts, p.465.

RAKICIOĞLU, N., FİDANCI, G., KIRAL, S. (2002), Sebze ve meyve tüketimine etki eden etmenlerin saptanmasına yönelik bir çalışma, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 31(1), 18-31.

TÜİK, 2017, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları-2016, Ankara, www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi:20 Haziran 2017).

UĞUR, A., GÖK, Y., UĞUR GÖK, H. (2014), Impact of socio-cultural and economic factors on vegetable consumption behaviours: case of Giresun Province, Turkey, *Food Science and Technology*, 34(4), 688-693.

YÜZBAŞIOĞLU, R. (2018), Bireylerin organik sebze-meyve tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi (Tokat ili merkezi örneği), *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 433–439.

TÜRKİYE'DE YUMURTA ÜRETİMİ, TÜKETİMİ, İHRACATI VE GELECEĞİ

Öğr.Gör.Dr.Bahar Aydın Can
Kocaeli Üniversitesi /Arslanbey MYO/ Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü
baharcan@kocaeli.edu.tr

Özet
Yumurta sağlıklı beslenmede hayvansal protein açığının azaltılmasında önemli bir üründür. Türkiye her yıl artan yumurta üretimiyle ilk 10 ülke içinde yerini korumakta, dünyada 8.sırada yer almaktadır. 2018 yılı ihracat rakamlarına göre Türkiye, açık ve kapalı ticari yumurta üretimi yapan 2051 adet işletme, 4025 kümes, 19643711 bin adet yumurta üretimiyle, ihracatta Hollanda'dan sonra 2. sıradadır. Türkiye yumurta üretiminin yaklaşık %27'sini ihracatta değerlendirmektedir. Kişi başı yumurta tüketimimiz son 10 yılda %30.37'lik artışla 214 adete ulaşmıştır. Ancak, yumurta tüketimi bakımından sağlıklı beslenmede önerilen yıllık 300 adet/ kişi tüketim seviyesine ulaşmak için, yeterli düzeyde değildir. Bu çalışmada, Türkiye'nin yumurta üretimi, tüketimi ve ihracatı bakımından durumu istatistiksel verilerle incelenerek, ihtiyacı, gelecekteki durumu ve tüketim gereksinimi ortaya konulmuştur. Çalışmanın ana materyalini, TUİK, FAO, YUM-BİR, IEC vb. kurumlardan elde edilen veriler ile daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular oluşturmaktadır. Elde edilen 2007-2018 dönemine ait veriler yüzde, indeks ve gereksinim hesaplamaları yapılarak çizelgeler halinde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yumurta üretimi, yumurta tüketimi, ihracat, Türkiye, gereksinim.

EGG PRODUCTİON, CONSUMPTİON, EXPORTATİON AND ITS FUTURE İN TURKEY

Abstract
Eggs have a significant role in reducing animal protein deficit in a healthy nutrition. With its increasing production, Turkey is ranked 8th in the world, and still keeps its place within the top 10 countries with the highest egg production rates. According to the export data of 2018, Turkey is ranked 2nd in exportation of eggs following the Netherlands with 2051 commercial egg production facilities, 4025 poultry houses and 19.643.711 eggs. Turkey exports approximately 27% of its entire egg production. The country's egg consumption has reached 214 eggs per person in the last 10 years with 30.37% increase. However, this total consumption amount is still not sufficient to meet 300 eggs/person in a year suggested for a healthy diet. In this study, the current state of Turkey in terms of egg production, consumption and exportation is analyzed through statistical data, and the needs, prospective conditions, and consumption requirements are presented. The primary material of the study includes data received from institutions, such as TUIK (Turkish Statistical Institute), FAO (Food and Agriculture Organization), YUM-BIR (Egg Producers Central Association), IEC (International Electrotechnical Commission), etc., and the findings obtained from previous studies. The data for the period between 2007 and 2018 are given in a charts where all percentage, index and requirement calculations are presented.

Keywords: Egg production, egg consumption, export, Turkey, requirement.

1.GİRİŞ
Tarım sektörü, insanoğlunun beslenme ihtiyacının karşılanmasında en temel sektör durumundadır. Tarım bünyesinde bitkisel ve hayvansal üretim faaliyetini bir arada bulunduran bir sektördür. Gelişmiş ülkelerin tarımsal yapısında hayvansal üretim, bitkisel üretimin önünde gelmektedir. Türkiye'de ise tarım sektörünün %65'ini bitkisel, %25'ini hayvancılık,%7'sini su ürünleri ve %3'ünü ormancılık oluşturmaktadır. TUİK 2018 yılı verilerine göre, hayvansal üretimin içerisinde kümes hayvanlarının %64.9'unu et tavuğu, %35.1'ini yumurta tavuğu, %1.5'ini hindi, ördek ve kaz oluşturmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de ekonomik değeri yüksek olduğu için eti ve yumurtası için en yaygın olarak yetiştirilen kümes hayvanı tavuktur. Son 10 yıl içerisinde yumurta üretimindeki artışta dünyadaki artış oranı %2.56 iken, Türkiye'de bu oran %34 ile büyük bir ivme kaydetmiştir. 2017 dünya yumurta üretiminde Çin 31338 bin ton ile ilk sırada yer almaktadır. Bunu 6258 bin ton ile ABD

ve 4847 bin ton ile Hindistan takip etmektedir. Türkiye 1205 bin ton yumurta üretimi ile dünyada 8. sıradadır.

Yumurta yeterli ve dengeli beslenmede insan sağlığında hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında önemli rol oynamaktadır. Aynı zamanda protein ihtiyacının karşılanmasında kolaylıkla temin edilebilen hayvansal kaynaklı önemli bir besindir. Türkiye'de kişi başı yumurta tüketimi 2017 yılında Uluslararası Yumurta Konseyi(IEC) verilerine göre 214 adet, FAO istatistik hesaplamalarına göre 202 adet gerçekleşmiştir. Ülkelere göre 2017 yılında yumurta tüketimi Japonya'da 333, Çin'de 307, Rusya'da 305, ABD'de 277, Almanya'da 230, Brezilya'da 192 adettir. Türkiye 214 adet kişi başı yumurta tüketimiyle, 215 adet ile İtalya 'ya en yakın ülke durumundadır. Fakat sağlıklı besleme için önerilen yıllık 300 adet/ kişi tüketim seviyesine ulaşmak için, yeterli düzeyde değildir. Dünyada 2017 yılında yaklaşık 2179 bin ton yumurta ihracatı gerçekleştirilmiştir. Bu ihracatta %19 ve 405 bin ton yumurta ile Hollanda lider konumdadır. Dünya yumurta ihracatının %16'sını karşılayan Türkiye, 348 bin ton ihracat ile 2. sırada yer almaktadır. Diğer önemli ülkeler ise Polonya, Almanya ve ABD'dir. Ülkelerin yıllar itibariyle ihracat miktarları incelendiğinde; en büyük artışın Türkiye ve Polonya'da olduğu görülmektedir. Türkiye ürettiği yumurtanın yaklaşık % 27'sini ihracatta değerlendirmektedir(YUMBİR-2018). Türkiye'de ve farklı ülkelerde yumurta üretimi, tüketimi ve ticareti üzerine bazı araştırmaların yapıldığı görülmektedir (Çelik ve Şengül, 2001, Durmuş ve ark, 2007; Şekeroğlu ve Pekin, 2009; Filik ve Boga, 2016; Conrad ve ark., 2017; Kralik ve ak., 2017; Parlakay ve ark., 2017; Demircan ve ark., 2018; Eleroğlu ve ark., 2018; İslam ve ark., 2018; Marventano ve ark., 2019; Caratus Stanciu, 2019; Szollosi ve ark, 2019). Ancak güncel verilerle yumurta üretimimizdeki durumu ve gelecekteki ihtiyacımızı ortaya koyan, üreticilere, yumurta ticareti ile uğraşanlara rehber olabilecek çalışmalara da ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin yumurta üretimi, tüketimi ve ihracatı bakımından durumu istatistiksel verilerle incelenerek, ihtiyacı, gelecekteki durumu ve tüketim gereksinimi ortaya koymak ve sonuçlarını değerlendirmektir. Çalışmanın ana materyalini, TUİK, FAO, YUM-BİR, IEC vb. kurumlardan elde edilen veriler ile daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular oluşturmaktadır. Elde edilen 2007-2018 dönemine ait veriler yüzde, indeks ve gereksinim hesaplamaları yapılarak çizelgeler halinde sunulmuştur.

2. TÜRKİYE'DE YUMURTA ÜRETİMİ

Türkiye yumurta tavukçuğu sektöründe dünyada önemli üretici ve ihracatçı ülke olarak sektörde yerini korumaktadır. Türkiye'de kırmızı et üretimi son yıllarda yüksek maliyet ve ekonomik kriz gibi nedenlerle azalmaktadır. Kırmızı et bu açıdan, hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle tavuk yumurtası ve eti ihtiyaç duyulan proteinin karşılanmasında önemli yer tutmaktadır.

Türkiye dünya yumurta üretiminde 8. sırada, Avrupa'da ise 3. sırada yer almaktadır. Bu rakamlar üretim potansiyeli bakımından sektörün iyi durumda olduğunun göstergesidir. Yıllar itibariyle Türkiye'deki yumurta üretimi ve kişi başı yumurta üretimi Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi 2009-2018 döneminde artan nüfus miktarıyla birlikte yumurta üretimine paralel olarak kişi başı yumurta üretimi de artış göstermiştir. Yumurta üretimindeki artış oranı, kişi başı yumurta üretimine göre daha fazla oranda meydana gelmiştir. 2009 yılında 13833 milyon adet olan yumurta üretimimiz 2018 yılında %30 artışla 19644 milyon seviyesine ulaşmıştır. Dünya nüfusundaki hızlı artış ve tavuk yumurtasından devam eden periyotta hızlı ürün alınması, yumurta üretimini cazip hale getirmektedir. Günümüzde 7 milyar olan dünya nüfusunun ise 2020 yılında 7,5 milyar olacağı tahmin edilmektedir. Bu bağlamda gerek kanatlı et tüketimi gerekse yumurta tüketimi nüfus artışına paralel olarak ve Asya kıtasındaki gelişmelere bağlı olarak artması beklenmektedir(Yılmaz, 2016).Bu nedenle de üretimimiz her yıl artarak devam etmektedir.

Çizelge 1. Yıllar İtibariyle Türkiye'de Nüfus, Toplam Yumurta Üretimi ve Kişi Başına Yumurta Üretimi

Yıllar	Nüfus (1000 kişi)	İndeks (2009=100)	Yumurta Üretimi (milyon adet)	İndeks (2009=100)	Üretim (adet/fert/yıl)	İndeks (2009=100)
2009	72561	100	13833	100	191	100
2010	73723	102	11840	83	161	81
2011	74724	103	12955	92	173	90
2012	75627	104	14911	93	197	103
2013	76668	105	16497	116	215	111
2014	77696	107	17145	119	221	114
2015	78741	108	16728	117	212	110
2016	79815	109	18098	124	227	116
2017	80811	110	19281	128	239	120
2018	82004	112	19644	130	240	120

Kaynak: TUİK, 2018

2. TÜRKİYE'DE YUMURTA TÜKETİMİ VE GEREKSİNİMİ

İnsanların yeterli ve dengeli beslenmesinde hayvansal proteinli gıdalar önemli rol oynamaktadır. İnsan beslenmesinde, günlük protein ihtiyacının yarısının hayvansal proteinlerden karşılanması gerekmektedir. Türkiye'de hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında kolay bulunması ve diğer hayvansal proteinli gıdalara göre ucuz olması nedeniyle yumurta daha çok tüketilmektedir. Çizelge 2'de yıllık kişi başı yumurta tüketimi, üretim miktarına ithalat miktarımız eklendikten sonra ihracat miktarımızın düşülerek, toplam nüfusa bölünmesiyle hesaplanmıştır. FAO verilerine göre 2008 yılında 202 adet olan kişi başı yumurta tüketimi, 2017 yılında da 202 adet ile aynı seviyede yerini korumuştur. YUM-BİR istatistik verilerine göre de 2017 yılında kişi başı yumurta tüketimimiz 214 adet olarak hesaplanmıştır. Sağlıklı beslenme için yılda 300 adet yumurta tüketilmesi önerilmektedir. Türkiye'de yumurta tüketimi henüz istenen seviyeye ulaşamamıştır. 2017 yılında dünya yumurta tüketimi ülkeler bazında incelendiğinde, değişken yumurta tüketimleri ve alışkanlıkları göze çarpmaktadır. Japonya yıllık ortalama 333 adet yumurta tüketimi ile ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada en yüksek yumurta tüketimi 307 adet ile Çin'e aittir. Türkiye 214 adet yumurta tüketimi ile 215 adet yumurta tüketimi olan İtalya'ya en yakın ülke olarak orta sıralarda yer almaktadır.

Türkiye'deki yumurta tüketiminde ulusal, şehir ve köy ortalamaları hesaplanarak bulunan değerler Çizelge 3'de verilmiştir. Toplam tüketimin yaklaşık%74'ü şehirler oluşturmaktadır. Türkiye yumurta üretiminde kendi kendine yeterli olan bir ülkedir, fakat tüketimde yıllık 300 adet seviyesine ulaşmak ve daha uygun fiyatla satın alınması için daha fazla üretime ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca yumurta ihracatımızda gelecekteki hedeflerimize ulaşmak için de üretim potansiyelimizi arttırmak gerekmektedir.

Çizelge 2.Yıllar İtibariyle Türkiye'de Kişi Başı Yumurta Tüketimi

Yıllar	Üretim (ton)	İthalat (ton)	İhracat (ton)	Tüketim (ton)	Tüketim (milyon adet)*	Kişi Başı Tüketim (adet/fert/yıl)
2008	824419	843	77518	747626	14201	202
2009	864545	725	89644	775595	14732	207
2010	740025	694	131610	609263	11573	160
2011	809668	848	206281	604392	11480	156
2012	931923	1005	244083	688347	13075	175
2013	1031047	507	281370	750915	14264	188
2014	1071587	1238	289541	784013	14892	193
2015	1045469	1967	277934	769305	14613	187
2016	1131100	1861	289364	843597	16024	201
2017	1205075	1714	348208	858581	16308	202

Kaynak:FAO,2017, * 1 ton= 18995 adet olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. Türkiye'de Yumurta Tüketimi ve Gereksinimi

	Tüketim (milyon adet/gün	Tüketim (milyon adet/yıl)	Gereksinim (milyon adet/yıl/Türkiye)*
Türkiye	43	16024	23853
Şehir	32	11848	17684
Köy	11	4133	6170

Kaynak:FAO,2017

*Sağlıklı beslenme için önerilen yıllık kişi başı tüketim 300 adet olarak alınmıştır.

3. TÜRKIYE YUMURTA İHRACATI VE DÜNYA'DAKİ DURUMU

Türkiye bugün dünya yumurta ihracatında önemli bir konuma gelmiştir. 2018 yılı verilerine göre 22890 milyon adet üretilen yumurtanın 6614 milyon tonu ihraç edilmiştir(Çizelge 4). 2008-2017 dönemi incelendiğinde genel olarak ihracat miktarımızda artışın olduğu görülmektedir. Son 7 yılda yumurta ihracatımız %27'ler seviyesi ile dünya ihracatındaki yerini koruyan önemli bir ülkedir. Ülkeler bazında yumurta ihracatı bakımından Çizelge 5 incelendiğinde Hollanda'nın % 18.63 ile ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Türkiye'de %15.98'lik payı ile dünya yumurta ihracatında en fazla ihracat yapan 2. ülkedir. En fazla ihracat yaptığımız ülkeler ve oranları % 71 Irak, %10 Suudi Arabistan, %4 Katar, %2 ile Birleşik Arap Emirlikleri ve Azerbaycan olmaktadır(YUM-BİR, 2018) Üretim maliyetlerinin yüksek olması ve rakip ülkelerdeki devlet desteklerinin yüksek olması ihracatta rekabeti zorlamaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2018 yılında tavuk yumurtası için ihracat desteği 40TL/1000 adet 'dir. İhracatta yapılan destek miktarlarında artış olmasına rağmen, rekabet ettiğimiz ülkelerin seviyesine ulaşabilmek için daha fazla desteklenmesi gerekmektedir.

Çizelge 4. Türkiye Yumurta İhracatının Üretimdeki Payı

Yıllar	Üretim (milyon adet)*	İhracat (milyon adet)*	Payı (%)
2008	15660	1472	9.40
2009	16422	1703	10.36
2010	14057	2499	17.78
2011	15380	3918	25.47
2012	17702	4636	26.19
2013	19585	5345	27.28
2014	20355	5499	27.01
2015	19859	5279	26.58
2016	21485	5496	25.58
2017	22890	6614	28.89

Kaynak: FAO, 2017 1ton: 18995 adet olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.Yıllar İtibariyle Dünya Yumurta İhracatında En Fazla İhracat Yapan Ülkelerin Payları

Ülkeler	2013 (%)	2014 (%)	2015 (%)	2016 (%)	2017 (%)
Hollanda	23.80	21.43	20.52	17.57	18.63
Türkiye	14.24	13.83	10.51	14.53	15.98
Polonya	10.81	9.8	11.27	11.78	12.14
Almanya	6.16	7.19	6.86	7.84	6.83
ABD	7.33	8.75	8.01	7.55	6.39
Malezya	4.65	4.45	4.61	5.25	5.33
Çin	4.61	4.46	4.64	5.13	3.95
Belçika	3.43	3.10	3.84	4.50	3.62
İspanya	2.99	2.84	4.33	3.89	4.47
Fransa	1.94	2.11	2.11	1.87	1.59
Hindistan	1.21	1.26	1.66	1.33	1.23
Ukrayna	1.91	2.68	2.86	1.20	4.07
Brezilya	0.90	1.07	1.30	0.91	0.72
Letonya	0.63	0.66	0.73	0.95	0.95
Diğerleri	1.39	16.37	16.75	15.70	14.10
TOPLAM	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Kaynak: FAO, 2017

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye yumurta tavukçuluğunda diğer hayvancılık alanlarına göre gelişmiş durumdadır. Ancak yem maliyetlerinin yüksek olması ve çoğu yemin hammadde teminin de dışa bağımlı olmamız rekabette zorlayıcı unsur oluşturmaktadır. Yumurta üretimimizin %28'ini ihraç etmemize ragmen, tüketim düzeyimiz sağlıklı beslenme için istenilen seviyeyi henüz yakalayamamıştır. Hayvansal protein tüketiminde yumurta, ülkemiz için önemli bir besin olmaktadır. Ucuz ve yemek çeşidi olarak da kullanım için pratik olması nedeniyle de tercih edilen bir gıdadır. Fakat üretim maliyetlerinin yüksek ve ihracatta daha fazla değer kazanması nedeniyle iç piyasada uygun fiyatla tüketiciler tarafından satın alınamamaktadır. Kişi başı yıllık 300 adet tüketim seviyesine ulaşılabilmesi için, üretim aşamasında tesis kurulması, genişletilmesi için verilen teşvikler ile ihracatta yapılan teşvikler yetersiz kalmaktadır.

Özellikle yem konusunda yapılacak teşvik desteğiyle tavuk yumurtası üretiminde artış sağlanabilecektir. Türkiye'de yumurta tavukçuluğu yapan işletmelerden sadece 66 tanesi damızlık yumurtacı niteliğindedir. Bu sebeple yumurtacı hayvan materyali temininde dışa bağımlı olmamız büyük sorun oluşturmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde bu durum devlet desteği ile karşılanırken, gelişmiş ülklerde büyük şirketler tarafından yapılmaktadır. Ülkemizde de ıslah çalışmaları konusunda devlet, üniversite ve özel sektör işbirliği ile önemli projeler geliştirilerek yumurta tavukçuluğu sektörü desteklenmelidir. Yumurta ihracatımızda ihracat yaptığımız ülkeler daha çok Orta Doğu ülkelerinden oluşmaktadır. Avrupa ülkelerine de ihracatımızın arttırılması için, uluslararası standartlarda üretim için gerekli koşulların sağlanmasında teşvik edici uygulamalar devlet tarafından desteklenmelidir. Özellikle organik yumurta, gezen tavuk yumurtası üretimi için yatırım yapmayı düşünen üreticilere yapılacak eğitimlerle verilecek bilinçlendirilme çalışmaları üretim için özendirici olabilecektir. Ülkemizde yumurta tüketimi, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü tarafından, verilecek bilinçli beslenme konusundaki eğitimlerle ve ihtiyaçlı ailelere yapılacak desteklerle arttırılabilecektir.

KAYNAKÇA

CARATUS STANCIU, M.(2019), Study regarding the egg's consumption and the perception regarding, *Management Economic Engineering In Agriculture And Rural Development,* 19(2), 35-40.

CONRAD, Z., JOHNSON LUANN, K., ROEMMICH JAMES, N., JUAN,W., JANS, L.(2017), Time trends and patterns of reported egg consumption in the US by sociodemographic characteristics, *Nutrients,* 9(4), 333.

ÇELİK, Y., ŞENGÜL, T.(2001), Şanlıurfa ili kentsel alanında tüketicilerin yumurta tüketim düzeyleri ve tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi, *Hayvansal Üretim*, 42(2), 53-62.

DEMİRCAN, V., ONCEBE, S., TERZİ S.N.(2018), Determining egg consumption level and preferences of families in Isparta province in Turkey, Management Economic Engineering In Agriculture And Rural Development, 18(2), 155-162.

DURMUŞ, İ., ERDOĞAN DEMİRTAŞ, Ş., CAN, M., KALEBAŞ, S.(2007), Ankara ilinde yumurta tüketim alışkanlığının belirlenmesi, *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*,7(1), 42-45.

ELEROĞLU, H., BİRCAN, H., ARSLAN, R.(2018), Yozgat il merkezinde yumurta ve tavuk eti tüketimi üzerine etki eden faktörler, *Tavukçuluk Araştırma Dergisi,* 15 (1), 29-33.

FAO,2017. Livestock Statistics http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor (Erişim: 27.11.19).

FİLİK, G., BOGA, M.(2016), Turkish Republic" egg production rising brand in Europe, *Scientific Papers-Series D-Animal Science*, 59, 189-192.

KRALIK, I., ZELIC, A., KRALIK, G.(2017), Influence of socio-demographic characteristics of examinees on the awareness of egg quality and consumption, *Interdisciplinary Management Research-Interdisziplinare,* 13, 1193-1205.

MARVENTANO, S., GODOS, J., TIERI, M., GHELFI, F., TITTA, L., LAFRANCONI, A., GAMBERA, A., ALONZO, E., SCIACCA, S., BUSCEMI, S.(2019), Egg consumption and human health: an umbrella review of observational studies, *International Journal of Food Sciences and Nutritio*n, Last Articles, 1-8.

IEC, 2017. International Egg Comission Annual Review 2017.

ISLAM, M.J., ABU SAYEED, M., AKHTAR, S., HOSSAİN, M.S., LIZA, AA.(2018), Consumers profile analysis towards chicken, beef, mutton, fish and egg consumption, *British Food Journal*, 120(12), 2818-2831.

PARLAKAT, O., ARSLAN DURU, A., AKIN, Y.(2017), Tüketicilerin yumurta tüketim tercihlerinin belirlenmesi: Uşak ili örneği, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* 34(2), 108-115.

SZOLLOSI, L., SZUCS, I., HUZSVAI, L., MOLNAR, S.(2019), Economic issues of Hungarian table egg production in different housing systems, farm sizes and production levels, *Journal Of Central European Agriculture*, 20(3), 995-1008.

ŞEKEROĞLU, A., PEKİN, A.(2009), Dünyada ve Türkiye'de yumurtacı hibritlerin performansındaki gelişmeler, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1), 39-46.

TUİK ,2018. Hayvansal Üretim Veri Tabanı. http://www.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul

. (Erişim tarihi:27.11.19)

YILDIZ, T.(2016), Tavukçuluk sektör analizi, *T.C. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı,* 1-52.

Yumurta Üreticileri Merkez Birliği, 2018. Yumurta Tavukçuluğu Verileri.

https://www.yum-bir.org/UserFiles/File/yumurta-veriler2019web.pdf(Erişim Tarihi: 27.11.19)

PATATES CİPSİ ATIKSULARININ MİKROALG İLE ARITIMI

Dr. Öğr. Üyesi Kadriye OKTOR
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
oktor@kocaeli.edu.tr

Özet
Hızlı nüfus artışı ve buna paralel gıda endüstrisinin üretim artışı doğrudan çevre kirliliğine yol açmaktadır. Atıksu miktarının artışı ve uygun arıtma sistemleri kullanılarak arıtılmadan önce alıcı ortama verilen atıksularda yüksek miktarda bulunan azot ve fosfor elementleri ötrofikasyona neden olarak ekosisteme zarar vermektedir. Alıcı ortama verilen sular, farklı pH aralığı ve toksik etkisiyle çevre kirliliğine yol açmaktadır. Gıda endüstrisi atıksularında yoğun olarak bulunan nütrientleri uzaklaştırmak için çeşitli prosesler geliştirilmiştir. Fakat bu yöntemler maliyet olarak ve uygulama açısından kolaylık sağlamaması nedeniyle tercih edilmemektedir. Çevreye zararının olmamasından ve atıksularda başlıca yer alan azot, fosfor ve nütrientler için giderim veriminin çok yüksek olmasından dolayı mikroalgler tercih edilmektedir. Bu çalışmada gıda endüstrisinde olan patates cipsi ve türevleri atıksuyunun mikroalg ile arıtılabilirliği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikroalg, gıda endüstrisi, patates cipsi atıksuyu, arıtılabilirlik.

TREATMENT OF POTATO CHIPS WASTEWATER WITH MICROALGA

Abstract
The rapid increase in population and consequently the increase in production of the food industry directly lead to environmental pollution. Increased amount of wastewater and high levels of nitrogen and phosphorus elements in wastewater supplied to receiving environment before being treated using appropriate treatment systems cause eutrophication and damage the ecosystem. Water supplied to the receiving environment causes environmental pollution due to its different pH range and toxic effect. Various processes have been developed to remove nutrients that are densely present in the food industry wastewaters. However, these methods are not preferred because they do not provide convenience in terms of cost and application. Microalgae are preferred due to the fact that there is no harm to the environment and the removal efficiency is very high for nitrogen, phosphorus and nutrients which are mainly used in wastewaters. In this study, microalgae treatability of potato chips and derivatives wastewater in food industry was investigated.

Keywords: Microalgae, food industry, potato chips wastewater, treatability.

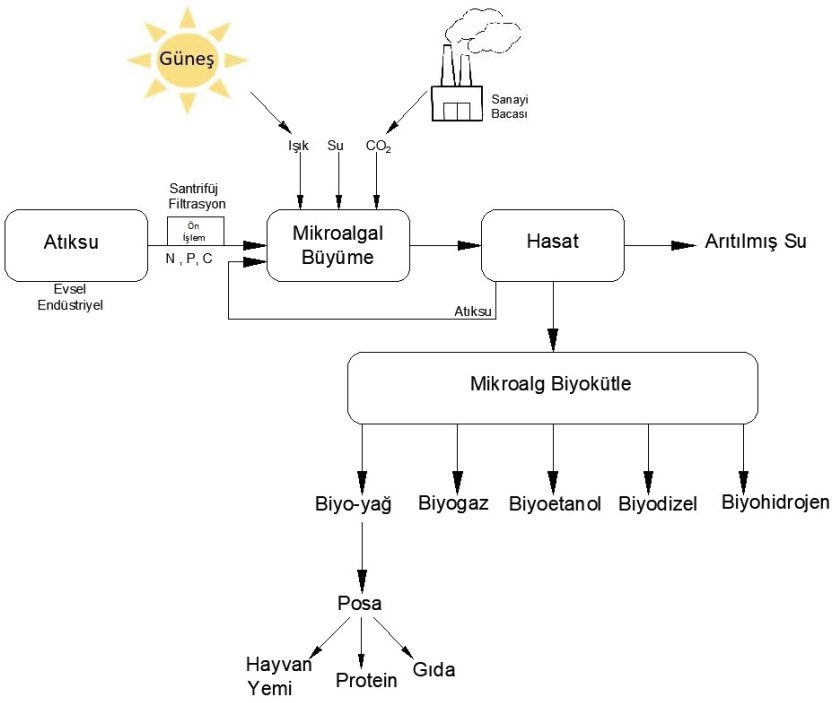
1. GİRİŞ
Nüfus artışı, küresel ısınma, fosil yakıtların tükenme riski, artan gıda ve enerji ihtiyaçları bu yüzyılın karşı karşıya kaldığı en büyük problemlerdendir. Tükenen fosil yakıtlara alternatif daha çevre dostu sürdürülebilir temiz yakıt arayışı araştırmacıların dikkatini mikroalglere çekmiştir. Mikroalglerden enerji eldesi çalışmaları yaklaşık 80 yıldır devam etmektedir. Büyüme ortamı olarak atıksu arıtma tesislerinin kullanımı, fabrika bacalarından çıkan CO_2 den yararlanma mikroalgleri ekonomik ve çevre dostu kılmıştır. Kentsel atıksu arıtma tesisleri kullanılarak mikroalg yetiştirme çalışmaları bazı ülkelerde uygulanmaktadır. Endüstriyel atıksularda da mikroalg büyütme çalışmaları araştırılmaktadır (Nizami ve ark 2017, Lam ve ark. 2018).

Son yıllarda patates endüstrisi dünya çapında hızlı bir büyüme gerçekleştirmiştir. Patates endüstrisi, ürettiği çok miktarda organik atıkla tanınır. Patates, yaklaşık % 18 nişasta, % 1 selüloz, protein ve karbonhidrat gibi çözünmüş organik bileşikler içeren % 81 su içerir. Patateslerin patates cipsi olarak işlenmesi temel olarak soyulmuş patateslerin dilimlenmesini, dilimlerin soğuk suda yıkanmasını, durulamayı, kısmen kurumasını ve yağda kızartmayı içerir. Patates işleme atıksularının doğru şekilde arıtılması, çevre üzerindeki istenmeyen etkileri en aza indirmek için gereklidir. Patates endüstrisi yüksek oranda nişastaya sahiptir ve atıksuları hazırlık aşamalarında, depolama, kabuk soyma, yıkama ve ağartma sürecinde yoğun olarak oluşmaktadır. İçeriğindeki karbonhidratlar, nişasta içeren

bileşikler, proteinler, vitaminler, pektinler ve şekerler KOI (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) ve BOI (Biyolojik Oksijen İhtiyacı) parametrelerinin yüksek olmasından sorumludurlar (Kobya ve ark. 2005, Hung ve ark. 2006). Atıksuların arıtılmadan çevreye deşarj edilmeleri ciddi çevre sorunlarına neden olur. Patates kızartması ve kurutulmuş patates işleme tesisi, ortalama 200.000 kişilik bir şehirdeki atık yüküne neden olabilir. 13.600 ton patatesi işlemek için yaklaşık 230 milyon litre su gereklidir. Bu üretilen her kilogram patates için yaklaşık 17 litre atığa eşittir. Çiğ patates işleme atıkları, 10.000 mg/L KOİ içerebilmektedir. Bu atıksuların arıtımı için biyolojik, kimyasal ve ileri arıtım yöntemleri uygulanmaktadır.

Mikroalgler fotosentetik özelliğe sahip karbonhidrat, protein, lipid ve vitamin içeren en küçük mikroorganizmalardır. Türe göre değişmekle birlikte yaklaşık % 15-77 oranında yağ içerebilmektedir. Büyümeleri için ışık, sıcaklık, besin maddesi, karışma süre ve hızı ve pH etken faktörlerdir (Shihira ve ark 1965). Biyolojik arıtma metodları arasında kullanımları son 50 yıldır büyük önem kazanmıştır. Mikroalglerle bakteriler arasında organik yükü fazla olan atıksularda ortak bir ilişki vardır. Mikroalgler fotosentez yaparak oksijen üretir bakterilerde bunu kullanarak karbondioksit ve nütrient üretirler. Oksidasyon sonucu ortaya çıkan karbondioksit ve nütrientler, mikroalgler tarafında büyüme ve biyokütle üretimi için kullanılırken atıksu arıtımı da sağlanmış olur (Şekil 1.). Böylelikle mikroalgler atıksu arıtımına önemli ölçüde katkı sağlamış olurlar (Şen ve ark. 2013, Oktor 2018).

Bu çalışmada organik yükü fazla olan patates cipsi atıksularında mikroalg büyümesi dolayısıyla arıtımı araştırılmıştır.



Şekil 1. Mikroalgal Biyokütle Dönüşüm Sistemi (Atıksu Arıtımı, CO_2 Azaltımı ve Değerli Ürünler Eldesi)(Oktor 2018).

2. MATERYAL VE METOD

Patates cipsi atıksuyu, Kocaeli İli' nin doğu bölgesindeki fabrikanın proses çıkış suyu olarak 5 L' lik plastik kapta alınmıştır. Deneyler Kocaeli Üniversitesi Araştırma Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Kocaeli Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü Biyoteknoloji Laboratuvarından temin edilen *Chlorella variabilis* mikroalg türü kullanılmıştır. *Chlorella variabilis,* vitamin, protein, mineral, aminoasit, nükleik asitler temel yağ asitleri, enzimler ve karotenoid, demir,

iyot, çinko, magnezyum, fosfor ve kalsiyum barındıran tek hücreli *Chlorella* ailesinden bir mikroalgdir. .

Ham atıksu öncelikle 4000 rpm de santrifüj edilerek içerisindeki katı partiküllerden ayrılmıştır. Daha sonra farklı oranlarda (% 0-20-30) şebeke suyu ile seyreltilerek besi ortamı haline getirilmiştir. 1000 ml'lik 3 adet erlen reaktör olarak kullanılmıştır. 800 ml olarak çalışılan örnekler 21 gün boyunca inkübasyonda tutulmuş, WİTEG marka ısıtma plakalı manyetik karıştırıcıda 25 ± 2 C° ve 250 rpm hızda çalkalanmıştır. Reaktörlerin havalandırılması TETRA APS 300 marka 300 lt/saat kapasiteli hava pompası ile yapılmıştır. 21 günün sonunda deney sonlandırılmış atıksu örneklerinde yapılan analizler sonucu verim hesaplanmıştır. Buna göre KOI giderim verimi % 30 seyrelme oranında % 90, TP giderimin % 20 seyrelme oranında %96, TN giderimin % 30 seyrelme oranında % 85 olarak bulunmuştur. Kobya ve ark 2006, patates cipsi atıksularının elektrokoagülasyon yöntemiyle arıtımı çalışmalarında KOI giderim verimini % 60 olarak bulmuşlardır.

3. SONUÇ

Patates Cipsi atıksuyunun Chlorella variabilis mikroalginin büyümesine ve kirlilik giderimine uygun olduğu gözlenmiştir. Gelecekte mikroalglerden biyoenerji eldesi çalışmalarında bu atıksuyun kullanılması hem verimi artırabilecek hem de maliyetleri azaltabilecek etkide olabilir.

TEŞEKKÜR

Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu' na (2019 Yılı Su ve Atıksu Laboratuvarı AR-GE desteği) teşekkür ederim. Bu çalışmada mikroalg kültürü için Kocaeli Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Biyoteknoloji Labaratuarına teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

KOBYA, M., HİZ, H., SENTÜRK, E., AYDINER, C., DEMİRBAS, E. (2006), Treatment of potato chips manufacturing wastewater by electrocoagulation, *Desalination*, 190, 201-211.

LAM, M.K., TAN, X.B., UEMURA, Y., LİM, J.W., WONG, C.Y., LEE, K.T. (2018), Cultivation of microalgae for biodiesel production: A review on upstream and downstream processing, *Chinese Journal of Chemical Engineering* 26, ss. 17-30.

NİZAMİ,A.S., QARİ, H., REHAN, M. (2017). Key Issues in Microalgae Biofuels: A short Review, *Energy Procedia*, 142, ss. 898-903**.**

OKTOR, K. (2018). Mikroalglerin Çevre Teknolojilerindeki Yeri, A. AKDOĞAN EKER, F. İ. TÜRKDOĞAN, F. G. İSKENDER, N. TÜFEKÇİ, S. ÖVEZ içinde, *Çevre Bilim ve Teknoloji* (s. 330-343) İstanbul: Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları.

TSE HUNG, Y., LO, H.H., AWAD, A. and SALMAN, H.(2006). Potato Wastewater Treatment,. Chapter 6,(s. 193-254), Cleveland State University, Cleveland, Ohio, U.S.A., by Taylor & Francis Group.

SHİHİRA, I. & KRAUSS, R.W. (1965). Physiology and taxonomy of forty-one isolates, *Chlorella*, by College Park, (s. 1-97) Maryland: University of Maryland.

ŞEN, B., ALP, M.T., SÖNMEZ, F., KOÇER, M.A.T., CANPOLAT, Ö., (2013). Relationship of Algae to Water Pollution and Waste Water Treatment, *Water Treatment*, Chapter 14, (s. 335-354), by InTechOpen.

ISPARTA ORMAN VARLIĞININ DURUMU VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİN İRDELENMESİ

Doç. Dr. Nilüfer YAZICI
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye
niluferyazici@isparta.edu.tr

Doç. Dr. Ahmet Alper BABALIK
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye
alperbabalik@isparta.edu.tr

Arş. Gör. İbrahim DURSUN
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye
ibrahimdursun@isparta.edu.tr

Özet

Ormanlar; insanoğluna beslenme, yakacak ürün, başlarını sokacağı bir barınak, temiz su ve hava kaynağı olmalarının yanı sıra, istihdam yaratmaları, dinlenme ve görsel zenginlik oluşturmalarıyla maddi-manevi birçok sosyo-ekonomik ve ekolojik faydaları üzerinde barındıran dinamik doğal bir kaynaktır. Orman ekosistemleri, değişik kapalılıkta ağaçlar ve hayvan toplulukları ile birlikte topraktaki gözle göremediğimiz cansız diğer organizmalarla doğal bir denge içerisinde ve karşılıklı etkileşim içinde bulunulduğu canlı sistemler topluluğudur. Türkiye 78 milyon hektarlık kapladığı alanıyla, zengin bir ekolojik çeşitliliği barındırmaktadır. Bunun yanında ormanların tür ve kompozisyon çeşitliliği de bu zengin çeşitliliğin önemli yapı taşını oluşturmaktadır. Ormanlık alanlar 2015 yılından bu yana yapılan tespitler neticesinde ülke alanının % 28.6'sına karşılık gelmektedir. Bugünkü ormanların, servet ile yıllık cari artımlarında geçmiş yıllara kıyasla artış olduğu gözlemlenmektedir. Son yıllardaki değişimler ormanların odun üretiminin dışında diğer ürün ve hizmetlerinde dikkate alınmasında etkinlik göstermiştir. Bütün bunlara ek olarak ormanların geliştirilmesi ve korunması için yapılan uygulamalar ormanların servet ve artım açısından büyük oranda artmasında etkili olmuştur. Türkiye ormanlarında 2015 yılı sonunda yaklaşık 1.9 milyar ton karbon tutulduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapılan hesaplarda orman alanlarının yıllık 42 milyon ton oksijen ürettiği tespit edilmiştir. Dünya üzerindeki orman alanları zamanla azalırken, klimatik ve çevresel koşullara bağlı olarak ülkemizin orman varlığı alan olarak arttığı bilinmektedir. Kıtalar arasında yapılan kıyaslamalara göre orman alanlarında artış kaydedilen tek yer Avrupa'dır. Ülkemizde orman alanlarının artışındaki başarı OGM, AGM ve onların bünyesinde çalışan orman mühendislerine ait bir başarıdır. Akdeniz Bölgesinde yer alan Isparta ilinde; 768.816 ha ormanlık alan bulunmaktadır. Bu alanlarda; 33.052.371 m^3 servet ve 813.454 m^3 artım olmuştur. Servet ve alandaki artışın temel nedenleri ağaçlandırma çalışmaları ile yıllık cari artımın tamamının eklenmemesi, orman köylülerinin kentlere göç etmesi, bozuk nitelikteki ormanların rehabilitasyonu ile envanter tekniklerinin farklılaşması örnek gösterilebilir. Bu çalışmada, ormanların öneminden bahsedilerek hem genel olarak Türkiye için hem de Isparta için dünden bugüne orman varlığının nasıl ve ne şekilde değiştiği rakamlarla verilmeye çalışılmıştır**.**

Anahtar Kelimeler: Isparta, orman, servet, artım.

STATUS OF FOREST ASSETS IN ISPARTA AND INVESTIGATION OF TIME CHANGE

Abstract

Forests; In addition to being a source of nutrition, fuel products, shelter, clean water and air resources for human beings, it is a dynamic natural resource that hosts many material-spiritual and socio-economic and ecological benefits by creating employment, recreation, and visual richness. Forest

ecosystems are a collection of living systems in which a variety of canopy trees and animal communities, as well as other inanimate organisms in the soil, are in a natural equilibrium and are interacted with. Turkey occupies the area of 78 million hectares, contains a rich ecological diversity. Also, the diversity of forest species and composition are important building blocks of this rich diversity. These forested areas correspond to 28.6% of the country area as a result of the determinations made since 2015. It is observed that today's forests have increased in wealth and annual current increments compared to previous years. Changes in recent years have been effective in considering forests in other products and services besides wood production. In addition to these, the practices carried out for the development and protection of forests have been effective in increasing forests in terms of wealth and increment. At the end of 2015 in Turkey, it was determined that about 1.9 billion tons of forest carbon held. Also, it has been determined that forest areas produce 42 million tons of oxygen annually. While forest areas around the world are decreasing over time, it is known that our country's forest presence increases due to climatic and environmental conditions. According to comparisons between continents, Europe is the only place where forest areas have increased. The success in the increase of forest areas in our country is the success of the General Directorate of Forestry, General Directorate of Afforestation and forest engineers working within them. Located in the Mediterranean Region in Isparta province; There are 768,816 ha forest areas. In these areas; 33,052371 m^3 of wealth and 813,454 m^3 of increase. The main reasons for the increase in wealth and area are reforestation activities, not adding all the annual current increment, migration of forest villagers to cities, improvement of hollow and closed forests and differentiation of inventory techniques. This study has tried to provide the figures on how and in what way it changed from yesterday to today for both forests and overall Turkey Isparta for mentioning the importance of forests.

Key words: Isparta, forest, growing stock, increment.

1. GİRİŞ

Dünyadaki tüm toprakların üçte birini ormanlar oluşturur ve en yoğun, en çeşitli yaşam tarzları için hayati bir organik altyapı sağlar. Karada yaşayan türlerin yarısından fazlası için yaşanabilir bir ortam sağlar. Ormanlar, bitki örtüsü ve toprakta büyük miktarlarda karbon depolayarak atmosferdeki karbon miktarını dengede tutarak küresel ısınmanın yavaşlamasına neden olur. Ormanlar, yerel ve bölgesel yağışların düzenlenmesine yardımcı olmaktadır ve özellikle içme suyu olmak üzere tarım ve sanayide kullanılan suyu üretmektedir. Ayrıca, ormanlar insanoğlu için gıda, ilaç, içme suyu ve sınırsız eğlence, estetik faydalar açısından hayati bir doğal kaynaktır.

Ormandaki bitkiler ve topraklar, fotosentez yoluyla karbondioksiti (CO_2) tutarak ve solunum sistemi yoluyla serbest bırakarak küresel karbon miktarını dengede tutar. Türkiye ormanlarında 2015 yılı sonunda yaklaşık 1.9 milyar ton karbon tutulduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapılan hesaplarda orman alanlarının yıllık 42 milyon ton oksijen ürettiği tespit edilmiştir. Dünya üzerindeki orman alanları zamanla azalırken, klimatik ve çevresel koşullara bağlı olarak ülkemizin orman varlığı alan olarak arttığı bilinmektedir. Bu çalışmada, ormanların öneminden bahsedilerek hem genel olarak Türkiye için hem de Isparta için dünden bugüne orman varlığının nasıl ve ne şekilde değiştiği rakamlarla verilmeye çalışılmıştır.

2. ORMANLAR VE ÖNEMİ

Ormanlar; insanoğluna beslenme, yakacak ürün, başlarını sokacağı bir barınak, temiz su ve hava kaynağı olmalarının yanı sıra, istihdam yaratmaları, dinlenme ve görsel zenginlik oluşturmalarıyla maddi-manevi birçok sosyo-ekonomik ve ekolojik faydaları üzerinde barındıran dinamik doğal bir kaynaktır (OGM, 2019).

Tanımlar;

• **Orman,** belirli yükseklikteki ve büyüklükteki çeşitli ağaçlar, çalılar, otsu bitkiler, mantarlar, mikroorganizmalar, böcekler ve hayvanlar bütününü içeren, topraklı alanda genellikle doğal yollardan oluşmuş bir kara ekosistemidir (Aytuğ, 1976).

• **Ormanlık alan,** üzerinde orman ağacı bulunan alanın hektar ölçü birimine göre büyüklüğüdür (Ormansu, 2010).

• **Orman formu,** aktüel durumdaki orman yapısı veya niteliğini ifade eder. Aynı yaşlı ve değişik yaşlı olarak 2'ye ayrılır.
• **Ağaç serveti,** göğüs çapı 8 cm ve üzeri gövdelerin, m^3 cinsinden dikili kabuklu silindirik gövde hacimleri toplamıdır (Eraslan, 1982).
• **Yıllık cari artım,** orman servetinden bir yıl içinde meydana gelen artımdır.
• **Dikili kabuklu gövde hacmi,** ağacın dip kütükten tepeye kadar olan kabuklu gövde hacmidir.
• **Eta,** belirli bir orman amenajman plan ünitesinde bir yıl içinde kesilecek olan ve hacim olarak belirtilen hasılat miktarıdır (Eraslan, 1982).
• **Amenajman,** ormanların nasıl, ne zaman ve ne ölçüde kullanılacağını, ormanların sürekliliğinin sağlanması için ormancılık faaliyetlerinin tümüne ve ormanlardan daha fazla nasıl verim alınabilir sorusuna yanıt arayan bilim dalıdır (Eraslan, 1982).
Yaklaşık 80 milyon hektarlık yüzölçümüne sahip Türkiye, zengin bir dağlık ve ekocoğrafya çeşitliliğine sahiptir (Tablo 1). Bu ekolojik servetle beraber ormanlar çeşit ve kompozisyon bakımından zengindir. 2012 yılındaki ölçümlere göre, ormanlar ülkenin yüzölçümünün % 28.6'sını oluşturmaktadır (OGM, 2019).

Tablo 1. Türkiye'de Arazi Kullanım Sınıflarının Dağılımı

Arazi Kullanım Durumu	Alan (ha)	Oran (%)
Orman	21.678.134	28,6
Mera	14.617.000	18,6
Su alanları	1.050.854	1,4
Ziraat	24.437.000	31,1
Diğer alanlar	16.751.482	21,3
Genel Alan	78.534.470	100

3. ISPARTA İLİ'NİN TANITIMI

Akdeniz Bölgesi'nin iç ve batı kesiminde yer alan Isparta, 30 ° 20 ' ve 31 ° 33' doğu boylamları ile 37 ° 18 ' ve 38 ° 30' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır (Şekil 1). Isparta ili toprakları, kuzeydoğudan ve doğudan Sultan Dağları, Beyşehir Gölü, Göl Dağları'nın güney uzantıları, güneyden Antalya Havzası'nın yüksek kesimleri, batıdan ve güneybatıdan Karakuş Dağları, Söğüt Dağları, Burdur Gölü ile Ağlasun ve Bucak yaylaları gibi doğal sınırlarla kuşatılmıştır. Isparta ili genel olarak engebeli bir arazi yapısına sahiptir. İlde dağlarla beraber ovalar, vadiler ve oldukça fazla göller bulunmaktadır. İlin rakımı ortalama 1.050 m'dir. Akdeniz iklimi ile Orta Anadolu da hüküm süren karasal iklim arasındaki geçiş bölgesinde yer alan Isparta ilinde, her iki iklimde yaşanır. Isparta ili yüz ölçümünün önemli bir bölümü oldukça eğilimli dik ve sarp arazilerden oluşmaktadır. Bu alanlar; orman, mera, tarım ve çıplak kayalıklardan oluşmaktadır (Ispartakentrehberi, 2019; Isparta İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2019).



Şekil 1. Isparta ili konumu (lafsozluk, 2019)

4. TÜRKİYE VE ISPARTA ORMAN VARLIĞININ DURUMU VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİ

4.1. Türkiye Orman Varlığı

1963-1972 yıllarına ait envanter değerlendirme sonuçlarına göre; genel ormanlık alan 20,2 milyon hektar, toplam ağaç serveti 935 milyon m^3 ve yıllık cari artım 28 milyon m^3 olarak tespit edilmiştir. 1999 yılında 20,8 milyon ha, 2004 yılı sonunda ise 21,2 milyon hektara ulaştığı hesaplanmıştır. Bu dönemde ormanlık alan ülke yüzölçümünün %27,2'sini içermektedir. 2005-2012 yılları arasında ormanlık alan miktarı 21,7 milyon hektara çıkmıştır. Bu alan miktarı ülke yüzölçümünün %27,7'sidir. 2013-2015 yılları arasında yapılan ölçümler sonucunda ise 22,3 milyon ha olarak ölçülmüştür. Bu alan ülke yüzölçümünün %28,6'sına tekabül etmektedir. Yıllar arasında değerlendirme yapıldığında geçmişe göre bugün ormanların, alan ve serveti ile yıllık cari artımlarının arttığı görülmektedir. Bu artışta, son yıllarda yapılan faaliyetler ve ormanların diğer ürün ve hizmet fonksiyonlarının dikkate alınması etkili olmuştur. Ayrıca ormanların rehabilite edilmesi ve korunması için yapılan uygulamalarda bu artışa neden olmuştur (Şekil 2) (OGM, 2019).



Şekil 2. Türkiye orman varlığı haritası

Orman varlığımızın ana ve alt fonksiyonlarına dağılımı ise Tablo 2 ve Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Orman varlığımızın ana fonksiyonlarına dağılımı (Anonim, 2006)

Ana Fonksiyonun Adı	Alanı (Ha)
Ekonomik Fonksiyon	10138990,0
Ekolojik Fonksiyon	10381841,7
Sosyal Fonksiyon	667915,3

Tablo 2'den de görüldüğü üzere fana fonksiyonlar içerisinde en büyük yeri ekolojik fonksiyon oluştururken, bunu sırasıyla ekonomik fonksiyon ve sosyal fonksiyon izlemektedir.

Tablo 3. Orman varlığımızın alt fonksiyonlarına dağılımı (Anonim, 2006)

Alt Fonksiyonun Adı	Alanı (Ha)
Orman Ürünleri Üretimi	10138990,0
Doğayı Koruma	4251039,4
Erozyonu Önleme	2429897,7
Hidrolojik	3599328,0
Estetik	364354,0
Ekoturizm ve Rekreasyon	117521,8
İklimi Koruma	101576,6
Toplum Sağlığı	86799,0
Ulusal Savunma	75963,5
Bilimsel	23277,0

4.2. Isparta İli Orman Varlığı

Isparta ilinde orman varlığı, son yıllarda Orman Genel Müdürlüğü'nün yapmış olduğu çalışmalar ile artış göstermiştir. Isparta ilindeki orman varlığının dağılımı şu şekildedir; (Tablo 4)

* İyi Koru Ormanı : 138.870 ha (% 38,7)
* Bozuk Orman : 173.838 ha (% 48,4)
* İyi Baltalık : 691 ha (% 0,1)
* Bozuk Baltalık : 45.069 ha (% 12,5)

Tablo 4. Alan, Servet ve Artım Dağılımı

	Orman Alanı			Servet			Artım		
	Normal Kapalı (ha)	Boşluklu Kapalı (ha)	TOPLAM (ha)	Normal Kapalı (m^3)	Boşluklu Kapalı (m^3)	TOPLAM (m^3)	Normal Kapalı (m^3)	Boşluklu Kapalı (m^3)	TOPLAM (m^3)
Isparta	397.136	371.680	768.816	30.643.752	2.408.619	33.052.371	772.916	40.538	813.454

İl sınırları içerisinde ormanlık alan miktarı 358.468 hektar olarak tespit edilmiştir. Bu alanların oranları, yıllar içinde yapılan çalışmalar doğrultusunda sürekli olarak değişmektedir. Yeni oluşturulan ormanlıklar ve varolan ormanlık alanlardaki rehabilitasyon çalışmaları, ilin orman varlığının daha da artmasını sağlamıştır. Isparta İl'inde koru orman serveti 15.364.096 m^3 ve baltalık orman serveti 167.285 ster olarak ölçülmüştür (Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, 2019) (Şekil 3-4).

İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ	ŞEFLİK	SERVET (HACIM)		YILLIK ARTIM		YILLIK ETALAR	
		VERİMLİ	BOZUK	VERİMLİ	BOZUK	SON HASILAT	ARA HASILAT
DİNAR	DİNAR	348.030	80.545	12.285	2.564	4.551	2.222
	DAZKIRI	448.771	20.372	18.559	659	4.825	3.283
	BAŞMAKÇI	257.201	48.029	10.724	1.395	3.026	1.701
		1.054.002	**148.946**	**41.568**	**4.618**	**12.402**	**7.206**
ISPARTA	ISPARTA	515.161	29.340	20.383	1.176	3.291	1.319
	KEÇİBORLU	36.076	0	2.530	0	0	0
	SENİRKENT	127.729	8.238	4.770	361	0	1.485
		678.966	**37.578**	**27.683**	**1.537**	**3.291**	**2.804**
EĞİRDİR	EĞİRDİR	705.529	94.917	15.342	218	1.546	5.616
	AŞAĞIGÖKDERE	1.449.498	18.745	35.797	372	15.557	5.921
	YUKARIGÖKDERE	805.033	35.207	15.214	576	2.343	1.438
	PAZARKÖY	756.898	44.041	15.257	441	2.658	3.093
	AKSU-AVŞAR	764.800	174.781	15.363	2.518	1.486	2.748
	KUZUKULAĞI	500.998	57.475	10.302	970	1.778	1.788
	ŞARKİ KARAAĞAÇ	52.876	53.285	1.348	881	0	365
	YALVAÇ	244.527	48.332	7.732	802	1.207	1.811
		5.280.159	**526.783**	**116.355**	**6.777**	**26.575**	**22.780**
SÜTÇÜLER	SÜTÇÜLER	1.530.465	148.511	32.282	2.306	6.500	3.074
	ÇANDIR	1.236.049	36.942	23.452	493	14.832	3.688
	KARADAĞ	851.213	34.161	15.205	900	7.311	3.621
	SÖĞÜTDAĞI	1.213.234	19.703	20.899	278	11.396	4.478
	TOTA	977.295	129.938	21.448	2.483	8.408	3.405
	SİPAHİLER	769.869	99.475	12.814	967	3.281	1.638
		6.578.125	**468.730**	**126.100**	**7.427**	**51.728**	**19.904**
BURDUR	BURDUR	281.900	84.655	9.973	1.694	0	913
	AĞLASUN	990.951	161.742	28.302	2.075	10.529	5.497
	ÇAMOLUK	1.022.578	38.072	20.653	1.036	11.774	4.018
	KEMER	552.300	19.179	11.083	251	6.836	3.286
	YEŞİLOVA	700.009	139.410	20.496	2.788	98	4.415
		3.547.738	**443.058**	**90.507**	**7.844**	**29.237**	**18.129**
GÖLHİSAR	GÖLHİSAR	923.687	128.564	19.092	1.285	10.131	4.282
	GÖLOVA	472.198	66.402	12.434	1.659	4.415	2.391
	DİRMİL	1.444.747	42.363	23.717	566	6.149	4.934
	İBECİK	880.127	65.419	14.666	745	7.853	3.716
	TEFENNİ	592.009	46.318	8.612	1.158	3.044	1.753
		4.312.768	**349.066**	**78.521**	**5.413**	**31.592**	**17.076**
BUCAK	BUCAK	936.135	70.718	27.934	1.391	6.047	4.373
	MELLİ	1.492.721	67.791	35.145	688	14.453	5.814
	PAMUCAK	1.524.641	24.893	39.706	372	16.007	7.328
	ÇAMLIK	1.344.392	7.908	38.093	192	18.563	5.124
	UĞURLU	1.145.863	100.255	35.152	1.924	12.318	7.527
	KESTEL	578.007	54.613	14.971	777	5.803	3.098
		7.021.759	**326.178**	**191.001**	**5.344**	**73.191**	**33.264**
BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ TOPLAMI		**28.473.517**	**2.300.339**	**671.735**	**38.960**	**228.016**	**121.163**

Şekil 3. Isparta İli Orman Varlığı Servet-Artım Dağılımı

MÜDÜRLÜK	ŞEFLİK	VERİMLİ KORU	BOZUK KORU	TOPLAM ORMANLIK	AÇIKLIK+OT	OT	GENEL ALAN TOPLAMI
	DİNAR	9014	14607	23621	88236	3654	111857
	DAZKIRI	8380	3593	11973	31945	1922	43918
	BAŞMAKÇI	5214	10249	15.463,00	44310	422	59773
DİNAR		**22608**	**28449**	**51057**	**164491**	**5998**	**215548**
	ISPARTA	22554	20783	43337	64918	5064	108255
	KEÇİBORLU	13415	14854	28.269,00	28022	1561	56291
	SENİRKENT	10214	7973	18187	57015	32647	75202
ISPARTA		**46183**	**43610**	**89793**	**149955**	**39272**	**239748**
	EĞİRDİR	8133	25140	33.273,00	48983	3418	82256
	AŞAĞIGÖKDERE	8623	2843	11466	778	63	12244
	YUKARIGÖKDERE	6915	4547	11462	3088	426	14550
	PAZARKÖY	7508	3494	11002	3591	280	14593
	AKSU-AVŞAR	7023	24067	31090	24246	3397	55336
	KUZUKULAĞI	3745	4196	7.941,00	5283	831	13224
	ŞARKİKARAAĞAÇ	10179	9138	19.317,00	46512	13724	65829
	YALVAÇ	16464	25763	42.227,00	158023	54315	200250
EĞİRDİR		**68590**	**99188**	**167778**	**290504**	**76454**	**458282**
	SÜTÇÜLER	13029	16366	29.395,00	9183	1673	38578
	ÇANDIR	6361	2984	9.345,00	3068	67	12413
	KARADAĞ	7313	3569	10.882,00	1424	7	12306
	SÖĞÜTDAĞI	6460	1362	7822	2354	110	10176
	TOTA	7904	14579	22483	9156	825	31639
	SİPAHİLER	9594	6816	16410	3718	568	20128
SÜTÇÜLER		**50661**	**45676**	**96337**	**28903**	**3250**	**125240**
	BURDUR	28785	13211	41996	68775	11269	110771
	AĞLASUN	11169	18884	30053	24839	1588	54892
	ÇAMOLUK	11288	5765	17053	15422	1225	32475
	KEMER	10129	2210	12339	32646	4407	44985
	YEŞİLOVA	21123	23513	44636	65213	14712	109849
BURDUR		**82494**	**63583**	**146077**	**206895**	**33201**	**352972**
	GÖLHİSAR	10106	4835	14941	10112	271	25053
	GÖLOVA	12290	13458	25.748,00	37090	3159	62838
	DİRMİL	11848	4014	15862	4091	413	19953
	İBECİK	6547	3012	9.559,00	6136	452	15695
	TEFENNİ	14476	7266	21.742,00	59230	6355	80972
GÖLHİSAR		**55267**	**32585**	**87852**	**116659**	**10650**	**204511**
	BUCAK	10172	9030	19202	8993	511	28195
	MELLİ	8173	7563	15736	3231	81	18967
	PAMUCAK	10142	1884	12.026,00	2681	90	14707
	ÇAMLIK	10521	1114	11635	4088	227	15723
	UĞURLU	9345	7014	16359	4394	41	20753
	KESTEL	10598	12226	22824	19978	179	42802
BUCAK		**58951**	**38831**	**97782**	**43365**	**1129**	**141147**
BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ TOPLAMI		**384754**	**351922**	**736676**	**1000772**	**169954**	**1737448**
KIZILDAĞ MP		10571	16755,5	27326,5		15923	43249,5
KOVADA GÖLÜ MP		1811	3002,5	4813,5		1950	6763,5
MİLLİ PARKLAR TOPLAMI		**12382**	**19758**	**32140**	**0**	**17873**	**50013**
ISPARTA İLİ TOPLAMI		177816	208232	386048	469362	136849	873283
BURDUR İLİ TOPLAMI		196712	134999	331711	366919	44980	698630
AFYON İLİ TOPLAMI		22608	28449	51057	164491	5998	215548

Şekil 4. Isparta İli Orman Varlığı Alanlar Dağılımı

5. SONUÇLAR

Ormanlar, insanlığın devamını sağlamak için gerekli olan faydaları sağlayan doğal bir kaynaktır. Bundan dolayı orman varlığının yıldan yıla arttırılması için çalışmalar yapılmıştır. Ülkemizde orman alanlarının artışındaki başarı OGM, AGM ve onların bünyesinde çalışan orman mühendislerine ait bir başarıdır. Ormanlık alanların miktarı, orman envanter değerlendirme sonuçlarına göre; 1973'te 20,2 milyon hektar (% 26,1) ve 2015'te 22,3 milyon hektar (%28,6) olarak belirlenmiştir. Bu değerlendirmeye göre son 42 yılda yaklaşık 2,1 milyon hektarlık orman artışı olduğu görülmektedir. 1973 yılında ormanın toplam serveti 0,9 milyar m^3 ve 2015 yılında ise 1,6 milyar m^3 olarak belirlenmiştir. Böylece 1973 ile 2015 yılları arasında ormanların ağaç servetinde yaklaşık 700 milyon m^3 artış hesaplanmıştır. Bu artışların en önemli nedenleri ağaçlandırma ve ıslah çalışmaları, yıllık cari artımın tamamının alınmaması, bu alanlarda yaşayan nüfusun kentlere göç etmesi, envanter tekniklerinin gelişmesi olarak sayılabilir.

KAYNAKLAR

ANONİM. (2006), *Orman Varlığımız*, Ankara: Orman Genel Müdürlüğü.

AYTUĞ, B. (1976), *Orman Tanımlaması ve Bu Tanımlamada Yer Alan Ağaç, Ağaççık ve Çalı Kavramları,* 1. Orman Kadastro Semineri, O.G.M. Yayın No. 607/13, Ankara.

ERASLAN, İ. (1982), *Orman Amenajmanı*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No:3010/318. İstanbul.

ISPARTA İL KÜLTÜR VE TURİZM MÜDÜRLÜĞÜ. (2019), *Isparta ili tanıtımı*, 04.10.2019 tarihinde https://isparta.ktb.gov.tr/ adresinden alındı.

ISPARTA ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ. (2019), *Isparta ili orman varlığı,* Isparta.

ISPARTAKENTREHBERİ, (2019), *Isparta ili*, 07.10.2019 tarihinde https://ispartada.gen.tr/ adresinden alındı.

OGM. (2019), *Türkiye orman varlığı,* 05.09.2019 tarihinde https://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/TurkiyeOrmanVarligi.aspx adresinden alındı.

HAVZA YÖNETİMİNDE CBS VE UZAKTAN ALGILAMANIN ÖNEMİ

Doç. Dr. Nilüfer YAZICI
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye
niluferyazici@isparta.edu.tr

Doç. Dr. Ahmet Alper BABALIK
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye
alperbabalik@isparta.edu.tr

Arş. Gör. İbrahim DURSUN
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye
ibrahimdursun@isparta.edu.tr

Özet
Havza, belirli bir akarsu bölümüne yağış sularını ileten, komşu havzalardan sırtlardan geçen su ayırım çizgileriyle ayrılan topografik bir birimdir. Günümüz şartlarında su kaynaklarının planlanması ve yönetimi giderek karmaşık bir döngü haline gelmektedir. Bu nedenle uzmanlar tarafından 21. yüzyılda insanoğlunun en temel sorunlardan birinin su kaynaklarının planlanması ve yönetilmesi olduğu belirtilmektedir. Gün geçtikçe hızlı bir şekilde tüketilmeye başlanan doğal kaynakların korunması için gerçekçi ve uzun bir dönemi kapsayan uygulamaların hayata geçirilmesi ihtiyacı her geçen gün daha fazla belirgin hale gelmektedir. Bunun sonucunda ise su kaynakları ile insanların kullanımı arasındaki ilişkinin iyi değerlendirilmesini ve entegre havza planlamasını zorunlu kılmaktadır. Havza yönetimi, coğrafi bakımdan ayrık bir drenaj bölgesindeki hidrolojik hizmetlerin sürdürülebilirliğini, havza alanlarında yaşayanların yararına toprağın, bitki örtüsünün, su ve diğer doğal kaynakların bütüncül bir şekilde korunması, geliştirilmesi ve yararlanılması ve bu suretle ülkemizin sürdürülebilir kalkınmasına katkı sağlamayı hedeflemektedir. Sürdürülebilir havza yönetiminin temelini; var olan arazi ve su kullanımı, bu kullanımın ekoloji ve biyoçeşitliliğe nasıl etkilediği, sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler ile bu etkilerdeki değişimin nasıl sonuçlar doğurabileceğinin anlaşılmasında oluşmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) havza yönetimi alanında kullanılan en etkin teknolojik araçlardan birisidir. Bilgisayar ortamında oluşturulan arazi modelleri, havza ile ilgili uygulamacılara çeşitli sorgulama imkanı vermektedir. Dünyadaki doğal olayların izlenmesinde, sorun çözme ve karar alma sürecinde yardımcı bilgilerin üretilmesinde ve planlanmasında CBS yöntemlerinin uygulanması, elde edilen verilerin izlenmesi ve kontrolü için gereklidir. Bununla birlikte doğal kaynakların belirlenmesi ve potansiyellerinin ortaya konması, envanterin tespit edilmesi, bu kaynakların planlı kullanımı ve zamansal değişikliklerin izlenmesi için uygun CBS verilerinin kullanılması, doğru, hızlı ve düşük maliyetli bilginin elde edilmesi için oldukça önemlidir. Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama, günümüzde şehirsel gelişim ve arazi kullanımındaki zamansal değişimlerin izlenmesinde önemli ölçüde faydalar sunmaktadır. Bu bağlamda coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılamanın havza yönetimi çalışmalarındaki önemine ve nasıl kullanıldığına bu çalışmada yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havza yönetimi, coğrafi bilgi sistemleri, mikrohavza, uzaktan algılama.

THE IMPORTANCE OF GIS AND REMOTE SENSING IN WATERSHED MANAGEMENT

Abstract
The watershed is a hydrological, topographic unit that transmits precipitation waters to a particular river section and is separated by water separation lines passing through ridges from neighboring watersheds. In today's conditions, the planning and management of water resources are becoming increasingly complex cycle. For this reason, one of the most fundamental problems of human beings in the 21st century is the planning and management of water resources. The need to implement

realistic and long-term practices for the conservation of natural resources, which are rapidly being consumed day by day, is becoming more and more evident. As a result, the relationship between water resources and human use necessitates good evaluation and integrated watershed planning. The watershed management aims to contribute to the sustainable development of hydrological services in a geographically separated drainage area, the conservation, development, and exploitation of soil, vegetation, water, and other natural resources for the benefit of the inhabitants. The basis of sustainable watershed management; the current use of land and water, the impact of this use on ecology and biodiversity, socio-economic and environmental impacts and how these changes may have consequences. Watershed management can generally mean management at the river watershed, sub- watershed or micro-catchment level. Geographic Information Systems (GIS) is seen as the most effective technological tool used in watershed management. Computer-generated terrain models provide users with a versatile dynamic inquiry environment about the watershed. The use of GIS methods in monitoring and monitoring natural events in the world, in producing and managing auxiliary information in problem-solving and decision-making processes, is very important for monitoring and controlling the information obtained. Also, it is very important to obtain accurate, fast and cost-effective information to determine the natural resources and determine their potential, to determine the inventory, to use the planned resources of these resources and to use the appropriate GIS data to monitor the temporal changes. Remote sensing and geographic information systems now provide significant advantages in monitoring urban development and temporal changes in land use. In this context, the importance of geographic information systems and remote sensing in watershed management studies and how they are used are included in this study.

Keywords: Watershed management, geographical information systems, micro-catchment, remote sensing.

1. GİRİŞ

Havzaların sürdürülebilir yönetiminin gerçekleştirilmesi için karar destek sistemlerinin alansal bazda yapılması gerekmektedir. Karar alma sürecinin en önemli araçları, su kalitesi izleme ve modellemedir. Su kalitesi izleme, tayin edilen parametrelerin ölçülmesiyle suyun kalitesi hakkında bilgi sunmaktadır. Bu parametrelerin mekânsal ve zamansal değişimleri CBS ve diğer modellemeler için temel veri kaynağı niteliğindedir. CBS, mekânsal veriyi çeşitli ortamlarda kullanabilen önemli bir sistemdir (Erturk, 2004).

Havza karakteristik özellikleri denildiğinde temel bazı parametreler ön plandadır. Bunlar; havza alanı, çevresi, şekli, ortalama eğimi, ana akarsu kolu uzunluğu, havzanın yükseklikleri, havza röliyefi vb. olarak sıralanabilir. Havza karakteristiklerinin belirlenebilmesinde, bir alana ait tüm tanımlamaların yapılabilmesi ve planlama çalışmaları açısından da bu özelliklerden etkin olarak faydalanılabilmesi bakımından önemlidir (Bağdatlı ve Öztürk, 2014).

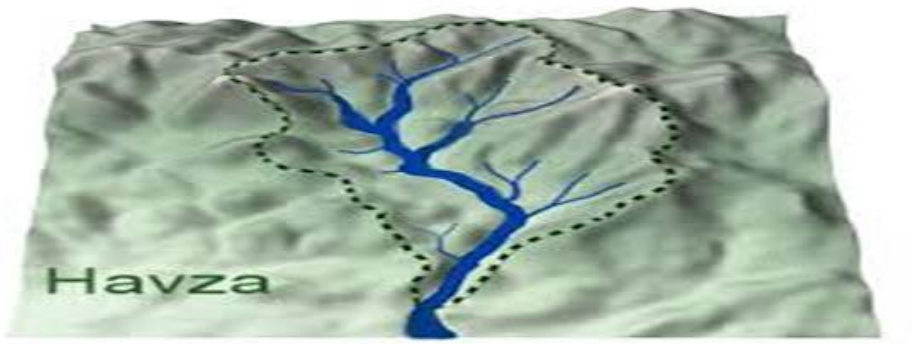
Son 5 yıllık sürece kadar eski yöntemlerle yapılan bu tarz çalışmalar hem uzun sürmekte hem de ulaşılmak istenen bilgi ve özellik seviyesine yeterli hassasiyet elde edilmemekteydi. Bu bağlamda son yıllarda özellikle CBS'nin kullanımının her alanda giderek artması ile bilgiye daha hızlı ve doğru bir şekilde ulaşılmasına olanak sağlamıştır (Nişancı ve ark., 2007).

Havza planlamalarının yapılabilmesi için çok fazla alan bilgilerine gerek vardır. Çevresel sorunlarına ait daha güvenilir veri almak ve havza düzenlemesine dair daha doğru kararlar verebilmek için planlama yapılacak havzanın tüm özellikleriyle bilinmesi gerekmektedir (Seker ve ark., 2008).

2. HAVZANIN TANIMI

2.1. Havzanın Tanımı ve Sınıflandırılması

Havza, sırtlardan geçtiği varsayılan su ayırım çizgisi ile sınırlandırılan, üzerine düşen yağış sularını bir drenaj sistemi ile aktaran, iç bükey topoğrafik yapıya sahip, hidrolojik, ekonomik ve sosyal bir ünitedir (Şekil 1) (Bayazıt, 1999).



Şekil 1. Örnek havza gösterimi

2.2. Havza Yönetimi

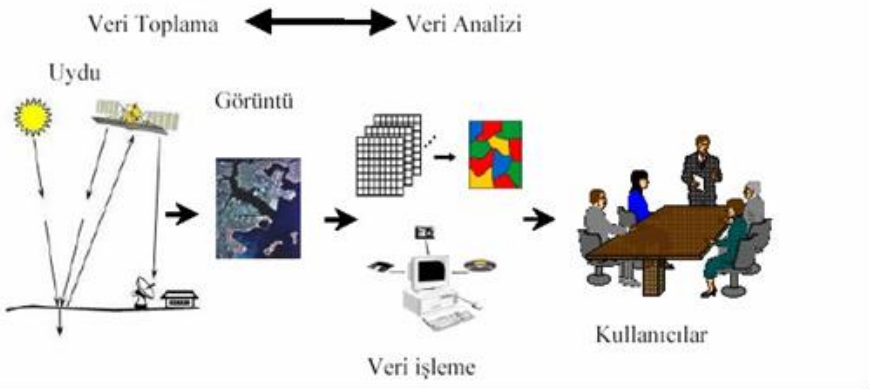
Herhangi bir havzanın sunduğu hidrolojik fonksiyonların ve hizmetlerin korunması, toprak, su, biyolojik çeşitlilik ve diğer doğal kaynakların ve varlıkların insanlığa yararı ve sürdürülebilir olarak faydalandırılmasıdır (Dalkılıç, 2008). Havza yönetimi, nehir akarsuların ve haliçlerin havzanın üst kısmındaki özelliklerinin etkileşiminden kaynaklanan su kalitesinin ve miktarının planlanmasında kullanılan uygulamaların belirlenmesini ifade etmektedir. Ayrıca havza yönetimi, hukuk, siyaset, toplumsal kalkınma ve ekonomi konularında katkıda bulunan problem çözmek için disiplinler arası bir bakış gerektiren mühendislik, biyoloji, hidroloji ve kimya gibi disiplinleri içeren bir yaklaşımdan oluşmaktadır (Özhan, 2004). Entegre havza yönetiminde ise ek olarak; gıda ve yem temini, yaban hayatı düzenlemeleri ve rekreasyon alanları oluşturulması gibi konular da yer almaktadır (Karadağ, 2004).

3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ

Geçmiş yıllarda "bilgi işleme" imkânı kısıtlı olan bilgisayarlar, şuan sınırsız sayılabilecek veriyi kaydeden ve bunu da oldukça hızlı bir şekilde yapacak seviyelere varmıştır (Yomralıoğlu, 1994).
Coğrafi bilgi sisteminin özellikleri;

- Dünyada mevcut olan her türlü durumu, analiz, işleme ve haritalama için bilgisayar tabanlı olarak kullanılan bir sistem ürünüdür.
- CBS, objeleri ve olayları tanımlar, sonuçları tahmin eder ve planlamada öne çıkmaktadır.
- Bu özellikleriyle CBS gittikçe yaygınlaşmakta ve uygulamaları gittikçe önem kazanmaktadır.
- Dünyadaki coğrafi bilgilerin toplanması birçok yolla yapılmaktadır. Uzaktan algılama tekniği, planlama amaçlı ve doğrudan çok geniş alanlardan veri toplamak için etkin bir biçimde kullanılır.

Uzaktan algılama verileri dijital olarak kaydedilir ve görüntü yorumlama ve analiz işleme öğeleri aracılığıyla görüntülerden veri alınabilir. Buna örnek olarak, birçok doğal kaynak haritası günümüzde uzaktan algılama aracılığıyla yapılabilmektedir. Coğrafi verilerin haritalanması, analizi ve mevcut bilgilerden yeni bilgiler üretilmesi ve kullanıcılara işlenmiş konumsal bilgileri sağlayan CBS, planların üretimi ve uygulanmasında yoğun bir biçimde kullanılmaktadır (Şekil 2) (Reis ve Yomralıoğlu, 2005).



Şekil 2. Uzaktan algılama ve CBS metot ve tekniklerinin entegrasyonu

4. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN KULLANIM YERLERİ

Coğrafi Bilgi Sistemleri, konum bazlı gözlemlerle bütünlük içinde ele alınan grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanıp, saklanılması, işlenmesi ve kullanıcıya çıktı halinde sunulması işlevlerini yerine getiren bir sistemdir. Teorik gelişimden ziyade teknoloji ve uygulamadaki gelişmelere dayanan CBS' deki gelişmeler, bilgisayar haritalama, veri tabanı, bilgisayar alanı, coğrafya, veri işleme, uzaktan algılama, matematik ve istatistik ve CBS gibi alanlardaki gelişmelerin ortak bir çıktısıdır. CBS, kısa ama etkileyici bir geçmişe sahiptir. CBS, 1960'larda ortaya çıkmasından kısa bir süre sonra, 20. yüzyılda insan yaşamını etkileyen en önemli 25 gelişmeden biri olarak kabul edilmiştir.

4.1. Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanımının Faydaları

Günümüzde coğrafya bilimi, gelişmiş ülke düzeyinin dışındaki mevcut ve hayatla alakalı sorunların çözülmesine yardımcı olacak yapının oldukça gerisinde kalmıştır. Bu durumun nedenleri okullarda coğrafya derslerinin uygulamaları incelendiğinde kolayca görülebilir. Genel olarak, öğretmen tarafından okuma, anlatma ve not alma gibi yöntemler uygulanmaktadır. Bunun yerine, öğrencilerin ilişkileri görme, sentezleme, ilkeleri uygulama, sonuç çıkarma, eleştirel düşünme, yeni bilgi üretme, bilgiye erişme, soru ve cevap üretme gibi çeşitli yeteneklerini geliştirmede etkili olacak teknikler göz ardı edilebilmektedir (Demirci, 2008).

CBS teknolojisi, sorgulama ve istatistiksel analiz gibi klasik veri tabanı işlemlerini görselleştirme ve haritalar tarafından sağlanan coğrafi analizlerle bağlantı kurmaktadır. CBS;

- Bilginin hızlı bir şekilde kullanıcıya ulaşmasını, sağlar.
- Etkin ve güvenilir analiz sağlar.
- Verinin güncellenmesi kolaydır.
- İşgücü ve zaman kaybını önler (Sesören, 1999).

5. HAVZA YÖNETİMİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNİN KULLANILMASI

Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) yazılımındaki gelişmeler, coğrafi sorgulama ve analizin gerekli olduğu alanlarda operasyonları kolaylık oluşturmuştur. CBS aracılığıyla oluşturulacak arazi modelleriyle ilgili çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Günümüzde sıklıkla kullanılan arazi modellerinden biri, "Sayısal Yükseklik Modeli"dir (SYM) (Sesören, 1999).

Sulama, içme suyu, rekreasyon vb. gibi şimdiye kadar, çeşitli amaçlarla oluşturulabilecek göletlerin özelliklerini belirlemek için farklı yöntemler ortaya konulmuştur. Klasik olan yöntemlere bakıldığında, ayrıntılı veriler bütün havza alanında hesaplanamadığından, bölgenin özelliklerini yansıtan çeşitli oluşumlar içermektedir. CBS yardımıyla, bazı ölçümlerin SYM üzerinden doğrudan yapılmasına imkân vermektedir. Gündoğdu ve ark. (2001) yürüttükleri bir araştırmada, klasik yöntemin gereksinim duyduğu veriler CBS ortamında elde edilerek bazı analizler yapılabilmektedir. Coğrafi bilgi sisteminde bir havza sınırının belirlenebilmesi için, öncelikle su akış yönleri modelinin oluşturulması gerekmektedir. Su akış yönleri modeli, SYM'deki hücrelerin sahip olduğu yükseklik değerlerine göre suyun olası akış yönlerinin tespiti olarak ifade edilmektedir. Ayrıca bu modelin oluşturulmasında havza modellemelerinde geçerliliği olan d8 yaklaşımı vardır (Jenson ve Domingue, 1988).

Havza sınırının doğrusal bir şekilde gösterilmesi için, Grid-poligon dönüşümü ile havza sınırı poligon özelliğine aktarılmakta ve öz nitelik tablosundaki havza alanı ve çevresi ilişkin bilgiler otomatik olarak bulunmaktadır. Havzanın ortalama yüksekliği ise SYM'de her bir hücrenin sahip olduğu yükseklik değerlerinin ağırlıklı ortalamasıyla hesaplanmaktadır. Böylelikle Gündoğdu ve ark. (2001)'nın yaptıkları araştırmadaki yöntemlerin haricinde, CBS ile gerçek değere yakın sonuçlar bulunmaktadır (Jenson ve Domingue, 1988).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstrileşmenin hızlanması ve kentleşmenin etkisiyle çevre, oldukça fazla kirlenmeye maruz kalmıştır. Araştırmalar ve arazi çalışmaları sırasında gezilip incelenmesi zor olan havzalarda, CBS ve Uzaktan Algılama gibi teknolojilerin kullanılması vazgeçilmez duruma gelmiştir. Böylelikle bu

teknolojiler aracılığıyla çalışmalar oldukça hız kazanmakta ve buna karşılıkta maliyetler düşmektedir. Havza çalışmalarında havza karakteristiklerinin belirlenmesinde CBS teknolojisi yaygın olarak kullanılmaktadır. Havza araştırmalarında özellikle havzaya dair farklı senaryolara ilişkin farklı haritaların CBS aracılığıyla oluşturulması ve bunların planlayıcılarla paylaşılması gerekmektedir.

Bu bağlamda çevre yönetimi, kıyı yönetimi birimlerinin havza bazında kurulması, yasal düzenlemelerin gözden geçirilerek yeni bir kanun taslağının hazırlanması da kaçınılmazdır. Bu işlemlerin yapılabilmesi için mutlak veri tabanına gereksinim duyulmaktadır. Veri tabanını oluştururken coğrafi bilgi sistemleri kullanılmalı ve oluşturulacak kurulların uzman kişilerden oluşturulmasına özen gösterilmelidir.

Küresel iklim değişikliği, yetersiz altyapı ve plansız yerleşimler nedeniyle, sel felaketleri can ve mal kaybına sebebiyet vermektedir. Bu amaçla, nehir havzalarında büyüyen yerleşimler, yeni yollar açılmış ve yeni tesisler, toprakların uygun olmayan tarımsal yöntemlerle yoğun kullanımı, akarsu ve akarsulara bitişik veya bitişik taşkın risk alanlarının açılması ve açık kanalların kapalı kanallara dönüştürülmesinin bir sonucu olarak, büyük taşkın hasarlarının önlenmesi son derece önemlidir. Taşkın alanlarındaki yerleşim planları daha uygun yerlere taşınmalı ve imar planları yeniden yapılmalıdır.

Nüfus artışının yoğun olduğu yerleşim bölgelerinde taşkın felaketleri nedeniyle büyük hasarlar meydana gelmektedir. Herhangi bir bölgenin meteorolojisi, hidrolojisi, topografyası, morfolojisi, bitki örtüsü vb. gibi özellikleri hesaba katarak farklı sürelerde meydana gelebilecek yağış şiddetleriyle gelecekteki taşkın yataklarında meydana gelebilecek su derinliklerinin belirlenmesi, takip edilmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için meteorolojik tahmin ve erken uyarı sistemlerinin kurulması oldukça önemlidir. Günümüzde kullanım alanları hızla artmakta olan CBS hidrolojik modellemelerde de kullanımı zaman içinde giderek artmaktadır. Havzalarda farklı çalışmalarda CBS teknolojilerinin kullanılmasıyla oluşturulacak sayısal yükseklik modelleri klasik yöntemlerden daha kolay yapılabilir. Bu bağlamda, GIS teknolojilerinin yarattığı sayısal yükseklik modelleri, saha verilerinin her zaman zamanda kolay ulaşılması imkânını sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

BAĞDATLI, C.M., Öztürk, B. (2014), Havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) etkin rolü. *Sakarya Üniversitesi. Fen Bilimleri Dergisi,* 18(1), 11-19.

BAYAZIT, M. (1999), *Hidroloji*, İstanbul: Teknik Üniversitesi Matbaası.

DEMİRCİ, A. (2008), *Öğretmenler İçin CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri*, İstanbul: İstanbul Fatih Üniversitesi Yayınları.

ERTURK, A. (2004), Use of mathematical models to estimate the effect of nutrient loadings on small streams, *Fresenius Environmental Bulletin*, 13 (11), 1350-1359.

GÜNDOĞDU, K.S., AKKAYA ASLAN, Ş.T., DEĞİRMENCİ, H., DEMİR, A.O., DEMİRTAŞ, C., ARICI, İ. (2001), Sulama Projelerinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesinde GIS Destekli Veri Tabanı Oluşturulması. I. Ulusal Sulama Kongresi, 8-11 Kasım 2001, Antalya: 233-239.

JENSON, S.K., DOMINGUE, J.O. (1988), Extracting topographic structure from digital elevation data for geographical information system analysis. *Photogrammetric Engage Remote Sensing* 54, 1593-1600.

NİŞANCI, R., YILDIRIM, V., YILDIRIM, A. (2007), Su havzalarına yönelik CBS veri tabanı modellemesi: Trabzon Galyan vadisi örneği, Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, KTÜ, Trabzon.

ÖZHAN, S. (2004), *Havza Amenajmanı,* İstanbul: İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları.

REİS, S., YOMRALIOĞLU, T. (2005), Coğrafi bilgi sistemleri ile il ölçeğinde afet yönetim amaçlı planlama. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 28 Mart - 1 Nisan, Ankara.

SEKER, D. (2008), Data Analyses for Rehabilitation of a Dried Lake Using GIS and RS, 29th Asian Conference on Remote Sensing, ACRS 2008, Proceedings in CD-ROM, 10-14 November 2008, Colombo, Sri Lanka.

SESÖREN, A. (1999), *Uzaktan algılamada temel kavramlar,* İstanbul*:* Mart Matbaacılık.

TUNA, F. (2008), Ortaöğretim Coğrafya Derslerinde Proje Tabanlı Öğrenimi Desteklemek Amacı İle Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) Yararlanma, Doktora tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

YOMRALIOĞLU, T. (1994), "GIS? 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, KTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.

THE IMPORTANCE OF URBAN FORM IN URBAN AESTHETICS AND LANDSCAPE ARCHITECTURE

Prof. Dr. Bahriye GÜLGÜN
Ege University Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, İzmir/Turkey
bahriye.gulgun@hotmail.com

Assist. Prof. Dr. Kübra YAZİCİ
Tokat Gaziosmanpaşa University; Faculty of Agriculture, Department of Horticulture Tokat/Turkey
k-yazici-karaman@hotmail.com

Abstract
Each of the cities in the world has had an identity in time and they are remembered with the identities they have formed today and they live with that identity. Regardless of which city in the world, it has a unique identity. The importance of landscape architecture within the urban form component is important. Especially housing gardens, green space system, social reinforcement areas, the site selection play an active role in the urban form. The physical form of a city is caused from the complex shaping of geographical and historical factors. Therefore, it is important for the sustainable urbanization with professional disciplines work together in the process of urban formation. In this study was discussed, the urban factors these were the city form, the historical development of the city form, concepts such as the image of the city.

Keywords: Urbanization, landscape architecture, Sustainable city, Urban image

1-INTRODUCTION

According to Lewis Mumford (1961) Urban has been an expanded structure since the beginning, specially equipped to collect and transmit the products of civilization, sufficiently concentrated to provide maximum service in minimum area, expanded to accommodate changing needs, complex forms of growth, and accumulated social heritage. Form expresses the external appearance together with the factors that make up the internal structure. When a shape is defined on one side of each contour line, a space changes on the other side. A form can never exist alone; it is either in other forms or in relation to the space surrounding it. *Architectural shape or form*; is the point of contact between space and mass. The physical form of a city stems arise due to the complex shaping of geographical and historical factors. The city form, defined as the *macroform*, cannot be separated from the urban area that constitutes itself or from the restraining area outside it. This limiter may be an artificial element, such as railway or large public uses; river, lake, mountain, forest, agricultural area (Sezer, 2012; Eraydın, 2016).

1.1.Basic elements of urban form;

Function: housing, green area system, the place selections of social and reinforcement areas etc.
Density: The main components of the city form;
Size: City; physical space is defined by its size.
Form: Size defined by physical outline is closely linked to “form.
Form: Size defined by physical outline that is closely linked to “form.
Tissue and density: It varies in size, shape and texture with the intensity of use of the area by people and structures (Aktan, 2006).



Figure1. Melbourne city (URL-1)

1.2. Factors affecting urban form

The city boundary largely coincides with the area in which security can be ensured. City managers tend to designate an area as large as the city boundary in which they can provide physical, social and economic security within the city with their existing forces (Ilgar, 2008). Factors affecting the urban form that are transportation, population movements, economy, politics, social structure, geography, natural factors, technology, distribution of equipment and infrastructure. The topographic features of the land on being the cities built are very important in terms of how shaped. Whether the selected location is flat or rugged affects the settlement type, the passage of roads is determined by the location of the squares and the location of the buildings according to the possibilities of the land (Sezer, 2012; Eraydın, 2016).



Figure 2 Hamburg ecocity in Urban form (URL-47)

1.3. Early age settlements in history

The first settlements emerged in temperate climate zones, where nature could be controlled. It is seen that the settlements are located on the water sides, at the mouths of the rivers, at the intersections of important transportation roads, on the sea and highway routes. In cities established for military reasons, defense factor was taken into consideration. The city was organically shaped without any geometry (Türkmen and Türkkanat, 2018).

1.4. Middle age settlements in history

The Middle age city has also changed its form and structure depending on the changing social structure and management style. Max Weber described the medieval city as “legal, military, political, economic and social centers and It is a place with a castle, a church and an assembly.” The Middle age cities could be evaluated in two groups as Islamic city “and “Western city”. If we look at the forms of development of Islamic cities, it can be said that there are two different urban forms, namely the

organic developing square form cities and the circular form cities that were developed within the scope of a prepared plan. (Türkmen and Türkkanat, 2018). The Middle age western cities could be classified according to their origins or development types as follows:

- New cities built under the leadership of the king or princes
- Developing cities from ancient Roman settlements
- Cities developing from rural settlements with fruitful agricultural backland
- Developing cities based on location advantages and trade potentials
- Developing cities as shelters (Türkmen and Türkkanat, 2018).

If the above classification of the medieval western cities is grouped under two headings, the first four items can be called organic developing western cities and developing western cities within the framework of a pre-prepared plan called 'bastide'. Cities defined as organic forms; These are cities where the center of a cathedral or an inner castle focuses on rectangular building islands that develop under the protection of religious institutions such as Cologne, Strasbourg, Florence and Paris. The bastides, defined as planned cities were established by kings, princes, merchant groups or religious authorities in the regions of South France, England / Wales and Spain. Cities such as Montpaizer / France, Winchelsea / England can be given as examples of planned cities (Sezer, 2012; Eraydın, 2016).

1.5. Developments after industrial revolution

The main factors shaping the urban form after the industrial revolution; These are the utopias, urban models, ideologies and artistic movements produced in order to solve the problems encountered during the rapid development and growth process, the changes in the production systems and means of transportation and communication based on technological development. Common characteristics of the 19th century can be shorted as(Lynch,2011; Güler et al, 2011)

- return to nature,
- establishing a meaningful relationship between man and nature,
- to save cities from unhealthy living conditions, and to create palaces owned by those aristocrats for the public.

Robert Owen wanted to unite nature and human life and attempted to realize the utopia of New Harmony but the village was scattered in 1928. Today converted into a museum in Scotland, the New Lanark settlement was also developed by Owen. After the Industrial Revolution, health laws were enacted because epidemic diseases increased with population growth. Expropriation laws played an important role in shaping cities after the 1850s. In the 1890s, new approaches were developed such as Beautiful City, Camillo Sitteism and Garden City. In the 20th century, the search for solutions to the problems of the industrial city continued with developments such as Frank Lloyd Wright's Broadacre City and Le Corbusier's La Ville Radieuse. At the beginning of the 20th century, urban utopias were replaced by ecological utopias where nature and city were united (Sezer, 2012; Eraydın, 2016). Chicago was one of the fastest growing cities after the industrial revolution. Chicago has been an example of the production of different models about the changes that industrialization has shown on the city. Research in this area was conducted by sociologists such as Robert Park and Ernest Burgess. One of the most famous urban building models, Burgess is a co-centered regional model and Hoyt's sector model these reflect the structure of the forces that created the city. Many approaches have been developed seeking solutions to problems of industry during the 19th and 20th centuries but it is clear that the industrial revolution was a sharp turning point in the organization and development of cities. These great changes in the structure of cities not only affected the urban form, but also extended to the social, cultural and political lives of nations, regions, communities and individuals.

2. SUSTAINABLE URBANIZATION

Sustainable urbanization; It is defined as a city that responds better to human needs than today's cities and enables the development of urban systems in a way. It does not prevent the meeting of the needs of future generations.

Some of the objectives of sustainable urbanization in a city are as follows;

- Improving the quality of life,
- Conservation and development of biological diversity,
- Controlling population growth,
- Use of renewable energy source

When the relationship with sustainability of urban models and is revealed, it is seen that four types of urban models are introduced.

Given bellow:
• New traditional development
• Restricted city development
• Compact city
• Eco-cities

3. URBANIZATION AND URBANIZATION

Urbanization; ıt can be defined as radical changes which occur as a result of industrialization and economic development, the growth of cities, the growth of cities with the increase of the division of labor in society, human behavior and relations. Evaluators of urbanization think from two different perspectives these are ‘evaluate the context of space” and define socio-cultural aspects (Yazgi, 2006).

- Urbanization according to spatial evaluation; concentration of the population migrating to the city in a certain area of the city
- Urbanization in socio-cultural terms; could tell the process of socialization of individuals coming to the city again. This process starts with the internalization of urban people.

4. URBAN CULTURE

The concept of culture has a role in the formation of identity and includes the life style, tradition, customs and customs of the society. Urban culture that is defined as in the concrete conditions of certain settlements settled communities of economic, political, ideological and etc. the accumulation and association of coexistence practices in each plane in chronological process. Culture is developing with the city and other forms and it finds the opportunity to realize itself in a higher dimension and to dig into life; moreover, civilization is becoming the water of life for a civilization. It is very important that the culture of the city has a story. Urban culture becomes evident with the emphasis on lifestyles. Therefore, urban culture has to take on a character that is open to innovations, democratic and conciliatory. It can be concluded that the culture of the city also improves the identity of the city over time.

5. URBAN IMAGE - ENVIRONMENTAL PERCEPTION AND MIND MAP CONCEPT

Another important step in the formation of identity is the “urban image”. Lynch defines the urban image as genel the generalized picture in the human mind of the physical external world ” (Ünlü,2017).

- From the first times of history to the present, it has aroused interest in which urban perception is made of a space and which dimension of the interaction between human and environment constitutes.
- Urban perception is the reflection of the life style of the society to the space and it is also a very important element that gives identity to the city.
- At this point, the identity of the city is about how the values of the city make an impression in the eyes of the citizen.

Interaction between environment and human is a continuous and mutual interaction. During this interaction, the environment sends a number of messages to human beings, and filtering them in people's minds is referred to as "environmental perception." Mind maps express the world,

understanding and spatial relationships in a person's mind. It is the state of the environment that the individual carries in his mind. Two important factors which are the development stage of mind maps; time and experience determine. Urban images are developing projects reflected their socio-cultural values to the cities, economically developed societies in terms of urban residents develop projects aimed at the highest level of adoption within the society by emphasizing "localism, traditionalism and protectionism". The historical and traditional values of the city are not only economically important for the city but also constitute the main identity elements of the city. Examples such as the Eiffel Tower Venice's canals, Paris's palaces, historical museum buildings, cathedrals these enable individuals to connect with history and give identity to the city.

6. CONCLUSION

In this study, urban form and urban identity have been evaluated in order to understand the relationship. They affected the formation of the city in the form of the city, but they have strengthened the bond between cities with its historical identity. In addition, it is correct to say that urban spaces shaped in relation to social life have meaning and they are remembered as a part of life in the memory of the citizens, beyond being a physical space (Türkmen and Türkkanat, 2018). The continuity of spaces, which are included in the urban memory and are integral parts of the urban identity, will mean cities owned by the citizens. This situation will support the formation and sustainability of urban identity by strengthening the urban-urban relationship. Therefore, it is only possible to maintain or gain identity from the past by maintaining a healthy and uninterrupted relationship between the urban form and the urban identity. The cities that have preserved the connection from the past have become important areas today and this has provided the cities both financially and morally, and ıt has provided the cities to have 'identity'.

REFERENCES

Akbaş, İsmet. (2018).''Kent Formunun Evrimi: Akıllı Kent.'' Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi (Temmuz 2018): 375-390.

Aktan, E.A. (2006). ''Kent Biçimini - Ulaşım Etkileşimine İlişkin (Tarihsel ve Güncel) Yaklaşımlar ve İstanbul Örneği'' Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir Planlama Programı, İstanbul.

Erdaydın, Z. (2016). ''Kentsel Markalaşma Stratejilerinin Kent Belleği ve Kent İmgesi Üzerine Etkileri: Ankara Örneği.'' Kent Araştırmaları Dergisi,İdealkent dergisi. (Mayıs): 80- 115.

GÜLER, T., ŞAHNAGİL, S., & GÜLER, H. (2016). Kent Kimliğinin Oluşturulmasında Kültürel Unsurların Önemi: Balıkesir Üzerine Bir İnceleme. Paradoks Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi, 11(3).

İlgar, E. (2008)''Kent Kimliği Ve Kentsel Değişimin Kent Kimliği Boyutu: Eskişehir Örneği.'' Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı, Eskişehir.

Lynch, K. (2011) Kent İmgesi, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul.

Sezer, S. T. (2012).''Kent Formunun Tarihsel Gelişiminin İncelenmesinde Yeni Bir Perspektif; Floransa Kent Formunun Köprüler Etkisinde Gelişimi.'' Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul.

Şendil, G. N. (2017). ''Kent Kimliği: Safranbolu Örneği.'' Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Siyaset Bilimi Ve Kamu Yönetimi Anabilim Dalı Kentleşme Ve Çevre Sorunları Bilim Dalı, Bursa.

Ünlü, T. S. (2017)''Kent Kimliğinin Oluşumunda Kentsel Bellek ve Kentsel Mekan İlişkisi: Mersin Örneği.'' Mersin Üniversitesi, Akdeniz Kent Araştırmaları Merkezi, Mersin Planlama 2017;27(1):75–93

Yazgı, B. (2006).''İstanbul'da Kent Formunun Mekansal Analizi.'' Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, İstanbul.

Türkmen, SN and Tekkanat SS (2018). ''Tarih Boyunca Kent Formlarının Biçimlenişi Üzerine Bir İnceleme.'' Aksaray Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi (2018): 107-124.

Url 1: http://muhaz.org/ekokent-kavram-ve-ornek-kentler-uzerine-arastrmalar.html?page=3

THE EVALUATION OF TOKAT-AMASYA HIGHWAY (GOVERNOR ZEKAI GÜMÜŞDIŞ HIGHWAY) PLANTING DESIGN IN TERMS OF LANDSCAPE ARCHITECTURE

Assist. Prof. Dr. Kübra YAZİCİ*
Tokat Gaziosmanpasa University; Faculty of Agriculture, Department of Horticulture Tokat/Turkey
k-yazici-karaman@hotmail.com

Prof. Dr. Bahriye GÜLGÜN
Ege University Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, İzmir/Turkey
bahriye.gulgun@hotmail.com

Abstract
Highways are the most widely used transportation networks that are indispensable in social life. The factor that makes road transport more advantageous than others is the possibility to reach all the desired points. In this study, the accessibility of roads and deficiencies in plant designs were determined. The fact that ıt is located in Tokat City Center, the surrounding city has important public spaces and the presence of active green pine trees between Yeşilırmak and Streer were influenced in the selection of the study area. In this study, the existing planting design of Tokat-Amasya highway (Governor Zekai Gümüşdiş Highway) was evaluated within the framework of functional, aesthetic perception principles and deficiencies were determined. Besides suggestions had been developed to overcome these deficiencies. As a result of the study, applications that do not overlap with the landscape design principles were observed in a significant part of the area. It was determined that the floral designs made at the focal points of the area could be considered aesthetically effective in the perception of the urban space, but they were insufficient in terms of traffic control and comfort. Also, it is necessary to maintain regularly aesthetically effective designs of urban green areas for highway environments.

Keywords: Highway Landscape Planning, Plant Composition, Tokat

1-INTRODUCTION

Highways play the most important role in establishing relations between nature and human beings. The environment can be examined more closely when traveling by road(Altınçekiç and Altınçekiç, 1999; Baraktar, 1980). According to Özgen (1984); highways make it necessary to make landscaping arrangements as soon as possible because the highways are the most prominent structural elements in the field, Another important reason for this obligation is to ensure the safety and comfort of the driver in particular. Akdogan (1972); Akdogan (1967); According to Ertekin and Çorbacı, (2010) and Dağıstanlıoğlu and Önder (2009); Highways are one of the most influential engineering structures in the efforts of people to make the world suitable for their use and life. Highways, which have established a network around the world, are powerful plan elements such as divided the landscape through which they pass. Selimoglu (1994) and Tunay et al (2008); highway landscape planning provides travelers with the opportunity to pass through a beautiful hand perspective. It is an obligatory approach that the natural structure degraded by the construction of highways can be melted in visual integrity considering the environmental balance. In addition to retaining walls made especially to prevent slippage, the use of deep-rooted trees, shrubs and groundcover plants comes to the fore in order to prevent erosion and erosion (Tanrıverdi 1975, Walker 1991). Natural and cultural values will be preserved through conscious works to prevent the damage done during the construction of the highways (Köseoğlu 1980).

In this study, Governor Zekai Gümüşdiş Highway in Tokat-city center is discussed. The street is located in Tokat City Center, the important public places of the city around it and the presence of active green pine trees between Yeşilırmak and Bulvar, the user density is effective in the selection of the study area. In this study, the existing planting design of Tokat-Amasya highway (Governor Zekai Gümüşdiş Highway) was evaluated within the framework of functional and aesthetic perception

principles, deficiencies were determined and suggestions for eliminating these deficiencies were developed.

2-MATRİAL-METHOD

The study area is located on Tokat - Amasya Highway, between Tokat Province Center and Taşlıçiftlik town and It is known as 'Governor Zekai Gümüşdiş Highway ". These are the factors that increase the importance of the area which has intensive use such as being located in the city center, providing intercity transportation, the central campus of Tokat Gaziosmanpaşa University, shopping centers, hospitals, public institutions, eating-drinking places, stone bridges, riverside recreation areas and sports areas, which have intensive use. are the factors that increase the importance of the field. The study area covers the 4.8 km long section of Tokat - Amasya Highway starting from the University junction surrounded by the entrance of Gaziosmanpaşa University to the Sivas road entrance (Tokat State hospital). The average road width is 18.40 meters. In figure 1 shows the location of the working area.



Figure 1. Location of the study area

In this study, the existing plant design of Tokat - Amasya Highway was evaluated within the framework of functional and aesthetic perception principles and deficiencies have been identified and suggestions have been developed to overcome these deficiencies. The study was carried out in 4 stages. Literature researches related to the field and subject were completed in the first stage. In the second stage, an inventory of natural and cultural landscapes was created. At this stage, the 4.8 km long highway was divided into 5 equal zones (Figure 2), each covering a 1 km long road (Figure 2), and evaluated for vegetative design through field observations, Google Earth satellite imagery and photographs. In the last stage, suggestions were made to improve the functional and aesthetic features of highway planting in the field.



Figure 2. Examination of the study area

3-RESULTS AND DISCUSSION

The study area was divided into 5 sections and examined. Below is a table of general findings (Table 1) for each zone, including the widths of travertine and median, the number of intersections, and the aesthetic and functional contributions of the plant species identified in the area. Then, the general characteristics of the regions and the problems identified in terms of planting design are explained. The evaluation and analysis given are based on Şahin and Bollukcu (2018) and Tunay et al., (2008) sources.

Table 1. Data obtained from the study area

Zone	Treduar width (m)	Refuge width (m)	Number of junctions (piece)	Detected plants
1	Min:2 Max:3	Min:2.50 Max:8	**2**	*Robiia pseudoacacia (Umbraculifera), Berberis thunbergii, Rosa hp., Evoynumus japonica*
2	Min:1.30 Max:3	Min:2.50 Max:8	**2**	*Acer negundo, Aesculuc hippocastanum, Robiia pseudoacacia (Umbraculifera), Eleagnus angustifolia, Tillia domentosa, Betula pendula, Cedrus libani, Cedrus atlantica, Cupressus leylandii, Canna indica, Arbutus unedo Berberis thunbergii, Lagestromia indica*
3	Min:1.30 Max:3	Min:2.50 Max:8.5	**1**	*Robiia pseudoacacia (Umbraculifera), Crataegus spp., Dianella tasanica veriegata, Parthenocissus quinquefolia, Rosa hp., Evoynumus japonica, Berberis thunbergii, Dianella tasanica veriegata, Lagestromia indica, , Arbutus unedo*
4	Min:1.30 Max:3	Min:0.5 Max:8	**2**	*Robiia pseudoacacia (Umbraculifera), Cotoneaster damweri, Berberis thunbergii, Rosa hp.*
5	Min:1.30 Max:3	Min:2.50 Max:8	**1**	*Robiia pseudoacacia (Umbraculifera), Cotoneaster damweri, Berberis thunbergii, Rosa hp.*

According to the data obtained in the study area; seasonal flowers outside, 23 different trees, small trees and shrubs were identified. The aesthetic and functional features that these plants were added to the study area were given in Table 2.

Table 2. The plants of aesthetic and functional features in 5 sections

Latin name	Life form	Location	Aesthetic and functional additives
Acer negundo	Tree	Roadside	This tree adds aesthetic value to the highway landscape with its apricot texture and autumn color. Also, it is effective in creating cool and shadow spaces
Aesculus hippocastanum	Tree	Roadside	The form of this tree has a high visual impact with its wide crown and flowers. Pedestrian and bicycle path edges create a shadow effect.
Betula pendula	Tree	Roadside	Its form, wide crown and body color has a high visual impact.
Cedrus libani	Tree	Roadside	The plant especially adds aesthetic value to the highway landscape with its form and leaf texture. It is also effective in determining the route and creating borders
Cedrus atlantica	Tree	Roadside	It adds aesthetic value to highway landscape with its form and leaf texture. It is effective in wind control
Cupressus leylandii	Tree	Roadside, Junctions and refuges	It adds aesthetic value to the highway landscape with its form and leaf texture. It is effective in wind control. It is effective in wind control
Eleagnus angustifolia	Tree	Roadside	The plant especially adds aesthetic value to the highway landscape with its form and leaf texture. It is also effective in determining the route and creating borders.
Tillia domentosa	Tree	Roadside	The plant especially adds aesthetic value to the highway landscape with its form and leaf texture. It is also effective in determining the route and creating borders.
Arbutus unedo	Tree	Roadside	This tree adds aesthetic value to highway landscape with its leaf color and plant form.
Juniperus sabina	Tree	Junctions and refuges	It adds aesthetic value to highway landscape with its form and leaf texture. It is effective in wind control. It is used as a slope holder in high slope areas.
Robiia	Small	Roadside	It has a regular appearance with its top-branching form and

pseudoacacia (Umbraculifera)	tree		body structure. Road routing is effective in controlling headlamp lights
Lagestromia indica	Small tree	Roadside refuges	It has a regular appearance with its top-branching form and body structure. Road routing is effective in controlling headlamp lights
Syringa vulgaris	Small tree	Roadside	It strengthens the plant compositions with its leaf texture, flower form and color and form.
Juniperus horizantalis	Shrub	Junctions and refuges	It attracts attention with its form and color features. It is used as a slope holder in high slope areas.
Thuja orientalis	Shrub	Junctions and refuges	It adds aesthetic value to highway landscape with its form and leaf texture. It is effective in wind control
Cotoneaster damweri	Shrub	Junctions and refuges	It strengthens the compositions with its leaf texture and form. Effective in determining route and border
Berberis thunbergii	Shrub	Junctions and refuges	It adds aesthetic value to the road with its leaf texture and color. Determining the route is effective in controlling the headlamp lights.
Rosa hp.	Shrub	Junctions and refuges	Leaves, flowers and fruit color of the plant add aesthetic value to the road
Evoynumus japonica	Shrub	Junctions and refuges	Leaf texture and color of the plant adds aesthetic value to the road
Ligustrum vulgare	Shrub	Junctions and refuges	This shrub adds aesthetic value to the road with its form and texture. It provides space limitation.
Canna indica	Shrub	Roadside	This plant strengthens the compositions between the leaf form and the path through the flora with flower color.
Crataegus spp.	Shrub	Junctions and refuges	It strengthens the compositions with its leaf texture and form. Effective in determining route and border.
Dianella tasanica veriegata	Creeper	Junctions and refuges	Leaf form and color reinforce junction compositions.
Parthenocissus quinquefolia	Climber	Roadside (retaining wall)	It was used on retaining walls. It softens the hard appearance and has a decorative appearance.

Section 1 results; The first region is Tokat State Hospital, which is the starting point of the study area, and the approximately 1 km long section 72. Regional Directorate Of State Hydraulic Works. Hospital, fuel station, bus station, pharmacies and residential areas of this highway and the other side of the highway is the Yeşilırmak. Images of Region 1 were given in Figure 3.



(a) (b) (c)

Figure 3. Images of the section 1(a-b-c)

In order to form an effective border element between the structures and the road in the north of the road, sequential planting was performed. On the left side, the walking and cycle route were done to increase the aesthetic qualities of the heavily used road. There are 2 roundabouts on the road where the middle median width is 1.50 m. In order to provide traffic safety with the control of headlamp lights and to clarify the vehicle and pedestrian lines, planting was done in middle refuges using a tree -which was *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera (Figure 3).

*Section 2 results***;** State is about 1 km after 72. Regional Directorate of State Hydraulic Works. Green spaces, parks on the banks of Yeşilırmak and dense cafeterias are the prominent spatial elements. The north of the road is Yesilirmak and a hiking trail. *Canna indica, Cedrus libani* were used on the side of the road. On the southern side of the road, the plant was designed by using trees (*Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera) in the middle median. Figure 4 shows the images of the highway landscape in section 2. Although seasonal changes are made in the middle median; In the designs, various shapes were created through plants and the design was strengthened with stones and rocks (Figure 4). In this section where user density is high, it can be said that the plant design made has a remarkable quality. In this region, *Acer negundo, Aesculuc hippocastanum, Robiia pseudoacacia* (Umbraculifera), *Eleagnus angustifolia Tillia domentosa, Betula pendula, Cedrus libani, Cedrus atlantica, Cupressus leylandii, Canna indica, Arbutus unedo, Berberis thunbergi* were mainly used as plants.



(a) (b) (c)

Figure 4. Images of the section 2 (a-b-c)

In the refuge; plant density is sparse and irregular spacing is inadequate in the prevention of headlight lights, showing an aesthetically mediocre appearance. Junctions; Small trees predominate and the compositions mainly consist of *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera" and *Berberis thunbergii* plant species. The fact that the number and diversity of species were higher than the other regions was an important finding in the plantation study. However, the lack of vegetative design, the lack of adequate use of flashy species of flowers and leaves suitable for use in the focal points adversely affected the landscape of the road. Plantation works at junctions show seasonal changes. Slopes on the sides of the road; bush and seasonal flower species which reinforce aesthetic perception with color effect are applied.

Section 3 results; The Third Region, Industrial road division covers 1 km of highway starting from the hospital to the Dimes factory junction. Industrial sites, hospitals, workplaces, green spaces and sparsely dwellings are the prominent spatial elements. Figure 5 shows the images of the highway landscape in Region 3. only *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera" was preferred in the refuge. Used plants such as *Dianella tasanica* Veriegata, *Juniperus sabina, Thuja orinetalis* Nana, *Cedrus libani, Lagestromia indica*) were remarkable in junction planting. Plant density is remarkable.


(a)


(b)


(c)


(d)


(e)


(f)

Figure 5. Images of the section 3 (a-b-c-d-e)

In the refuge; *Berberis thunbergii* and *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera" species are mainly used. In addition, only ground cover herbaceous species were included in a section. Plants appear strength due to adequate maintenance also strength appearance reduces the aesthetic value of the design.

Section 4 results extend from the end of the Dimes factory to the junction of the ring road was approximately 1 km away. Houses are outstanding spatial element. Figure 6 shows the images of the highway landscape in Region 4. In the refuge; only *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera" plant species were preferred. It is not remarkable because the plant density was low.


(a)


(b)


(c)


(d)


(e)


(f)

Figure 6. Images of the section 4 (a-b-c-d-e-f)

Section 5 results; It is a 1 km highway starting from the separation of the ring road until the end of the campus of Tokat Gaziosmanpaşa University. Taşlıçiftlik campus, agricultural areas and sparsely dwellings were the prominent spatial elements. Figure 7 shows the images of the highway landscape in section 5. In the refuge; only *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera" plant species were preferred. Plant density is remarkable on campus slopes.



(a) (b) (c)

Figure 7. Images of the section 5 (a-b-c)

Thuja orientalis, Ligustrum ovalifolium, Berberis thunbergii were preferred in the roadside.

4. CONCLUSION

Observations were made within the scope of Tokat-Amasya Highway plantation. As a result of this study, deficiencies in landscape planning, landscape design, implementation and maintenance were determined. If elimination of these deficiencies will add, the landscape aesthetically also will contribute to the regulation of traffic and road safety. In order for plant design to succeed, it is necessary to comply with the principles laid out by scientific means at all stages from planning to maintenance. In plant selection, ecological desires and tolerances to environmental effects should be preferred in terms of species appropriate to the conditions of the region (Yaman and Yaman 1988; Ürgenç, 1990). In the area covering the 5th Region on the Tokat -Amasya Highway, the width of the treduar was renewed and in addition to this, directions were added for the comfortable use of the disabled. However, the lack of variety in plant use is striking in terms of design deficiencies.

As a result of this study, the following suggestions we can be made:

- Continuity should be ensured in planting the refuges,
- Reinforced using plastic objects
- Short and medium-sized shrubs branching from the ground in the control of headlamp lights should be used in sequential compositions with shrubs or trees attracting attention with their short form.
- Plant planting intervals should be taken into consideration, mass gap balance should be provided, passage should be allowed in places,
- Plant compositions should be strengthened with gravitational species suitable for erosion control on high slope roadside
- The effects of the design should be felt throughout the year by using balanced and deciduous species, flowering at different periods and attracting attention with autumn color.
- An intense vegetative design should be applied at intersections. Species that attract attention with their form and color characteristics should be preferred,
- Treatments that do not comply with the standards should be harmonized, their floors should be resistant to outdoor conditions,
- Disabled ramps should be made in accordance with standards. Maintenance of plants should be carried out regularly in order to create a sustainable planting design
- Attention should be paid to maintenance and repair works aimed at improving the living conditions of plants such as aerating the soil, fertilizing, supporting young tree trunks against the wind, fighting against pests such as weeds, insects and fungi,
- Landscape design and plant design constitute an important dimension in the street landscape planning.

Table 3. Ornamental plants recommended to be used and whose usage should be increased

Latin name	Latin name	Latin name	Latin name
Acer negundo,	*Cotoneaster horizontalis*	*Aesculus carnea*	*Aesculus hippocastanum,*
Acer pseudoplatanus,	*Catalpa bignonioides*	*Forsythia x intermedia,*	*Ephedra major*
*Prunus ceracifera "*Atropurpure*a"*	*Cotinus coggyria Scop*	*Cornus spp.*	*Cedrus libani*
Corylus spp	*Juniperus sabina*	*Lonicera spp*	*Malus hybrida,*
Platanus orientalis	*Picea pungens*	*Rosa canina*	*Robinia pseudoacacia "*Umbraculifera*",*
Symphoricarpos racemosus	*Tamarix symrnensis*	*Ulmus glabra*	*Viburnum lantana,*

Landscape architecture professional discipline is important in the planning of roads and plant design. It is important for the sustainability of the applications that the related municipalities and other administrative units support from landscape architects and related disciplines.

REFERENCES

Akdogan, G., 1967. Landscape Characteristics of Ankara-Istanbul Highway Route and Landscape Planning Problems to be addressed in terms of study and arrangement principles. T. C. Ministry of Public Works General Directorate of Highways Publication No: 158 Ankara.

Akdogan, G., 1972. Landscape Planning in Terms of Highways Problems. Landscape Architecture Journal 1972 / 1-2, Publication No: 10, Separate Edition.

Altincekic S. and Altincekic H. 1999. Landscaping of Highways Plantation Principles. Ist. Uni. Journal of Forest Faculties, Volume, 49 Issue 1

Bayraktar, A., (1980). Investigation of the Ecological Prints of Highways from the Perspective of Landscape Architecture and Research on a Sampling on the Izmir-Ankara Highway, Ege University Faculty of Agriculture Publications, No. 423, Ege University Printing House, Izmir, 90.

Dagıstanlioglu, C and Onder S. (2009). Investigation of Isparta-Egirdir Highway in terms of Landscape Planning Principles, Süleyman Demirel University Journal of Forestry Series: A, No: 1, Year: 2009, ISSN: 1302-7085, Pages: 154-166.

Ertekin, MA. Soup, LO. 2010. Landscape Planning and Plantation Studies on Highways, e-Journal of New World Sciences Academy 2010, Volume: 5, Number: 2, Article Number: 5A0030

Özgen, Y., 1984: Army, Hopa, Landscape Characteristics, Problems and Solution of the Coastal Road in the Eastern Black Sea Region. IU Faculty of Forestry Journal, Series: A, 34-2, Istanbul.

Köseoğlu M (1980) Research on Landscape Planning of Socio-Economically Important Highways in Aegean Region. Ege University Faculty of Agriculture, İzmir

Selimoğlu 1994. A Study on Determination of Regulation Principles on Motorways of Turkey. Ankara Univ. Institute of Science and Technology Department of Landscape Architecture Ph.D. Thesis, Ankara.

Şahin and Bollukçu 2018. Evaluation of Landscape Design in Zonguldak-Kozlu Highway (Milli Egemenli Street) in terms of Landscape Architecture Bartin University International Journal of Natural and Applied Science 1 (1), 7-17.

Tanriverdi F (1975) Highways Afforestation Guide. General Directorate of Highways, Ankara.

Tunay, M. Yilmaz B. and Atesoglu A. (2008). Determination of the Effects of Bartin-Amasra Highway Route on Natural Landscape Characteristics Ecology Degrees, 17, 66, 23-30 2008

Walker TD (1991) Planting Design. Van Nostrand Rheinhold, New York

Yaman N. and Yaman F., (1988). Road Information, Ankara.

Yilmaz H. and Yilmaz H. Slopes: Erzurum-Uzundere Case, Journal of Suleyman Demirel University Faculty of Forestry Series: A, Issue: 1, Year: 2009, ISSN: 1302-7085, Page: 101-111

Urgen, S., (1990). General Plantation and Afforestation Technique, University Publication no: 407, Istanbul.

FPGA TABANLI SAYISAL DEVRELER İÇİN SENTEZLENEBİLİR TAMSAYI ÇARPMA İŞLEMİ YAPAN IP ÇEKİRDEĞİ TASARIMI

Dr. Serkan Dereli
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi / Sakarya MYO / Bilgisayar Teknolojileri ve Prog.
dereli@subu.edu.tr

Özet
Sayısal devrelerde çarpma işlemi mantık kapıları ve flip-floplarla gerçekleştirildiğinde karmaşıklığı bit sayısı arttıkça üstel olarak artan bir işlemdir. O nedenle bir sayısal devre, özellikle çarpma işleminin de içinde olduğu birden fazla işlemi içeriyorsa yapı itibariyle son derece karmaşık bir hal almaktadır. Bir sistemin yapısı karmaşıklaştıkça hem sistemin asıl yapması gereken işlevinden uzaklaşılmakta hem de tasarım ve test işlemi zorlaşmaktadır. Bu nedenle FPGA ile birlikte, yapılan devre tasarımlarında gerçekleştirilmesi planlanan işe odaklanılması ve ayrıntılarda boğulma durumlarından uzak durulması amacıyla IP çekirdeği yaygın şekilde kullanılmaktadır. Tek bir görevi gerçekleştiren ve alt devre gibi çalışan IP çekirdekleri herhangi bir devreye kolaylıkla monte edilebilmektedirler. Bu çalışmada aritmetik hesaplama işlemlerini içeren sayısal devreler için VHDL tasarım dili kullanılarak 2-bit ile 16-bit aralığında iki sayının çarpılarak sonucun çıkışa aktarıldığı bir IP çekirdeği tasarımı gerçekleştirilmiştir. VHDL dili ile tasarlanan çarpım devresi sentezlenerek oluşan RTL şeması çıkarılmış ve klasik yöntem olan kapı ve flip floplarla gerçekleştirilen tasarımla test süreci ve karmaşıklık açısından karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Sonuçta FPGA ile gerçekleştirilen sayısal devrenin hem esneklik, hem karmaşıklık ve hem de test işlemleri açısından daha başarılı olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: FPGA, VHDL, Tamsayı Çarpım, IP Çekirdeği, Sayısal Tasarım

SYNTHESIZABLE DECIMAL MULTIPLIER IP-CORE DESIGN FOR FPGA BASED DIGITAL CIRCUITS

Abstract
Multiplication in digital circuits is exponentially increasing when the number of bits increases with the logic gates and flip-flops. Thus, a digital circuit becomes extremely complex in nature, especially if it involves more than one arithmetic operation, including multiplication. As the structure of a system becomes more complex, both the actual function of the system and the design and testing process become more difficult. For this reason, IP core is widely used in FPGA circuit designs in order to focus on the planned work and to avoid drowning in details. IP cores, which perform a single task and act as a sub-circuit, can be easily mounted to any circuit. In this study, a synthesizable IP core design that multiplies two numbers between 2-bit and 16-bit is realized by using VHDL design language for digital circuits including arithmetic calculation operations. After the multiplication circuit designed with VHDL language was synthesized and RTL scheme was obtained, it was analyzed by comparing with the design performed with logic gates and flip flops, which are called as classical methods, in terms of both test process and complexity. As a result, it is seen that the digital circuit realized with FPGA is more successful in terms of flexibility, complexity and test process.

Keywords: FPGA, VHDL, Decimal Multiplier, IP Core, Digital Circuit

1. GİRİŞ

Özellikle VLSI teknolojisinin nano boyutlara ulaştığı ve taşınabilir cihazlara monte edildiği bir dönemde işlemlerin enerji tüketimi açısından verimli olması bu açıdan son derece mühimdir. Çarpma işlemi de sinyal işlemede, işlemcilerin aritmetik ve mantık biriminin bir parçası olarak, robotik ve görüntü işleme gibi pek çok işlemde sıklıkla kullanılmaktadır. O nedenle sayısal dünyanın ilk zamanlarından beri geliştirilen farklı çarpma teknikleri mevcuttur. “Braun” (Sangeetha & Khan, 2018), “CSA” (Esposito, Caro, Napoli, Petra, & Strollo, 2017), “Array” (Suresh, Shaji, & Reddy, 2018), “Vedic” (Kodali, Boppana, & Boppana, 2015), “Wallace Tree” (Anu, Ashly, & S. Serin, 2016)

ve “Booth’s” (Sarkar, Nath, & Das, 2018) teknikleri farklı amaçlar için geliştirilmiş çarpma işlemi gerçekleştiren tekniklerdir.

Javeed ve arkadaşları çalışmalarında genel anahtar tabanlı şifreleme sistemlerini geliştirmek amacıyla çarpma işlemine yoğunlaşmışlardır. Bunun sebebi olarak da şifreleme sistemlerinin performansının artırılması için optimize edilmiş modüler çarpanların kullanılmasını öne sürmüşlerdir. Önerdikleri sistem iç içe geçmiş çarpma algoritması ile birlikte Montgomery güç merdivenleri tekniğine dayanan seri ve paralel olarak çalışabilen modüler çarpanlardan ibarettir. Bu yeni sistem gerekli olan saat darbesi sayısını %50 oranında azaltmıştır. Verilog HDL ile tasarladıkları sistemi Virtex-6 platformunu destekleyen bir FPGA aygıtında test ettiklerinde 256-bitlik bir modüler çarpan için seri olarak çalışan sistemin 1.3 mikro saniye, paralel çalışan sistemin ise 0.77 mikro saniye gecikme ortaya koyduğunu göstermişlerdir (Javeed, Wang, & Scott, 2015). Barakat ve arkadaşları çarpım işlemlerinin tasarım açısından daha fazla alan kapladığı ve sistemde daha fazla gecikmeye sebebiyet verdiği fikrinden yola çıkarak Vedic çarpma yöntemi ile CSA (Elde kaydeden toplama - Carry Save Adder) yöntemini bir arada kullanarak daha az gecikme sağlayan bir çarpım yöntemi geliştirmişlerdir. VHDL ile tasarladıkları devreyi Virtex-5 ve Virtex-6 FPGA platformlarında test etmişlerdir (Barakat, Saad, & Shokair, 2018). Shirol ve arkadaşları sayısal devrelerde yoğun bir şekilde kullanılan toplama ve çarpma işlemlerinin performansını artırmaya yönelik bir araştırmaya odaklanmışlardır. Bunun için bu devrelerin yapısında bulunan kapı sayılarını azaltma yoluna gitmişlerdir (Shirol, Ramakrishna, & Shettar, 2019). Kim ve Rutenbar kayan sayıların çarpılması için yeni bir iteratif yöntem önermişlerdir. Bunun için çarpanlardan sadece birine yaklaşarak kapı sayısını azaltmayı ve böylece önerinin verimliliği artırmışlardır. Önerdikleri sistemi Mitchell’in iteratif sistemi ile karşılaştırmışlar ve hem LUT sayısının hem de FF sayısının önemli oranda azaltıldığını göstermişlerdir (Kim & Rutenbar, 2019). Panigrahi ve arkadaşları klasik çarpma işlemi için bir yöntem olan CSA (Carry Save Algorithm) algoritmasıyla tasarladıkları 8-bitlik çarpma işleminin zaman ve güç optimizasyonu üzerine çalışma yapmışlardır. Tasarladıkları devreyi Basys-3 FPGA aygıtında test etmişlerdir (Panigrahi, Sakshi, Pradhan, & Singh, 2019).

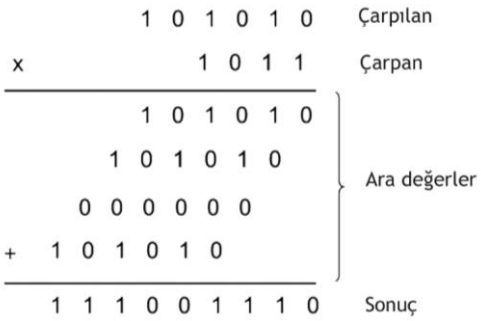
Bu çalışmada “Array Multiplier” olarak isimlendirilen sonuç değerini bulmak için toplama ve kaydırma işlemlerinin ikisinin birden yapılması gereken yöntem kullanılarak işaretsiz iki sayının çarpılması için IP çekirdeği geliştirilmiştir. IP çekirdeğinin dikkat çeken özelliklerinden birisi de çarpma işlemi yapılacak sayıların bit uzunluğunun değişken yapıda yani dinamik olmasıdır. Dolayısıyla gerçekleştirilen tasarım 4-bit ile 32-bit aralığındaki sayıların çarpma işlemini başarıyla gerçekleştirmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

Sayısal devrelerin günümüzde bulunmadığı veya kullanılmadığı herhangi bir sistem bulmak neredeyse imkânsızdır. Çarpma işlemi gerek şifreleme algoritmalarında (Rebba & Devi, 2017), gerek haberleşme teknolojilerinde gerekse de görüntü ve sinyal işleme gibi uygulamalarda ziyadesiyle kullanılmaktadır (Naresh & Kande). Bu çalışmada klasik çarpma yöntemi olan “Array Multiplier” kullanılarak geniş bir bit aralığında (4 – 32 bit) iki sayının çarpılması için FPGA tasarımı VHDL tasarım dili ile gerçekleştirilmiştir.

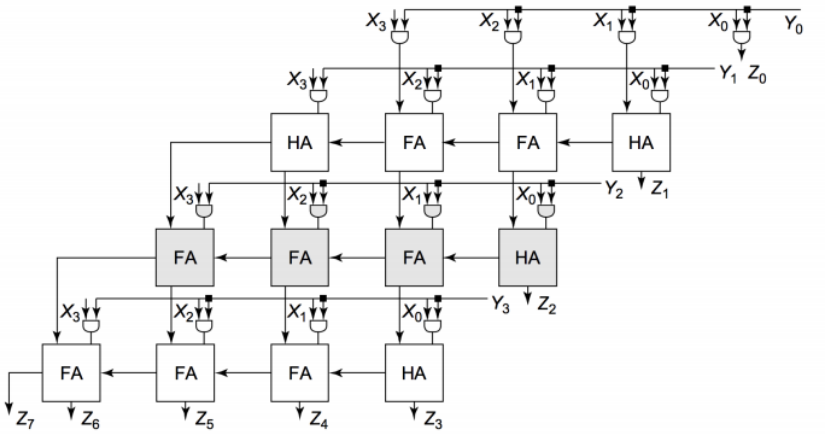
2.1. “Array Multiplier” Çarpma Yöntemi

Bu yöntemle yapılan çarpma işlemlerinde üstteki sayıya “Çarpılan” altta ki sayıya ise “Çarpan” ismi verilmektedir. Çarpma işlemi esnasında çarpılan sayı çarpan kadar tekrar etmekte ve her seferinde elde edilen ara değerler 1-bit sola kaydırılarak toplanmaktadır.



Şekil 1. 4-bitlik toplama ve kayma yöntemi ile çarpma işlemi (Array Multiplication)

Şekil 1'de 6-bitlik ve 4-bitlik iki sayının çarpılması neticesinde oluşan ara değerler ve sonuç değeri görünmektedir. Her bir ara değer çarpan sayının çarpılan sayı ile olan AND işleminin sonucunda oluşmaktadır. Ancak yine her bir ara değer 1-bit sola kayarak yerleşim gerçekleştirmiştir.

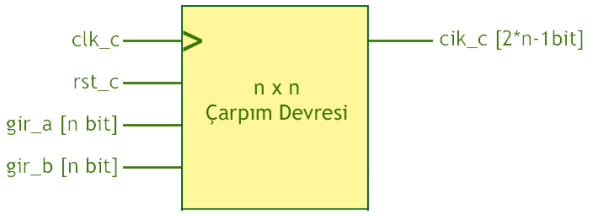


Şekil 2. 4-bitlik çarpma işleminde ara değerlerin toplanması işlemi

Şekil 2'de sola kaydırma neticesinde oluşan bit yapısının toplanması işlemi görünmektedir. Bu şekilde de 4-bitlik X ve Y sayıları çarpılmış yani her 4-bitlik X değeri her Y sayısı kadar tekrar etmiştir. Ancak Şekil 1 ile Şekil 2 arasında toplayıcı devrelerin sayısı bakımından tek hat fark vardır. Çünkü toplama işleminde hat sayısının "1" eksiği kadar toplama işlemi gerçekleştirilmektedir.

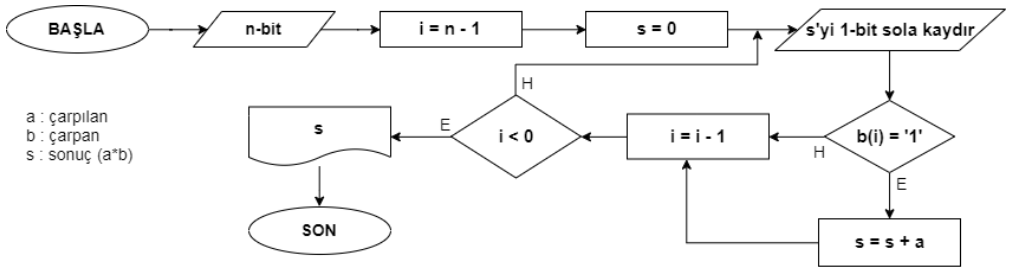
2.3. Devrenin FPGA ile Tasarımı

Bu çalışmada gerçekleştirilen çarpma devresi IP çekirdeği VHDL tasarım dili kullanılarak tasarlanmıştır. IP çekirdeğinin desteklediği bit aralığı 4 bit ile 32-bit şeklinde olup tasarımcı kendi sayısal devresinde kaç bitlik bir çarpma devresi yapması gerekiyorsa o şekilde bu IP çekirdeğini kullanabilmektedir.



Şekil 3. N x N bitlik çarpım devresi giriş/çıkış pin gösterimi

Şekil 3'te çarpım devresi için giriş çıkış uçlarına ait genel gösterim görünmektedir. Bu gösterimde ki "n" ifadesi çarpım devresinin çalışması anında kaç bitlik değerleri çarpacağını ifade etmektedir.

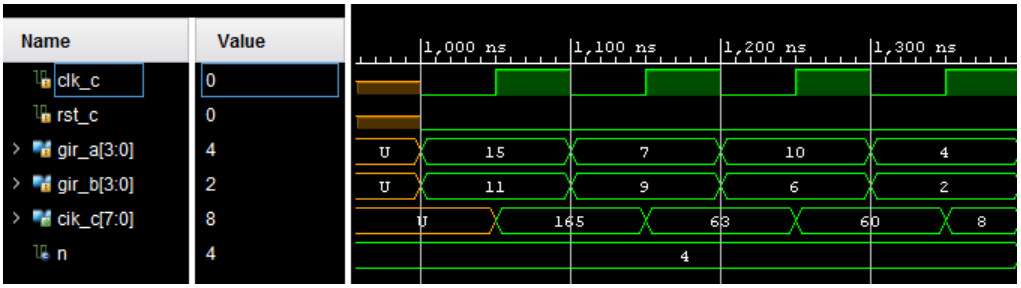


Şekil 4. N x N bitlik çarpım devresi akış şeması

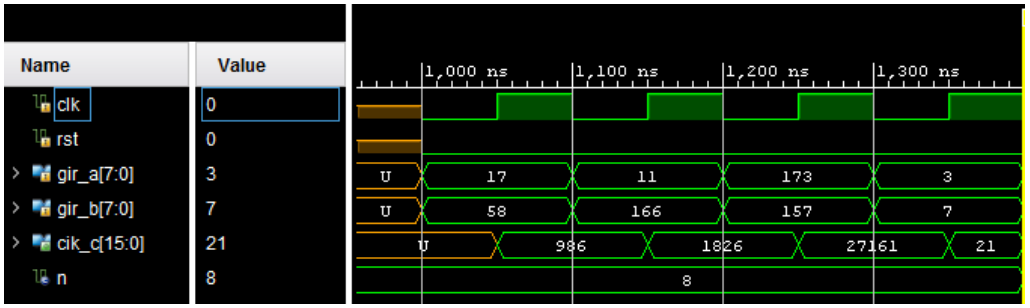
Şekil 4'te çarpım devresinin VHDL dili ile kodlanırken izlenen akış şeması görünmektedir. "n" çarpım devresinin kaç bitlik olduğunu göstermektedir. "a" ve "b" n-bitlik giriş değerlerini yani çarpılacak sayıları "s" ise 2 x n bitlik sonuç değerini göstermektedir.

3. SONUÇ

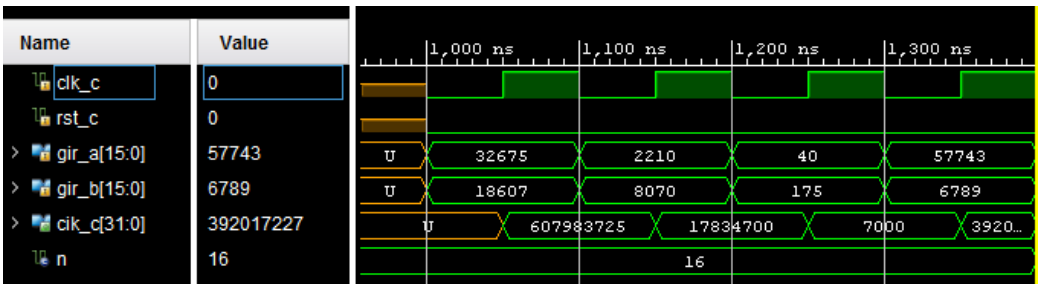
Bu çalışmada "Array Multiplier" yöntemi ile n-bitlik iki sayıyı çarpan ve FPGA ile tasarlanan sayısal devrelerde alt devre olarak kullanılabilecek bir IP çekirdeği tasarlanmıştır. Bu tasarımın akış şeması Şekil 4'te ortaya konmuş olup bu akış diyagramına göre VHDL tasarım dili ile kodlanmıştır. Gerçekleştirilen tasarım test aşamasında 4 bit, 8 bit, 16 bit ve 32 bit olarak ayrı ayrı test edilerek simülasyon sonuçları ve tasarımın boyutu kullandığı LUT ve FF açısından irdelenmiştir.



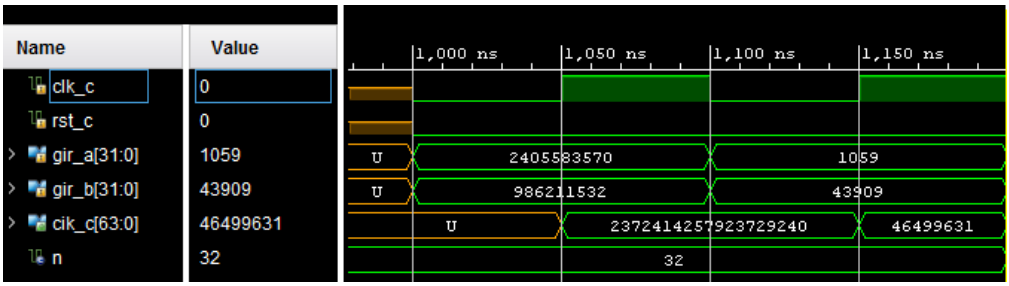
Şekil 5. Çarpım devresinin 4-bitlik olarak çalıştırılması



Şekil 6. Çarpım devresinin 8-bitlik olarak çalıştırılması



Şekil 7. Çarpım devresinin 16-bitlik olarak çalıştırılması



Şekil 8. Çarpım devresinin 32-bitlik olarak çalıştırılması

Şekil 5, 6, 7 ve 8'de simülasyon sonuçları ayrı ayrı gösterilmiştir. Bu ekranlarda kullanılan sayılar işaretsiz onluk tabana ait sayılar olup devrelerin periyotları 100 ns olarak ayarlanmıştır.

Tablo 1. NxN bitlik çarpıcı devrenin bit sayısına göre boyutu

Test No	Bit Sayısı	LUT	FF
1	4-bit	16	8
2	8-bit	57	16
3	16-bit	241	32
4	32-bit	993	64

Tablo 1, tasarlanan sayısal devrenin boyutunu açıkça göstermektedir. Doğal olarak bit sayısı arttıkça o bitleri kullanacak devre elemanları sayısı da artmaktadır. Hatta Flip-Flop sayısı doğal katında artarken LUT sayısı üstel şekilde artmaktadır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada FPGA ile tasarımı yapılan sayısal devreler de için N x N bitlik çarpım IP çekirdeği gerçekleştirilmiştir. Çarpım IP, N bit sayısı ihtiyaca göre 4 ile 32 arasında olacak şekilde tasarımcı tarafından belirlenmek üzere işaretsiz sayıların çarpılması için kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen devrenin tasarımı VHDL dili ile gerçekleştirilmiş olup test ve kodlama için Vivado IDE arabirimi kullanılmıştır. Tasarlanan devre 4 bit, 8-bit, 16-bit ve 32-bit iki sayının çarpılarak sonuçlarının gözlemlenmesi şeklinde test edilmiş ve her bir test için devrenin kapladığı alanın büyüklüğü ortaya konmuştur. Her ne kadar devrenin bit sayısı arttıkça karmaşıklığı artsa da işlemler hepsinde tek bir saat darbesinde gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Anu, T., Ashly, J., & S. Serin, S. S. (2016). Comparison of Vedic Multiplier with Conventional Array and Wallace Tree Multiplier. *4*, 244-248.

Barakat, M., Saad, W., & Shokair, M. (2018). Implementation of Efficient Multiplier for High Speed Applications Using FPGA. *13th International Conference on Computer Engineering and Systems (ICCES).* Cario: IEEE.

Esposito, D., Caro, D. D., Napoli, E., Petra, N., & Strollo, A. (2017). On the use of approximate adders in carry-save multiplier-accumulators. *International Symposium on Circuits and Systems* (s. 1-4). IEEE.

Javeed, K., Wang, X., & Scott, M. (2015). Serial and parallel interleaved modular multipliers on FPGA platform. *International Conference on Field Programmable Logic and Applications (FPL).* Londra: IEEE.

Kim, S., & Rutenbar, R. (2019). An Area-Efficient Iterative Single-Precision Floating-Point Multiplier Architecture for FPGA. *Great Lakes Symposium on VLSI* (s. 87-92). Tysons Corner: ACM Digital Library.

Kodali, R., Boppana, L., & Boppana, S. (2015). FPGA Implementation of Vedic Floating Point Multiplier. *International Conference on Signal Processing, Informatics, Communication and Energy Systems.* IEEE.

Naresh, D., & Kande, G. (tarih yok). High Speed Signed multiplier for Digital Signal Processing. *8*, 57-61.

Panigrahi, A., Sakshi, Pradhan, N., & Singh, V. (2019). Timing and Power Optimisation of High Speed 8-Bit Multiplier Using BASYS-3 FPGA Board. *Applications of Robotics in Industry Using Advanced Mechanisms* (s. 95-103). Springer.

Rebba, S., & Devi, S. (2017). DESIGN OF HIGH SPEED CRYPTOGRAPHY USING FINITE FIELD MULTIPLIER. *5*.

Sangeetha, P., & Khan, A. (2018). Comparison of Braun Multiplier and Wallace Multiplier Techniques in VLSI. *International Conference on Devices, Circuits and Systems* (s. 48-53). IEEE.

Sarkar, U., Nath, R., & Das, S. (2018). VLSI Implementation of Booth's Multiplier Using Different Adders. *Advances in Communication, Devices and Networking* (s. 51-55). Springer.

Shirol, S., Ramakrishna, S., & Shettar, R. (2019). Design and Implementation of Adders and Multiplier in FPGA Using ChipScope: A Performance Improvement. *Information and Communication Technology for Competitive Strategies. Lecture Notes in Networks and Systems. 40.* Singapore: Springer.

Suresh, N., Shaji, S., & Reddy, M. (2018). High Speed and Low Power 4* 4 Array Multiplier Design. *7*(24).

ISI İLETİMİ TEMELLİ GRİ GÖRÜNTÜ KENAR BELİRLEME OPERATÖRÜ

Dr. Öğr. Üyesi Ferzan KATIRCIOĞLU
Düzce Üniversitesi, Düzce Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü
ferzankatircioglu@duzce.edu.tr

Özet
Kenar belirleme, görüntüdeki nesnelerin sınırlarını belirleme işlemini yapmakta olup, görüntü üzerinden özellik çıkartma, görüntü tanıma ve nesne sınıflandırma gibi uygulamalarda ön işlem amaçlı olarak kullanılmaktadır. Gri seviye görüntü üzerine, katı ve durgun akışkanların ısı iletim formülü uygulanarak, Ortalama Isı İletim Matrisi (OIİM) adı verilen özellik matrisi elde edilmiştir. OIİM'nin pozitif yüksek değerleri, görüntünün kenar piksel tanımlamalarında kullanılmıştır. Bunun için OIİM özellik matrisine eşikleme yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sayısal ve görsel uygulama sonuçları, literatürde yer alan Sobel, Canny ve LoG operatörleri ile karşılaştırılmıştır. Önerilen çalışmanın sonuçları, gri görüntü kenar belirleme de güçlü olduğunu göstermiştir. İnce ve belirgin kenarların yanında önemli kenarların yüksek vurguya sahip olması operatörün en büyük özelliğidir.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, Kenar Belirleme, Isı İletimi.

A NOVEL GRAY IMAGE EDGE DETECTION OPERATOR BASED HEAT CONDUCTION

Abstract
Edge detection is the process of determining the boundaries of objects in the image and it is used for pre-processing in applications such as feature extraction, image recognition and object classification. On the gray level image, by applying the heat conduction formula of solid and still fluids, a property matrix called Average Heat Conduction Matrix (AHCM) was obtained. The positive high values of AHCM are used for edge pixel definition of the image. For this purpose, the threshold method is applied to the AHCM property matrix. The results of numerical and visual applications were compared with Sobel, Canny and LoG operators in the literature. The results of the proposed study showed that gray image edge detection is also strong. The most important feature of the operator is the high emphasis on the important edges as well as the thin and distinct edges.

Keywords: Image processing, Edge detection, Heat conduction.

1. GİRİŞ

Görüntü içerisinde yer alan nesnelerin sınırlarına, görüntüde yer alan gölge sınırlarına ve nesnelerin içindeki yansıma ve aydınlatma değişimlerine kenar adı verilir (Green, 2002). Kenarların belirlenmesinde, pikselin kendi özelliği ve komşularıyla olan ilişkisi önemli rol oynamaktadır. Kenar belirleme işlemleri görüntü sıkıştırma, görüntü ayrıştırma ve tanıma gibi yüksek seviyeli görsel çalışma alanlarında kullanılmaktadır (Giannarou ve Stathaki, 2005). Uygulanan yöntemlerini eğim kenar detektörleri, sıfır geçiş (ikincil türev detektörü) ve Canny kenar detektörü olmak üzere üç başlık altında toplamak mümkündür.

Eğim kenar detektörleri, karanlıktan aydınlığa geçişin yönünü ve bu yön içerisindeki değişim oranını ortaya çıkartmaktadır. Görüntü içerisindeki her bir noktanın eğimleri belirlenmektedir. Roberts, 1965 yılında çapraz-eğim operatörü adı verdiği çalışmasında eğim teoremini kullanmıştır. Robert operatörü hesaplamanın hızlı olmasından dolayı hala kullanılmaktadır. Ancak diğer alternatif yöntemlere göre performansı zayıf olup, gürültü oluşturması önemli bir problemdir. Sobel maskesinde görüntü içerisindeki her bir noktanın eğim değerinin büyüklüğü, yatay ve dikey türev değerlerinin birleştirilmesiyle oluşmaktadır (Yu ve Chang, 2006). Prewit operatörü Sobel'e büyük oranda benzer, farklılığı ise, maske içerisinde küçük oranlarda komşuluk ilişkisi kullanılmasıdır (Katırcıoğlu, 2007).

İkincil türev detektöründe, görüntü yoğunluğunun birinci türevi alındıktan sonra ikinci türevde ise sıfır çaprazlama işlemi yapılarak kenar bilgisine kavuşulmasıdır. Laplas operatörleri gürültüler için çok hassas bir yapıya sahiptirler. Bu gürültüler kenar belirleme işlemi gerçekleşmeden önce temizlendiğinde sonuç daha iyi olacaktır. Bu amaçla Gauss fonksiyonu kullanılır. LoG (Laplacian of Gauss) kenar belirleme detektörü adını alan bu operatörde, Gauss filtresi düzeltme ve ikinci türev elde etme bölümlerinde kullanılır. Böylece gürültülü noktalar ve küçük yapıcıklar izole edilmektedir. Ancak düzeltme ile birlikte kenarlarda yayılma gerçekleşmektedir (Huertas ve Medioni, 1986).

Canny uygulamasında, Gauss filtresiyle görüntüyü düzeltme işlemi yapıldıktan sonra, sınırlı-fark tahmini kullanarak yönler belirlenmektedir. Burada eğim büyüklüğünde maksimum olmayanlar elenir ve kenarları belirlemek için çift eşik değer algoritması kullanılmaktadır (Canny, 1986). Canny metodu diğer yöntemlere göre daha ince bir kenar çıkarmaktadır. Ancak geniş piksel hatlardaki geçişlerde sıfır yoğunluk elde edilir. Yanlış kenar anlamına gelen doldurulmuş kenarlar oluşmaktadır (Kang ve Wang, 2007).

Kenar belirleme işlemlerinde, gürültü oluşumu, kenarlarda yayılma, yanlış kenar elde etme veya kenar kaybolması gibi istenmeyen durumları ortadan kaldırmak için ısı iletim temelli kenar belirleme operatörü önerilmiştir. Görüntü üzerine, katı ve durgun akışkanların ısı iletim formülü uygulanılarak, Ortalama Isı İletim Matrisi (OIİM) adı verilen özellik matrisi elde edilmiştir. OIİM özellik matrisine eşik uygulanarak ince, belirgin ve gürültülerden arındırılmış kenar görüntüleri sağlanmıştır. Bu çalışmada, ikinci bölümde, esinlenilen Isı İletim konusundan kısaca bahsedilmiştir. Isı iletimi temelli kenar belirleme operatörü ayrıntılarına üçüncü bölümde yer verilmiştir. Dördüncü bölümde, önerilen yöntem gri görüntülere uygulanarak sonuçlar, karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Son bölümde ise yöntem ile ilgili değerlendirmeler yapılmış ve ileride yapılabilecek çalışmalar için düşünceler sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

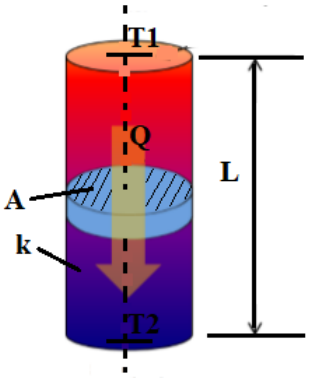
2.1. Isı İletimi

Isı iletimi, katı malzeme veya durgun akışkan içerisindeki sıcak bir bölgeden daha soğuk bir bölgeye doğru ısının geçmesidir (Kakaç ve ark., 2018). Bir katı cisim içinde sıcaklık farkları varsa yüksek sıcaklık bölgesinden düşük sıcaklık bölgesine ısı, iletim yolu ile geçer. İletimle ısı geçişi deneysel gözlemlere dayanan Fourier kanunu ile belirlenir. Fourier kanununa göre herhangi bir yönde geçen ısı miktarı, sıcaklık değişim miktarı ve maddenin ısı iletim yeteneği ile orantılıdır. Fourier kanununun matematiksel ifadesi Eşitlik 1. de verilmiştir (Sözbir, 2014).

$$Q_x = -k.A.\frac{dT}{dx} \tag{1}$$

Burada, Qx, x yönünde ve bu x yönüne dik A alanı üzerinden geçen ısı miktarıdır. Orantı sabiti k, ısı iletim katsayısı olarak adlandırılır ve maddenin bir özeliğidir. Eşitlik. 1. de ki (-) işareti ısı geçiş yönünü belirler. Örneğin sıcaklık x yönünde azalıyorsa dT/dx negatiftir ve ısı geçişi pozitif x yönünde gerçekleşir.
Şekil 1' deki homojen ve izotropik silindir için A alanından geçen ısı Fourier ısı iletim kanununa göre Eşitlik 2.'de ki gibi ifade edilmektedir. Burada, L malzemenin ısı iletim boyudur (Kotake ve Wakuri, 1994).

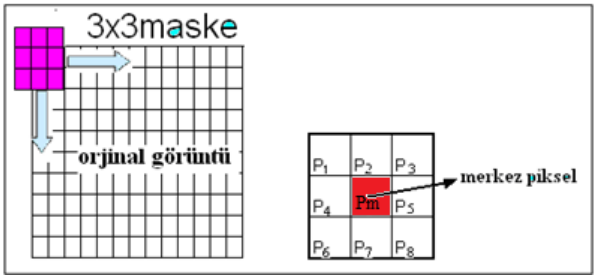
$$Q = k.A.\frac{(T_2 - T_1)}{L} \tag{2}$$



Şekil 1. Farklı yüzey sıcaklıklarına sahip katı bir silindirdeki ısı geçişi

2.2. Isı İletimi Esaslı Kenar Belirleme Operatörü

Isı iletim görüntüsü, iki boyutlu orijinal gri seviye görüntüsü üzerinde ısı iletimini esas alan ve komşu pikseller arasındaki fark değerlerini inceleyen özellik görüntüsüdür. Orijinal görüntü bilgilerini yine aynı şekilde iki boyutlu komşular arasında gri seviye geçiş bilgisine dönüştürme işlemini yapmaktadır. Orijinal gri seviye görüntü üzerinde ilk olarak 3x3'lük bir maske gezdirme işlemi gerçekleştirilmektedir. Maskenin hareketi, maske içerisindeki her bir merkez piksel için OIİM değeri bulunduktan sonra gerçekleşmektedir. Maske, yatay eksendeki son merkez pikselin OIİM değerini hesaplanmasının ardından bir alt satıra geçmektedir. Maske hareketi gerçek görüntünün sağ alt köşesindeki son piksele kadar devam etmektedir.



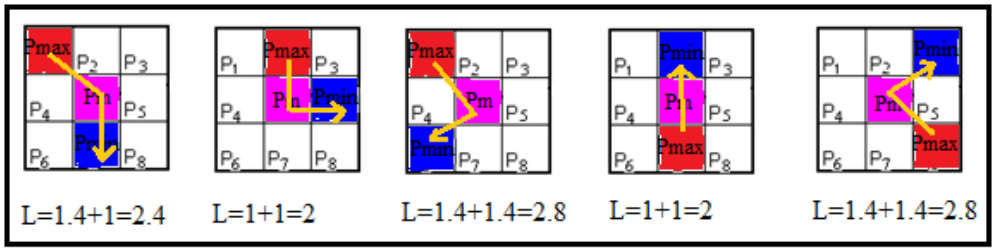
Şekil 2. Maskenin görüntü üzerindeki yeri ve merkez pikselin maskedeki konumu

Çalışmanın ilk amacı, maske içerisinde Şekil 2.'de gösterildiği gibi merkez piksel için ortalama ısı iletim değerini elde etmek ve bu değeri merkezi pikselin bulunduğu adrese yazmaktır. Bu bağlamda, ortalama ısı iletim değerini elde etmek için Eşitlik 3. kullanılmıştır.

$$Q_m = \frac{k.A.}{8.L} \sum_{i=1}^{n} (P_m - P_i) \qquad (3)$$

Eşitlik 3. de ki Q_m değeri, merkez piksel için OIİM değeri olup, gri seviye görüntüsü içerisindeki yer alan komşu piksellerin birbirleriyle olan ilişkisini vermektedir. A değeri kullanılan maskenin yüzey alanıdır, 3x3 maske için 9, 5x5 maske için 25 ve 7x7 maske kullanılması durumunda 49 değerini almaktadır.

Eşitlik 3 de ki L değeri maske içerisindeki en yüksek gri seviye değerinden en düşük gri seviye değerine gerçekleşecek olan yolun uzunluğudur. En yüksek veya en düşük piksel değeri merkez piksele dörtlü komşuluk ilişkisi içerisinde ise 1, köşegen komşuluk içerisinde ise 1.4 alınarak toplam uzunluk bulunmaktadır. Şekil 3. de oluşabilecek farklı yollar için L'nin hesaplama örnekleri verilmiştir. Ayrıca her maskenin hareketinde L yolu tekrar hesaplanmaktadır.



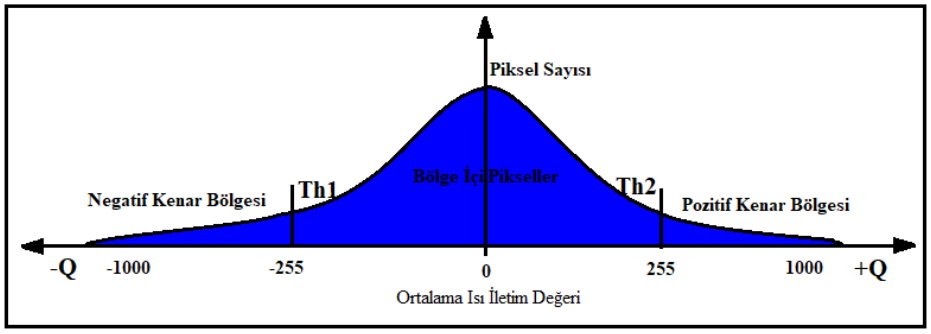
Şekil 3. Maske içerisinde ısı iletim yolu ve L değerinin bulunması ile ilgili örnekler

Eşitlik 3. de ki k değeri her maske için hesaplanmakta olup maskenin iletim katsayısını oluşturmaktadır. Eşitlik 4. de iletim katsayısının hesaplanması verilmiştir.

$$k = \frac{(P_m - P_{max}) + (P_m - P_{min})}{32} \tag{4}$$

Yukarıdaki işlemler merkez pikselin gerçek görüntüdeki adresi dikkate alınarak yeni oluşturulan ortalama ısı iletim görüntüsüne atanmakta ve bir sonraki işlem için maske hareket etmektedir. Bu işlem gerçek görüntüdeki sağ alt köşedeki son pikselin değeri bulunmasına kadar devam etmektedir.

OIİM değerinin bulunmasında pikseller arasındaki mesafe en önemli belirleyici değişkeni teşkil etmektedir. Bunun yanında her maske için oluşturulan iletim katsayısının büyüklüğü ısı iletimini etkileyen diğer değişkendir. Şekil 4. de sembolik olarak ısı iletim histogram eğrisi verilmiştir. Merkez pikselin komşu piksellerden genel olarak küçük olması ısı iletiminin negatif değerde olması ile sonuçlanmaktadır. Aynı şekilde merkez pikselin komşularından büyük olması ısı iletim değerinin pozitif olması ile sonuçlanmaktadır. Eğer merkez piksel ile komşuları arasında gri seviye değerleri birbirlerine çok yakın ise ortalama ısı iletim değeri pozitif veya negatif bölgede sıfıra yaklaşmaktadır. Eşit olmasında sonuç sıfır çıkmaktadır. Bu grup pikseller için herhangi bir bölge de bölge içi piksel oldukları sonucuna varılabilir. Negatif veya pozitif çok yüksek değerler ise komşuları ile farklılık gösterdiği ve kenar olma özelliğine sahip olduğu anlamına gelmektedir.



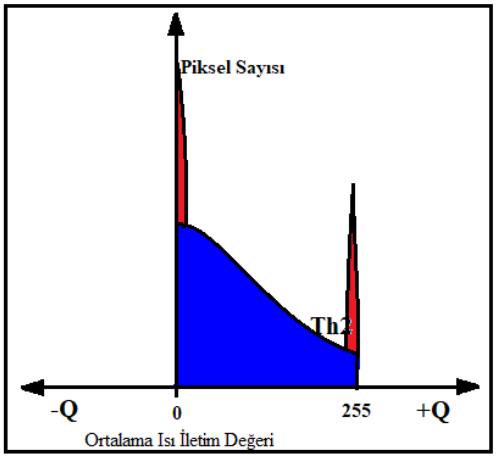
Şekil 4. Ortalama ısı iletim histogram eğrisi

OIİM görüntüsü görüntü işleminin birçok alanında uygulanabilir. Piksellerin komşularına göre iyileştirilmesinde, gürültülerin tespit ve ortadan kaldırılmasında veya kenarların keskinleştirilmesi çalışmaları örnek olarak verilebilir. Bu çalışmada yukarıda elde edilen ortalama ısı iletim özellik görüntüsü ve histogramı üzerinden kenar belirleme operatörü önerilmiştir.

Ortalama ısı iletim görüntüsünü kullanarak kenar belirleme işlemi için ilgili pikselin görüntü içerisinde bir bölge içinde mi veya bölgeler arasında bir kenarda mı sorusuna cevap verilmesi gerekir. Bunun için ortalama ısı iletim görüntüsündeki her piksel aşağıdaki Eşitlik 5. de ki sorgulamadan geçirilir.

$$\begin{aligned} &Eğer \;\; Qm_{ij} \leq 0 \; ise \;\; Qm_{ij} = 0 \\ &Eğer \;\; Qm_{ij} \geq Th2 \; ise \;\; Qm_{ij} = 255 \end{aligned} \tag{5}$$

Eşitlik 5. de yer alan negatif değerler bölge içi pikseller kabul edilip, kenar belirleme de dikkate alınmaması için 0 değeri ataması yapılmıştır. Th2 eşik değerinden büyük olan ortalama ısı iletim pikselleri en belirgin pozitif kenarlardır ve en yüksek gri seviye değeri atanmıştır. Önerilen kenar belirleme operatörünün en önemli özelliklerinden biri de kenar bilgisini 0-255 aralığında derecelendirmesidir. En belirgin ve sayısı çok olan kenar pikseller yüksek gri seviyesine sahip olanlarıdır. Bu durumda Şekil 4 de yer alan sembolik ortalama ısı iletim histogramı Eşitlik 5.'in uygulanması sonucu Şekil 5 de ki halini alır.



Şekil 5. Eşik değere sokulduktan sonraki ortalama ısı iletim histogram eğrisi

Şekil 5. de eşik değerden sonra elde edilen ortalama ısı iletim görüntüsünün sembolik histogramı verilmiştir. Bölge içi pikseller sıfırda belirgin kenarlar Th2 de yığılarak kenar belirleme görüntüsü elde edilmiştir. Arada ki pikseller ise silik kenarları temsil etmektedir.

3. DENEYSEL SONUÇLAR

Kenar belirleme işlemi Şekil 6. da yer alan Baboon, Ev, Termal ve Lena görüntülerinde test edilmiştir. Baboon 512x512 büyüklüğünde png formatında, Ev 256x256 büyüklüğünde jpg formatında, Termal 304x233 farklı boyutlu jpg formatında ve Lena 256x256 büyüklüğünde bmp formatında seçilmiştir.



(a) (b) (c) (d)

Şekil 6. Uygulamada kullanılan test görüntüleri (a). Baboon (b). Ev (c). Termal (d) Lena

Birçok görüntü işleme uygulaması için görüntü kalitesinin ölçülmesi önemlidir. Önerilen ısı iletim temelli kenar belirleme operatörüne kısaca Isı Kenar Operatörü (IKO) adı verilmiştir. Bu bölüm içerisinde IKO ile elde edilen çıkış görüntüsünün objektif değerlendirme yöntemleri kullanarak performans incelemesi yapılmıştır. Kullanılan değerlendirme yöntemleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1. Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), tepe hatasının bir ölçüsüdür ve hata ölçütü olarak başarım analizlerinde kullanılmaktadır. PSNR değerinin yüksek çıkması, önerilen IKO ile elde edilen kenar belirleme görüntü kalitesinin artığı anlamına gelmektedir. PSNR, logaritmik ölçeklidir ve Eşitlik 6.'da görüldüğü gibi hesaplanmaktadır. Denklemdeki Mean Square Error (MSE), ortalama karesel hatayı temsil etmekte, L değeri ise giriş görüntüsüne ait maksimum piksel yoğunluk değeri olarak ifade edilmektedir (Najafipour, 2013).

$$PSNR = 10\log_{10}\frac{L^2}{MSE} \tag{6}$$

Eşitlik 6. da yer alan MSE'nin açık denklemi Eşitlik 7. Verilmiştir. Eşitlik 7.'deki *I(x,y)* giriş görüntüsünü, *I'(x,y)* çıkış görüntüsünü, *M* ve *N* görüntünün satir ve sütun sayılarını vermektedir.

$$MSE = \frac{1}{MN}\sum_{n=1}^{M}\sum_{m=1}^{N}[I(x,y) - I'(x,y)]^2 \tag{7}$$

2. Intersection-over-Union (IoU) görüntü belirleme uygulamalarında yaygın olarak kullanılan ölçme yöntemlerinden biridir. Sezgisel bir yaklaşım ile orijinal görüntü ile kenar belirleme görüntüsü arasındaki örtüşme hızını (overlap rate) ve benzerliği ölçmektedir. Ayrıca bu iki görüntünün birleştirilmesi ve kesişim oranı hakkında bilgi vermektedir (Ahmed, 2015). Eşitlik 8. de formülü verilen IoU değerinin büyük çıkması orijinal görüntüye benzer olduğu anlamına gelmektedir (Yin, 2019).

$$IoU = \frac{area(a) \cap area(b)}{area(a) \cup area(b)} \tag{8}$$

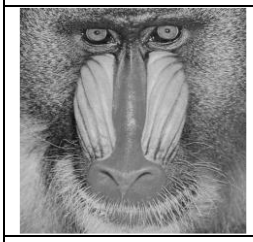
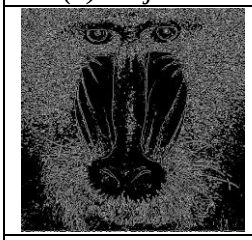
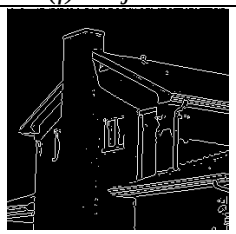
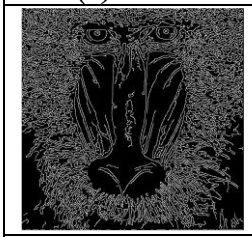
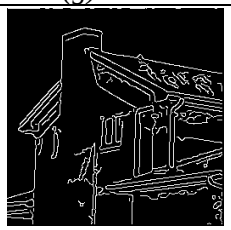
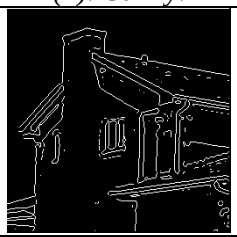
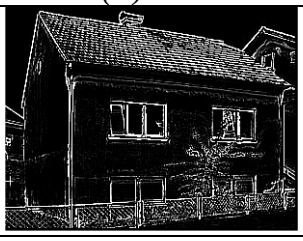
3. Normalized Cross Correlation (NCC) giriş ve çıkış görüntülerinin çakıştırılması ile elde edilen yaygın bir karşılaştırma kriteridir. Eşitlik 9. da ifade edilen korelasyon katsayısı 'r' ölçüt olarak kullanılır ve en yüksek değeri aldığında en iyi çakışmanın gerçekleştiği kabul edilmektedir (Nakhmani ve Tannenbaum, 2013).

$$r = \frac{\sum_{n=1}^{M}\sum_{m=1}^{N} I(x,y)I'(x,y)}{\sqrt{\sum_{n=1}^{M}\sum_{m=1}^{N} I(x,y)^2 \sum_{n=1}^{M}\sum_{m=1}^{N} I'(x,y)^2}} \tag{9}$$

4. Edge Intensity (EI) elde edilen çıkış görüntüsündeki kenarların yoğunluk değer toplamını vermektedir. Eşitlik 10. da ki $E(I_{m,n})$ değeri Sobel operatörüne sokulmuş kenar piksel değerini, *M* satir sayısını, *N* sütün sayısını göstermektedir.

$$EI = \sum_{m=1}^{M}\sum_{n=1}^{N} log\left(log\left(E(I_{m,n})\right)\right) \tag{10}$$

Şekil 7'de kullanılan dört test görüntüsü için kenar belirleme sonuçlarına yer verilmiştir. Şekil 7 (e) (i) (n) ve (ş) önerilen IKO kenar belirleme sonuçları olup, kenarlar yakalanmıştır. Diğer operatörlere göre belirgin kenar özelliği göze çarpmaktadır. Kenar bulunmayan bölgelerin temiz olması veya bu bölgelerde daha düşük kenarların elde edilmiş olması orijinal görüntüye benzeme oranını artırmaktadır. Özellikle, IKO'nun ısı iletimini esas almasından dolayı Termal görüntüde ki performansı operatörün en önemli farklılığı ve güçlü yanıdır.

Baboon	Ev	Termal	Lena
			
(a).Orijinal.	*(f).Orijinal.*	*(j).Orijinal.*	*(o).Orijinal.*
			
(b). Sobel	*(g). Sobel*	*(k). Sobel*	*(p). Sobel*
			
(c). Canny.	*(h). Canny.*	*(l). Canny.*	*(r). Canny.*
			
(d). LoG	*(ı). LoG*	*(m). LoG*	*(s). LoG*
			
(e). IKO.	*(i). IKO.*	*(n). IKO.*	*(ş). IKO.*

Şekil 7. Literatürdeki yöntemlerin ve IKO'nun görsel kenar belirleme sonuçları

IKO'nun uygunluğunu ve performansını test etmek amacıyla Sobel, Canny ve LoG ile karşılaştırılmıştır. Tablo 1'de verildiği gibi IKO literatürdeki diğer algoritmalar ile PSNR, IoU, NCC ve EI ölçüm yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. IoU benzerlik değeri klasik operatörlere göre çok yüksek çıkmıştır. Ayrıca EI özelliğinin yüksek olması, belirgin kenar oluşumunun gerçekleştiğini göstermektedir. IKO'nun diğer operatörlere göre en önemli dezavantajı işlem zamanıdır. Bunun sebebi olarak her maske içinde işlem sayısının fazlalığı gösterilebilir.

Tablo 1. IKO ve diğer yöntemlerin sayısal kenar belirleme sonuçları

Görüntü	Yöntem	PSNR	IoU	NCC	EI	Zaman
Baboon	Sobel	5,4507	0,2221	0,0015	$3,33.10^{5}$	1,35
	Canny	5,4486	0,1871	0,0012	$3,89.10^{5}$	1,37
	LoG	5,4455	0,1202	$8,70.10^{-4}$	$2,66.10^{5}$	1,29
	IKO	**5,4584**	**0,4907**	**0,2034**	$\mathbf{6,99.10^{7}}$	**6,45**
Ev	Sobel	4,8712	0,0583	$3,64.10^{-4}$	$2,80.10^{4}$	1,72
	Canny	4,8720	0,0778	$4,56.10^{-4}$	$4,30.10^{4}$	1,91
	LoG	4,8713	0,0524	$3,72.10^{-4}$	$2,93.10^{4}$	1,23
	IKO	**5,0025**	**0,3399**	**0,0491**	$\mathbf{5,10.10^{6}}$	**3,71**
Termal	Sobel	4,5527	0,1786	0,0011	$7,38.10^{4}$	0,98
	Canny	4,5493	0,1185	$7,51.10^{-4}$	$6,91.10^{4}$	1,28
	LoG	4,5478	0,0825	$5,78.10^{-4}$	$5,03.10^{4}$	1,13
	IKO	**4,5576**	**0,4037**	**0,1518**	$\mathbf{1,58.10^{7}}$	**3,01**
Lena	Sobel	5,6421	0,0847	$5,12.10^{-4}$	$4,05.10^{4}$	1,27
	Canny	5,6427	0,0923	$5,82.10^{-4}$	$5,08.10^{4}$	1,31
	LoG	5,6415	0,0634	$4,47.10^{-4}$	$3,58.10^{4}$	1,27
	IKO	**5,6431**	**0,3755**	**0,0651**	$\mathbf{7,05.10^{6}}$	**2,71**

4. TARTIŞMA

Gri görüntüde OIİM özellik matrisi edildikten sonra, negatif değerler sıfıra, seçilen eşik değerden yüksek olanları kenar tanımlaması yapılarak en yüksek gri seviye değerine atanmıştır. Önerilen IKO operatörünün performansını test etmek için literatürdeki Sobel Canny ve LoG operatörleri kullanılmış olup, PSNR, IoU, NCC, EI ve zaman değerlendirme kriterleri tercih edilmiştir. Gri seviye görüntüsünden yeni bir özellik matrisi elde edilmesi, işleme kolaylığı getirmiştir. Ayrıca kenar belirleme sonuçları, kabul edilebilir ölçülerde olup, temiz ve belirgin kenarlar oluşmuştur. Görüntü içinde oluşan kenarlar kendi aralarında önem derecelerine göre derecelendirilmeleri de diğer operatörlerden ayrılan en önemli özelliğidir. İleriki çalışmalarda bu özellik matrisinin renkli görüntülere uygulanarak, renkli görüntülerde bölütleme ve görüntü düzeltme çalışmaları düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

AHMED, F., TARLOW, D., BATRA, D. (2015), Optimizing expected intersection-over-union with candidate-constrained CRFs, *In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision* 1850-1858.

CANNY, J. (1986). A computational approach to edge detection, *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, (6), 679-698.

GIANNAROU, S., STATHAKI, T. (2005). Edge detection using quantitative combination of multiple operators. *In IEEE Workshop on Signal Processing Systems Design and Implementation*, 359-364. IEEE.

GREEN, B. (2002). Canny edge detection tutorial, *Retrieved: March*, 6, 2005.

HUERTAS, A., MEDIONI, G. (1986). Detection of intensity changes with subpixel accuracy using Laplacian-Gaussian masks, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, (5), 651-664.

KAKAÇ, S., YENER, Y., NAVEIRA-COTTA, C. P. (2018). Heat conduction, *CRC Press*, Boca Raton.

KANG, C. C., WANG, W. J. (2007). A novel edge detection method based on the maximizing objective function, *Pattern Recognition*, 40(2), 609-618.

KATIRCIOĞLU, F. (2007). Renkli görüntülerin bağıntı matrisine dayalı ayrıştırılması ve kenar algılama ,Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Düzce.

KOTAKE, S., WAKURI, S. (1994). Molecular dynamics study of heat conduction in solid materials, *JSME International Journal Series B Fluids and Thermal Engineering*, 37(1), 103-108.

NAJAFIPOUR, A., BABAEE, A., SHAHRTASH, S. M. (2013). Comparing the trustworthiness of signal-to-noise ratio and peak signal-to-noise ratio in processing noisy partial discharge signals, *IET Science, Measurement & Technology*, 7(2), 112-118.

NAKHMANI, A., TANNENBAUM, A. (2013). A new distance measure based on generalized image normalized cross-correlation for robust video tracking and image recognition, *Pattern recognition letters*, 34(3), 315-321.

SOZBIR, N. (2014). Isı İletim Katsayısının Belirlenmesi Deneyi, *Sakarya Üniversity*, Sakarya.

YIN, J., LU, Y., GONG, Z., JIANG, Y., YAO, J. (2019). Edge Detection of High-Voltage Porcelain Insulators in Infrared Image Using Dual Parity Morphological Gradients, *IEEE Access*, 7, 32728-32734.

YU, Y. H., CHANG, C. C. (2006), A new edge detection approach based on image context analysis, *Image and Vision Computing*, 24(10), 1090-1102.

ISI İLETİMİ TEMELLİ GRİ GÖRÜNTÜ İYİLEŞTİRME YÖNTEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Ferzan KATIRCIOĞLU
Düzce Üniversitesi, Düzce Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü
ferzankatircioglu@duzce.edu.tr

Özet
Dijital kameralarda odaklanma bozukluğu, ortamın aydınlatma eksikliği, kullanım kaynaklı hatalar ve atmosferik bozukluklar gibi nedenlerden dolayı, görüntülerde kenar dokusunun net olmaması, bulanıklık, koyu veya parlak alan üretilmesi ve gürültü oluşumu meydana gelmektedir. Bundan dolayı, dijital görüntülerde görüntü kalitesini artırmak yapılması gereken ön işlemlerden birisidir. Önerilen çalışma da ilk olarak, gri seviye görüntü üzerine, katı ve durgun akışkanların ısı iletiminden esinlenilen yaklaşım uygulanmıştır. Elde edilen Ortalama Isı İletim Matrisi (OIİM) görüntü içindeki her bir piksel için negatif, pozitif veya sıfır değerlerine sahip olabilmektedir. Her bir pikselin OIİM değeri o pikselin gürültü, kenar ve bölge tanımını gerçekleştirmede yardımcı olmaktadır. Bu özellik matrisi ede edildikten sonra ikinci olarak, her bir piksel için, OIİM değerine bakılmıştır. Kenar piksel ise gri seviye değeri değişmez, negatif değer ise gri seviye değerinde artırım, pozitif değer ise azalttım işlemleri gerçekleştirilmiştir. Deneysel sonuçlar, gri seviye görüntü ayrıntılarını diğer yöntemlere göre daha iyi geliştirebildiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, Görüntü iyileştirme, Isı iletimi.

A NOVEL GRAY IMAGE ENHANCEMENT BASED HEAT CONDUCTION

Abstract
Due to the lack of focus on the digital cameras, lack of illumination in the environment, use-related errors and atmospheric disturbances, the lack of clear tissue at the edge of images, blur, dark or bright areas and noise are occured. Therefore, improving the image quality of digital images is one of the preliminary operations that must be performed. In the proposed study first, the approach of heat conduction of solid and inert fluids was applied on the gray level image. Average Heat Conduction Matrix (AHCM) may have negative, positive, or zero values for each pixel in the image. The AHCM value of each pixel assists in realizing the noise, edge and region definition of that pixel. After obtaining this property matrix, secondly, the AHCM value for each pixel was examined. If the edge pixel is gray level value does not change, negative value is increased gray level value and positive value is reduced. Experimental results show that the details of the gray level images are better developed than other methods.

Keywords: Image processing, Image enhancement, Heat conduction.

1. GİRİŞ

Görüntü iyileştirme görüntünün mevcut halinden belirli bir amaca yönelik olarak daha iyi duruma getirilmesini amaçlamaktadır (Schalkoff, 1989). Görüntü iyileştirme teknikleri genellikle görüntünün piksel düzeyinde kontrast ve parlaklık iyileştirme işlemlerini içermektedir. Histogram Eşitleme (HE) kontrast ve parlaklığı ayarlamak için kullanılan en temel yöntemlerdendir. HE giriş görüntüsünün piksel değerlerinde uygun değişimler gerçekleştirerek, çıkış görüntüsünde her bir piksel değerlerine karşılık piksel sayısının eşitlenmesi sağlanmaktadır (Russ, 2016). İlerleyen zaman süreci içerisinde temel HE'nin birçok geliştirilmiş versiyonu önerilmiştir (Kim, 1997), (Wang ve Ward, 2007), (Sim ve ark., 2007). Histogram eşitleme yöntemlerinin temel amacı histogram değerlerini eşit olarak dağıtmaktır. Bu değerlerin sabit olmasından dolayı, histogram eşitleme ile her zaman istenilen iyileşme elde edilememiştir.

Birçok araştırmacı da bir görüntünün contrast ve parlaklık iyileştirmesi için sigmoid fonksiyonunu tercih etmişlerdir. Ren ve arkadaşları lokal bölgelerin bilgilerini esas alarak genelleştirilmiş sigmoid

fonksiyonu kullanmışlardır (Tanaka ve ark., 2007). Kannan ve arkadaşları kötü aydınlatmaya sahip spor görüntülerin iyileştirilmesi için haritalama eğrisini esas alan modifiyeli sigmoid fonksiyonu önermişlerdir (Kannan ve ark., 2010). Sigmoid fonksiyonu ile giriş görüntüsü arasında istenilen uyumluluk sağlanamamasından dolayı oluşan çıkış görüntülerinde kontrast ve parlaklık yeterli düzeyde gerçekleşmemiştir.

Son zamanlarda sezgisel optimizasyon algoritmaları uygulanarak etkili görüntü iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır. Munteanu ve Lazarescu 1999'da gerçek genetik algoritma kodunu görüntünün belirli bölgeleri içinde kontrast germe yapan sübjektif uygunluk fonksiyonuna uygulamışlardır (Munteanu ve Lazarescu, 1999). Bir diğer çalışmada Genetik Algoritma (GA) kullanılarak, görüntünün kenar sayısı arttırılarak objektif bir değerlendirme kriteriyle iyileşme elde edilmiştir (Saitoh, 1999). Munteanu ve Rosa 2000'de giriş görüntüsündeki her bir piksel için bu pikselin komşuluklarını işleme alarak yeni bir piksel değeri hesaplayarak, kontrast ve parlaklığı ayarlayan dönüşüm fonksiyonu kullanmışlardır. GA, Local Transformation Function (LTF) olarak adlandırılan bu dönüşüm fonksiyonu üzerine uygulanarak görüntü iyileştirme çalışması yapılmıştır. Görüntünün sobel değeri, entropi değeri ve kenar sayısının çarpımıyla objektif bir değerlendirme kriteri sağlamışlardır (Munteanu ve Rosa, 2000). LFT sonucu oluşan çıkış görüntüsü görsel olarak değerlendirildiğinde her zaman iyi sonuç vermemektedir. Görüntünün bazı bölgelerinde aşırı parlaklık meydana gelebilmektedir. Bu yüzden görüntüdeki bazı ayrıntılar kaybolabilmektedir.

Bu çalışmada, katı ve durgun akışkanların ısı iletim denklemi gri seviyeli görüntüler üzerine uygulanması ile elde edilen dönüşüm işlemi önerilmiştir. Isı iletim denklemi gri seviye görüntü üzerinde 3x3 maske yardımıyla her bir piksel için uygulanır. Ortalama Isı İletim Matrisi (OIİM) olarak adlandırılan özellik matrisinin elamanları negatif, pozitif veya sıfır değerlerine sahip olabilmektedir. Bir pikselin negatif ortalama ısı değerine sahip olması demek, komşularına göre gri seviyesinin düşük olduğu ve iyi bir görüntü için seviye artırımına ihtiyaç duyduğu anlamına gelmektedir. Aynı şekilde sıfıra yakın pozitif OIİM değerine sahip ise gri seviye değerinin azaltılarak komşuları ile uyumlu hale gelebileceği anlamı taşımaktadır. Yüksek pozitif değerler, nesnelerin sınırlarını tanımlamaktadır. Elde edilen çıkış görüntüsünde kenarların korunması için bu tür piksellerin gri seviye değerleri değiştirilmemiştir. Maske içerisindeki merkez pikselin OIİM değerine göre gri seviye derecesinde artırım ve azaltım yolu ile keskinlik ve netlik sağlanmaktadır. Ayrıca kontrast ve parlaklık artışı normalleştirilmiş OIİM çarpanı ile doğal ve koyu kontrast iyileşmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümde, Isı İletiminden kısaca bahsedildikten sonra önerilen yöntemin detayları anlatılmıştır. Üçüncü bölümde "Deneysel Sonuçlar" başlığın altında görsel ve sayısal sonuçlara yer verilmiştir. Son bölümde ise yöntemin önemi vurgulanarak, ileride yapılabilecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Isı İletimi

Isı iletimi, katı malzeme veya durgun akışkan içerisindeki sıcak bir bölgeden daha soğuk bir bölgeye doğru ısının geçmesidir (Kakaç ve ark., 2018). Bir katı cisim içinde sıcaklık farkları varsa yüksek sıcaklık bölgesinden düşük sıcaklık bölgesine ısı, iletim yolu ile geçer. İletimle ısı geçişi deneysel gözlemlere dayanan Fourier kanunu ile belirlenmektedir. Fourier kanununa göre herhangi bir yönde geçen ısı miktarı, sıcaklık değişim miktarı ve maddenin ısı iletim yeteneği ile orantılıdır. Fourier kanununun matematiksel ifadesi Eşitlik 1. de verilmiştir (Sözbir, 2014).

$$Q_x = -k.A.\frac{dT}{dx} \tag{1}$$

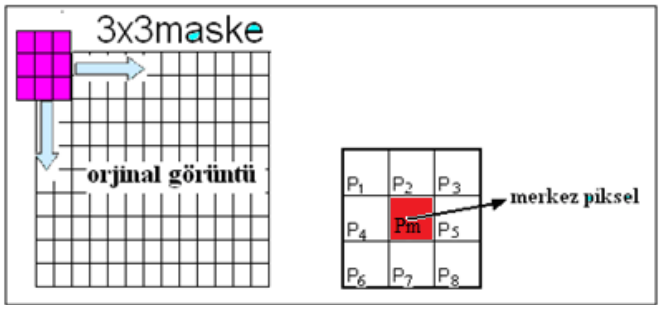
Burada, Qx, x yönünde ve bu x yönüne dik A alanı üzerinden geçen ısı miktarıdır. Orantı sabiti k, ısı iletim katsayısı olarak adlandırılır ve maddenin bir özeliğidir. Eşitlik. 1. de ki (-) işareti ısı geçiş yönünü belirler. Örneğin sıcaklık x yönünde azalıyorsa dT/dx negatiftir ve ısı geçişi pozitif x yönünde gerçekleşir.

Homojen ve izotropik silindir için A alanından geçen ısı Fourier ısı iletim kanununa göre Eşitlik 2.'de ki gibi ifade edilmektedir. Burada, *L* malzemenin ısı iletim boyudur (Kotake ve Wakuri, 1994).

$$Q = k.A.\frac{(T_2 - T_1)}{L} \quad (2)$$

2.2. Isı İletimi Temelli Gri Görüntü İyileştirme Yöntemi

OIİM görüntüsü, iki boyutlu orijinal gri seviye görüntüsü üzerinde ısı iletimini esas alan ve komşu pikseller arasındaki fark değerlerini inceleyen özellik matrisidir. Orijinal görüntü bilgilerini yine aynı şekilde iki boyutlu komşular arasında gri seviye geçiş bilgisine dönüştürme işlemini yapmaktadır. Orijinal gri seviye görüntü üzerinde ilk olarak 3x3'lük bir maske gezdirme işlemi gerçekleştirilmektedir. Maskenin hareketi, maske içerisindeki her bir merkez piksel için ortalama ısı iletim değeri bulunduktan sonra gerçekleşmektedir. Maske, yatay eksendeki son merkez pikselin ortalama ıs iletim değerini hesaplanmasının ardından bir alt satıra geçmektedir. Maske hareketi gerçek görüntünün sağ alt köşesindeki son piksele kadar devam etmektedir.



Şekil 1. Maskenin görüntü üzerindeki yeri ve merkez pikselin maskedeki konumu

Çalışmanın ilk amacı, maske içerisinde Şekil 1.'de gösterildiği gibi merkez piksel için OIİM değerini elde etmek ve bu değeri merkezi pikselin bulunduğu adrese yazmaktır. Bu bağlamda, ortalama ısı iletim değerini elde etmek için Eşitlik 3. kullanılmıştır.

$$Q_m = \frac{k.A.}{8.L}\sum_{i=1}^{n}(P_m - P_i) \quad (3)$$

Eşitlik 3. de ki Q_m değeri, merkez piksel için ortalama ısı iletim değeri olup, gri seviye görüntüsü içerisindeki yer alan komşu piksellerin birbirleriyle olan ilişkisini vermektedir. A değeri kullanılan maskenin yüzey alanıdır, 3x3 maske için 9, 5x5 maske için 25 ve 7x7 maske kullanılması durumunda 49 değerini almaktadır.

Eşitlik 3 de ki L değeri maske içerisindeki en yüksek gri seviye değerinden en düşük gri seviye değerine gerçekleşecek olan yolun uzunluğudur. En yüksek veya en düşük piksel değeri merkez piksele dörtlü komşuluk ilişkisi içerisinde ise 1, köşegen komşuluk içerisinde ise 1.4 alınarak toplam uzunluk bulunmaktadır.

Eşitlik 3. de ki k değeri her maske için hesaplanmakta olup maskenin iletim katsayısını oluşturmaktadır. Eşitlik 4. de iletim katsayısının hesaplanması verilmiştir.

$$k = \frac{(P_m - P_{max}) + (P_m - P_{min})}{32} \quad (4)$$

Yukarıdaki işlemler merkez pikselin gerçek görüntüdeki adresi dikkate alınarak yeni oluşturulan ortalama ısı iletim görüntüsüne atanmakta ve bir sonraki işlem için maske hareket etmektedir. Bu işlem gerçek görüntüdeki sağ alt köşedeki son pikselin değeri bulunmasına kadar devam etmektedir.

OIİM özellik matris değerleri negatif, sıfıra yakın pozitif ve yüksek pozitif olmak üzere üç kategoride incelenmiştir. Negatif ve sıfıra yakın pozitif değerlerine sahip olan pikseller için bir bölgenin elemanı

tespiti yapılmıştır. Çünkü bu pikseller, komşuları ile olan ilişkide gri seviye değerleri yakın piksellerdir. Diğer taraftan yüksek pozitif OİİM değerine sahip pikseller kenar piksellerdir. Çünkü, komşuları ile gri seviye değerleri büyük oranda farklıdır. Bu tespitler ışığında, görüntü iyileştirme işlemi için kenar özellikleri bozulmadan bölge içi piksellerin değerlerinin değiştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Bunun için negatif piksel gruplarında Maske Oranı (MO) büyüklüğünde artırım, sıfıra yakın pozitif pikseller için MO büyüklüğünde azaltım yapılmıştır. Maske içindeki MO değeri Eşitlik 5. de ki denklem ile gerçekleştirilmiştir.

$$MO = P_m - \frac{1}{9}\sum_{i=1}^{9} P_i \tag{5}$$

Eşitlik 5. de yer alan P_m merkez pikseli temsil etmektedir. MO değeri bölge içi homojenliği sağlayarak bölgelerin daha net görünmesini amaçlamıştır.
Görüntüde kontrast ve parlaklığı artırmak için OİİM özellik matrisi elde edilirken kullanılan iletim katsayısı kullanılmıştır. Normalleştirilmiş iletim katsayısı Kontrast Çarpanı (KÇ) olarak adlandırılmış olup Eşitlik 6. da gösterilmiştir.

$$KÇ = 1 - \frac{k}{10} \tag{6}$$

OİİM değerinin negatif olması KÇ'nin birden büyük bir çarpana sahip olması anlamına gelmektedir. Bu pikseller için maske içerisinde uyarlama yapılarak parlaklık ve kontrast artışı gerçekleşmiştir. Aynı şekilde OİIM değerinin pozitif olması ile de KÇ değeri 1'in altında gerçekleşmesinden dolayı karartma sağlanmıştır.

MO ve KÇ katsayılarının görüntü iyileştirmede kullanımı Algoritma 1. de verilmiştir.

Algoritma 1. Görüntü iyileştirme işlemi için MO ve KÇ'nin kullanımı.

Adım 1. Giriş görüntüsünden OİİM özellik matrisini elde et
Adım 2. Görüntü iyileştirme işlemi
for i=1: satır
for j=1: sütun
if (Q_{ij} > 0 & Q_{ij} <255)
$\boldsymbol{Iout_{ij}} = \boldsymbol{K}Ç.(\boldsymbol{I_{ij}} - |\boldsymbol{MO}|)$ Azaltım işlemi
elseif (Q_{ij} <0)
$\boldsymbol{Iout_{ij}} = \boldsymbol{K}Ç.(\boldsymbol{I_{ij}} + |\boldsymbol{MO}|)$ Artırım işlemi
else
$\boldsymbol{Iout_{ij}} = \boldsymbol{I_{ij}}$ Pozitif yüksek değerler
Kenar piksel
end
end
end
Adım 3. Çıkış görüntüsünü göster.

Algoritma 1. de ısı iletim temelli görüntü iyileştirme metodunun sözel kodu verilmiştir. OİİM özellik matrisi elde edildikten sonra üzerinde çalışılan pikselin OİİM değeri pozitif küçük değere sahip ise MO oranında azaltım ve kontrast daraltma uygulanmaktadır. OİİM değeri negatif ise maske içindeki MO değerinde gri seviye değerinde artırım ve KÇ oranında kontrast artışı gerçekleştirilmektedir. Önerilen yöntemde kenarlar orijinal görüntü özellikleri korunmuş olup bölge içi düzeltme ve iyileştirme amaçlanmıştır.

3. DENEYSEL SONUÇLAR

Isı Temelli İyileştirme Metodu (ITİM)'in performansını farklı açılardan değerlendirmek için seçilen birinci görüntü, 256x256 boyutları küçük ve kontrastı dar olma özelliğine sahiptir. Çalışma içerisinde kullanılan diğer Barbara görüntüsü boyutları büyük ve piksel yoğunluk değerleri ortalardadır. Boats görüntüsü 400x400 boyutlarında, piksel yoğunluk çeşitliliği sahip literatürde çık sık kullanılan görüntülerden biridir. Önerilen çalışmada kullanılan test görüntüleri Şekil 2 de yer almaktadır. Uygulama MATLAB R2012b sürümünde Intel (R) Core (TM) i5-4200U CPU 2.30 GHz processor ve 6 GB Ram bilgisayarında gerçekleştirilmiştir.

Birçok görüntü iyileştirme uygulaması için görüntü kalitesinin ölçülmesi önemlidir. ITİM ile elde edilen çıkış görüntüsünün objektif değerlendirme yöntemleri kullanarak performans incelemesi yapılmıştır. Kullanılan yöntemlerden ilki olan Peak to Signal Noise Ratio (PSNR), hata ölçütü olarak başarım analizlerinde kullanılmaktadır. PSNR değerinin yüksek çıkması, önerilen çalışmanın çıkış görüntü kalitesinin artığı anlamına gelmektedir (Prashanth ve ark., 2009). PSNR, logaritmik ölçeklidir ve Eşitlik 22.'de görüldüğü gibi hesaplanmaktadır. Denklemdeki MSE, ortalama karesel hatayı temsil etmekte olup Eşitlik 8. de verilmiştir. L değeri ise giriş görüntüsüne ait maksimum piksel yoğunluk değeri olarak ifade edilmektedir.

$$PSNR = 10\log_{10}\frac{L^2}{MSE} \tag{7}$$

$$MSE = \frac{1}{MN}\sum_{n=1}^{M}\sum_{m=1}^{N}[I(x,y) - I'(x,y)]^2 \tag{8}$$

Normalized Cross Correlation (NCC) giriş ve çıkış görüntülerinin çakıştırılması ile elde edilen yaygın bir karşılaştırma kriteridir (Nakhmani ve Tannembaum, 2013).

$$NCC = \frac{\sum_{n=1}^{M}\sum_{m=1}^{N} I(x,y)I'(x,y)}{\sqrt{\sum_{n=1}^{M}\sum_{m=1}^{N} I(x,y)^2 \sum_{n=1}^{M}\sum_{m=1}^{N} I'(x,y)^2}} \tag{9}$$

Average Difference (AD) kontrast ile doğru orantılı olup, iki görüntünün dinamik aralığını vermektedir. AD değerinin yüksek olması çıkış görüntüsünün kalitesiz olduğunu gösterir, matematiksel ifadesi Eşitlik 10. da yer verilmiştir (Rajkumar ve Malathi, 2016).

$$AD = \frac{1}{MN}\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N}(I(i,j) - I'(i,j)) \tag{10}$$

Structural Similarity Index(SSIM) üç terimden oluşmakta olup, görüntü parlaklığının görsel etkisini, kontrast ve yapısal değişiklikleri tahmin etmekte etkili bir yöntemdir. Eşitlik 11. içindeki *l(x,y)* parlaklık, *c(x,y)* kontrast, *s(x,y)* ise yapısal değişikleri temsil eden bileşenlerdir (Wang ve ark., 2004). SSIM değerinin yüksek çıkması önerilen çalışmanın performansının etkili olduğunu göstermektedir.

$$SSIM = [l(x,y)]^{\alpha}[c(x,y)]^{\beta}[s(x,y)]^{\gamma} \tag{11}$$

Elde edilen çıkış görüntüsünün diğer yöntemlerden daha iyi sonuçlanması için PSNR, NCC ve SSIM kriterleri yüksek, AD kriterlerinin düşük çıkması gerekmektedir.

Bu bölümde önerilen ITİM ile literatürdeki HE, LTF ve Image Bi-Histogram Equalization with Adaptive Sigmoid Functions (BEASF) karşılaştırılmıştır (Arriaga-Garcia ve ark., 2014). LTF

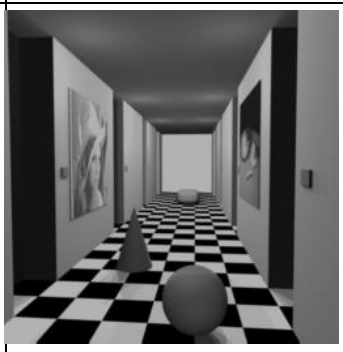
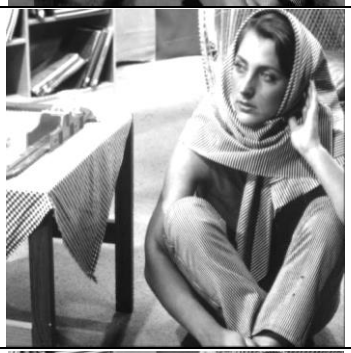
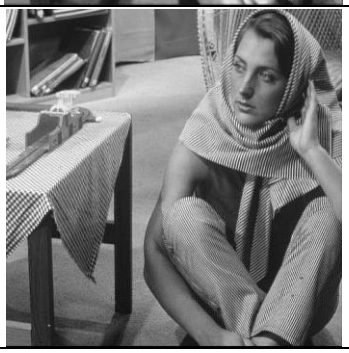
Diferansiyel Gelişim ve Benzetimli Tavlama sezgisel optimizasyon algoritmaları ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan test görüntüleri için elde edilen görsel karşılaştırmalar Şekil 2 de PSNR, NCC, AD, SSIM ve zaman sonuçları Tablo 1 de verilmiştir.

Şekil 2 de görüldüğü gibi LTF yöntemi özellikle Barbara ve Gemi görüntüleri üzerinde aşırı parlaklık oluşturmuştur. Gemi görüntüsünde aşırı parlaklık ayrıntıların kaybolmasına sebep olmuştur. BEASF yöntemi kontrast ve parlaklık noktasında orijinal görüntüye göre çok küçük bir artış sağlamıştır. En büyük özelliği ayrıntıların belirginliği artmasıdır. HE yönteminde belirgin bir kontrast iyileşmesi göze çarpmaktadır. Gemi görüntüsünde istenmeyen bölgesel karanlık alanlar meydana getirmiştir. Kontrast ve parlaklık da ki iyileşme kadar ayrıntıları belirginleştirmede HE yönteminin iyi olmadığı gözükmemektedir. ITİM yöntemi hem ayrıntıların belirginleştirilmesinde hem de kontrast ve parlaklık artışında iyileşmeler sağlamıştır. Ayrıntıların belirginleşmesi Barbara görüntüsündeki pantolon, eşarp ve masa örtüsündeki değişimler kanıtlamaktadır.

Tablo 1 de önerilen ITİM ve literatürde ki görüntü iyileştirme yöntemlerinin sayısal sonuçları yer almaktadır. ITİM yöntemi HE ve LTF yöntemlerinden PSNR, SSIM ve NCC değerlendirme kriterlerine göre daha iyi sonuç vermiştir. BEASF yönteminin iyi çıkmasının sebebi kontrast ve parlaklık değişiminin az gerçekleşmiş olması ve orijinal görüntüye yakın özellikte olmasından kaynaklanmaktadır. ITİM yönteminde, bölge içi piksellerin OIİM değerlerinin sıfırdan farklı değerlerinde gri seviye değişmiştir. Bu değişim PSNR, NCC, SSIM ve AD sonuçlarını olumsuz anlamda etkilemiştir. Sayısal sonuçlara göre ikinci sırada olmasına rağmen, görsel olarak iyi bir iyileştirme gerçekleşmiştir. Zaman karşılaştırmasına göre HE ve BEASF yöntemlerine göre işlem süresi daha uzundur. OIİM elde edilme süreci iyileştirme süresinin uzun olması sonucunu doğurmuştur.

Tablo 1. Objektif değerlendirme sonuçları.

Name	Information	Met.	PSNR	NCC	SSIM	AD	Zaman
Duvar	Format: BMP Dimension:256x256 Bit depth:8	HE	15,4368	1,4026	0,8439	-38,2515	1,1667
		BEASF	22,7233	1,1609	0,9766	-12,4731	0,5063
		LTF	7,7447	0,0053	0,0602	89,0206	6,50591
		ITİM	**22,5505**	**1,0354**	**0,8988**	**-0,9590**	**1,9106**
Barbara	Format: JPG Dimension:512x512 Bit depth:8	HE	20,8393	1,1360	0,9015	-10,0922	1,1065
		BEASF	25,3039	1,0604	0,9500	-2,5483	0,5135
		LTF	5,9318	0,0052	0,0062	116,7289	18,2944
		ITİM	**22,8818**	**1,0101**	**0,8658**	**-1,5146**	**6,0655**
Gemi	Format: BMP Dimension:400x400 Bit depth:8	HE	18,5455	1,1602	0,8054	-13,8900	1,1480
		BEASF	25,7974	1,0884	0,9607	-10,1644	0,5870
		LTF	6,1815	0,0065	0,0149	112,8253	18,2944
		ITİM	**23,1578**	**1,0034**	**0,8573**	**0,4745**	**3,7477**

	DUVAR	BARBARA	GEMİ
Orijinal			
HE			
BEASF			
LTF			
İTİM			

Şekil 2. Test görüntüleri için görsel sonuçlar

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, ısı iletim denklemi gri seviyeli görüntüler üzerine uygulanması ile OİİM özellik matrisi elde edilmiştir. Bir pikselin OİİM değerine bakılarak, gri seviye derecesinde artırım ve azaltım yolu ile keskinlik ve netlik sağlanmıştır. Ayrıca contrast ve parlaklık artışı normalleştirilmiş OİİM çarpanı ile doğal ve koyu kontrast iyileşmesi de elde edilmiştir. ITİM olarak adlandırılan iyileştirme yöntemi, literatürde yaygın olarak kullanılan HE, LTF ve BEASF yöntemleri ile görsel ve sayısal olarak karşılaştırılmıştır.

LTF yöntemi görüntüler üzerinde yüksek parlaklık veya düşük kontrastlık oluşturmuştur, bütün görüntüler üzerinde etkili iyileşme sağlayamamıştır. BEASF ayrıntıların zenginleşmesini sağlarken kontrast ve parlaklık artışı gerçekleşmemiştir. Çok tercih edilen HE yönteminde kontrast artışının yüksek düzeyde olması görüntüde özellik kayıpları oluşturmuştur. ITİM hem görsel hem de bilgi kalitesi açısından görüntülerde etkili iyileşme sağlamıştır. Netlik ve belirginlik yüksek düzeydedir. Önerilen ITİM, görüntüler üzerinde doğal kontrast ve parlaklık ayarlaması yaparak diğerlerine göre daha etkili bir iyileştirme sağlamıştır. Bundan dolayı bir sonraki çalışmada, OİİM matrisini renkli görüntülere uygulanması ile renkli görüntülerde iyileştirme çalışması düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

ARRIAGA-GARCIA, E. F., SANCHEZ-YANEZ, R. E., GARCIA-HERNANDEZ, M. G. (2014). Image enhancement using bi-histogram equalization with adaptive sigmoid functions, *In 2014 International Conference on Electronics, Communications and Computers* (CONI.

KAKAÇ, S., YENER, Y., NAVEIRA-COTTA, C. P. (2018). *Heat conduction*, CRC Press.

KANNAN, P., DEEPA, S., RAMAKRISHNAN, R. (2010). Contrast enhancement of sports images using modified sigmoid mapping function, *In Communication Control and Computing Technologies (ICCCCT)*, 651-656.

KIM, Y. T. (1997). Contrast enhancement using brightness preserving bi-histogram equalization, *IEEE transactions on Consumer Electronics*, 43(1), 1-8.

KOTAKE, S., WAKURI, S. (1994). Molecular dynamics study of heat conduction in solid materials, *JSME International Journal Series B Fluids and Thermal Engineering*, 37(1), 103-108.

MUNTEANU, C., LAZARESCU, V. (1999). Evolutionary contrast stretching and detail enhancement of satellite images, *Proceedings of MENDEL'99*, 94-99.

MUNTEANU, C., ROSA, A. (2000). Towards automatic image enhancement using genetic algorithms, *In Evolutionary Computation, 2000*, Vol. 2, 1535-1542.

NAKHMANI, A., TANNENBAUM, A. (2013). A new distance measure based on generalized image normalized cross-correlation for robust video tracking and image recognition, *Pattern recognition letters*, 34(3), 315-321.

PRASHANTH, H. S., SHASHIDHARA, H. L., KN, B. M. (2009). Image scaling comparison using universal image quality index, *In Advances in Computing, Control, & Telecommunication Technologies, 2009*, 859-863.

RAJKUMAR, S., MALATHI, G. (2016). A comparative analysis on image quality assessment for real time satellite images, *Indian Journal of Science and Technology*, 9(34).

RUSS, J. C. (2016). *The image processing handbook.* CRC press.

SAITOH, F. (1999). Image contrast enhancement using genetic algorithm, I*n Systems, Man, and Cybernetics, 1999. IEEE SMC'99 Conference Proceedings,*Vol. 4, 899-904.

SCHALKOFF, R. J. (1989). *Digital image processing and computer vision*. New York: Wiley.

SIM, K. S., TSO, C. P., TAN, Y. Y. (2007). Recursive sub-image histogram equalization applied to gray scale images, *Pattern Recognition Letters*, 28(10), 1209-1221.

SÖZBİR, N. (2014). *Isı İletim Katsayısının Belirlenmesi Deneyi*. Sakarya : Sakarya Üniversity.

TANAKA, G., SUETAKE, N., UCHINO, E. (2007). Image enhancement based on multiple parametric sigmoid functions, *In Intelligent Signal Processing and Communication Systems, 2007. ISPACS 2007*, 108-111.

WANG, Q., WARD, R. K. (2007). Fast image/video contrast enhancement based on weighted thresholded histogram equalization, *IEEE transactions on Consumer Electronics*, 53(2).

WANG, Z., BOVIK, A. C., SHEIKH, H. R., SIMONCELLI, E. P. (2004). Image quality assessment: from error visibility to structural similarity, *IEEE transactions on image processing*, 13(4), 600-612.

SPLİT KLİMALARDA R22 YERİNE, ÇEVRE DOSTU R32 VE R410A KULLANILMASININ ENERJİ TASARRUF POTANSİYELİ İLE ÇEVRESEL ETKİLERİNİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ

Öğr.Gör. Zafer CİNGİZ,
Düzce Üniversitesi, Düzce Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Programı
zafercingiz@duzce.edu.tr

Doç.Dr. Ali Etem GÜREL
Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fak., Makine ve İmalat Mühendisliği
alietemgurel@duzce.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Ferzan KATIRCIOĞLU
Düzce Üniversitesi, Düzce Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Programı
ferzankatircioglu@duzce.edu.tr

Özet
Çalışmamızda, split klimada kullanılan R22, R32 ve R410A soğutucu akışkanlarının TEWI, LCCP değerleri ile enerji tasarruf potansiyeli incelenmiştir. Düşük küresel ısınma potansiyeline sahip akışkanlardan R32 ve R410A akışkanlarının fiziksel özellikleri, enerji tasarruf potansiyeli, "TEWI", "Yaşam Süreci İklim Performansı" (LCCP) değerleri karşılaştırılmıştır. Soğutma sistemlerinin iklim değişikliğine etkisinden dolayı, küresel ısınmayı azaltmak için çevre dostu akışkanların kullanılması gerekmektedir. Düşük küresel ısınma potansiyeli olan soğutucu akışkan seçimi kolaylaştırmak için çevresel ölçümler kullanılmaktadır. Bunlar; küresel ısınma potansiyeli (GWP), toplam eşdeğer ısınma etkisi (TEWI) ve yaşam döngüsü iklim performansı (LCCP), çalışmamızda 9000 Btu/H split klima için çevre dostu soğutucu akışkan seçiminde araçları olarak belirlenmiştir. Çalışma, soğutucu akışkan seçimi ile sona ermektedir ve küresel ısınmaya katkısı düşük olan düşük GWP soğutucu akışkanının seçilmesi ile ilgili daha fazla çalışmayı kolaylaştırmak için önerileri tartışmaktadır. Enerji tasarruf potansiyeli açısından, incelenen üç soğutucu akışkanın tümü, soğutma sisteminde oldukça istenen düşük deşarj basıncını sergilemiştir. En düşük deşarj basıncı, R22 kullanılarak elde edilmiştir. R22 en yüksek performans katsayısını (COP) üretirken, R410A en düşük COP'a sahiptir. R22'nin COP'si, 60° C yoğuşma sıcaklığında R32'den ve R410A'dan sırasıyla % 9 ile % 23 daha yüksektir. Ton başına soğutma gücü (PPTR), buharlaşma sıcaklığı arttıkça düşer, yoğuşma sıcaklığı arttıkça artar. R32 ve R410A için elde edilen ortalama PPTR değerleri R22'den % 6 ve % 13 daha düşüktür. Öncelikle R22, sonrasında R32 ve R410A incelenen akışkanlar verimlilik açısından sıralanabilir. R32 ve R410A için hacimsel soğutma kapasiteleri, tüm çalışma koşulları boyunca çok yakındır. Ortalama değerleri R22'nin değerinden % 37 ve % 27 daha yüksektir. R22 hem R32 hem de R410A'dan, ton soğutma başına daha düşük enerji tüketimi, düşük deşarj basıncı, daha yüksek soğutma etkisi, COP ve hacimsel soğutma kapasitesi bakımından daha iyi performans göstermiştir. En iyi performans, sistemde R22, R32 ve R410A kullanılarak elde edilir. LCCP açısından en iyi soğutucu akışkan R32 olup sırasıyla R22 ve R410A akışkanları izlemektedir.

Anahtar kelimeler: TEWI, Soğutucu Akışkan, Küresel ısınma, LCCP, Enerji tasarruf potansiyeli

THEORETICAL INVESTIGATION OF THE ENVIRONMENTAL EFFECTS OF ENERGY SAVING POTENTIAL USE OF ENVIRONMENT FRIENDLY R32 AND R410A IN SPLIT AIR CONDITIONERS

Abstract
In this study, TEWI, LCCP values and energy saving potential of R22, R32 and R410A refrigerants used in split air conditioners were investigated. Physical properties, energy saving potential, "TEWI", "Life Process Climate Performance" (LCCP) values of R32 and R410A fluids with low global warming potential were compared. Because of the impact of cooling systems on climate change, it is

necessary to use environmentally friendly fluids to reduce global warming. Environmental measurements are used to facilitate refrigerant selection with low global warming potential. These; global warming potential (GWP), total equivalent warming effect (TEWI) and life cycle climate performance (LCCP) were identified as tools for choosing environmentally friendly refrigerant for split air conditioner in our study of 9000 Btu / H. The study concludes with the selection of refrigerant and discusses proposals to facilitate further work on the selection of low GWP refrigerant with low contribution to global warming. In terms of energy saving potential, all three refrigerants examined exhibited highly desirable low discharge pressure in the cooling system. The lowest discharge pressure was obtained using R22. R22 produces the highest performance coefficient (COP), while R410A has the lowest COP. The COP of R22 is 9 to 23% higher than R32 and R410A at 60 ° C condensation temperature, respectively. The cooling power per ton (PPTR) decreases with increasing evaporation temperature and increases with increasing condensation temperature. The average PPTR values obtained for R32 and R410A are 6% and 13% lower than R22. Firstly R22, then R32 and R410A, the fluids examined can be listed in terms of efficiency. The volumetric cooling capacities for R32 and R410A are very close during all operating conditions. Their average values are 37% and 27% higher than those of R22. R22 outperformed both R32 and R410A in terms of lower energy consumption per tonne cooling, lower discharge pressure, higher cooling effect, COP and volumetric cooling capacity. The best performance is achieved by using R22, R32 and R410A in the system. The best refrigerant in terms of LCCP is R32 followed by R22 and R410A fluids, respectively.

Keywords: TEWI, Refrigerant, Global warming, LCCP, Energy saving potential

1. GİRİŞ

Dünyada nüfusun hızla büyümesi, şehirlere olan göçün artması, enerji kaynakların tükenmesi ve gelişen yaşam standardı beklentileri ile karşı karşıya kalındıkça küresel çevre sorunları giderek daha fazla önem kazanmaya başlamıştır. Soğutma endüstrisi, atmosfere salınan soğutucu akışkanlar yoluyla küresel çevre sorunlarına önemli ölçüde katkıda bulunmuştur [12].

Soğutma ve iklimlendirme; gıda işleme, muhafaza ve dağıtım, enerji santralleri, taşıtlar ve konut konforu gibi çeşitli alanlarda uygulanabildiklerinden dolayı insanlar için çok önemlidir. Ayrıca, bunlar enerji tüketen evsel uygulamalar olarak tanımlanmıştır. Avantajlarına rağmen, soğutma ve iklimlendirme ozon tabakasının incelmesi ve küresel ısınma gibi iki temel çevre sorununa katkıda bulunmaktadır. Ozon tabakasının incelmesi, ozon tabakasına zarar veren maddeler olarak bilinen klor içeren soğutucuların atmosfere salınmasından kaynaklanmaktadır [3].

Montreal Protokolüne göre, R22 sistemleri Çin, Vietnam ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerde 2020'ye kadar kullanılabilecektir; ancak, R22 kullanan yeni sistemlerin gelişmiş ülkelerde kullanımı kısıtlanmıştır. R22'nin yasaklanması, üreticileri alternatif soğutucu akışkanlar bulmak zorunda bırakmıştır. R410A, ozon tabakasının incelmesine katkıda bulunmayan bir HFC soğutucudur. R410A kullanan klima sistemleri daha fazla verimlilik, daha düşük enerji maliyetleri sunmaktadır, ayrıca R22 kullanılan sistemlere göre daha çevre dostudur. Bu nedenle, R410A, son zamanlarda ev klima sistemlerinde alternatif bir soğutucu akışkan olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte, R410'un küresel ısınma potansiyeli (GWP) nispeten yüksektir ve gelecekte uygun olmayabilir. R32 ise, Japonya ve Çin'de R410A için alternatif soğutucu olarak kabul edilmiştir, çünkü R32 aynı zamanda R410A gibi “0” ozon tükenme potansiyeline sahiptir. Şu anda, R410A gelişmiş ülkelerde kullanılan en yaygın soğutucu akışkandır, ancak tüm sistemler R32 soğutucu akışkanı ile değiştirilirse, küresel ısınma potansiyeli azalacaktır[14].

Mevcut R22 soğutucu akışkanını kullanan cihazlar, arıza veya yer değiştirme nedeniyle akışkanlarını kaybetmektedir. Bu nedenle, bu cihazların bakımı sırasında yeni gaz şarjının R22 yerine ozona zarar vermeyen yani ODP değeri sıfır olan soğutucu akışkanlar kullanılmalıdır. Yapılan birçok çalışmada mevcut sistemde hiçbir değişiklik yapılmadan R22 soğutucu akışkanı yerine HFC içerikli gazlar kullanılabildiğini göstermiştir [4].

Alternatif soğutucu akışkan arayışında; akışkanın ozon tüketme potansiyeli (ODP), küresel ısınma potansiyeli (GWP), enerji verimliliği, güvenlik, ekonomiklik gibi birçok faktör etki eder. Bu faktörleri tam anlamıyla karşılayan mükemmel bir akışkan henüz yoktur [16].

2. MATERYAL ve METOD

2.1 Soğutucu akışkan özelliklerinin karşılaştırılması

R410A ve R32 buhar sıkıştırmalı soğutma sistemlerinde, sistemde hiçbir değişiklik yapılmadan; R22 yerine kompresör yağını değiştirerek kullanılabilecek bir soğutucu akışkandır. R22 soğutucu akışkanının GWP değeri 1810, R410A'nın 2088, R32'nin ise 675'dir. GWP değerleri aynı olmamakla birlikte, R410A ve R32'nin ODP değerinin sıfır olması sebebiyle orta vadede R22 ile çalışan cihazlarda kullanılmasının uygun olacağı düşünülebilir.

Tablo 1'de R22, R32 ve R410A soğutucu akışkanlarının fiziksel özellikleri e-Thermo Calculation Platform Thermodynamics and Transport Properties [5] kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. R22, R32 ve R410 soğutucu akışkanlarının bazı özellikleri (50 °C)

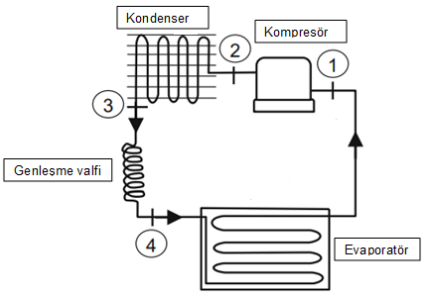
	R22	R410A	R32
KÜTLECE KARIŞIM ORANI (%)	-	R32 (% 50) R125 (% 50)	-
KAYNAMA NOKTASI SICAKLIĞI (1 ATM) (°C)	-40.8	-	-51.65
KRİTİK SICAKLIK (°C)	96.15	70.46	78.1
KRİTİK BASINÇ (MPA)	4.99	4.81	5.78
DOYMUŞ SIVI (KG/M3)	1082	906.8	839
DOYMUŞ BUHAR (KG/M3)	85.95	139.2	98.6
SIVI VİZKOZİTESİ (MPA.S)	123	82	83
BUHAR VİZKOZİTESİ (MPA.S)	14	16	14.7
YÜZEY GERİLİMİ (MN/M)	4.72	2	3.07
GİZLİ ISI (KJ/KG)	154.2	139	209.62
TERMAL İLETKENLİK (MW/MK)	72	75.7	107
GWP	1810	2088	675
ODP	0.055	0	0
SOĞUTUCU AKIŞKANLARIN GWP YÜZDESİ (%)	86.69	100	32.33
YAĞ	MO/AB	POE	POE

MO: Mineral Yağ AB: Alkil Benzen Yağ POE: Polyol Ester Yağ

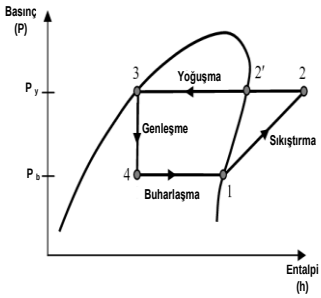
R410A, R-22 (HCFC) yerine uzun vadede kullanılması öngörülen bir soğutucu akışkandır. Ayrıca R22'den daha yüksek basınç ve soğutma kapasitesine sahiptir. R410A akışkanı, ozon dostu iki HFC türü akışkanın karışımıdır. Bu akışkanlar R32 (% 50) ve R125 (% 50)'tir. R410A soğutucu akışkanı özellikle, daha önceleri R22 kullanılan iklimlendirme uygulamalarında geniş kullanım alanı bulmuştur [9].

2.2 Soğutma Çevriminin Teorik Analizi

Soğutma ve iklimlendirme sistemlerinin büyük çoğunluğu buhar sıkıştırmalı soğutma sisteminin prensipleri ile çalışır. Şekil 1, basit bir buhar sıkıştırmalı soğutma sisteminin şematik diyagramını göstermektedir.







Şekil 1. Buhar sıkıştırmalı soğutma sistemi Şekil 2.Split tip klima Şekil 3. P-h diyagramı

Klima cihazlarının soğutma işleminde yalnızca iç ve dış ünitedeki fan motorları ve soğutucu akışkanın cihaz içindeki dolaşımını sağlayan kompresör elektrik enerjisi harcar. Sistemdeki güç verileriyle, cihazın elektrik enerjisi tüketimi hesaplanmış, TEWI, LCCP ve enerji tasarruf potansiyeli karşılaştırmasında kullanılmıştır. Çalışma sistemi için (9000 Btu/h) 2.638 kW soğutma kapasiteli, R22, R32 ve R410A gazı ile çalışan split tip bir klima (Şekil 2) incelenmiştir. Cihaz, iç ile dış ünite olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Teorik analizi dört temel süreci gösteren (Şekil 3) P-h diyagramı kullanılarak yapılır. İdeal çevrim, yoğuşturucu, buharlaştırıcı, kısılma (genleşme) vanası ve kompresör olmak üzere 4 temel bileşenden oluşmaktadır. Sistemde ise bir soğutucu akışkan kullanılmaktadır. Çevrim temelde 4 hal değişiminden meydana gelir: 1-2, kompresördeki izantropik sıkıştırma sürecidir. Kompresör enerji girişi (W_{komp}, kJ / kg) şu şekilde elde edilir:

$$W_{komp} = (h_2 - h_1) \quad (1)$$

burada h_1 = evaporatörün çıkışındaki soğutucu akışkan entalpisi ve h_2 = kompresörün çıkışındaki soğutucu akışkan entalpisi.

2-3, Yoğunlaştırıcıdan akışkanın ısısının çevreye aktarılması. Kondanserde atılan ısı (Q_{kond}, kJ / kg) şöyle elde edilir:

$$Q_{kond} = (h_2 - h_3) \quad (2)$$

buradaki h_3, kondenser çıkışındaki soğutucu akışkan entalpisidir.

Soğutucu akışkanın sabit entalpi altında genişlemesi, Genleşme valfinde kısılmanın meydana gelmesi 3-4 arasında gerçekleşir: buradaki h_4, evaporatörün girişindeki soğutucu akışkan entalpisidir.

$$h_3 = h_4 \quad (3)$$

4-1: Buharlaştırıcıda sabit basınç altında ısı alınması işlemidir. Evaporatörde soğutucu tarafından emilen ısı veya soğutma etkisi (Q_{evap}, kJ / kg) şöyle verilir:

$$Q_{evap} = (h_1 - h_4) \quad (4)$$

Performans katsayısı (COP), gerekli enerji birimi başına üretilen soğutma etkisidir. Soğutma etkisinin (Eşitlik 4) kompresör enerji girişine (Eşitlik 1) oranı olarak hesaplanır.

$$COP = \frac{Q_{evap}}{W_{el}} \quad (5)$$

denklemiyle hesaplanmış olup burada W_{el}, kW cinsinden kompresörde harcanan birim zamandaki enerji değeridir. Bir ton soğutma gücü (PPTR) şu şekilde elde edilir [2]:

$$PPTR = \frac{3.5W_{komp}}{Q_{evap}} \quad (6)$$

Hacimsel soğutma kapasitesi (VCC, kJ/m^3), kompresörün girişindeki soğutucu birim hacim başına soğutma etkisidir. Şu şekilde ifade edilir:

$$VCC = \rho_1 . Q_{evap} \quad (7)$$

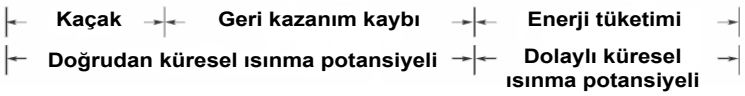
burada ρ_1 = soğutucu akışkanın kompresör girişindeki yoğunluğu (kg/m^3) dur.Her gaz için önce (eşitlik 8)'de ne kadar gaz şarjı yapılacağı belirlenmiştir [8]. Bir sistemi yeni bir soğutucu akışkanla değiştirirken, gereken miktarı belirlemek için bu formülü kullanılır:

$$YSAŞM\,(kg) = \frac{OSAŞM\,(kg).YSAY\,(kg/m^3)}{OSAY\,(kg/m^3)} \quad (8)$$

YSAŞM; Yeni soğutucu akışkanın şarj miktarı (kg), OSAŞM; Orijinal soğutucu akışkanın şarj miktarı (kg), YSAY; Yeni soğutucu akışkanın yoğunluğu (kg/m^3), OSAY; Orjinal soğutucu akışkanın yoğunluğu (kg/m^3) dur. 9000 Btu/h bir split klimada yaklaşık 1.4 kg R410A soğutucu akışkanı kullanılıyor ise, 1.6 kg R22 ve 1.3 kg R32 soğutucu akışkanları şar edilecektir. Yaklaşık % 4-5'lik bir oranda R22'ya göre sisteme daha az diğer soğutucu akışkanlar şarj edilmelidir.

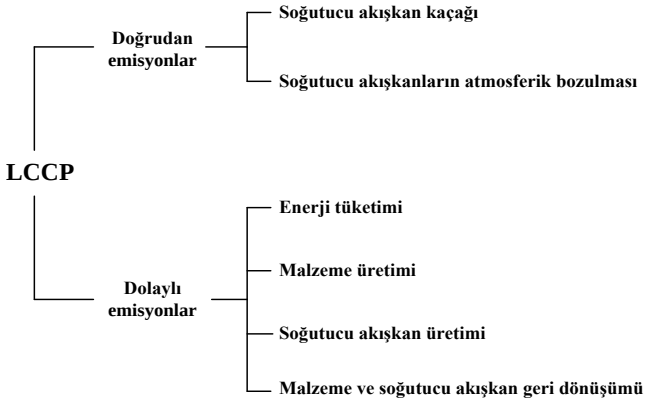
2.3 "TEWI" VE "LCCP" DEĞERİNİN HESAPLANMASI

TEWI değeri, değişik sistemlerin bağıl etkilerini karşılaştırabilmek için kullanılabilen bir parametredir. Sistemlerin enerji tüketimleri ile küresel ısınma etkilerini kapsamaktadır (Şekil 4). Yüksek TEWI değeri sistemin yüksek CO2 emisyonu saldığını belirtir [4].



Şekil 4. TEWI değerini etkileyen parametreler

Yaşam Döngüsü İklim Performansı (LCCP), HVAC & R sistemlerinin ömürleri boyunca küresel ısınma etkileriyle değerlendirilebilecekleri bir endekstir (Şekil 5) [7].



Şekil 5. Yaşam Döngüsü İklim Performansı Bileşenleri

Soğutucu akışkan seçimi sürecinde en çok üç çevresel ölçüm kullanılır: GWP, TEWI ve LCCP. Her biri, soğutucu akışkanların küresel ısınmaya etkisini ölçmek için benzer bir amaca hizmet etse de, kullanımları farklı sonuçlara yol açabilir.

GWP belki de en yaygın kullanılan çevresel ölçümdür. GWP, benzer miktarda CO_2 emisyonunun etkisiyle ilişkili olarak bir sera gazı emisyonunun küresel ısınma etkisini karşılaştıran endekstir. GWP ne kadar küçükse, bir maddenin küresel ısınmaya katkısı o kadar düşüktür [13]. GWP kriterlerine dayanarak, R32 en çevre dostu soğutucu olarak kabul edilebilirken, R22 ve R410A daha az elverişlidir.

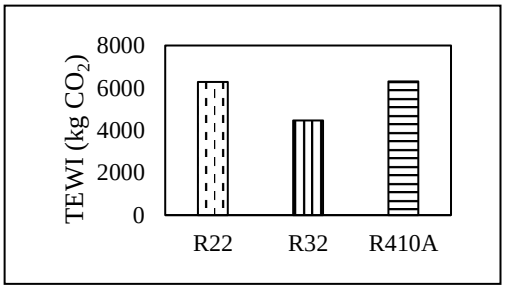
Toplam eşdeğer ısınma etkisinin (TEWI) hesaplanmasına yönelik bu metodoloji, buhar sıkıştırma prensiplerinde ve şebekeye bağlı elektrik şebekesiyle çalışan sabit soğutma ve iklimlendirme sistemleri içindir. TEWI aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanabilir [6].

$$TEWI = GWP.L.n + (GWP.m.(1-\alpha)) + n.EC.\beta \qquad (9)$$

Cihaza konulan gaz miktarı (m), kg cinsinden tanımlanıp, sistemdeki yoğuşturucu, buharlaştırıcı, kompresör ve bağlantı borularının ebatlarına göre tespit edilir. Soğutucu akışkanın, sistemden kaçak vasıtasıyla atmosfere yayılması doğrudan sera gazı oluşumuna etki eder. L, yıllık kaçak miktarı, toplam gaz miktarının yüzdesi olarak tanımlanır. Bu çalışmada L değeri % 4 olarak kabul edilmiştir. n, cihazın çalışma ömrünü yıl olarak tanımlamaktadır. Türkiye şartlarında klima cihazlarının servis ömrü 15 yıl olarak kabul edilebilir. EC, cihazın çalışma süresince harcadığı elektrik enerjisi kWh/yıl hesap edilir. Burada split klimanın inverter klima olduğu kabul edilerek ortalama elektrik enerjisi tüketimi 0.7 kWh, günde 6 saat ve 5 ay çalıştığı varsayılmıştır. B, ($kgCO_2/kWh$), 1 kWh enerji üretmek için atmosfere salınan CO_2 emisyonu miktarı olup, elektrik enerjisinin ne şekilde üretildiğine bağlı olarak değişir.α, sistemin kullanım ömrü boyunca geri kazanılan soğutucu akışkanın yüzdesi, β ise CO2 emisyon faktörüdür. Denklemin (9) birinci ve ikinci toplamları doğrudan emisyonlara, üçüncü ise dolaylı emisyonlara karşılık gelir.

Tablo 2. TEWI'nin sonuçları

Parametre	R22	R32	R410A
GWP	1810	675	2088
L (kg/yıl)	% 4 (0.064)	% 4 (0.052)	% 4 (0.056)
n (yıl)	15	15	15
m (kg)	1.6	1.3	1.4
α (%)	% 70	% 70	% 70
EC (kWh/yıl)	500	500	500
β ($kgCO_2/kWh$)	0.49	0.49	0.49
Doğrudan emis. (kg CO_2)	2606.4	789.75	2631
Dolaylı emiş. (kg CO_2)	3675	3675	3675
TEWI ((kg CO_2)	6281.4	4464.75	6306



Şekil 6. TEWI'nin aynı şartlar altında karşılaştırılması

R22'nin TEWI değeri, R32'den % 29 daha yüksek, R410A'dan ise % 1 daha düşük çıkmıştır. Emisyon şartları, kg CO_{2e} / kg cinsindendir (Tablo 2) (Şekil 6) [6]. Yaşam Döngüsü İklim Performansı Denklemi;

$$LCCP = Doğrudan\,emisyonlar + Dolaylı\,emisyonlar \qquad (10)$$

Doğrudan Emisyon; $Doğrudan\,emisyonlar = C.(L.ALR + EOL).(GWP + Adp.GWP)$ (11)

Dolaylı Emisyonlar Denklemi

$$Dolaylı\,emisyonlar = L.AEC.EM + \Sigma(m.MM) + \Sigma(mr.RM) + C.(1 + L.ALR).RFM + C*(1 - EOL).RFD$$

(12) burada: C = Soğ. Miktarı (kg), L = Ekip. Ort. Ömrü (yıl), ALR = Yıllık Kaçak Oranı (%), EOL = Ömür Sonu Soğ. Kaçağı (%), GWP = Kür. Isı. Pot. (kg CO_{2e} / kg), Adp. GWP = Soğ. Atmosferik

Boz. Ürün GWP'si (kg $C0_{2e}$ /kg), AEC = Yıllık Enerji Tük. (kWh), EM = Üretilen CO_2 /kWh (kg $C0_{2e}$ / kWh), m = Birim Kütle (kg), MM = Üretilen CO_{2e} / Malz. (kg CO_{2e} /kg), mr = Geri Dönüş. Malz. Kütlesi (kg), RM = CO_{2e} Üret. / Geri Dönüştürülmüş Malz. (kg CO_{2e} /kg), RFM = Soğ.Üretim Emis. (kg CO_{2e} /kg), RFD = Soğ.İmha Emis. (kg CO_{2e} /kg).

Little [11]; kWh elektrik üretimi başına 0.65 kg CO_2,% 15 yıllık kaçak oranı,% 15 ömür boyu kayıp, 15 yıllık ömür. Sistemde sızıntı yoksa, R404A ve R410A'nın LCCP'leri R290'a göre sırasıyla% 1-2 ve% 5-7 daha düşüktür. Bu sonuç, R290'un LCCP'sinin her zaman R404A'nınkinden düşük olduğunu gösterir. Yıllık emisyon, % 10'un altında tutulduğunda, R410A'nın LCCP'si R290'dan daha düşüktür.

Tablo 3. LCCP hesaplaması için giriş verileri

Öğeler	Değer			Birim
Soğutucu akışkan	R22	R32	R410A	-
Soğutucu akışkan miktarı	1.6	1.3	1.4	kg
Ünite ağırlığı	50			kg
Yıllık soğutucu akışkan kaçağı	4			% (yıl)
EOL kaçağı	15			%
Ömür süresi	15			yıl
Üretim emisyon tipi	saf			-

Tablo 4. Akışkanların LCCP değerlendirmesi (kg CO_{2e} olarak)

Emisyon	R22	R32	R410A
LCCP	80.03	78.48	80.06
Toplam doğrudan emisyon	2.17	0.658	2.19
Yıllık soğutucu akışkan kaçağı	4	4	4
EOL soğutucu akışkan kaçağı	15	15	15
Toplam dolaylı emisyon	77.86	77.82	77.87
Enerji tüketimi	1980	1980	1980
Soğutucu akışkan üretimi	10.2	7.2	10.7

Tablo 3-4, LCCP değerlendirmesini göstermektedir. Farklı çalışma akışkanları uygulandığında, doğrudan emisyon esas olarak GWP değerleri nedeniyle değişmektedir. Toplam ömür boyu emisyonları daha da azaltmak için, R32 gibi düşük GWP'ye sahip çalışma sıvıları olarak seçilebilir. R32 soğutucu akışkanı kullanan sistemlerin daha düşük enerji tüketimi gerektirdiği unutulmamalıdır. Çünkü toplam dolaylı emisyonu artıran en önemli parametre enerji tüketimidir.

2.4 ENERJİ TASARRUF POTANSİYELİNİN HESAPLANMASI

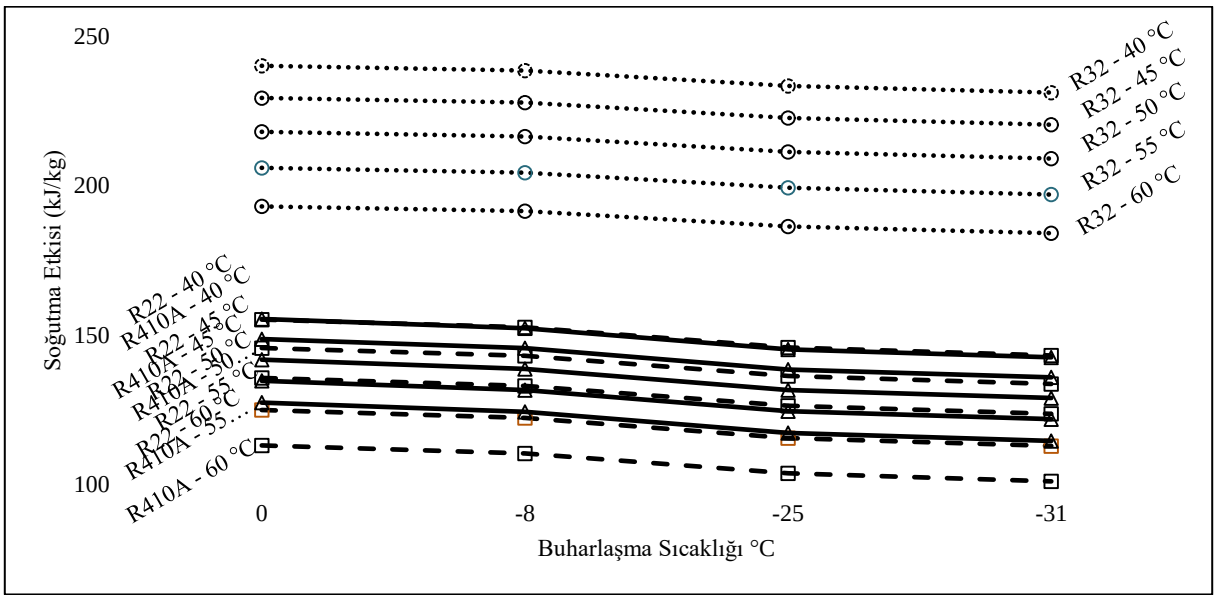
Ku ve diğ. [10], iki farklı tip kompresörün ev tipi bir buzdolabı için enerji verimliliğini araştırmıştır. Çalışmalarının temel amacı, sistemin enerji verimliliğini artırmak için ev tipi buzdolabının krankla çalışan kompresöründeki mekanik kayıpları azaltmaktır. Vakiloroaya ve Hab [15], enerji verimliliği sağlayan hava soğutmalı, iklimlendirme sistemlerinde sıvı basıncını yükseltmek için bir çalışma yürütmüştür. Çalışma, sistemin enerji verimliliğini arttırma amacı ile sistemin daha düşük bir yoğuşma

basıncında çalışmasını sağlamak için sıvı hattında bir soğutucu akışkan pompası kullanarak bir iklimlendirme sisteminde enerji tüketimi konusunda optimal bir yöntem araştırmaktır.

Afshari ve diğ. [1], değişik şarj miktarları ve çalışma koşulları altında sistemlerin enerji tüketimini daha iyi anlayabilmek için farklı soğutucu akışkanlar kullanarak optimal şarj miktarını araştırmak üzere havadan suya ısı pompalarında enerji korelasyonlarını kullanmıştır.

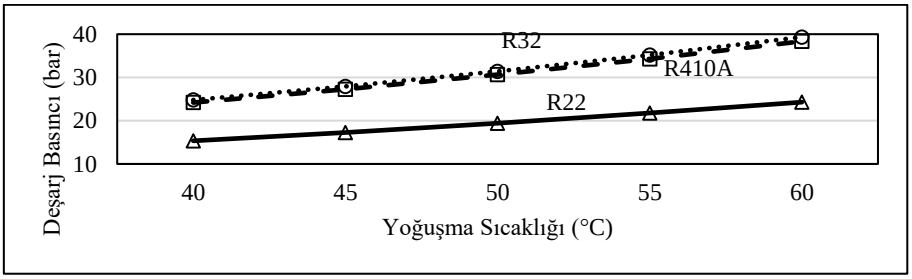
Yukarıda incelenen çeşitli çalışmalar, bir kompresörün yeniden tasarımı dahil büyük bir değişiklik yapılmadığı sürece mevcut soğutucu akışkanların yerine alternatif olarak saf soğutucu akışkanların bulunmasının zor olduğunu göstermiştir.

Farklı yoğuşma ve buharlaşma sıcaklıklarının R22, R410A, ve R32 soğutucu akışkanları üzerindeki soğutma etkisi Şekil 7'de gösterilmektedir. Soğutma etkisi, yoğuşma sıcaklığı yükseldikçe ve buharlaşma sıcaklığı düştükçe azalmaktadır. Buharlaşma sıcaklığındaki artış, soğutucu akışkanın gizli ısı enerjisi ile soğutma etkisini arttırmıştır. R22'nin ortalama soğutma etkisi R32'den % 37 daha düşükken, R410A'dan ise % 5 daha yüksektir.



Şekil 7. Farklı yoğuşma ve buharlaşma sıcaklıklarına karşılık gelen soğutma etkisi

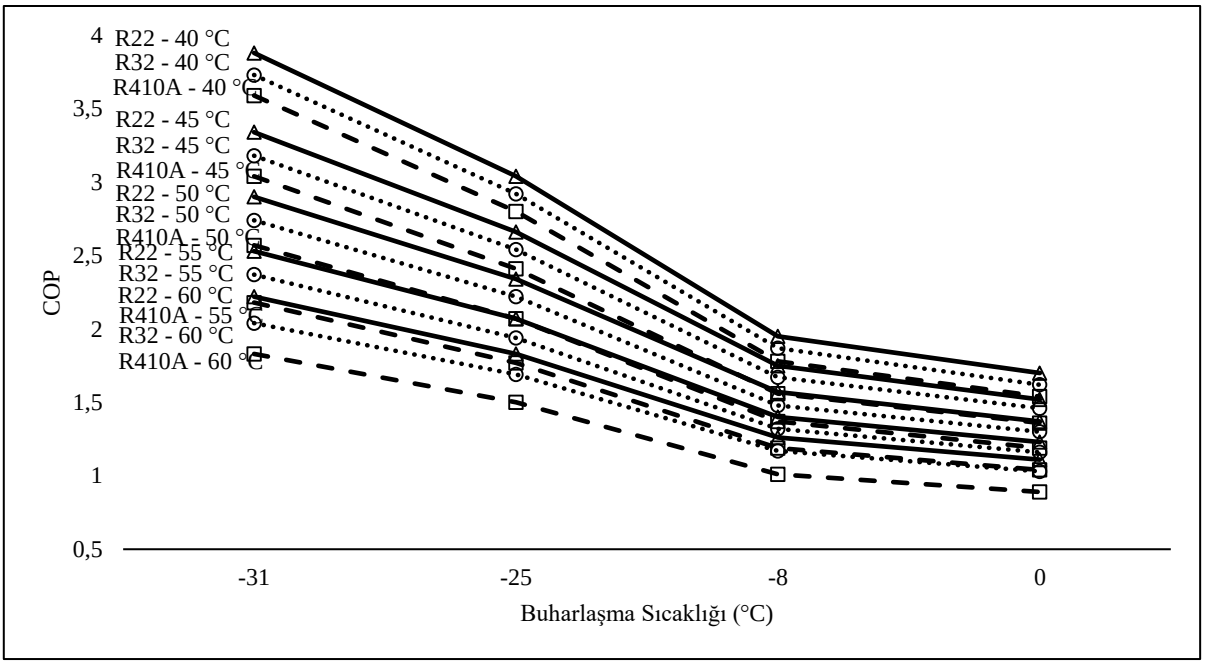
Düşük deşarj basıncına sahip soğutucu akışkanlar soğutma sisteminde arzu edilirler çünkü yüksek deşarj basıncı sistemin performansını düşürür ve yağlama maddeleri ile kompresör bileşenlerinin dengesini etkiler. Şekil 8'de gösterildiği gibi, deşarj basıncı arttıkça yoğuşma sıcaklığı artar. En düşük deşarj basıncı, sistemde R22 kullanılarak elde edildi. R410A ve R32 için deşarj basıncı, R22'den sırasıyla % 37 ve % 38 daha yüksektir.



Şekil 8. Yoğuşma sıcaklığının soğutucu akışkanların deşarj basıncı üzerindeki etkisi

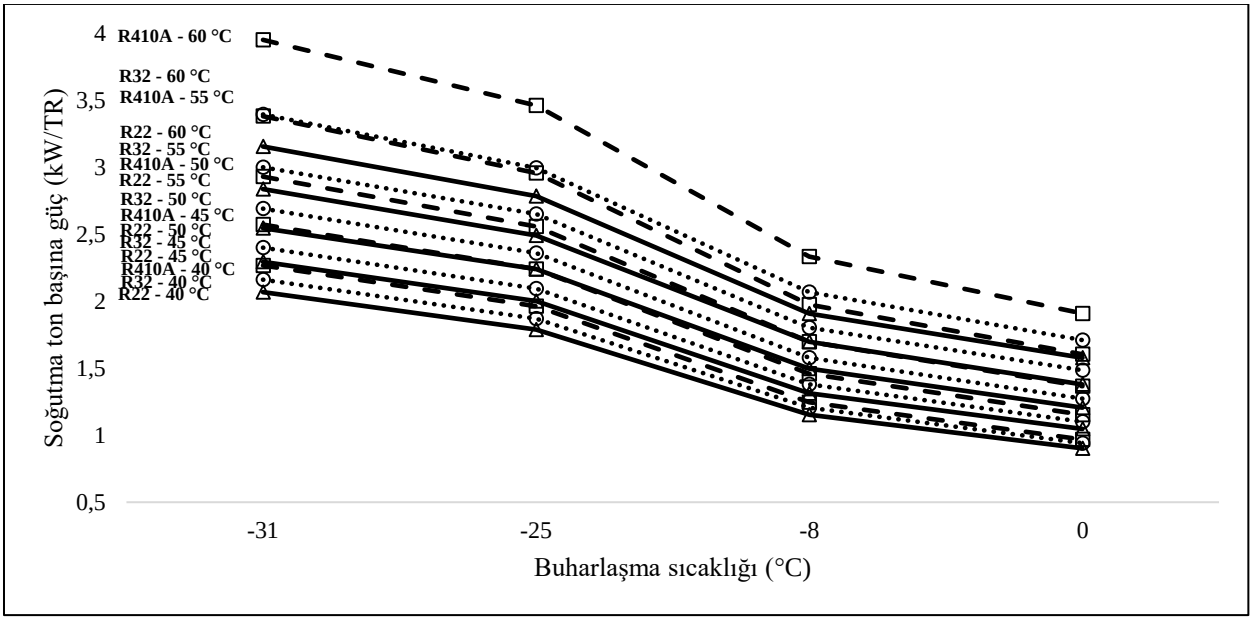
Şekil 9'da gösterilen sonuçlar, COP'un buharlaşma sıcaklığındaki artışla arttığını, yoğunlaşma sıcaklığı arttıkça COP'nin azaldığını göstermektedir. Yoğuşma sıcaklığındaki artış, kompresörden

gelen güç girişini artırmakta ve sistemin COP'sini azaltmaktadır. R32 ve R22 için ortalama COP, sırasıyla 1,97 ve 2,08 idi, bu R410A'dan yüksek çıkmaktadır. En yüksek COP'a R22'nin sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 9. Buharlaşma ve yoğuşma sıcaklıklarının performans katsayısı (COP) üzerindeki etkileri

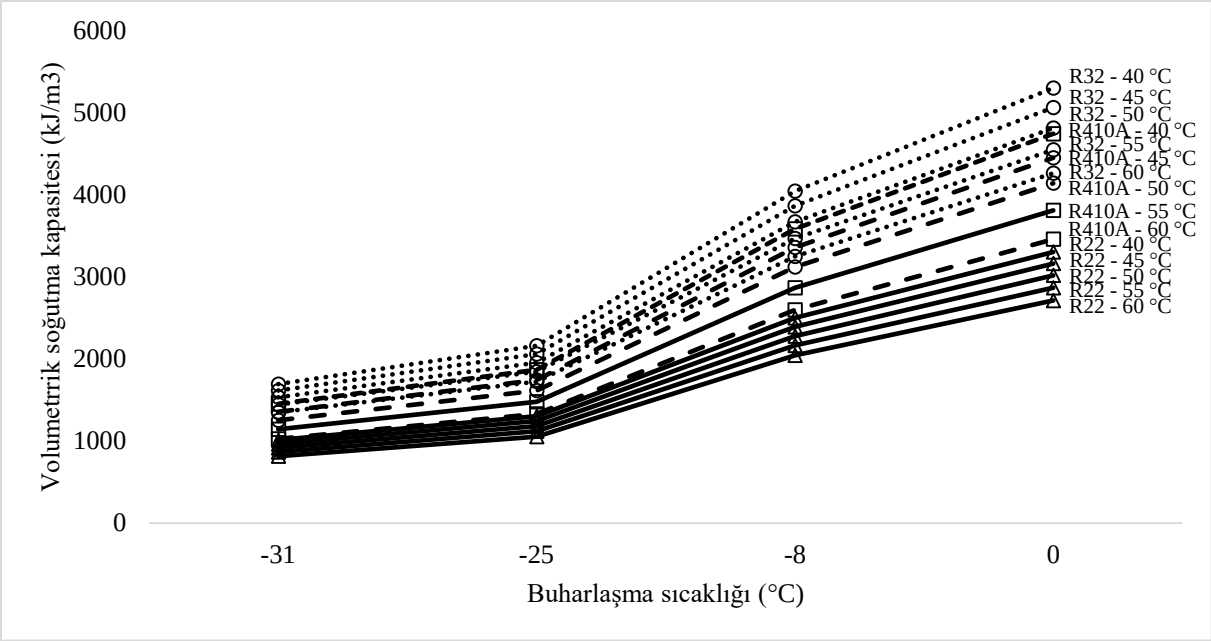
Şekil 10, ton soğutma başına (PPTR) gücü göstermektedir. PPTR, bir sistemin birim soğutma kapasitesi için enerji tüketimidir. Soğutma sisteminde kullanılan çalışma akışkanının enerji tasarrufu potansiyelini gösterir. PPTR buharlaşma sıcaklığı ve yoğunlaşma sıcaklığı arttıkça artar. R22 ve R32 için elde edilen ortalama PPTR, R410A'nınkinden sırasıyla % 14 ve % 10 daha düşüktür. Enerji tasarrufu açısından ise, en tasarruflusuna göre R22 1.89 kW, R32 2.008 kW ve R410A 2.2 kW şeklinde sıralanabilir.



Şekil 10. Farklı yoğuşma sıcaklıklarında buharlaşma sıcaklıklarına karşılık gelen ton soğutma gücü

Buharlaşma sıcaklığının 40, 45, 50, 55 ve 60 C yoğuşma sıcaklıklarında R22, R410A ve R32 soğutucu akışkanları için hacimsel soğutma kapasitesi (VCC) üzerindeki etkileri, Şekil 11'de gösterilmektedir.

Yüksek hacimsel kapasiteye sahip soğutucu akışkanlar, soğutma sistemlerinde arzu edilir, çünkü yüksek soğutma kapasitesi üreteceklerdir. Sonuçlar, VCC'nin buharlaşma sıcaklığındaki artışla arttığını göstermektedir.



Şekil 11. Buharlaşma ve yoğuşma sıcaklıklarının hacimsel soğutma kapasitesi (VCC) etkisi

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Buzdolapları ve klimalar gibi termal sistemler büyük miktarda elektrik tüketir. Bu nedenle, ozon miktarlarının azalmasına ve düşük küresel ısınma potansiyellerine ek olarak, soğutma sistemlerindeki yeni alternatif soğutucu akışkanlarının da geleneksel soğutucu akışkanlara kıyasla benzer veya daha yüksek enerji verimliliğine sahip olması gerekir, böylece yeni alternatif soğutucu akışkanlar büyük miktarda CO2 üretimine neden olmazlar.

Aşağıdaki sonuçlar, sonuçların analizinden ve tartışmasından alınmıştır:

1. R32, R22 ve R410A soğutucu akışkanları sırasıyla yüksek soğutma etkisi yaratmıştır. R22'nin ortalama soğutma etkisi R410A'dan % 5 büyük iken, R32'den % 37 daha düşüktür.
2. İncelenen üç soğutucu akışkanın tümü, soğutma sisteminde oldukça istenen düşük deşarj basıncını sergilemiştir. En düşük deşarj basıncı sırasıyla, sistemde R22, R410A ve R32 kullanılarak elde edilmiştir.
3. R22 en yüksek performans katsayısını (COP) üretirken, R410A en düşük COP'a sahiptir. R22'nin COP'si, 60° C yoğuşma sıcaklığında R32'den ve R410A'dan sırasıyla % 9 ile % 23 daha yüksektir. En yüksek COP, sistemde ilk olarak R22, daha sonrasında R32 ve R410A kullanılarak elde edilmiştir.
4. R32 ve R410A için elde edilen ortalama PPTR değerleri sırasıyla R22'den % 6 ve % 13 daha düşüktür. Öncelikle R22, sonrasında R32 ve R410A incelenen soğutucu akışkanlar arasında verimlilik açısından sıralanabilir.
5. Volumetrik (hacimsel) soğutma kapasitesi (VCC) bakımından, en yüksek VCC'ye R32 sahipken onu sırasıyla R410A ve R22 izlemektedir.
6. Soğutucu akışkan uygulamalarında daha çevreci özelliklerde görülen R410A gazının R22 gazına göre çevresel etki faktörünün genel ortalamada % 1 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. R32 ise R22'ye göre % 29 daha düşük çıkmıştır. R22 gazının, R410A ve R32 soğutucu akışkanlarına göre çevresel etkiler yönüyle ozon tüketim değeri ile atmosferik yaşam ömrü parametreleri daha yüksektir.
7. Kullanılan soğutucu akışkanlar içerisinde, doğrudan etki bakımından en düşük değere R32 sahiptir, ancak R22 soğutucu akışkanı da düşük bir değere sahip olsa da, diğer akışkanlara göre ozona zarar verme potansiyelinin yüksek olması (Tablo 1) sebebiyle kullanılamaz.

Sistemdeki yıllık oluşacak kaçak miktarı da, doğrudan etkiyi arttıran bir diğer faktördür. Yapılan çalışmalar, kaçak miktarının artmasıyla TEWI miktarının arttığını göstermiştir.

8. R22 yerine R32 veya R410A kullanılmasıyla yıllık enerji tüketiminde bir azalma olmaktadır. R22'nin TEWI değeri R410A'nınkinden yaklaşık % 1 büyük iken, R32'nınkinden % 29 küçüktür. R22'nin alternatifi soğutucu akışkanlar içerisinde, TEWI değeri küçük olan akışkan tercih edilmelidir. TEWI parametresine bir bütün olarak bakılmakla birlikte, dolaylı etkinin toplam etki içindeki değeri % 50 civarında olduğundan bu değeri etkileyen faktörlerin azaltılması gerekmektedir. β değerini küçültmek, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi kullanmak, daha verimli ve daha az enerji tüketen cihazlar tasarlamak gerekecektir.
9. En düşük LCCP'ye R32 soğutucu akışkanı sahip olup onu sırasıyla R22 ve R410A izlemektedir.

Kaynakça

1) AFSHARİ, F., COMAKLI, O., ADIGÜZEL, N., KARAGÖZ, S. (2016). Optimal charge amount for different refrigerants in air-to-water heat pumps, *Iran J Sci Technol-Trans Mech Eng*, (40), 4, 325–335.

2) BOLAJİ, B. O., ABİALA, I. O., ISMAİLA, S. O., BOROKİNNİ, F. O. (2014). Theoretical comparison of two of eco-friendly refrigerants as alternative to R22 in using a simple vapour compression refrigeration system, *Trans Famena*, (38), 3, 59–70.

3) BOLAJİ, B. O., ADELEKE, A. E., ADU, M. R., OLANİPEKUN, M. U., AKİNNİBOSUN, E. (2019). Theoretical Investigation of Energy-Saving Potential of EcoFriendly R430A, R440A and R450A Refrigerants in a Domestic Refrigerator, *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Mechanical Eng.*, (43), 103–112.

4) DEVECİOĞLU, A. G., ORUÇ, V. (2016). HCFC-22 YERİNE KULLANILAN BAZI HFC'LERİN ÇEVRESEL ETKİLERİNİN DENEYSEL OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI, *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 36, 1, 99-105, 2016

5) ETHERMO CALCULATİON PLATFORM, THERMODYNAMİCS PROPERTİES, (2019). 01.10.2019 tarihinde http://www.ethermo.us/UserLogin.aspx sit_ adresinden alındı.

6) GUİDELİNE FOR LİFE CYCLE CLİMATE PERFORMANCE JANUARY 2016 (2016), Life Cycle Climate Performance Working Group, 01.10.2019 tarihinde www.iifiir.org › working_parties › WP_LCCP adresinden alındı.

7) HARMONİZATİON OF LİFE CYCLE CLİMATE PERFORMANCE METHODOLOGY (2016), *32nd Informatory Note on Refrigeration Technologies*, 01.10.2019 tarihinde www.iifiir.com internet sitesinden http://iifiir.org/userfiles/file/publications/notes/NoteTech_32_EN.pdf adresinden alındı.

8) HONEYWELL GENETRON REGRİGERANTS, PRESSURE- TEMPERATURE CHART (2019), 01.10.2019 tarihinde www51.honeywell.com sitesiden, https://www51.honeywell.com/sm/china/genetron/common/documents/genetron-pressure-temperature-chart.pdf adresinden alındı.

9) KIZILKAN, Ö., ŞENCAN, A., YAKUT, A. K. (2006). R410A SOĞUTUCU AKIŞKANININ TERMODİNAMİK ÖZELLİKLERİNİN YAPAY SİNİR AĞLARI METODUYLA MODELLENMESİ, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der*. (21), 2, 395-400.

10) KU, B., PARK, J., HWANG, Y., LEE, J. (2010). Performance evaluation of the energy efficiency of crank-driven compressor and linear compressor for a household refrigerator, *International compressor engineering conference at Purdue, July 12–15*, (1218), 1–8.

11) LİTTLE, A. D. (2002). Global comparative analysis of hfc and alternative technology for refrigeration, air conditioning, foam, solvent, aerosol propellant, and fire protection applications, 01.10.2019 tarihinde www.unfccc.int sitesinden https://unfccc.int/files/methods/other_methodological_issues/interactions_with_ozone_layer/application/pdf/wamatt054_1.pdf adresinden alındı.

12) LOVE, R. J., CLELAND, D. J., AIRAH, HM. (2012). Refrigerants—Back to the future? Ecolibrium, *Aust Inst of Refrig Air Cond Heat*, (11), 32–39.

13) MAKHNATCH, P., KHODABANDEH, R. (2014), The role of environmental metrics (GWP, TEWI, LCCP) in the selection of low GWP refrigerant, *The 6th International Conference on Applied Energy – ICAE2014, Energy Procedia*, (61), 2460 – 2463.

14) PHAM, Q. V., CHOİ, K., OH, J. T., CHO, H. (2019). Flow condensing heat transfer of R410A, R22, and R32 inside a micro-fin tube, *Experimental Heat Transfer- A Journal of Thermal Energy Generation Transport Storage and Conversion*, (32), 2, 102–115.

15) VAKİLOROAYA, V., HA, Q. P. (2014). Energy-efficient air-cooled DX airconditioning systems with liquid pressure amplification, *The 31st international symposium on automation and robotics in construction and mining (ISARC 2014)*, 1–10.

16) YAKUT, A. (2019). *Yeni Nesil Soğutucu Akışkan: R32*, 01.10.2019 tarihinde Daikinakademi.com sitesinden http://www.daikinakademi.com/Media/file/Pdf/Yen_Nesil_Sogutucu_Akiskan_R32.pdf adresinden alındı.

KİŞİSEL TOZ ÖRNEKLEME VE GRAVİMETRİK ANALİZ METOTLARININ UYGULANMASINDA, İŞ HİJYENİ ÖLÇÜM TEST VE ANALİZİ YAPAN LABORATUVARLARDA KARŞILAŞILAN UYGUNSUZLUKLAR

Ayşe Gül BÜYÜKTOPÇU
Kocaeli Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü / İş Sağlığı ve Güvenliği ABD
aysegul.buyuktopcu@ailevecalisma.gov.tr

Dr. Öğr. Üyesi Serpil Gerdan
Kocaeli Üniversitesi / İzmit MYO
sgerdan@kocaeli.edu.tr

Özet
İş hijyeni, en geniş anlamıyla, çalışan kişilerin sağlıklarını olumsuz etkileyebilecek fiziksel, kimyasal, ergonomik, psikososyal ve biyolojik faktörlerin tespit edilmesi, etkilerinin değerlendirilmesi ve önlem alınmasıdır. Bu faktörlerin tespit edilmesi için ulusal ve uluslararası standart metotlar geliştirilmiştir. İş hijyeni laboratuvarları, "İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik" ini esas alarak ve bu metotları kullanarak çalışanların fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenlere maruziyetlerini belirlemek ve elde ettikleri sonuçların mevzuatımızda veya standartlarda belirtilen sınır değerleri aşıp aşmadığını işverenlere ve çalışanlara bildirmektedirler. İş hijyeni laboratuvarlarının verileri işyerinde oluşması muhtemel meslek hastalıklarının önlenmesinde büyük rol oynamaktadırlar.

Bu çalışmada, ilgili yönetmelik kapsamında laboratuvarlarda yapılan denetimler sonucunda MDHS 14/3 Toplam ve Solunabilir Toz Konsantrasyonu Tayini, NIOSH 500 Toplam Toz Tayini ve NIOSH 600 Solunabilir Toz Tayini metotlarının uygulanması aşamasında karşılaşılan genel uygunsuzluklar ve çözümleri hakkında bilgi verilmektedir. Tespit edilen uygunsuzluklardan bazıları; saha personeli tarafından örnekleme başlığı ve akış hızlarının karıştırılması, akış hızı doğrulamalarının aynı örnekleyici üzerinden yapılması, 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalama maruziyetlerinin doğru hesaplanmaması, gravimetrik analizde örnekleme kaseti tartımıdır.

Çalışmanın sonucunda, tespit edilen uygunsuzlukların ortadan kaldırılabilmesi için personelin numune alma eğitimlerinin yenilenmesi, düzeltici ve önleyici faaliyetlerin uygulanması, yönetimi gözden geçirme toplantılarının yapılması gibi çözüm önerileri sunulmaktadır. Verilen çözüm önerileri ile iş hijyeni laboratuvarlarında uygunsuzlukların ortadan kalkması ve doğru maruziyet sonuçlarının elde edilmesine rehberlik edilmesi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: iş hijyeni, toz örneklemesi, maruziyet

NON-COMPLIANCES OF INDUSTRIAL HYGIENE LABOROTORIES IN THE APPLICATION OF PERSONAL DUST SAMPLING AND GRAVIMETRIC ANALYSIS METHODS

Abstract
Industrial hygiene, in the broadest sense, is to determine the physical, chemical, ergonomic, psychosocial and biological factors that may adversely affect the health of the employees, to evaluate the effects and to take precautions. National and international standard methods have been developed to determine these factors. Industrial hygiene laboratories, employing "the Regulation on Industrial Hygiene Measurement, Testing and Analysis Laboratories" and using these methods, determine the exposure of employees to physical, chemical and biological factors and inform employers and employees whether the results obtained exceed the limit values specified in our legislation or standards. The data of industrial hygiene laboratories play a major role in the prevention of occupational diseases that may occur in the workplace.

In this study, as a result of the inspections carried out in laboratories within the scope of the related regulation, the general nonconformities and solutions of MDHS 14/3 General methods for sampling

and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust, NIOSH 500 Particulates Not Otherwise Regulated, Total and NIOSH 600 Particulates Not Otherwise Regulated, Respirable methods are presented. Some of the nonconformities identified; confusing sampling head and flow rates by field personnel, performing flow rate verifications on the same sampler, not calculating 8 hour time weighted average exposures accurately, weighing the sampling cassette in gravimetric analysis.

As a result of the study, in order to eliminate the nonconformities, solution suggestions such as renewal of sampling trainings of personnel, implementation of corrective and preventive activities, and management review meetings are presented. It is aimed to guide the elimination of nonconformities and to obtain the correct exposure results in the industrial hygiene laboratories with the proposed solutions.

Keywords: Industrial hygiene, Dust sampling, Exposure

1. GİRİŞ

İş hijyeni, çalışan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik ve psiko-sosyal faktörlerin tespit edilmesi, etkilerinin değerlendirilmesi ve kontrol altına alınmasıdır. Bu faktörlerden kimyasal, fiziksel ve biyolojik olanların tespit edilmesine yönelik iş hijyeni ölçüm ve analizleri yapılmaktadır. Aile Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından 28741 sayılı resmi gazetede yayımlanan "İş Hijyeni Ölçüm Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmeliği" ne göre; iş hijyeni ölçüm ve analizleri "Çalışma ortamında bulunan, çalışanların sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek her türlü gürültü, titreşim, aydınlatma, iyonlaştırıcı olmayan radyasyon gibi fiziksel; toz, gaz, buhar gibi kimyasal ve virüs, bakteri, mantar gibi biyolojik etkenlerin nicelik ve nitelik tayininin yapılması" olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda etkenlerin nitelik ve nicelik tayinlerinin yapılması için ulusal ve uluslararası standart metotlar geliştirilmiştir (RG, 2017).

Kimyasal etkenlerden olan toz, iş yeri havasında kesme, zımparalama, taşlama, işleme, parlatma, kumlama gibi mekanik prosesler ile ya da yükleme, boşaltma ve nakil işlemleri sırasında değişik büyüklüklerde küçük katı partiküller halinde ortaya çıkmaktadır. Tozla Mücadele Yönetmeliğine göre; toz, işyeri ortam havasına yayılan veya yayılma potansiyeli olan parçacıkları ifade eder. Toz partiküllerin solunum sisteminin çeşitli bölgelerindeki birikimi aerodinamik çaplarına bağlıdır. ACGIH, ISO ve CEN gibi uluslararası organizasyonlar mesleki sağlık açısından ve çaplarına göre tozları toplam, trokal ve solunabilir olmak üzere üç grupta sınıflandırmıştır. Toplam tozlar, %50'sinin aerodinamik çapı 80 – 100 µm'nin altında kalan, trokal tozları da içeren, maruz kalındığında ise tüm solunum sistemini etkileyen tozlardır. Trokal tozlar, %50'sinin aerodinamik çapı 10 µm'nin altında kalan, solunabilir tozları da içeren, maruz kalındığında alt solunum yollarını etkileyen ve akciğere kadar ulaşabilen tozlardır. Solunabilir tozlar, %50'sinin aerodinamik çapı 4 µm'nin altında kalan ve maruz kalındığında alveollere kadar ulaşabilen tozlardır (URL 1).

Tozla Mücadele Yönetmeliği'ne göre; işverenler, her türlü tozun meydana geldiği işyerlerinde çalışanların toz maruziyetini önlemek ve çalışanların toz ile ilgili tehlikelerden korunması için gerekli tüm koruyucu ve önleyici tedbirleri almakla yükümlüdür. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı İSGÜM Araştırma ve Geliştirme Enstitü Müdürlüğü'nün kabul ettiği kimyasal iş hijyeni parametreleri arasında kişisel solunabilir ve toplam toz tayini bulunmaktadır. Kişisel toplam ve solunabilir toz konsantrasyonu tayinleri uluslararası standart metotlar olan MDHS 14/3 General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust, NIOSH 500 Particulates Not Otherwise Regulated, Total, NIOSH 600 Particulates Not Otherwise Regulated, Respirable ve ASTM 4532 Standard Test Method for Respirable Dust in Workplace Atmospheres Using Cyclones Samplers ile "İş Hijyeni Ölçüm Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmeliği" ne göre yetkilendirilmiş özel laboratuvarlar tarafından yapılır. Aynı yönetmeliğin 27 ve 28. maddelerine göre, iş hijyeni laboratuvarları İSGÜM personeli tarafından denetime tabi tutulurlar (RG, 2017).

Bu çalışmada, 2015-2019 yılları arasında İSGÜM Kocaeli Bölge Müdürlüğü personeli tarafından gerçekleştirilen 102 adet denetim raporu sonucunda MDHS 14/3, NIOSH 500 ve NIOSH 600 metotlarında karşılaşılan uygunsuzluklar incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Kişisel Toz Tayini için kullanılan iş hijyeni metotları; MDHS 14/3, NIOSH 500, NIOSH 600, ASTM 4532 olup bu çalışma kapsamında MDHS 14/3, NIOSH 500, NIOSH 600 metotları kullanılmıştır. ASTM 4532 metodu, daha az sayıda laboratuvarın yetki belgesi kapsamında olduğu için çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çalışma kapsamında incelenen üç metodun temel prensibi; bilinen hacimdeki havanın, numune alma ekipmanı olan pompa vasıtasıyla örnekleme başlığı içerisindeki toplama altlığı olan filtreye çekilmesi; filtre üzerinde toplanan tozun kütlesi numune alma öncesi ve sonrası oluşan tartım farkıyla belirlenmesi şeklindedir.

Alınan toplam veya solunabilir toz numuneleri için farklı örnekleme başlıklarına ihtiyaç duyulur. Filtreler, solunabilir veya toplam toz örnekleme başlığı içine yerleştirilmiş bir kaset sisteminin içinde tutulmalıdır. Pompa ünitesi örnekleme işlemi esnasında belirlenen akış hızında düzgün bir akış sağlama kapasitesine sahip olmalıdır. Pompaların örnekleme öncesi ve sonrasında birincil kalibratör ile akış hızlarının doğrulanması gerekir. İki ölçüm arasındaki akış farkı %5' den küçük olmalıdır (HSE, 2000).

Kişisel toz numunelerinin hangi çalışanlardan alınacağı konusunda, yönetmeliğin de atıf yaptığı TS EN 689 standardı rehber olarak kullanılmalıdır. Çalışanlar, maruz kalma şekillerine göre homojen gruplara ayrılmalı ve bu homojen gruplardan standardın öngördüğü sayıda numune alınmalıdır. Tüm maruziyet sınır değerleri kişisel örnekleme esasına dayalıdır. Kişisel örneklemede, örnekleme başlığı çalışanın göğsün üst kısmına, yakaya yakın solunum bölgesi içinde olacak şekilde yerleştirilir. Örnekleme pompası örnekleme başlığına uygun boyutta esnek bir hortumla bağlanır, çalışanın kemerine takılır veya cebine yerleştirilir. Çevre ve yerleşim şartlarının deney sonuçlarını olumsuz etkilememesi için gerekli her türlü tedbir alınmalıdır. Numune alma veya deney, laboratuvarın tesisleri dışında yapılıyorsa, sonuçları etkileyebilecek ortam şartları değerlendirilir ve kayıt altına alınır. Metoda uygun sayıda ve şekilde kör numune alınmalıdır. Örnekleme süresi, ilgili metodun ve TS EN 689 standardının gerekliliklerini karşılamalıdır. Karar verilen örnekleme süresi sonunda, pompa akış kontrolü yapıldıktan sonra, numuneler kullanılan metoda uygun şekilde laboratuvara taşınır ve saklanır. Numunelerin son tartımları, laboratuvarda gerekli şartlamalardan sonra yapılmalıdır. Numunenin 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalama (ZAO) olarak konsantrasyonu hesap programıyla hesaplanır ve sınır değeriyle işverene raporlanır (TS EN 689, 2018).

MDHS 14/3 Kişisel Toplam ve Solunabilir Toz Tayini Metodu: İşyeri maruziyetini izleyebilmek amacıyla havadaki solunabilir toz ve toplam tozun konsantrasyonunu tespit etmek isteyenlere bir rehber olmayı amaçlayan bu metot İngiltere Sağlık ve Güvenlik Kurumu tarafından geliştirilmiştir.

Solunabilir Toz için Örnekleme Başlıkları ve Akış Hızları, Higgins-Dewell (2.2 ±0.1 lt/dk), 10mm Dorr-Oliver (1.7 ±0.1 lt/dk), GK. 69 siklon (4.2±0.1 lt/dk) şeklindedir. Toplam Toz için Örnekleme Başlıkları ve Akış Hızları Çok delikli başlık (2.0 ±0.1 lt/dk), IOM başlık(2.0 ±0.1 lt/dk) Konik başlık (3.5 0 ±0.1 lt/dk) şeklindedir.

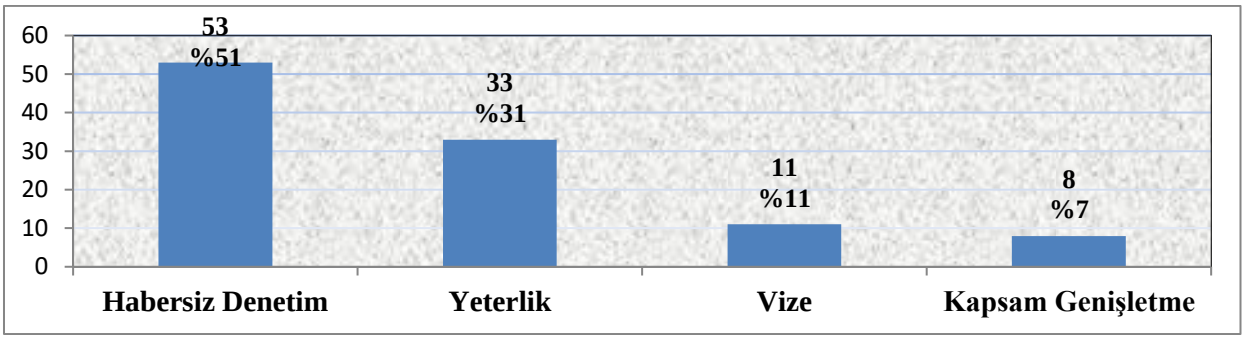
Terazi en az 0,01 mg hassasiyete sahip olmalıdır. Terazi doğrulamaları her tartımdan önce tartılan filtre ağırlıklarını temsil edecek referans ağırlıklarla yapılmalıdır. Filtreler bir gece tartım öncesi ve sonrası şartlanmalıdır. Laboratuvarlar tarafından toplam toz için IOM başlık tercih edilir. En az 3 kör numune alınmalı, her 10 numune için 1 tane daha kör ilave edilmelidir (HSE, 2000).

NIOSH 500 Kişisel Toplam Toz Tayini Metodu: ABD Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü tarafından geliştirilen metot toplam toz konsantrasyonunun tespitine yöneliktir. Örnekleme başlığı, 2 ile 5 um arasında değişen gözenek çapında 37 mm membran veya eşdeğer hidrofobik filtrenin üç parçalı filtre kaseti içerisine yerleştirilmesi ve filtre kaset tutucu tarafından sabitlenmesiyle oluşur. 1 ile 2 lt/dk aralığında olan bir akış hızı kullanılmalıdır. Toplam örnekleme hacmi 1-113 lt aralığında olmalıdır. Terazi en az 0,001 mg hassasiyete sahip olmalıdır. Filtreler en az iki saat şartlanmalıdır. Her set için en az iki kör numune alınmalıdır. (URL 2).

NIOSH 600 Kişisel Solunabilir Toz Tayini Metodu: ABD Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü tarafından geliştirilen metot solunabilir toz konsantrasyonunun tespitine yöneliktir. Örnekleme başlıkları ve akış hızları Higgins-Dewell (2.2 ±0.1 lt/dk), naylon siklon (1.7 ±0.1 lt/dk) ve alüminyum siklon (2,5 lt/dk±0.1 lt/dk) şeklindedir. 5 um gözenek çaplı PVC veya eşdeğer hidrofobik membrane filtre kullanılmalıdır. Toplam örnekleme hacmi 20-200 lt aralığında olmalıdır. Terazi en az 0,001 mg hassasiyete sahip olmalıdır. Filtreler en az iki saat şartlanmalıdır. Her set için en az iki kör numune alınmalıdır (URL 3).

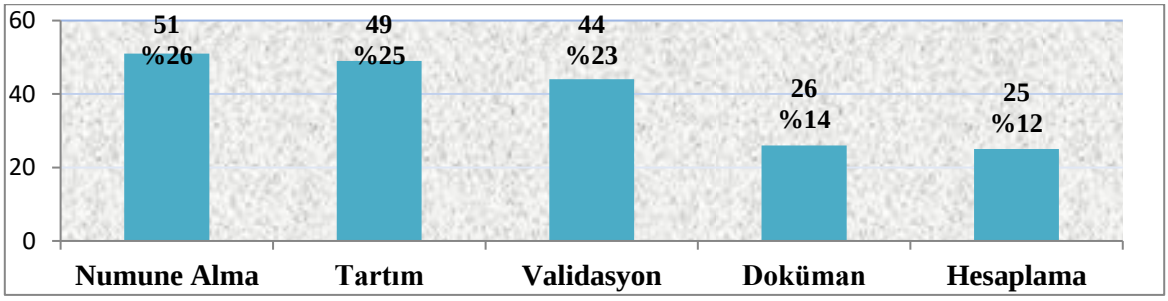
3. BULGULAR

2015-2019 yılları arasında İSGÜM Kocaeli Bölge Müdürlüğü personeli tarafından gerçekleştirilen 102 adet denetimin raporlarının incelenmesi sonucunda MDHS 14/3, NIOSH 500 ve NIOSH 600 metotları için tespit edilen uygunsuzluklar numune alma, tartım, validasyon-ölçüm belirsizliği, doküman ve hesaplama konularında gruplara ayrılmıştır. Tespit edilen uygunsuzlukların gruplar arası dağılımına ait sayılar Şekil 2'de, her bir uygunsuzluk grubuna ait veriler Tablo 1, Tablo 2 Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'de, denetimlerin türlerine göre dağılımına ait sayılar ise Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Denetimlerin Türlerine Göre Dağılımı

Çalışma kapsamında incelenen denetimlerin %51'ini yılda en az bir kez yapılan habersiz denetimler oluşturmaktadır. Yeterlilik denetimleri yeterlilik belgesini almadan önce yapılan, vize denetimleri ise yeterlilik belgesinin geçerlilik periyodunun bitiminde belge yenilemek için yapılan denetimleri kapsamaktadır.



Şekil 2. Uygunsuzlukların Gruplara Göre Dağılımı

Denetleme sırasında denetçi tarafından dikkat edilen başlıca konular numune alma, tartım, validasyon-ölçüm belirsizliği, doküman ve hesaplama olduğu için incelenen raporlarda bulunan 195 adet uygunsuzluk bu konu başlıklarında gruplara ayrılmıştır.

Tablo 1. Numune Alma Grubuna Ait Uygunsuzluklar

No	Uygunsuzluk	Sayı
1	Toplam tozda akış hızı doğrulamasının nasıl yapıldığının bilinmemesi ve kalidaptörün olmaması	**12**
2	Akış hızı doğrulamalarının yapılmaması/kayıtlarının olmaması	9
3	Kör numune alınması ve sayısı ile ilgili strateji belirlenmemesi	6
4	1 tane kör numune alınması	6
5	Primer akış ölçerin kalibrasyonun uygun aralıkta yaptırılmaması	5
6	Çevre şartlarının kayıt edilmemesi, akış hızı sıcaklık basınç düzeltmelerinin yapılmaması	4
7	Akış hızı %5'i geçtiğinde toplam tozda ortalama alınmaması	3
8	Akış hızı doğrulamasında numune başlığının dahil edilmemesi (referans bir başlık kullanılması)	3
9	Numune alma sürelerinin 689'a göre uygulanmaması	3
10	Metoda uygun örnekleme başlığı ve akış hızının kullanılmaması	**2**

Numune alma grubuna ait 10 farklı uygunsuzluk bulunmuştur. Bulunan uygunsuzluklar sayılarına göre en çoktan en aza doğru sıralanmıştır. Uygunsuzluklar akış hızı doğrulamaları, örnekleme başlığı-ölçüm süresi seçimi ve kör numune alma uygulamalarını içermektedir.

Tablo 2. Tartım Grubuna Ait Uygunsuzluklar

No	Uygunsuzluk	Sayı
1	Terazi doğrulamaları yapılırken referans kütlelerin uygun olmaması	**18**
2	Solunabilir toz örneklemesinde kaset tartımı	8
3	Toplam toz örneklemesinde filtre tartımı	5
4	Etalon set için kabul kriterlerinin belirlenmemesi	4
5	Filtre şartlamalarının 2 saat yapılması	3
6	Filtre tartım talebi kayıtlarının olmaması	2
7	Tartım kayıtlarının olmaması	2
8	Terazi kalibrasyon sertifikası mg seviyesinde yaptırılmaması	2
9	Terazi doğrulamalarının haftalık olarak yapılması	2
10	Terazi doğrulama formunda çevre şartlarının olmaması	**1**
11	Tartım kayıt formu uygunsuzlukları	**1**
12	Statik eliminatör olmaması	**1**

Tartım grubuna ait 12 farklı uygunsuzluk bulunmuştur. Bulunan uygunsuzluklar sayılarına göre en çoktan en aza doğru sıralanmıştır. Uygunsuzluklar terazi, filtre şartlamaları ve tartım işlemi uygulamalarını içermektedir.

Tablo 3. Validasyon-Ölçüm Belirsizliği Grubuna Ait Uygunsuzluklar

No	Uygunsuzluk	Sayı
1	LOD ve LOQ çalışmasının yapılmaması	**9**
2	Validasyonların ve ölçüm belirsizliği raporlarının tek olması	**9**
3	Bazı belirsizliklerin bütçeye katılmaması	**9**
4	Validasyon çalışmalarının filtre üzerinden yapılması	5
5	F testi uyumlu değil	2
6	LOD (Tespit Limiti) ve LOQ (Tayin Limiti) tartım değerlerine ulaşılamaması	2
7	Validayon raporlarında cihaz seri no, ortam şartları, tarih gibi bilgilerin yer almaması	2
8	Validasyon çalışmalarına tüm personelin katılmaması	2
9	Tekrarüretilebilirlik yapılmaması	2
10	Tekrarlanabilirlik çalışmalarının numune çalışma aralığının üstünde yapılması	**1**
11	Tekrarlanabilirlik yapılmaması	**1**

Validasyon-Ölçüm belirsizliği grubuna ait 11 farklı uygunsuzluk bulunmuştur. Bulunan uygunsuzluklar sayılarına göre en çoktan en aza doğru sıralanmıştır. Uygunsuzluklar LOD-LOQ, tekrarlanabilirlik, tekrarüretilebilirlik, F testi, validasyon raporu yazma ve belirsizlikleri belirleme uygulamalarını içermektedir.

Tablo 4. Doküman Grubuna Ait Uygunsuzluklar

No	Uygunsuzluk	Sayı
1	Saha kayıt formlarında çevre koşulları, akış hızı, ölçüm süresi vb. girilmemesi	**10**
2	Talimat uygunsuzluğu (başlık-filtre ölçüm süresi, kör sayısı gibi bilgilerin olmaması)	6
3	Çalışanın hangi işte ne kadar çalıştığı, maruziyet süresi gibi bilgilerin yazılmaması	4
4	Talimatların tek olması	2
5	Raporlarda tozun franksiyonuna göre isimlendirilmemesi	2
6	Saha kayıt formlarında filtre, pompa bilgisinin olmaması	**1**
7	Raporda metotla ilgili bilgilerin yazılmaması	**1**

Doküman grubuna ait 7 farklı uygunsuzluk bulunmuştur. Bulunan uygunsuzluklar sayılarına göre en çoktan en aza doğru sıralanmıştır. Uygunsuzluklar saha kayıt formları, deney talimatları ve rapor yazma uygulamalarını içermektedir.

Tablo 5. Hesaplama Grubuna Ait Uygunsuzluklar

No	Uygunsuzluk	Sayı
1	Hesaplamalarda ölçüm süresinin maruziyet süresi olarak kullanılması	**11**
2	Kör numunesinin hesaplamaya katılmaması	6
3	Hesaplamaların elle doğrulamalarının olmaması	4
4	Hesap programı ve saha formları uyumsuzluğu	**2**
5	Hesaplama kayıtlarının saklanmaması	**2**

Hesaplama grubuna ait 5 farklı uygunsuzluk bulunmuştur. Bulunan uygunsuzluklar sayılarına göre en çoktan en aza doğru sıralanmıştır. Uygunsuzluklar hesap programı ve hesap kayıtları uygulamalarını içermektedir.

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

İş hijyeni alanı, çalışan nüfusun sağlığının ve refahının korunması, iş verimliliğinin arttırılması açılarından büyük önem taşımaktadır. İş yerlerinde çeşitli işlemler sonucu oluşan ve havada askıya geçen tozları uzun süre soluyan çalışanlarda çeşitli akciğer hastalıkları görülebilmektedir. Tozların neden olduğu bu tür meslek hastalıklarının tümüne birden pnömokonyoz adı verilir. Çalışanların toz maruziyetini önlemek ve çalışanları toz ile ilgili tehlikelerden korunması için tüm koruyucu ve önleyici tedbirleri alınabilmesi için iş hijyeni ölçüm ve analizlerinin yapılması gerekir.

Bu çalışmada dört yıllık periyotta gerçekleştirilen 102 adet denetimin raporları incelenip MDHS 14/3, NIOSH 500 ve NIOSH 600 kişisel toz tayini metotları ile ilgili bulunan uygunsuzluklar değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında raporlarda yer alan uygunsuzluklar numune alma, tartım, validasyon-ölçüm belirsizliği, doküman ve hesaplama başlıklarında incelenmiştir. Ayrıca en sık karşılaşılan uygunsuzluklar da belirlenmiştir. En sık karşılaşılan uygunsuzluklar sırasıyla şunlardır:

1. Terazi doğrulamaları yapılırken referans kütlelerin uygun olmaması
2. Toplam tozda akış hızı doğrulamasının nasıl yapıldığının bilinmemesi ve kalidaptörün olmaması
3. Hesaplamalarda ölçümü süresinin maruziyet süresi olarak kullanılması (TWA hesaplamasının olmaması)

Bahsedilen bu üç uygunsuzluğa, yerinde inceleme denetimlerinde daha sık rastlanmıştır. Bilgi eksikliğinden kaynaklanan uygunsuzlukların daha sonraki denetimlerde azaldığı görülmüştür.

Şekil 2'de uygunsuzlukların sayılarının gruplardaki yüzdelik dağılımına bakıldığında, uygunsuzlukların %26 'sını numune alma, %25'ini tartım, % 23'ünü validasyon-ölçüm belirsizliği,

%14'ünü doküman ve %12'sini hesaplamanın oluşturduğu görülmektedir. Uygunsuzluk yüzdesinin en çok numune alma grubunda olmasının nedenlerinin başında, numune alma personelinin aynı zamanda laboratuvarın çevre ölçümlerini de gerçekleştirmesi gelmektedir. Böylelikle personel çok sayıda ölçüm metodunu kısa zaman periyotlarında uygulamak zorunda bırakılmaktadır. Bu durum beraberinde dikkat eksikliğine ve metoda uygun örnekleme yapılmamasına neden olmaktadır. Bir diğer neden de numune alma aşamasında dikkat edilmesi gereken çok fazla parametrenin olmasıdır. Belirlenen başlıklara ait uygunsuzluklar aşağıda gruplar halinde özetlenmektedir.

Numune Alma

1. Akış hızı doğrulamalarının nasıl yapıldığının bilinmemesi, yanlış yapılması ya da kayıtlarının olmaması
2. Kör numunenin sayısının yanlış belirlenmesi
3. Metoda uygun ölçüm süresi, akış hızı ve başlığı kullanılmaması

Tartım

1. Terazi doğrulamalarının uygun olamayan referans kütle ile yapılması, kayıtlarının olmaması
2. Filtre şartlamasında uygun sürenin kullanılmaması
3. Toplam tozda filtre, solunabilir tozda kaset tartımı yapılması

Validasyon-Ölçüm Belirsizliği

1. LOD ve LOQ uygunsuzlukları
2. Tekrarlanabilirlik ve tekrarüretilebilirlik eksiklikleri
3. Bazı belirsizliklerin bütçeye katılmaması

Doküman

1. Rapor ve talimatlara metotla ilgili bilgilerin yazılmaması
2. Saha kayıt formlarının eksik doldurulması

Hesaplama

1. Hesaplamalarda ölçüm süresinin maruziyet süresi olarak kullanılması
2. Kör numunenin hesaplamaya dahil edilmemesi

Bu sonuçlar doğrultusunda, raporlarda gözlenen uygunsuzlukların giderilmesi için yapılması gerekenlerin başında düzeltici faaliyetlerin yapılması gelmektedir. Bu faaliyet içerisinde mutlaka sebep analizi yapılarak hatanın kök nedenine inilmelidir. Düzeltici faaliyetin ne zamana kadar gerçekleştirileceği ve gerçekleşmeden kimin sorumlu olduğu bir diğer önemli konudur. İkinci olarak yapılması gereken, uygunsuzluk bazlı personel eğitimlerinin tekrarlanmasının gerçekleştirilmesidir. Ayrıca periyodik aralıklarla metot hatırlatma eğitimleri verilmesi hataları azaltmada faydalı olacaktır. Bir diğer yapılması gereken ise, uygunsuzluklar ortaya çıkmadan önce yapılan önleyici faaliyetlerin artırılmasıdır. Personelin önleyici faaliyet önermeye teşvik edilmesi de hataları azaltacaktır. Personelin göreve başlamadan ilgili metodun talimatını gözden geçirmesi önerilmektedir. Bu uygulamayla personel dikkatsizliği kaynaklı uygunsuzluklar azalacaktır. Ayrıca, yılda en az bir kere yapılan yönetimi gözden geçirme toplantılarının ve iç tetkiklerin uygunsuzlukları önlemede önemli katkısının olduğu da unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

HSE (2000), MDHS 14/3 General Methods For Sampling and Gravimetric Analysis of Respirable and Inhalable Dust, İş Sağlığı ve Güvenliği Kurumu, İngiltere.

RG (2017), İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik. TC. Resmi Gazete, 29958.

TSE (2018). TS EN 689 Workplace exposure - Measurement of exposure by inhalation to chemical agents - Strategy for testing compliance with occupational exposure limit values, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

URL-1 WHO (1999), *Hazard Prevention and Control in the Work Environment Airborne Dust*, Ekim 2019 tarihinde https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66147/WHO SDE OEH 99.14.pdf?sequence=1&isAllowed=y&ua=1 sitesinden alındı.

URL-2 NIOSH (1994), *Particulates Not Otherwise Regulated, Total*, Kasım 2019 tarihinde https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0500.pdf /

URL-3 NIOSH (1998), *Particulates Not Otherwise Regulated, Respirable*, Kasım 2019 tarihinde https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0600.pdf /

AMELİYATHANELERDE KULLANILAN TIBBİ CİHAZLARDA PERİYODİK, ÖNLEYİCİ VE KESTİRİMCİ BAKIM

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim MUTLU
Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği
ibrahim.mutlu@kocaeli.edu.tr

Can KARAAĞAÇ
Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği
can.karaagac@yeditepe.edu.tr

Özet
Ameliyathanelerde bulunan tıbbi cihaz ve tıbbi enstrümanların vakalar üzerinde herhangi bir riske yol açmamaları için bakımlarının yapılması gerekmektedir. Bakımlar zaman, kullanım ve malzemeler açısından değerlendirildiğinde çeşitlere ayrılmaktadır. Cihazların bu bakımlara göre sicil kartı oluşturulup denetimlerinin yapılması gerekmektedir. Bu çalışma da ameliyathanelerde kullanılan tıbbi cihazlarda periyodik, önleyici ve kestirimci bakım faaliyetlerinin nasıl yapılması gerektiği incelenerek derlenmiştir. Ameliyatın başarısı içinde tıbbi cihazların bakımları hayati önem taşımaktadır. Böylelikle ameliyathanede kullanılan cihazların verimliliğini artırmak ve onarım maliyetinin en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Çalışma da ameliyathane koşulları araştırılarak kullanışlılık ve fonksiyonellik gözetilmiştir. Sonuç olarak, periyodik, önleyici ve kestirimci bakımların eğitimli kimseler tarafından yapılarak tıbbi cihazların ömrünü uzatması, iş kaybı ve büyük masraflara yol açacak arızaların önüne geçilmesi, hasta ve kullanıcı açısından güvenilir bir ortam oluşturduğu beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Periyodik bakım, Önleyici Bakım, Kestirimci Bakım, Tıbbi cihaz, Ameliyathane

PERIODIC, PREVENTIVE AND PREDICTIVE MAINTENANCE IN MEDICAL DEVICES USED IN OPERATING ROOMS

Abstract
Medical devices and medical rooms in the operating rooms should be maintained to avoid any risk to the cases. Maintenance is divided into varieties in terms of time, use and materials. According to these maintenances, the devices must be inspected by forming registration card. In this study, periodic, preventive and predictive maintenance activities of medical devices used in operating rooms have been compiled by examining. Maintenance of medical devices is vital to the success of the surgery. Thus, it is aimed to increase the efficiency of the devices used in the operating room and to minimize the cost of repair. Usability and functionality were considered by investigating operating room conditions in the research. As a result, it is expected that periodical, preventive and predictive maintenance will be performed by trained personnel to prolong the life of medical devices, prevent malfunctions that will lead to loss of work and big costs and create a reliable environment for the patient and the user.

Keywords; periodic maintenance, preventive maintenance, predictive maintenance, medical device, operating room

1. GİRİŞ

Ameliyat salonları vaka esnasında hastanenin en stresli, en hareketli, bulundukları alan olduğu göz önüne alındığında personel ve tıbbi donanınım açısından en kalabalık olan yerleridir. Bu nedenle de vakalar esnasında büyük bir konsantrasyon, dikkat ve ekip çalışması gerektirmektedir. Vakalarda başarıyı artıran bu faktörler dışında en önemli faktörlerden biride tıbbi cihazlardır. Ameliyatın başarısı içinde tıbbi cihazların bakımları hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle seri üretim yapan bir üretim endüstrisi gibi ameliyathanelere ve barındırdıkları cihazlara da önem vermek gerekir.

Tıbbi cihazların gelişen teknolojiler ile donanım, yazılım kullanım vb. açılardan çeşitlenmiş ve karmaşıklaşmıştır. Cihazların yetkin kişiler tarafından kullanılmasının yanı sıra verimli kullanılması için bakım ve kalibrasyon süreçleri aksatılmamalıdır. Bakım-kalibrasyonu yapılmamış güvenilir

olmayan bir cihazın kullanımı hasta, kullanıcı ve onarım maliyeti açısından çeşitli riskler oluşturmaktadır. Bu riskleri ortadan kaldırmak için yönetmeliklerin, üretici firmaların veya sorumluların önerdiği aksiyonların dikkate alınması ve uygulanması son derece önemlidir. Yapılan bir hatanın operasyon verimini düşürmesi ve dolayısıyla hasta, kullanıcı ve onarım maliyeti için çeşitli riskler oluşturması nedeniyle ameliyathanede kullanılan tıbbi cihazların önleyici, koruyucu ve kestirimci bakım planlamasının yapılması gerekir.

Önleyici, periyodik ve kestirimci bakım planlarını yetkili firmaların önerileri, cihazların geçmiş dönemde geçirmiş olduğu arıza kayıtları ve kullanım sıklığı gözden geçirilerek, iyileştirmeler planlanmalı ve uygulanmalıdır. Bu aksiyonlar sonucunda yapılan analizlerde tıbbi cihazların veriminin arttığı ve % 20 seviyesinde ise onarım maliyetlerde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Cihaz ömrünün artacağı ise hedeflenmiş ve beklentiler arasına alınmıştır [1].

Yapılan literatür taramasında cihazların üretici notlarından ayrı bakım ile ilgili yönetmelikler bulunsa da cihazları için tam olarak periyodik, önleyici ve kestirimci bakım notlarının eksik olduğu anlaşılmıştır. Bu amaçla mevcut çalışmada ameliyathanede kullanılan tıbbi cihazlar incelenerek önleyici, koruyucu ve kestirimci bakım planlanması tasarlanarak içeriği belirlenmiştir.

2. TIBBİ CİHAZ BAKIMI

İşletim sürecinde olabilecek arızaları önlemek ve işlevlerin aksatılmadan devam ettirilmesine yönelik üç farklı bakım çeşidi bulunmaktadır. Bilindiği üzere bunlar periyodik, önleyici ve kestirimci bakımlardır. Bu bakımlar kullanılan cihazlara özgü olabilmektedir. Bu nedenle her bir cihaz üzerinde bu bakımlar ayrıca düşünülerek oluşturulmuştur.

2.1. Periyodik Bakım

Medikal cihazlar üzerinde yapılan genel işlemler aşağıda sıralandığı şekildedir ve bu adımlar günlük veya her kullanım öncesi gözden geçirilmelidir.;

a) Şase/Muhafaza : Cihazın dışı temizlik ve genel fiziksel durum açısından incelenir.
b) Montaj/Bağlantı Elemanları : Monte edilen cihazın uygun şekilde takıldığından emin olunur.
c) Tekerlekler / Frenler : Cihaz tekerlekler üzerinde hareket ediyorsa ya da kısmi mobilitesi varsa durumu kontrol edilmeli.
d) AC Fişi: AC fişi varsa, AC fişini hasar açısından incelenmeli
e) Hat Kablosu: Kablo hasar belirtileri açısından incelenmeli
f) Sünmez kılıf ve körükler : Eğer bu donanım varsa, hat kablosunun her iki ucundaki kılıflar incelenmeli, varsa körüklerin fiziksel durumu kontrol edilmeli
g) Devre Kesici /Sigorta : Cihazın şalteri varsa, serbest şekilde hareket ettiği kontrol edilmeli.
h) Boru /Hortum : Varsa tüm boruların ve hortumların durumu kontrol edilmeli.
i) Kablo : Kabloların durumları incelenmeli
j) Boru bağlantı parçaları / Konektörler : Varsa tüm gaz rakorları ve konektörleri incelenmeli.
k) Filtreler : Varsa, hava, bakteri vb. bazı filtrelerin durumu kontrol edilmeli.
l) Kumanda/Anahtarlar : Cihazın pozisyonuna ve kumanda iletimine bakılmalı
m) Fan: Varsa, fiziksel durumu ve işlev uygunluğu kontrol edilmeli
n) Şarj cihazı: Varsa ve kolayca erişilebiliyorsa, pillerin ve pil bağlantılarının fiziksel koşulları incelenmelidir.
o) Göstergeler/Ekranlar: Cihazdaki ve şarj cihazındaki tüm ışıkların, göstergelerin, sayaçların, göstergelerin ve görsel ekranların çalışmasına bakılmalı (eğer varsa)
p) Alarmlar ve güvenlik kilitleri: Sesli ve görsel alarmları aktif hale getirmek için alarm koşullarını başlatılmalı. Varsa, ilişkili kilitlerin çalışıp çalışmadığını kontrol edilmeli.
q) Duyulabilir Sinyaller: Cihazı sesli sinyalleri aktive edecek şekilde çalıştırılıp varsa, uygun ses seviyesini ve ses seviyesi kontrolünün çalışması onaylanmalı.
r) Aksesuarlar: Aksesuarların varlığını ve durumu teyit edilerek aksesuarların durumu kontrol edilmeli.
s) Kaşıklar/Elektrodlar : Uygunsa, özel küreklerin (örneğin, pediatrik, iç) ve elektrotların (örneğin tek kullanımlık difibrilasyon elektrotları) fiziksel durum ve temizlik açısından incelenmeli

2.2. Koruyucu Bakım

Medikal cihazlarda cihaza göre değişebilen temizleme, kalibrasyon, yağlama ve şayet gerekirse parça değişimi işlemleri koruyucu bakım kapsamında yapılmalıdır.

2.3. Kestirimci Bakım

Bu bakımlar herhangi bir aygıt/cihaz ile cihazın özelliğine göre değişmektedir. Her bir medikal cihaz için ayrı maddeler halinde açıklanmıştır.

Aşağıda görüldüğü gibi Tablo 1'de periyodik bakım ve koruyucu bakım adımları belirtilmiştir. Tablo 2.de kestirimci bakım adımları belirtilmiştir.

Tablo 1. Periyodik bakım ve koruyucu bakım adımları

Cihaz	**Periyodik Bakım**	**Koruyucu Bakım**
Operasyon Masası	a,b,c,d,e,f,g,j,l,m,n,o,p,r	Özellikle hidrolik yağı yaklaşık 5 yılda bir değiştirilmeli,
Operasyon lambası	a,b,c,g,l,n,o,p,	Yaklaşık 40.000 saat sonra ışıkların değiştirilmeli
Anestesi ünitesi	a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,q,r ve yön valfleri, arıza korumalı oksijen valfleri, çekvalfleri, kontrol edilmeli	Akış sensörü aralıklarla değiştirilmeli
Elektro cerrahi ünitesi	a,b,d,g,i,l,n,o,p,q,r,s	
Defibrilatör	a,b,d,e,f,g,i,j,l,n, o,p,q,r,s	Bataryaları değiştirilmeli
Cerrahi Aspiratör	A,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,n,o,p,q,r ve motor pompası kontrol edilmeli, varsa taşırma koruması kontrol edilmeli	Filtreleri sıklıkla değiştirilmeli, hortumları ve tüpleri gerekliyse değiştirilmeli
Kalp-Akciğer Baypas Cihazı	A,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,n,o,p,q,r ve motor pompası ile ısıtıcı/karıştırıcı kontrol edilmeli	
Ultrason tarayıcıları	a,b,c,d,e,f,g,i,j,k,l,m,n,o,p,q,r ve transdüserler kontrol edilmeli	Trasndüserler akışkan sıvı ile doldurulmalı
İntra aortik balon pompası	A,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,r,s ve motor pompası ile akışkan seviyeleri kontrol edilmeli	Çeşitli parçaları sıklıkla değiştirilmeli
Endovizyon Sistemi	A,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,r ve motor pompası ilepnömatik bağlantılar ve nem ölçerler kontrol edilmeli	
Holmium laser cihazı	A,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,r,s, ve motor pompası, akışkan seviyeleri ve laser kontrol edilmeli	
C kollu skopi	A,b,c,d,e,f,g,i,j,l,m,n,o,p,r,	

Tablo 2. Medikal cihazların kestirimci bakım adımları

Cihaz	**Kestirimci Bakım**
Operasyon Masası	Topraklama hattı, elektrik güvenlik testi,
Operasyon lambası	Topraklama hattı, elektrik güvenlik testi, ışık yoğunluğu ölçümü
Anestesi ünitesi	Topraklama hattı, elektrik güvenlik testi, CO2 bidonu, Oksijen Yıkama Vanası, Yüksek Basınçlı Sızıntı, Ara Basınç Sistemi, Düşük Basınçlı Sızıntı, Solunum Sistemi, APL Valfı, Temizleme Sistemi, Akış metre, Minimum Oksijen Akışı ve Yüzdesi, PEEP Valfı.
Elektro cerrahi ünitesi	Topraklama hattı, elektrik güvenlik testi, Çıkış izolasyon
Defibrilatör	Topraklama hattı, elektrik güvenlik testi, Çıkış izolasyon, Kürek Sürekliliği, 60 Saniyeden Sonra Enerji, İç Kısım Enerji Sınırı, Çıktı Enerjisi, Şarj Süresi ve Maksimum Enerji
Cerrahi Aspiratör	Topraklama hattı, elektrik güvenlik testi, maksimum akış, vakum ölçer hassasiyeti, Vakum yükselme oranı
Kalp-Akciğer Baypas Cihazı	Topraklama hattı, elektrik güvenlik testi, sıcaklık monitörü, sıcaklık alarmı, oksijen akışkanölçeri, termometre hassasiyeti, kan pompası tıkanıklığı, basınç monitörü
Ultrason tarayıcıları	Topraklama hattı, elektrik güvenlik testi, Transducer ayarları, Fantom, Ölü alan ve çözünürlük hassasiyeti, dikey,yatay uzunluk ve doppler kalibrasyonu
İntra aortik balon pompası	Topraklama hattı, elektrik güvenlik testi, basınç monitörü, EKG monitörü, kaçak dedektörü, kesme frekansı, sürücü kontrolü, hacim deplasmanı
Endovizyon Sistemi	Topraklama hattı, elektrik güvenlik testi, basınç hassasiyet ayarı, yüksek basınç alarmı, maksimum akış, basınç tahliye mekanizması
Holmium laser cihazı	Topraklama hattı, elektrik güvenlik testi, Maruz kalma süresi, Darbe tekrarı testi, ayak pedali pozlama kontrolü, Güç çıkışı
C kollu skopi	Topraklama hattı, elektrik güvenlik testi, maruziyet tekrarlanabilirliği, kvP hassasiyeti, zamanlama hassasiyeti, mAs lineerliği, Kollimator, Resim kalitesi, Maksimumve standart Floroskopik Maruz Kalma Hızı, Yarı değer katmanı (HVL),

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Ameliyathanelerde bulunan cihaz sayısı yukarıda listelenmiş cihazların elbette çok daha fazlası mevcuttur. Örneğin cerrahi testere motoru, perferatör, tur motoru vb. birçok cihaz da cerrahi bölümüne göre ameliyathanelerde gereksinim olması halinde kullanılmaktadır [2]. Bu çalışmada ameliyathanede sık kullanılan cihazların periyodik, kestirimci ve önleyici bakımlarının nasıl yapılması gerektiğiyle ilgili bilgiler derlenerek cihaz sorumlularına bir kılavuz hazırlanmaya çalışılmıştır.

Önleyici ve Periyodik bakımların plana uygun bir şekilde yapılması sonucunda uzun zaman zarfında cihazların ömrünün uzaması, verimliliğin stabil tutulması ve toplam bakım maliyetlerinin azaltması beklenir [3]. Bu bakımlar daha çok üretici bilgilendirmesi ile yapılsa da marka ve modele göre de değişmekte olduğu bilinmektedir. Bu amaçla cihaz sorumluları her bir cihazım sicil kartını hazırlarken bu bilgileri de cihaza göre derlemelidirler.

Bu bakımlar sayesinde çok daha fazla maliyetli olabilecek arızaların çıkmasını da önlenebilir. Verimliliğin stabil olması hasta ve kullanıcı güvenliğini sağlar. Cihaz ömrünün uzaması veya maddi olarak yüksek bir arızanın oluşmasının önüne geçilmesini sağlar. Bu durumun mali açıdan hastaneye fayda sağlaması beklenir [3,4].

KAYNAKLAR

[1] Selvi, Yakup. (2009) "Sağlık kuruluşlarında tıbbı cihaz yönetimi." *Yönetim Dergisi, 20 (63), Haziran*: 99-118.

[2] MEB BAKIM, AMELİYATHANE VE YOĞUN. "BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ." http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ameliyathane%20Ve%20Yo%C4%9Fun%20Bak%C4%B1m.pdf (24.09.2019)

[3] Mustafa KÖKSAL, 2017. Bakım Planlaması: Koruyucu Bakım – Kestirimci Bakım- Güvenilirlik. Seçkin Yayıncılık

[4] Serpil, İ. B. İ. Ş., Y. Müh Özge RAMAZAN, and Müh Hamdi EKİCİ. "ÜRETİM PLANLAMA VE KONTROL EL KİTABI."

PİEZO ELEKTRİK KUVVET SENSÖRLERİNİN KALİBRASYONU VE BELİRSİZLİK ANALİZİ

Dr. Haldun Dizdar
TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (TÜBİTAK UME), Gebze/Kocaeli
haldun.dizdar@tubitak.gov.tr

Doç. Dr. Bülent Aydemir
TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (TÜBİTAK UME), Gebze/Kocaeli
bulent.aydemir@tubitak.gov.tr

Özet
Piezo elektrik kuvvet sensörleri, piezo elektrik etki sonucunda oluşan elektriksel yüklenmeden sinyal elde edilmesi ile kuvveti ölçen cihazlardır. Özellikle makina, havacılık ve savunma sanayisinde yarı statik, sürekli ve dinamik yüklere maruz parçaların kullanıldığı endüstriyel ortamlarda, bununla birlikte araştırma ve geliştirme sektöründe yaygın olarak kullanılırlar. Bu sensörlerin karakteristikleri ve dolayısıyla ölçüm belirsizlikleri, kullanım durumuna, oluşabilecek deformasyonlara ve çevresel faktörlere bağlı olarak zaman içinde değişebileceği için düzenli aralıklarla kalibre edilmeleri gerekmektedir. Bu çalışmada, piezo elektrik kuvvet sensörünün içyapısı, cihaz bileşenleri, kullanım alanlarına göre avantajları-dezavantajları ve karşılaştırma yöntemine göre piezo elektrik kuvvet sensörlerinin sürekli kalibrasyonu tanımlanmış ve DKD R 3-9:2018 rehber dokümanını esas alan ölçüm belirsizliği yaklaşımı ve etken parametreler ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Piezo elektrik kuvvet sensörü, sürekli kalibrasyon, ölçüm belirsizliği

CALIBRATION AND UNCERTAINTY ANALYSIS OF PIEZO ELECTRIC FORCE SENSORS

Abstract
Piezo electric force sensors are devices that measure force by obtaining a signal from electrical charge caused by piezo electric effect. They are widely used in industrial environments where quasi-static, continuous and dynamic loads are used in machinery, aerospace and defence industries, also they have common utilization in research and development sector. These sensors need to be calibrated at regular intervals as their characteristics and therefore measurement uncertainties may change over time depending on usage, deformation that may occur, and environmental factors. In this study, internal structure of piezoelectric force sensor, device components, advantages and disadvantages concerning to the field of application and continuous calibration of piezo electric force sensors according to comparison method are described also measurement uncertainty approach and active parameters based on guidance document DKD R 3-9:2018 are explained in detail.

Keywords: Piezo electric force sensor, continuous calibration, measurement uncertainty

1. GİRİŞ

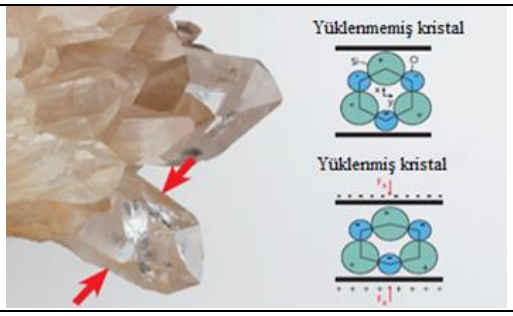
Endüstride kuvvet ölçümleri, tasarımı yapılan sistemin imalat aşamasından, kalite kontrolüne ve ürün testlerine kadar birçok alanda çok geniş kullanım alanına sahiptir. Bu alanlar uçak, inşaat, makine, gemi, savunma, otomotiv olarak sıralanabilir. Metroloji biliminde türetilmiş fiziksel büyüklüklerden olan kuvvet biriminin tanımı, farklı ölçme yöntemleri ve bu yöntemleri esas alan farklı ölçüm cihazlarının kullanımı ile sağlanabilmektedir. Genel olarak, mekanik ve elektriksel kuvvet ölçme cihazları günümüz kuvvet metrolojisinde kullanılmaktadır. Bilim ve teknolojideki gelişmeye paralel olarak üretilen elektriksel kuvvet ölçme cihazları yüksek doğruluğa sahip olduklarından sektörde mekanik kuvvet ölçme cihazlarına göre daha yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu kapsamda, elektriksel kuvvet ölçme cihazları aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

a) Direnç Uzama Ölçerli Kuvvet Ölçme Cihazları
b) Piezo elektrik Kuvvet Ölçme Cihazları
c) Kapasitif Kuvvet Ölçme Cihazları
d) İndüktif Kuvvet Ölçme Cihazları
e) Elektromanyetik Kuvvet Ölçme Cihazları
f) Elektrodinamik Kuvvet Ölçme Cihazları
g) Magnetoelastik Kuvvet Ölçme Cihazları
h) Galvano manyetik Kuvvet Ölçme Cihazları
i) Akustik Kuvvet Ölçme Cihazları
j) Fiber optik Kuvvet Ölçme Cihazları

Yukarıda sıralanan maddelerden anlaşılacağı üzere çok fazla sayıda elektriksel kuvvet ölçme cihazları geliştirilmiştir. Bu cihazlar kullanım alanlarına ve ölçüm kabiliyetlerine göre farklı uygulamalarda tercih edilirler[1-3]. Bu çalışmada, piezo elektrik kuvvet sensörünün içyapısı, cihaz bileşenleri, kullanım alanlarına göre avantajları-dezavantajları ve karşılaştırma yöntemine göre piezo elektrik kuvvet sensörlerinin sürekli kalibrasyonu tanımlanmıştır. Ayrıca, DKD R 3-9:2018[4] rehber dokümanını esas alan ölçüm belirsizliği yaklaşımı ve etken parametreler ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2. PİEZO ELEKTRİK KUVVET ÖLÇME CİHAZLARININ YAPISI VE ÖZELİKLERİ

Piezo elektrik kuvvet ölçme cihazları; piezo elektrik etki ve bu etkinin meydana getirdiği elektriksel yüklenme durumuyla sinyal oluşturulması kapsamında kuvvet ölçümünü sağlayan cihazlardır. Piezo elektrik etki, sensöre uygulanan kuvvet sonucunda, sensörde kullanılan piezo elektrik malzemede (kuvars gibi) pozitif veya negatif elektrik yüklerinin meydana gelmesidir (Şekil 1). Kuvars kristali doğal olarak piezo elektriksel yapıya sahiptir ve uygulanan bir kuvvete doğrudan tepki olarak elektrik yükü çıkışı üretir. Piezo elektrik kuvvet ölçme sistemlerinin çoğu ince kristal disklerden oluşan bir ölçüm sensör elemanı ile çalışır. Sensörlerde ölçülmesi istenen kuvvete bağlı olarak, kristal disklerin kesme açıları değişir. Boyuna kesmeyle üretilen kristal diskler, basma kuvvetlerini ölçen sensörlerde kullanılır. Piezo elektrik kuvvet ölçme cihazlarının genel görünüşü Şekil 2.'de, ölçüm elemanlarının tamamı ise Şekil 6.'da verilmiştir.

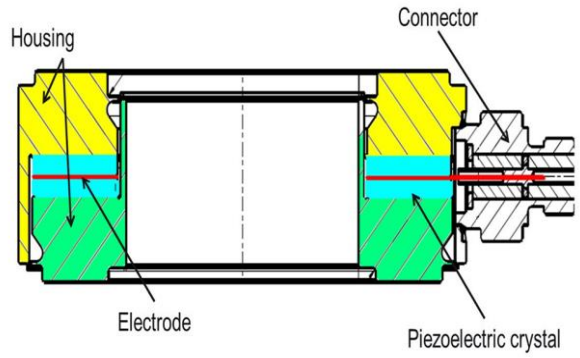


Şekil 1. Kristal üzerindeki mekanik yük nedeniyle elektrik üretimi

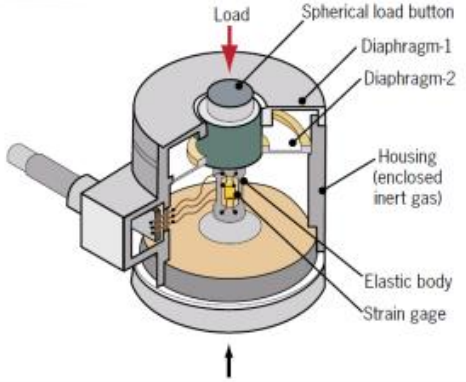


Şekil 2. Piezo elektrik kuvvet ölçme cihazı

Bununla birlikte, günümüzde, statik uygulamalarda, direnç uzama ölçerli kuvvet ölçme cihazları en yaygın olarak kullanılan kuvvet ve yük ölçme sensörleridir. Bu çalışmada, piezo elektrik kuvvet ölçme cihazlarının avantaj ve dezavantajlarını verebilmek için direnç uzama ölçerli kuvvet ölçme cihazları ile karşılaştırılması üzerinden bir yaklaşım kullanıldı. Piezo elektrik ve direnç uzama ölçerli kuvvet ölçme cihazı yapıları Şekil 3. ve Şekil 4.'te görülmektedir. Aşağıda yer alan Tablo 1.'de avantajları ve dezavantajları gibi farklı kıstaslara göre bu iki tip kuvvet ölçme cihazının karşılaştırılması gösterilmiştir.



Şekil 3. Piezo elektrik kuvvet ölçme cihazı iç yapısı



Şekil 4. Direnç uzama ölçerli kuvvet ölçme cihazı iç yapısı

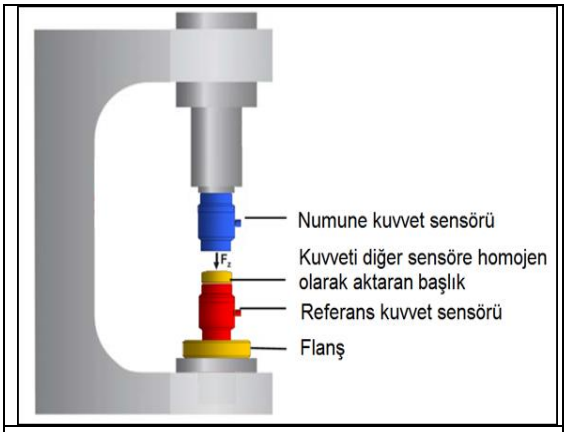
Tablo 1. Piezo elektrik ve direnç uzama ölçerli kuvvet sensörlerinin kullanım ortamlarına göre avantaj ve dezavantajları yönüyle karşılaştırılması

Kriter	Piezo elektrik Kuvvet Ölçme Cihazları	Direnç Uzama Ölçerli Kuvvet Ölçme Cihazları
Statik ölçümler için daha doğru sonuçlar	-	+
Dinamik ölçümler için daha doğru sonuçlar	+	-
Geniş ölçüm aralığı	+	-
Statik ölçümlerde yüksek ön yükleme ile çok küçük kuvvet değişimlerinin ölçümü	+	-
Çok bileşenli kuvvet sensörleri için uygun sensör boyutları	+	-
Döngüsel yüklemelerde ömrü	+	-
Aşırı yüklenebilme kabiliyeti	+	-
Yüksek sıcaklığa uygunluk	+	-
Sıcaklık değişimlerine uygunluk	-	+
Kablo kullanımı (temizlik, düşük ses)	-	+
Doğrusallık	-	+
Tekrarlanabilirlik	+	-
Kalibrasyon aralığı	+	-

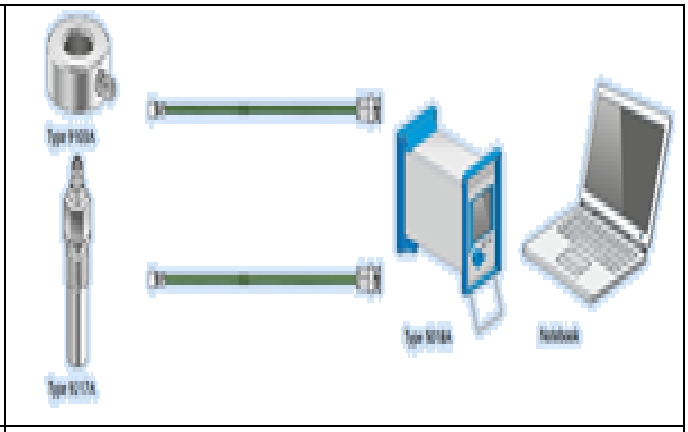
(+ işaretler avantajları – işaretler ise dezavantajları temsil etmektedir.)

3. PİEZOELEKTRİK KUVVET ÖLÇME CİHAZLARININ KALİBRASYON İŞLEMİ VE BELİRSİZLİK ANALİZİ

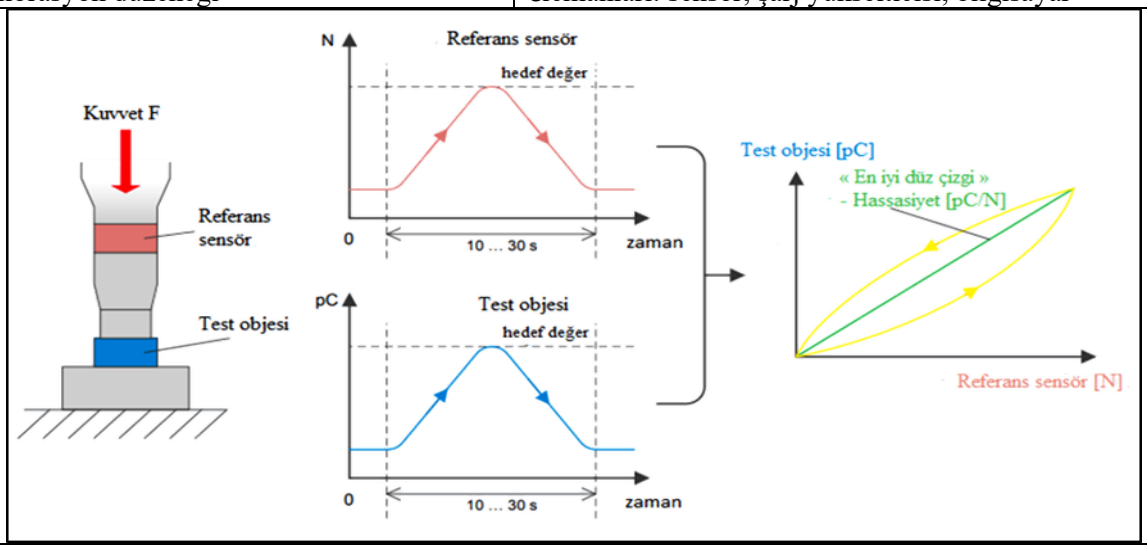
Bir sensörün kalibrasyonu, numune olarak tanımlanan bu sensörün çıkış sinyalinin referans sensörden gelen sinyalle karşılaştırılması ile gerçekleştirilir. Ancak, referans sensörün izlenebilirlik zincirine göre ulusal standarda kadar izlenebilirliği sağlanmış olmalıdır. Şekil 5.'te yer verilen kalibrasyon düzeneğinden de görülebileceği gibi kalibrasyon sırasında, referans ve numune sensörler bilinen büyüklüklerde bir fiziksel kuvvete maruz kalırlar ve karşılık gelen çıkış değerleri kaydedilir. Bu kuvvetin büyüklüğü, aynı zamanda izlenebilir şekilde kalibre edilmiş bir 'kalibrasyon standardı' ile ölçüldüğü için kesin olarak bilinir. Yönteme bağlı olarak, sensörler tüm ölçüm aralığında veya kısmi aralıkta; "tek noktada", "sürekli", "birkaç farklı noktada kademeli" olarak kalibre edilebilirler [1]. Sürekli yöntem piezo elektrik kuvvet sensörleri için en uygun kalibrasyon yöntemidir. Bu yöntemle kuvvet belirli bir süre içinde istenen değere sürekli olarak yükseltilir ve ardından aynı süre içinde tekrar sıfıra düşürülür. Elde edilen ölçüm noktalarından, matematiksel hesaplar ile orijinden geçen 'en iyi düz çizgi' denklemi elde edilir. Düz çizginin katsayısı, kalibre edilen sensörün ölçüm aralığında hassasiyetine karşılık gelir [2].



Şekil 5. Piezo elektrik kuvvet sensörlerinin kalibrasyon düzeneği



Şekil 6. Piezo elektrik kuvvet ölçme cihazı ölçüm elemanları: sensör, şarj yükselticisi, bilgisayar



Şekil 7. Piezo elektrik kuvvet sensörlerinin karşılaştırma yöntemine göre sürekli kalibrasyonunun gerçekleştirilmesi

Piezo elektrik kuvvet ölçme cihazını oluşturan ölçüm elemanları şekil 6 da ve bu cihazların karşılaştırma yöntemi göre sürekli kalibrasyonunun prensip şekli de şekil 7 de görülmektedir. Piezo elektrik kuvvet ölçme cihazlarının karşılaştırma yöntemine göre kuvvet kalibrasyonların da belirsizlik modeli aşağıda (1) numaralı eşitlikteki gibidir.

$$E_{KG} = \frac{V_{Anz} / (G \cdot V_{Sp})}{F_{bmc,kont}} \cdot \prod_{i=1}^{5} K_i \qquad (1)$$

Bu denklemde;

$$\prod_{i=1}^{5} K_i = K_T \cdot K_{zer} \cdot K_{rep} \cdot K_{rot} \cdot K_{rev}$$

ile gösterilir. (1) numaralı eşitlikte kullanılan sembollerin açıklamalarına aşağıda Tablo 2.'de yer verilmiştir.

Tablo 2. Piezo elektrik kuvvet sensörlerinin karşılaştırma yöntemine göre sürekli kalibrasyonunun belirsizlik analizindeki model fonksiyonda kullanılan semboller ve tanımları

Sembol	Tanımı
E_{KG}	Kalibrasyonu yapılan kuvvet sensörünün hassasiyet değeri
V_{Anz}	Göstergeden okunan gerilim değeri
G	Kalibrasyonu yapılan kuvvet sensörünün şarj yükselticisinin kazanım katsayısı
V_{Sp}	Kalibrasyonu yapılan kuvvet sensörünün besleme gerilimi
$F_{bmc,kont}$	Referans kuvvet değeri
K_T	Sürekli yükte bağıl sıcaklık değişimi için düzeltme faktörü
K_{zer}	Sıfır yükte bağıl değişim için düzeltme faktörü
K_{rep}	Tekrarlanabilirlik bağıl değişimi için düzeltme faktörü
K_{rot}	Tekrar gerçekleştirilebilirlik bağıl değişimi için düzeltme faktörü
K_{rev}	Tersinebilirlik bağıl değişim için düzeltme faktörü

Belirsizlik yaklaşımında doğrusal model kullanılması ve bağıl ölçüm belirsizliğinin uygulanması nedeniyle, hassasiyet katsayıları her zaman 1'e eşittir. Buna göre; ölçüm sonucuna etki eden her bir bağıl belirsizlik bileşeninin $w_i(y)$, karelerinin karekökleri alınarak ölçümün standart bağıl ölçüm belirsizliği aşağıdaki (3) numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanır.

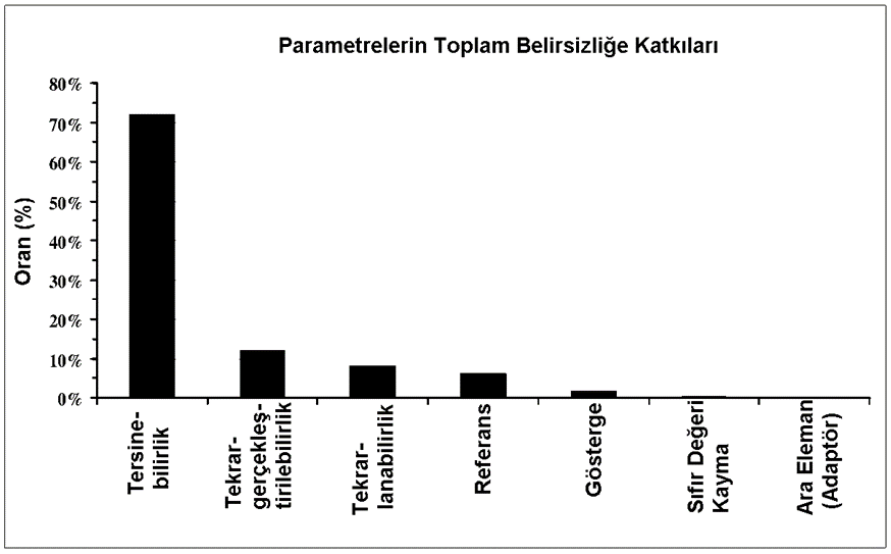
$$w(E_{KG}) = \sqrt{w^2(V_{Anz}) + w^2(G) + w^2(V_{Sp}) + w^2(F_{bmc,kont}) + w^2(K_T) + w^2(K_{zer}) + w^2(K_{rep}) + w^2(K_{rot}) + w^2(K_{rev})} \quad (3)$$

Piezo elektrik kuvvet sensörlerinin karşılaştırma yöntemine göre sürekli kalibrasyonunun belirsizlik modeli kapsamında, dağılım fonksiyonları ve bağıl varyanslar aşağıda Tablo 3.'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Belirsizlik değişkenleri, dağılım fonksiyonları ve bağıl varyanslar

Değişken	Dağılım	Bağıl Varyans $w(x_i)$
Göstergede okunan voltaj değerindeki değişmeden kaynaklı bağıl belirsizlik değişkeni	Normal	$w^2(V_{Anz})$ Sertifikadan Alınır
Şarj yükselticisinden kaynaklı bağıl belirsizlik değişkeni	Normal	$w^2(G)$ Sertifikadan Alınır
Kuvvet sensörünün besleme gerilimindeki değişimden kaynaklı bağıl belirsizlik değişkeni	Normal	$w^2(V_{Sp})$ Sertifikadan Alınır
Referans kuvvet değerinden kaynaklı bağıl belirsizlik değişkeni	Normal	$w^2(F_{bmc,kont})$ Sertifikadan Alınır
Sürekli yükte sıcaklık değişiminden kaynaklanan bağıl belirsizlik değişkeni	Dikdörtgen	$w^2(K_T) = \frac{a_T^2}{3}$
Kuvvet sensörünün sıfır yükteki değerinin değişiminden kaynaklanan bağıl belirsizlik değişkeni	Dikdörtgen	$w^2(K_{zer}) = \frac{a_{zer}^2}{3}$
Kuvvet sensörünün tekrarlanabilirliğinden kaynaklı bağıl belirsizlik değişkeni	Dikdörtgen	$w^2(K_{rep}) = \frac{a_{rep}^2}{3}$
Kuvvet sensörünün tekrar gerçekleştirilebilirliğinden kaynaklı bağıl belirsizlik değişkeni	U Dağılımı	$w^2(K_{rot}) = \frac{a_{rot}^2}{2}$
Kuvvet sensörünün tersinebilirliğinden kaynaklı bağıl belirsizlik değişkeni	Dikdörtgen	$w^2(K_{rev}) = \frac{a_{rev}^2}{3}$

Piezo elektrik kuvvet sensörlerinin karşılaştırma yöntemine göre sürekli kalibrasyonunun ölçüm belirsizliği hesabında etkin olan parametrelerin grafiksel gösterimi aşağıda Şekil 8.'de verilmiştir.



Şekil 8. Sürekli kalibrasyondaki belirsizlik parametrelerinin toplam ölçüm belirsizliğine etkilerinin grafiksel gösterimi

Buna göre, Şekil 8.'de yer alan parametrelerin kalibrasyonun toplam belirsizliğine etkisi incelendiğinde, tersinebilirlik parametresinden kaynaklı bağıl belirsizlik bileşeninin toplam ölçüm belirsizliği yaklaşımının %70'ini kapsamakta olduğu ve kalibrasyon belirsizlik bütçesindeki baskın değişkeni oluşturduğu görülmektedir. Öte yandan sensörün ölçümdeki farklı konumlarından kaynaklı tekrargerçekleştirilebilirlik bağıl ölçüm belirsizliği değişkeni toplam ölçüm belirsizliğinin %12'sini, tekrarlanabilirlik bağıl ölçüm belirsizliği değişkeni toplam ölçüm belirsizliğinin %8'ini, kalibrasyonda kullanılan referans kuvvet ölçme cihazından ve göstergeden kaynaklı bağıl ölçüm belirsizliği değişkenleri ise toplam ölçüm belirsizliğinin sırasıyla %5 ve %2,5'ini oluşturmaktadır. Kalibrasyonu yapılan sensörün sıfır değerindeki kaymadan ve ölçüm düzeneğinde kullanılan aparatlardan kaynaklı bağıl belirsizlik değişkenlerinin toplam ölçüm belirsizliği bütçesine etkisinin son derece düşük olduğu yukarıdaki grafikten görülebilmektedir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Piezo elektrik kuvvet sensörlerinin çalışma prensipleri, cihazların yapısı, avantajları ile dezavantajları ve kalibrasyonları ve belirsizlik analizi bu çalışmada özetlenmiştir. Dinamik ölçüm uygulamalarının olduğu ortamlarda bu sensörler yüksek rijitlikleri ve sertlikleri sayesinde yük altında çok az deformasyona uğrarlar ve böylece dinamik uygulamalar için yaygın olarak tercih edilirler. Ayrıca farklı uygulama alanlarında hızlı üretim sistemlerine adapte edilebildikleri için, endüstride hatalı üretimlerin tespiti, %100 üretim kontrolü, verimin arttırılması, zaman, enerji ve işçilik tasarrufu sağlaması şeklinde pek çok faydaları olduğu ispatlanmıştır. Temel uygulama alanları otomotiv, endüstriyel işlemler ve sensör teknolojileri alanlarıdır. Bu çalışma ile piezo elektrik kuvvet ölçme cihazları konusunda araştırma ve uygulama yapan kişilere bilgi sağlayan bir rehber doküman oluşturulması hedeflenmiştir.

KAYNAKLAR

[1] AYDEMİR B., DİZDAR H., VATAN C., (2017), "Genel Kuvvet Metrolojisi Eğitim Dokümanı", G2KV-010, TÜBİTAK UME, Gebze-Kocaeli, Aralık 2017.

[2] AYDEMİR B., ÖZGEN D., DURGUT Y., KÜÇÜK O., ÖZAL A. S., TOSUN İ., (2016), "Dinamik Ölçümlerde Sensör Uygulamaları", IMSEC 2016, p. 1046-1054

[3] AYDEMİR, B., AYAN, E., ELMAS, B.S., DİZDAR, H., (2019), Piezoelektrik Kuvvet Ölçme Cihazlarının Yapısı, Avantajları ve Kalibrasyonu", IMSEC 2019, p. 1054-1060

[4] DKD-R 3-9, 2018, Kontinuierliche Kalibrierung von Kraftaufnehmern nach dem Vergleichsverfahren

[5] STEFANESCU D. M., ANGHEL M. A., (2013), "Electrical methods for force measurement – A brief survey", *Measurement* 46, 949–959.

[6] SINGHAB A. P., GHOSHALA S. K. VE KUMAR H., (2018), "A contemporary investigation of force transducers: Past and present scenario", *Indian Journal of Pure & Applied Physics*, Vol. 56, pp. 717-727.

[7] Test & Measurement Force and Strain - Measurement Equipment for Demanding T&M Applications, www.kistler.com, Ziyaret tarihi: 1 Ekim 2019.

[8] Force Sensors, www.kistler.com, Ziyaret tarihi: 1 Ekim 2019.

[9] Force Sensors, www.hbm.com, Ziyaret tarihi: 1 Ekim 2019

[10] Instruction Manual - Press Force Sensor, www.kistler.com, Ziyaret tarihi: 18 Ekim 2019.

ANTALYA KONYAALTI CADDESİNDE YEŞİL DALGA KORİDORU ÜZERİNDEKİ EŞ PERİYOTLU STATİK KOORDİNASYONLU SİNYALİZASYON SİSTEMLERİNDE FAZ FARKININ MODÜLER ARİTMETİK YÖNTEMİYLE HESAPLANMASI

Seyitali İLYAS
Akdeniz Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi/Elektrik-Elektronik Mühendisliği
seyitaliant@gmail.com

Dr.Öğr.Üyesi Yavuz ÜSER
Akdeniz Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi/Elektrik-Elektronik Mühendisliği
yuser@akdeniz.edu.tr

Özet
Sinyalizasyon sistemlerinin koordinasyonu mevcut trafik akışlarının sensör verilerine göre dinamik olarak yada zamanlayıcılar kullanarak statik olarak yapılmaktadır. Bu çalışmada bir sinyal zamanlama tekniği olan yeşil dalganın Antalya'da uygulandığı Konyaaltı Caddesinde faz farkının modüler aritmetik yöntemiyle hesaplanması gösterilmiştir. Faz farkı hesaplaması yapılırken referans kavşakta ki faz farkı 0 kabul edilmiştir. Yeşil dalgadan yararlanan araç gruplarının kavşaklar arasında geçirdikleri süreler hesaplanmıştır. Faz farkı bulunması istenen kavşak referans kavşaktan kendisine gelinceye kadar geçen sürenin toplamının devre süresi olan 70 e göre modunun alınmasıyla hesaplanmıştır. Kavşak kontrol cihazları GPS ile eş zamanlı olarak günlük saat güncellemelerini kaymaların engellenmesi için, faz farkı değerine göre yapmaktadırlar. Buna göre referans kavşak saat güncellemesi sonrası hemen devreye girerken diğer kavşaklar faz farkı süresince flaş modda kalarak, faz farkı süresinin bitmesiyle devreye girmektedirler. Böylece yeşil dalga koridoru üzerindeki eş periyotlu statik koordinasyonlu sinyalizasyon sistemlerinde optimizasyon sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Faz Farkı, Statik Koordinasyon, Yeşil Dalga.

CALCULATION OF PHASE DIFFERENCE WITH MODULAR ARITHMETIC METHOD IN EQUAL PERIODIC STATIC COORDINATED SIGNALIZATION SYSTEMS ON THE GREEN WAVE CORIDOR IN ANTALYA KONYAALTI STREET

Abstract
The coordination of the signalling systems is made dynamically according to the sensor data of the existing traffic flows or statically using timers. In this study, it is shown that the phase difference is calculated by modular arithmetic method in Konyaaltı Street where the green wave which is a signal timing technique is applied in Antalya. When the phase difference calculation is made, the phase difference at the reference intersection is assumed to be 0. The time periods between the intersections of the vehicle groups taking advantage from the green wave were calculated. The phase difference is calculated based on the mode according to the circuit time of the sum of the time from the reference intersection to the intersection. Intersection controller devices synchronize with the GPS simultaneously to prevent the daily clock updates from shifting, according to the phase difference value. Accordingly, while the reference intersection is activated immediately after the clock update, the other intersections remain in the flash mode for the duration of the phase difference and are activated by the end of the phase difference time. Thus, optimization of the co-periodic static coordinated signalling systems on the green wave corridor was achieved.

Keywords: Phase Difference, Static Coordination, Green Wave.

1. GIRIŞ
Yeşil dalga seri halindeki sinyalize kavşaklarda belirli istikamette sürekli trafik akımını sağlayan trafik ışıklarının koordinasyon biçimidir. Trafik Mühendislerince belirlenmiş hızda yeşil dalga koridoru

boyunca yolculuk yapan herhangi bir araç kademeli olarak sinyalize kavşakların oto sinyal vericilerinin geçiş istikametinde yeşil yanmasıyla, sinyalize kavşaklarda durmak zorunda olmadan geçebilmektedir. Böylece dur kalkların azalmasıyla gürültü ve harcanan enerji düşmekte, geçiş yapan araç sayısı ise artmaktadır. Pratik kullanımda yeşil dalgadan sadece boyutu sinyal zamanıyla tanımlanmış bir grup araç yararlanabilmektedir.

Araç hızları yaya geçitleri, otobüs durakları, gece trafiği, yolun yapısı gibi faktörler sebebiyle değişmekte olup sahada yapılan gözlemler sonucunda genel trafik işleyişine göre 40 km/h olarak belirlenmiştir. Referans kavşağa giriş yapan araçların başlangıç hızlarının 40 km/h olduğu ve tüm sistem boyunca sabit hızla devam ettiği varsayılmıştır.

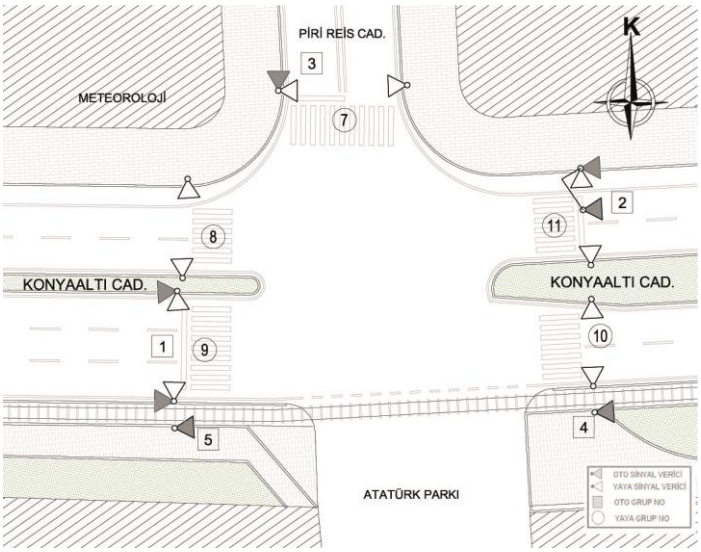
2. MATERTAL METOD

Çalışmada incelenen yeşil dalga koridorunda periyotları 70 er saniye olan 4 adet statik koordinasyonlu sinyalize kavşak bulunmaktadır. Bu kavşaklar sırasıyla 147 numaralı (Konyaaltı Caddesi - Piri Reis Caddesi kesişimindeki) kavşak, 148 numaralı (Konyaaltı Cadddesi – Hızır Reis Caddesi kesişimindeki) kavşak, 149 numaralı (Konyaaltı Caddesi - Endüstri Meslek Lisesi önü kesişimindeki) kavşak, 150 numaralı (Konyaaltı Caddesi - Güllük Caddesi - Cumhuriyet Caddesi kesişimindeki) kavşak olmak üzere 147 numaralı, 148 numaralı ve 150 numaralı kavşaklar 3 fazlıdır, 149 numaralı kavşak 2 fazlıdır. Sistemde çift yönlü (147 numaralı kavşak 150 numaralı kavşak istikameti, 150 numaralı kavşak 147 numaralı kavşak istikameti) yeşil dalga uygulanmaktadır. Bu incelemedeki 147 numaralı kavşak referans kavşak olarak kabul edilmiş olup, faz farkı hesaplamaları yeşil dalganın 147 numaralı referans kavşaktan, 150 numaralı kavşak doğrultusundaki bölümünü kapsamaktadır.



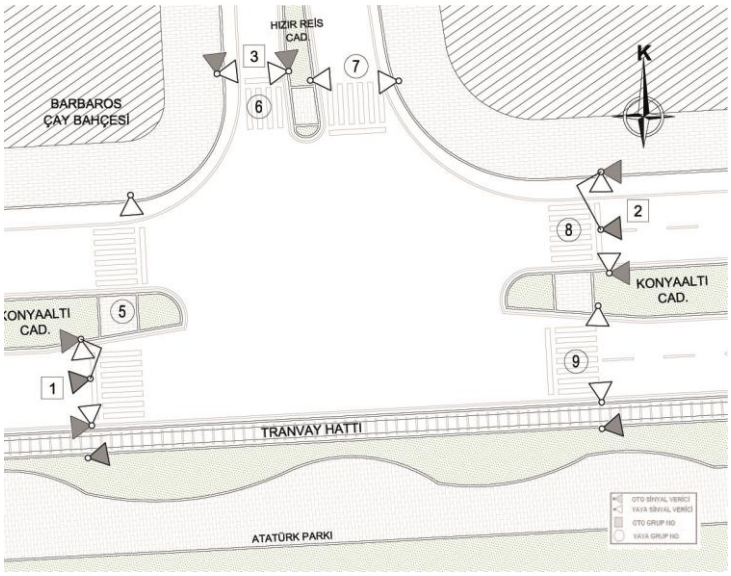
Şekil 1. 147, 148, 149, 150 Numaralı Kavşaklar Google Earth Üzerinden Gösterimi

Şekil 2'de 147 numaralı Piri Reis Caddesi – Konyaaltı Caddesi kesişimindeki kavşak gösterilmiştir. Kavşak 3 fazlı olup yeşil dalga koridorundaki faz farkı hesaplamaları 1 numaralı oto grubun olduğu noktadan başlamaktadır.



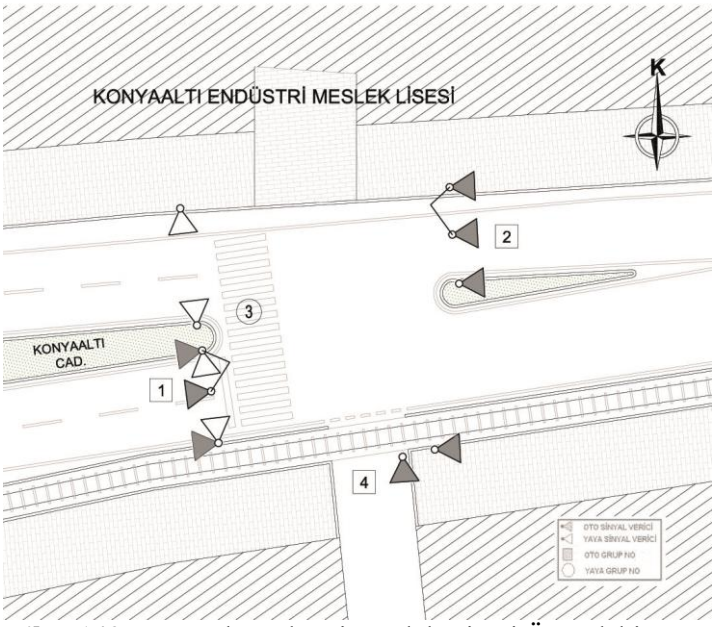
Şekil 2. 147 Numaralı Piri Reis Caddesi – Konyaaltı Caddesi Kesişimindeki Kavşak

Şekil 3'te 148 numaralı Hızır Reis Caddesi – Konyaaltı Caddesi kesişimindeki kavşak gösterilmiştir. Kavşak 3 fazlı olup yeşil dalga koridorundaki faz farkı hesaplamaları Şekil 2'deki referans kavşaktan gelen araçların 1 numaralı oto grubun olduğu güzergahı takip etmeleri baz alınarak hesaplanmaktadır.



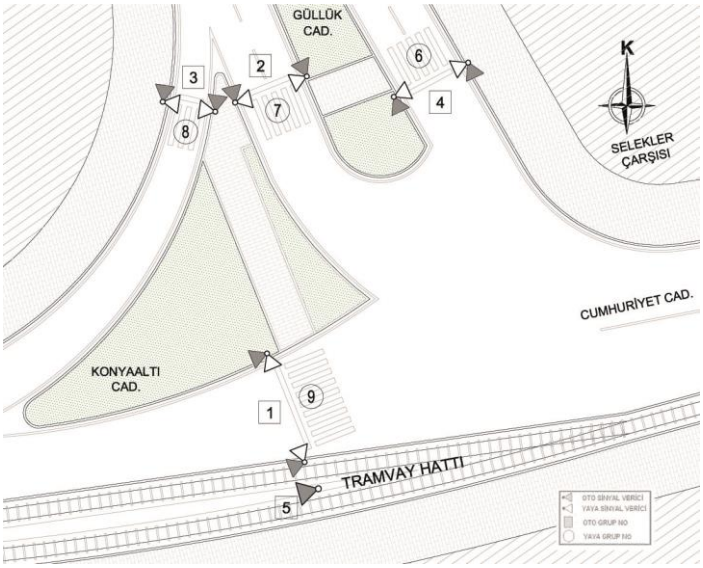
Şekil 3. 148 Numaralı Hızır Reis Caddesi – Konyaaltı Caddesi Kesişimindeki Kavşak

Şekil 4'te 149 numaralı Endüstri Meslek Lisesi önündeki kavşak gösterilmiştir. Kavşak 2 fazlı olup yeşil dalga koridorundaki faz farkı hesaplamaları Şekil 3'teki kavşaktan gelen araçların 1 numaralı oto grubun olduğu güzergahı takip etmeleri baz alınarak hesaplanmaktadır. 4 numaralı oto grup flaş modunda çalışmaktadır.



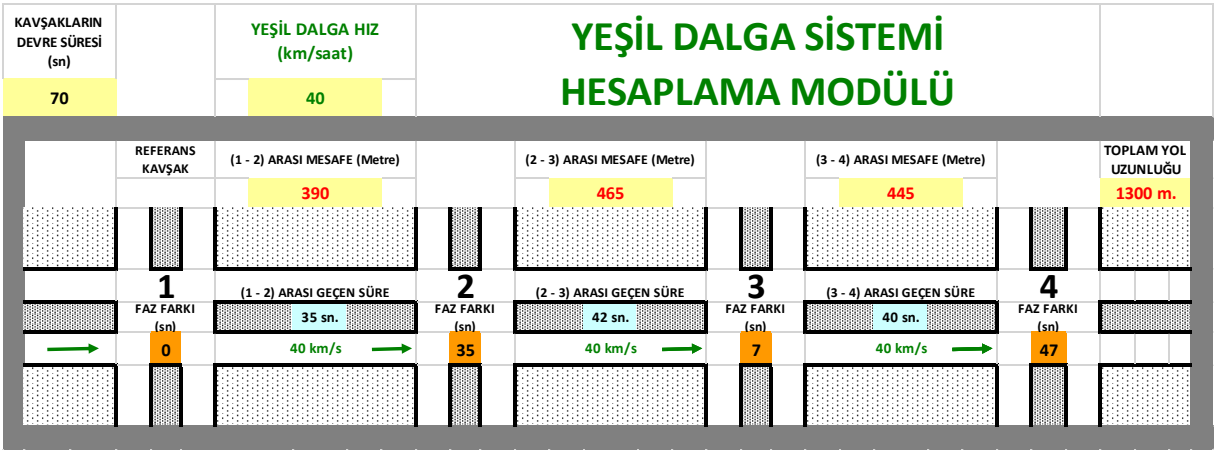
Şekil 4. 149 Numaralı Endüstri Meslek Lisesi Önündeki Kavşak

Şekil 5'te 150 numaralı Güllük Caddesi – Konyaaltı Caddesi kesişimindeki kavşak gösterilmiştir. Kavşak 3 fazlı olup yeşil dalga koridorundaki faz farkı hesaplamaları Şekil 4'teki kavşaktan gelen araçların 1 numaralı oto grubun olduğu güzergahı takip etmeleri baz alınarak hesaplanmaktadır.



Şekil 5. 150 Numaralı Güllük Caddesi – Konyaaltı Caddesi Kesişimindeki Kavşak

Şekil 6'da yeşil dalga hesaplama modülü gösterilmiş olup kavşaklar arası mesafe ölçümleri belirtilmiştir. Buna göre sırasıyla soldan başlanarak incelendiğinde referans kavşak olan Şekil 2'deki 147 numaralı kavşakta faz farkının 0 saniye olarak kabul edilmiştir. Yeşil dalga koridorundaki 2. kavşak olan 148 numaralı Şekil 2'deki kavşakla 147 numaralı kavşak arasındaki mesafe olan 390 metrenin 40 km/s hızla katedildiği süre hesaplandığında 35 saniye olduğu hesaplanmaktadır. 35 saniyenin 70'e göre modu sonucunda faz farkının 35 saniye olduğu hesaplanmıştır. Aynı yöntemle 148 numaralı kavşakla 149 numaralı kavşak arasındaki mesafe olan 465 metrenin 40 km/s hızla katedildiği süre hesaplandığında 42 saniye olduğu hesaplanmaktadır. Bölece referans kavşaktan 148 numaralı kavşağa kadar geçen sürenin 77 saniye olduğu hesaplanmıştır. 77 saniyenin 70'e göre modu sonucunda faz farkının 7 saniye olduğu hesaplanmıştır. 150 numaralı kavşağa kadar geçen süre olan 117 saniyenin kavşağın periyodu olan 70 saniye göre modu 47 saniye olarak hesaplanmıştır.



Şekil 6. Yeşil Dalga Sistemi Hesaplama Modülü

3. SONUÇ

Elde ettiğimiz sonuçlara baktığımızda 147 numaralı (Konyaaltı Caddesi - Piri Reis Caddesi kesişimindeki) kavşakta faz farkının 0 saniye, 148 numaralı (Konyaaltı Cadddesi – Hızır Reis Caddesi kesişimindeki) kavşakta faz farkının 35 saniye, 149 numaralı (Konyaaltı Caddesi - Endüstri Meslek Lisesi önü kesişimindeki) kavşakta faz farkının 7 saniye, 150 numaralı (Konyaaltı Caddesi - Güllük Caddesi - Cumhuriyet Caddesi kesişimindeki) kavşakta faz farkının 47 saniye olmak üzere hesaplanmıştır. Böylece modüler aritmetik yöntemiyle sinyalize kavşaklardaki faz farkları hesaplanarak, sinyalize kavşakların saat güncellemeleri sonrası referans kavşağa göre gecikmeli olarak

devreye girme süreleri belirlenmiş olup bu şekilde yeşil dalga koridoru üzerindeki eş periyotlu sinyalize kavşaklarda statik koordinasyon sağlanmıştır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışma ile faz farkı hesaplamalarının yeşil dalga koridorundaki koordinasyonun devamlılığındaki önemi belirtilmek istenmiştir. Sonraki çalışmalarda dik kesişimli 2 arterde yeşil dalga koordinasyonu için faz farkı hesaplamaları denklemlere dökülmüş bir şekilde çalışılması hedeflenmektedir.

5. KAYNAKLAR

Greenwood, D., Burdiliak, B., Trencansky, I., Armbruster, H., & Dannegger, C. (2009, May).

GreenWave distributed traffic intersection control. In *Proceedings of The 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems-Volume 2* (pp. 1413-1414). International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems.

Kong, X., Shen, G., Xia, F., & Lin, C. (2011). Urban arterial traffic two-direction green wave

intelligent coordination control technique and its application. *International Journal of Control, Automation and Systems*, *9*(1), 60-68.

http://www.taysim.com/trafik_sirkulasyon_referanslar.html adresinden alındı.

http://www.bogaziciproje.com.tr/tr/referanslar.asp?id=13 adresinden alındı.

https://www.antalya.bel.tr/calismalarimiz/ulasim-hizmetleri/ulasim-ana-plani adresinden alındı.

http://www.antalya-ulasim.com/kent-304ccedili-ula351305m-ana-plan305.html adresinden alındı.

https://www.google.com.tr/maps/@36.9003087,30.6434059,1107m/data=!3m1!1e3 adresinden alındı.

Хаханов, В. И., Бондаренко, М. Ф., Энглези, И. П., Раймунд, У., Лобур, М. В., Вазген, М., ... &

Ткаченко, В. Ф. (2012). Зеленая волна–облако мониторинга и управления дорожным движением (Green wave traffic on cloud). *Автоматизированные системы управления и приборы автоматики*, (160).

Akbulut, F. (2016). Kentsel Ulaşim Hizmetlerinin Planlanmasi Ve Yönetiminde Sürdürülebilir Politika Önerileri. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *11*(1), 336-355.

ANTALYADA SİNYALİZE KAVŞAKLARDA FLAŞ MODUNUN FARKLI SENARYOLU MİKROSİMİLASYON MODELLERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Seyitali İLYAS
Akdeniz Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi/Elektrik-Elektronik Mühendisliği
seyitaliant@gmail.com

Dr.Öğr.Üyesi Yavuz ÜSER
Akdeniz Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi/Elektrik-Elektronik Mühendisliği
yuser@akdeniz.edu.tr

Doç. Dr. Sevil KÖFTECİ
Akdeniz Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi/İnşaat Mühendisliği
skofteci@akdeniz.edu.tr

Özet
Bu çalışmada Antalya Büyükşehir Belediyesi sorumluluk alanında bulunan sinyalize kavşaklar ve bunların flaş modda çalışma durumları incelenecektir. Sinyalize kavşakların flaş modda çalışmalarının nasıl belirlendiğinden ve flaş modun tam zamanlı çalışma durumuna göre avantajlarından, uygulanan flaş modu çeşitlerinden bahsedilecektir.

Flaş modu kırmızı – kırmızı ve kırmızı - sarı olarak iki farklı biçimde uygulanmaktadır. Kırmızı - kırmızı flaş modu tüm kollardaki trafik yoğunluğu eşit olduğunda, araçların tüm kavşak giriş kollarında durulması, gidilecek yolun kontrol edilerek açık ve müsait olduğu görüldükten sonra hareket edilmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Kırmızı – sarı flaş modunda ise yan yollarda bulunan oto sinyal vericiler kırmızı flaş modunda çalışmaktadır, ana yollarda bulunan bulunan oto sinyal vericiler ise sarı flaş modda çalışmaktadır. Sarı flaş sinyal verici ise uyarı niteliğinde olup kavşağın yavaş ve dikkatli olarak geçileceği anlamındadır. Bu işlem yan yollardaki trafiğin ana yollardakine göre daha az olduğu durumlarda kullanılmakta böylece trafik akıcı olmakta ve araçların güvenli geçişi sağlanmaktadır.

Bu çalışma ile trafiğin akıcılığının artırılmasının, araçlar için gecikme süresinin, durma sayısının düşürülmesinin Antalya Büyükşehir Belediyesi sorumluluğundaki sinyalize kavşaklarından alınan veriler ışığında, farklı senaryolu modellerin Aimsun trafik simülasyon programında analiz edilmesiyle elde edilen grafiksel çıktıların karşılaştırmalarıyla anlatılacaktır.

Anahtar Kelimleler: Aimsun, flaş modu, sinyalize kavşak

REVIEW OF FLASH MODE IN DIFFERENT SCENARIO MICROSIMULATION MODELS IN SIGNALIZED INTERSECTIONS IN ANTALYA

Abstract
In this study, the signalized intersections and their operation in flash mode will be examined. How to determine the operation of signalized junctions in flash mode, the advantages of flash mode over full-time operation and kinds of applied flash modes will be discussed.

The flash mode is implemented in two different ways Red-Red and Red-Yellow. Red-Red flash mode means that should be move when the traffic density on all branches is equal, stopping of vehicles at all intersection entrance arms or after checking the road to be clear and available. In Red-Yellow flash mode, the side transducers in red flash mode and auto signal transmitters on the main roads operate in yellow flash mode. The yellow flash signal transmitter is a warning and means that the intersection will be crossed slowly and carefully. This process is used when the traffic on the side roads is less than on the main roads. Thus, the flow of traffic and the safe passage of vehicles are provided.

In this study, Different scenario models which are increasing the flow of traffic, reduction of number of stops, delay time for vehicles will be analyzed using Aimsun traffic simulation program and data obtained from signaling intersections of Antalya Metropolitan Municipality.

Keywords: Aimsun, Flash mode, Signalized intersection.

1. GİRİŞ

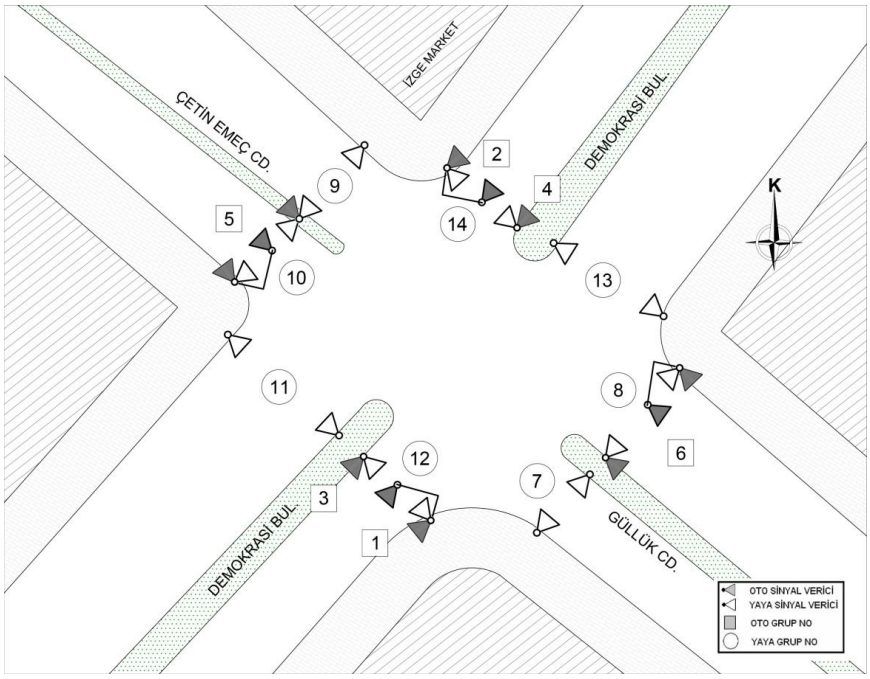
Antalyada Büyükşehir Belediyesi sorumluluğunda 397 sinyalize kavşak bulunmaktadır. Kavşaklara sinyalizasyon sistemi tesis edilmesi ve çalışma şekli UKOME Genel Kurul Kararı ile belirlenmekte olup 2918 Sayılı Karayolları Trafik Kanununa göre uygulama yapılmaktadır [1].

Antalyada sinyalize kavşaklarda flaş modu trafiğinin yoğun olmadığı durumlarda (özellikle akşam geç saatlerde, sabahın erken saatlerinde veya tatil günlerinde) tercih edilmektedir. Bazı çalışmalarda flaş modunun yerine tam zamanlı çalışma modunun uygulanmasıyla trafik kazalarında azalma olduğu belirtilmiştir. Ancak flaş modu optimizasyonu yapılmamış olan kavşaklarda kırmızı ışık ihlalleri ve uzun bekleme sürelerine bağlı olarak şikayetler artmaktadır. Flaş modu uygulamasıyla sinyalize kavşaklarda gereksiz beklemelerin, enerji ve zaman kaybının önüne geçilmektedir [2].

Antalyada sinyalize kavşakların flaş program durumları incelendiğinde, 128 kavşak 00:00 - 06:00 flaşlı sistemde, 28 kavşak 24 saat flaşlı sistemde, 79 kavşak 23:00 - 06:00 flaşlı sistemde, 162 kavşak 24 saat programlı sistemde çalışmaktadır. Bu durumlar sahada yapılan gözlemler sonucunda trafik yoğunluğuna bağlı olarak belirlenmektedir. Ayrıca turizm sezonuna bağlı olarak trafik yoğunluğunun artmasıyla, flaş saatlerinde güncellemeler (00:00 - 06:00 flaşlı sistemde çalışan kavşaklar 01:00 - 06:00, 23:00 - 06:00 flaşlı sistemde çalışan kavşaklar 00:00 - 06:00 olarak) yapılmaktadır. Bunlar dışında özel durumlarda kavşaklar kompleks modda çalıştırılabilektedir. Manavgat İlçesi, Aşağıhisar Mahallesi, Gülveren Caddesi ve Güllük Caddesi kesişim kavşağında bulunan tam teşekküllü sinyalizasyon sisteminin bölgedeki semt pazarının kurulu olduğu günlerde 24 saat flaşlı sistem konumunda çalıştırılmaktadır diğer günlerde ise 24 saat programlı sistemde çalışmaktadır.

2. SİMULE EDİLECEK KAVŞAĞIN GENEL ÖZELLİLERİ

Demokrasi Bulvarı, Güllük Caddesi ve Çetin Emeç Caddesi Caddesi kesişimde bulunan kavşağa ait taslak çizim Şekil 1'de belirtilmiştir. Kareler oto sinyal vericiler için grup numaralarını, çemberler ise yaya sinyal vericiler için grup numaralarını temsil etmektedir.



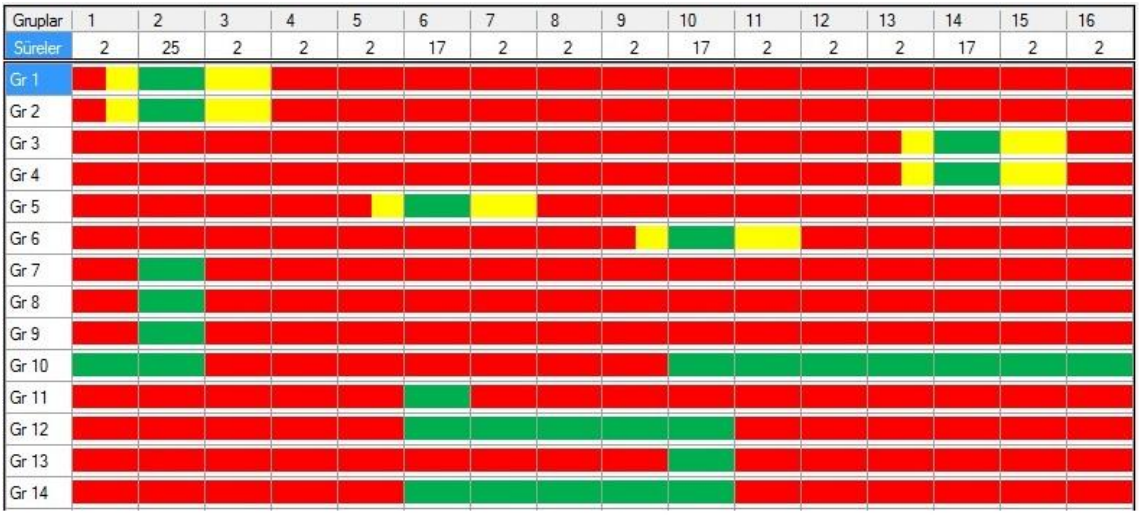
Şekil 1. Demokrasi Bulvarı – Çetin Emeç Caddesi Kesişiminde Bulunan Kavşak Taslak Çizimi

Şekil 1'de gösterilen sinyalize kavşak 00:00 ile 06:00 saatleri arasında flaşlı (Demokrasi Bulvarı üzeri SARI, Güllük Caddesi ve Çetin Emeç Caddesi üzeri KIRMIZI fasılalı yanan ışık) sistemde çalışmakta olup, kavşağa ait sinyal planı Şekil 2'de belirtilmiştir. Demokrasi Bulvarı trafik akımının fazla olduğu ana alter olması sebebiyle sari flaş modda çalışmaktadır, diğer kavşak kolları ise kırmızı flaş modunda çalışmaktadırlar.

Gruplar	Fasıla Rengi
Gr 1	Sarı Fasıla
Gr 2	Sarı Fasıla
Gr 3	Sarı Fasıla
Gr 4	Sarı Fasıla
Gr 5	Kırmızı Fasıla
Gr 6	Kırmızı Fasıla
Gr 7	Kırmızı Fasıla
Gr 8	Kırmızı Fasıla
Gr 9	Kırmızı Fasıla
Gr 10	Kırmızı Fasıla
Gr 11	Kırmızı Fasıla
Gr 12	Kırmızı Fasıla
Gr 13	Kırmızı Fasıla
Gr 14	Kırmızı Fasıla

Şekil 2. Demokrasi Bulvarı – Çetin Emeç Caddesi Kesişiminde Bulunan Gece Flaşı Sinyal Programı

Demokrasi Bulvarı, Güllük Caddesi ve Çetin Emeç Caddesi Caddesi kesişimde bulunan kavşak 06:00 - 00:00 saatleri arasında tam zamanlı sistemde çalışmakta olup, sinyal planı ve süreler Şekil 3'te belirtilmiştir. Kavşak 4 fazlı olarak çalışmakta olup, birinci fazda 1, 2, 7, 8, 9, 10 numaraları gruplara yeşil yanmaktadır. İkinci fazda 5, 11, 12, 14 numaraları gruplara yeşil yanmaktadır. Üçüncü fazda 6, 10, 12, 13, 14 numaralı gruplara yeşil yanmaktadır. Dördüncü fazda 3, 4 ve 10 numaralı gruplara yeşil yanmaktadır.



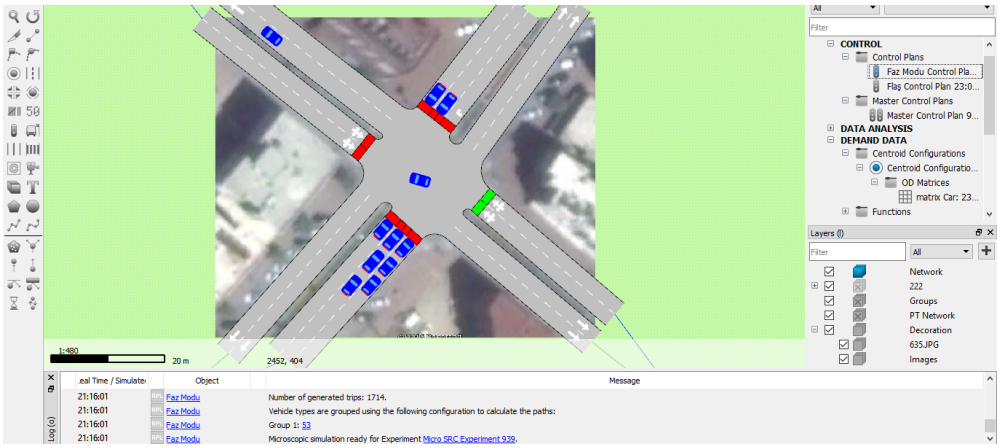
Şekil 3. Demokrasi Bulvarı – Çetin Emeç Caddesi Kesişiminde Bulunan Normal Faz Sinyal Programı

Şekil 4'te Demokrasi Bulvarı, Güllük Caddesi ve Çetin Emeç Caddesi kesişimde bulunan kavşağın Aimsun trafik simülasyon programında flaş modunda çalışma durumunun sümülsyon görüntüleri gösterilmiştir.



Şekil 4. Aimsun Simülasyon Görüntüsü Flaş Modu

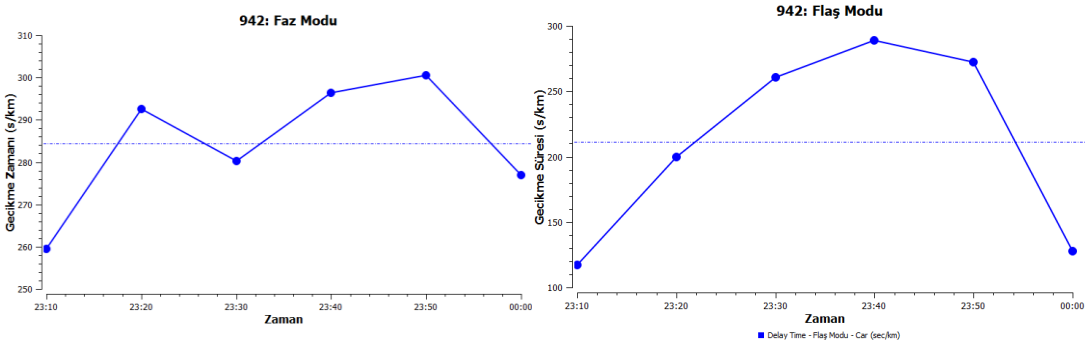
Şekil 5'te Demokrasi Bulvarı, Güllük Caddesi ve Çetin Emeç Caddesi kesişimde bulunan kavşağın Aimsun trafik simülasyon programında faz modunda çalışma durumunun sümülsyon görüntüleri gösterilmiştir.



Şekil 5. Aimsun Simülasyon Görüntüsü Faz Modu

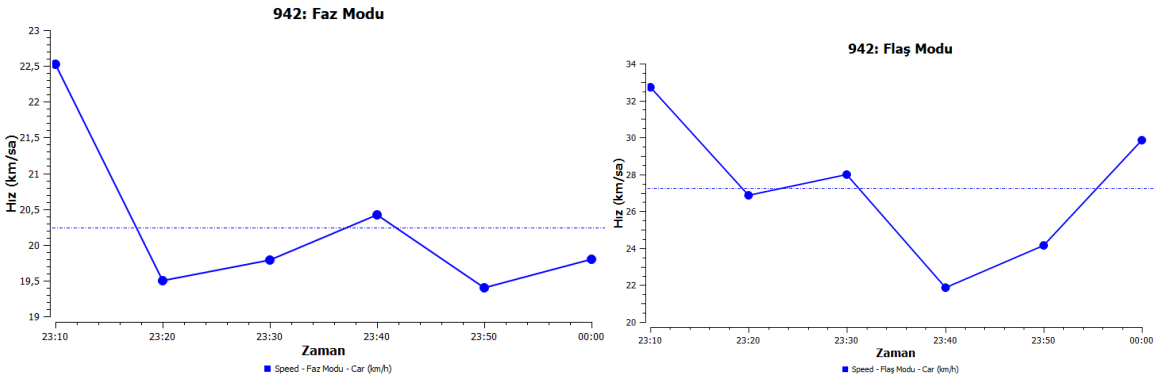
AİMSUN ANALİZ SONUÇLARI

Aşağıda Demokrasi Bulvarı, Güllük Caddesi ve Çetin Emeç Caddesi Caddesi kesişimde bulunan kavşakta trafik değerleri değişimleri Aimsun programında analiz sonuçları olarak verilmiştir.



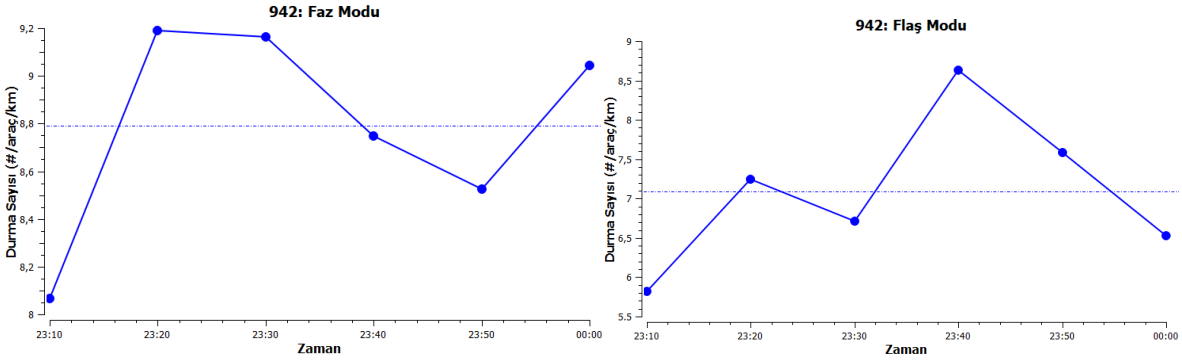
Şekil 6. Gecikme Süresi-Zaman Grafikleri

Şekil 6'da Demokrasi Bulvarı, Güllük Caddesi ve Çetin Emeç Caddesi Caddesi kesişimde bulunan kavşaktan geçen araçların gecikme süresi-zaman grafikleri faz modu (ortalama 286 s/km) ve flaş modu (ortalama 206 s/km) durumları olmak üzere gösterilmiştir. Flaş modunda diğer duruma göre araçların gecikme süresinin daha az olduğu görülmüştür.



Şekil 7. Hız - Zaman Grafiği

Şekil 7'de Demokrasi Bulvarı, Güllük Caddesi ve Çetin Emeç Caddesi Caddesi kesişimde bulunan kavşaktan geçen araçların hız zaman değerleri grafikleri sırasıyla faz modu (ortalama 20.2 km/sa) ve flaş modu (27.3 km/sa) durumu sonrası olmak üzere gösterilmiştir. Flaş modunda diğer duruma göre yoğunluğun azalmış olması sebebiyle araç hızlarının arttığı görülmektedir.



Şekil 8. Durma Sayısı-Zaman Grafikleri

Şekil 8'de Demokrasi Bulvarı, Güllük Caddesi ve Çetin Emeç Caddesi Caddesi kesişimde bulunan kavşaktan geçen araçların durma sayısı zaman değerleri grafikleri faz modu (ortalama 8.8 #/araç/km) ve flaş modu (7.1 #/araç/km) durumu sonrası olmak üzere gösterilmiştir. Faz modunda diğer duruma göre araç durma sayılarının arttığı görülmektedir.

TARTIŞMA

Elde edilen grafikler incelendiği takdirde, aynı şartlarla yapılmış 2 simülasyonda kavşağın faz modu durumunda flaş modu durumuna göre araç durma sayılarının, gecikme zamanının fazla olduğu, araç hızlarının daha az olduğu gözlenmiştir.

Bir sonraki aşamada Emniyet Genel Müdürlüğünden alınan kaza verileriyle, belirlenmiş bazı flaş modunun uygulandığı kavşaklarda gece saatlerinde meydana gelen kazaların flaş modu uygulamasının kaldırılması sonrası kaza oranlarında meydana gelen değişim analiz edilecektir. Böylece flaş modunun güvenlik yönünden analizi yapılacaktır.

KAYNAKLAR

http://www.antalya.bel.tr/birimler/ukome-sube-mudurlugu adresinden alındı.

Rodegerdts, L. A., Nevers, B. L., Robinson, B., Ringert, J., Koonce, P., Bansen, J., ... & Neuman, T.

(2004). *Signalized intersections: informational guide* (No. FHWA-HRT-04-091). United States. Federal Highway Administration.

Lan, B., & Srinivasan, R. (2013). *Safety Evaluation of Discontinuing Late-Night Flash Operations at*

Signalized Intersections: Summary Report (No. FHWA-HRT-13-069; HRDS-20/08-13 (750) E). United States. Federal Highway Administration.

Polanis, S. F. (2002). Right-angle crashes and late-night/early-morning flashing operation: 19 case studies. *Institute of Transportation Engineers. ITE Journal*, *72*(4), 26.

Swidan, H. (2011). Integrating AIMSUN Micro Simulation Model with Portable Emissions Measurement System (PEMS): Calibration and Validation Case Study.

Shaaban, K., & Kim, I. (2015). Comparison of SimTraffic and VISSIM microscopic traffic simulation tools in modeling roundabouts. *Procedia Computer Science*, *52*, 43-50.

Kocianova, A., Drliciak, M., & Pitlova, E. (2017, September). Influence of roundabout capacity enhancement on emission production. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 236, No. 1, p. 012035). IOP Publishing.

SCREENING OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF DECOCTION AND INFUSION OF *THYMUS SIPYLEUS* BOISS. AND *T. ZYGIOIDES* GRISEB.

Dr. Züleyha Özer
Balıkesir University, Altınoluk Vocational School, Medicinal and Aromatical Plants Programme
zuleyhaozer@balikesir.edu.tr

Abstract
Lamiaceae family has 300-400 endemic species which widely distributed worldwide in particular in the region of Mediterranean. This genus members are named ‘‘kekik’’ in Turkish and used as tea and traditional medicine. In this study, antioxidant activity of infusion and decoction of *Thymus sipyleus* Boiss. (sipil kekiği) and *T. zygioides* Griseb. (bodur kekiği) were investigated. The species were collected in region of Balikesir. The antioxidant activities were analyzed based DPPH free radical scavenging activity, *β*-carotene linoleic acid assays and cupric ion reducing antioxidant capacity (CUPRAC). As a result, the infusion and decoction of the *T. sipyleus* and *T. zygioides* showed good antioxidant activity compared with standards (BHA, BHT and curcumin). Thus, T. sipyleus *and* T. zygioides *are source of natural antioxidant used as herbal tea.*

1. INTRODUCTION

Thymus species are a large genus belonging to the Lamiaceae (Labiatae) family. In Turkey, *Thymus* is described by 39 species with 64 taxa, 27 taxa of which are endemic and are widely used as spice or drugs (Jalas, 1982; Davis, 1988; Başer et al., 1995; Başer et al., 1997). *Thymus* species have areas of usages in the pharmaceutical and food industry due to the antioxidant, antimicrobial, antibacterial, cytotoxic, antifungal, insecticidal and other biological activities of their essential oil, which rich in phenolic compounds, especially carvacrol (Baser et al., 1996; Baser et al., 1999; Tzakou and Couladis, 2008; Öztürk, 2015; Ceylan and Ugur, 2015). These species are native to region of Marmara, Aegean and Black sea in Turkey and used as traditional medicine because of their biological properties.

Thymus species are known as source of phenolic compounds which have strong antioxidant activities. Antioxidant compounds are polyphenolic structure and present as of almost all plants, fruits, vegetables, microorganisms, fungi an animal tissues. Antioxidants neutralize active oxygen formation or keeping the active oxygen which can damage the body. Phenolic compounds act as antioxidants and inhibition various diseases such as cancer, cardiovascular and neurodegenerative (Safaei-Ghomi et al., 2009; Rice-Evans et al., 1996). It is known that the different antioxidant compounds occur in plants. Natural antioxidants can occur in leaves, stem and seeds of plants. The main antioxidants are phenols, flavonoids, vitamins, carotenoids, glutathione and endogenous metabolites.

Essential oil composition of *T. sipyleus* and *T. zygioides* have been studied in previous studies (Baser et al., 1999; Azaz et al., 2004; Tepe et al., 2005; Tzakou and Couladis, 2008; Yaşar et al., 2016; Demirci et al., 2018). The main components of *T. sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* were determined as mainly borneol, α-muurolol and *β*-caryophyllene (Tepe et al., 2005). Also, Ceylan and Ugur reported that thymol and carvacrol were the main compounds of *T. sipyleus* subsp. *sipyleus* Boiss. var. *davisianus* Ronniger (Ceylan and Ugur, 2015). Additionally, Azaz et al., has reported the chemical compounds and antimicrobial activities of four *Thymus* species (Azaz et al., 2004). Apart from these studies, phenolic components, antioxidant, anthelmintic and cytotoxic activities of various extracts of *T. zygioides* Griseb. have also been reported (Kaska et al., 2018). Also, Polat et al., reported that the amoebicidal activity of methanol extract of *T. sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* (Polat et al., 2007). To the best of our knowledge, essential oil and biological activities of various extracts of *T. sipyleus* and *T. zygioides* have previously been reported. However, no report is available about their infusion and decoction.

We wish to report the antioxidant activities of decoction and infusion of *T. sipyleus* Boiss. (sipilkekiği) and *T. zygioides* Griseb. (bodurkekiği). Antioxidant tests performed by three procedure systems.



(a) **(b)**

Figure 1. TS (a) and TZ (b)

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Plant material

Localities, altitude and collector numbers of the *Thymus* species are given in Table 1. The species were identified by Prof. Dr. Selami Selvi at Balıkesir University.

Table 1. List of the ***Thymus*** species

Code	*Collector Number*	*Species*	*Locality*	*Altitude (m)*	*Coordinates*	*Year*
TS	SV 850	*Thymus sipyleus* Boiss.	Balikesir: Kazdağları, Edremit, rocky slopes	913	N 39 39 12 E 26 51 10	2016
TZ	SV 121	*Thymus zygioides* Griseb.	Balikesir: Edremit, Kazdağları, Ortaoba village, rocky slopes	355	N 39 37 58 E 27 00 00	2016

2.2. Preparation of decoction and infusion samples

4 g of aerial parts of the plant, dried in the shade and chopped into small pieces. For infusion; 2 g of the plant were added to 98 mL of distilled boiling water and allowed to stay for 15 minute. For decoction; 2 g of the plant were added to 98 mL of distilled water and heated together in a steel kettle and allowed to stay for 15 minute after it boiled. The teas were filtered with an ashless filter paper. The filtrates were diluted with 25 mL of distilled water. Infusion samples were named as **TZI** and **TSI**, decoction was **TZD** and **TSD**.

2.3. Antioxidant activity

The antioxidant activities were measured based on 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging activity (Sağir et al., 2017; Köksal et al., 2017; Ozer, 2018; Miller, 1971; Blois, 1958), *β*-carotene linoleic acid assays (Sağir et al., 2017, Ozer, 2018) and cupric (Cu^{2+}) ion reducing power assay (CUPRAC) (Sağir et al., 2017; Ozer, 2018; Bener et al., 2016; Apak et al., 2004).

3. RESULTS

The antioxidant effects of *T. sipyleus* and *T. zygioides* decoction and infusion are shown in Figure 2 and 3, Table 2 and 3. The antioxidant activities were determined with three methods: DPPH, *β*-carotene linoleic acid and CUPRAC. BHT, BHA and curcumin were used as standard compounds. DPPH and *β*-carotene analysis were performed at four concentrations: at 10, 25, 50 and 100 µg/mL. Inhibition of *T. sipyleus* tea extracts ranged in 62.3-73.1% scavenging effect on DPPH radical and 22.2-76.1% scavenging effect on linoleic acid peroxidation at the all concentrations. In general, the antioxidant activity of linoleic acid and free radical scavenging were markedly inhibited by *T. sipyleus* decoction and infusion extracts compared with *T. zygioides* extracts and standart campounds (BHA and BHT). Especially, in DPPH-free radical scavenging activity assay, *T. sipyleus* teas at all concentrations showed very high activity (up to 60%). The highest activity was shown by decoction extract (73.1%) at concentration of 10 µg/mL and the lowest one was infusion at 100 µg/mL concentration (62.3%) on DPPH.

Inhibition of *T. zygioides* tea extracts ranged in 33.0-76.1% scavenging effect on DPPH radical and 18.9-78.2% scavenging effect on linoleic acid peroxidation at the all concentrations. The TZD extract was characterized by a higher free radical scavenging property at a concentration of 100 µg/mL

(inhibition of 76.1%) with comparison to that of TSI (inhibition of 62.3%), TSD (inhibition of 67.2%), TZI (inhibition of 64.8%) and synthetic antioxidant BHA (inhibition of 62.4%). The lowest one was infusion 10 µg/mL concentration (33.0%). In linoleic acid peroxidation, among the infusion and decoction extracts, the highest antioxidant activity was determined in decoction of *T. sipyleus*, which exhibited 83.6% inhibition, 50 µg/mL concentration. At the all concentrations, decoction extracts showed more activity than infusion extracts of *T. sipyleus* and *T. zygioides*. Decoction extracts of *T. sipyleus* showed high inhibition activity of 54.9, 69.7, 83.6 and 79.2% at the all concentrations, respectively. For the CUPRAC method, the tea samples showed good activity. Especially, the TSD extract was showed higher activity (3.20 mmol TR g^{-1}), while the lowest activity was showed by TZI (1.2 mmol TR g^{-1}). Curcumin was used as a standard compound (0.9 mmol TR g^{-1}). The results are given in the Table 3 and Figure 3.

4. DISCUSSION

These results indicated for the first time that the decoction and infusion of *T. sipyleus* and *T. zygioides* aerial parts have significant antioxidant activity. Our results indicate clearly, decoction extracts showed the higher antioxidant activity than infusion extracts in DPPH, *β*-carotene linoleic acid and CUPRAC antioxidant activity assays. In the literature, There is some information about the essential oil and chemical compounds of *T. sipyleus* and *T. zygioides*. However, there is no information about the biological activities of the teas (infusion and decoction) of *T. sipyleus* and *T. zygioides* used in traditional medicine. Previous studies have been showed that, *T. sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* solvent extracts were rich in triterpenic acid, phenolic acid and flavonoids (Özgen et. al., 2011). Additionally, Senol et. al., studying the AChE, BChE and tyrosinase inhibitory effects and iron-chelation capacity in twenty-five medicinal plant extracts, found that *T. sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* had the highest iron-chelating capacity (Senol et al., 2016).

Literature survey shows the presence of various phenolic compounds such as apigenin, luteolin, ferulic, gallic, caffeic, vanillic, chlorogenic and *p*-coumaric acids and flavonoids such as quercetin from *Thymus* species (Roby et al., 2013; Jabri-Karoui et. al., 2012). In addition, previously studies have shown that from these phenolics, caffeic acid (3,4-hydroxycinnamic) is one of the hydroxycinnamates. It acts as a carcinogenic inhibitor and is also known to possess antioxidant and antibacterial activity (Magnani et. al., 2014). Antioxidant Activity Of Plants Can Be Due To Their Phenolic Capacity And Phenolic Compounds (Duh et. al., 1999) and therefore the identification and measurement of phenolic compounds in plants have become important tools in understanding the value of plants for human health (Amarowicz et. al., 2010).

Table 2. Inhibition (%) of DPPH and lipid peroxidation of *T.sipyleus*, *T. zygioides*, BHA and BHT

			10 µg/mL	25 µg/mL	50 µg/mL	100 µg/mL
DPPH	*T. sipyleus*	Infusion	67.3±0.3	67.8±0.2	62.9±0.6	62.3±0.4
		Decoction	73.1±0.5	70.3±1.2	69.2±0.5	67.2±1.3
	T. zygioides	Infusion	33.0±2.8	40.9±3.8	56.6±2.1	64.8±1.9
		Decoction	48.2±6.8	63.6±4.2	61.1±4.8	76.1±1.5
		BHA	22.7±2.1	30.9±4.1	48.2±3.9	62.4±2.9
		BHT	73.1±2.6	77.7±0.7	78.8±0.8	80.8±1.6
β-carotene linoleic acid	*T. sipyleus*	Infusion	22.2±5.5	30.4±3.7	50.7±8.2	67.4±2.6
		Decoction	54.9±14.9	69.7±9.1	83.6±0.9	79.2±1.9
	T. zygioides	Infusion	18.9±3.9	34.9±1.1	26.7±8.6	45.2±3.2
		Decoction	56.7±1.5	60.2±1.2	69.5±2.6	78.2±1.4
		BHA	81.9±1.9	85.5±1.7	85.9±2.4	79.5±4.1
		BHT	82.6±5.0	72.4±11.8	77.1±2.9	71.0±1.0

Table 3. Antioxidant activity of *T. sipyleus*, *T. zygioides* and curcumin (CUPRAC)

CUPRAC (mmol TR g^{-1})	*T. sipyleus*	*T. zygioides*
Infusion	2.7±0.2	1.2±0.3
Decoction	3.2±0.1	1.4±0.4
Curcumin	0.9	0.9

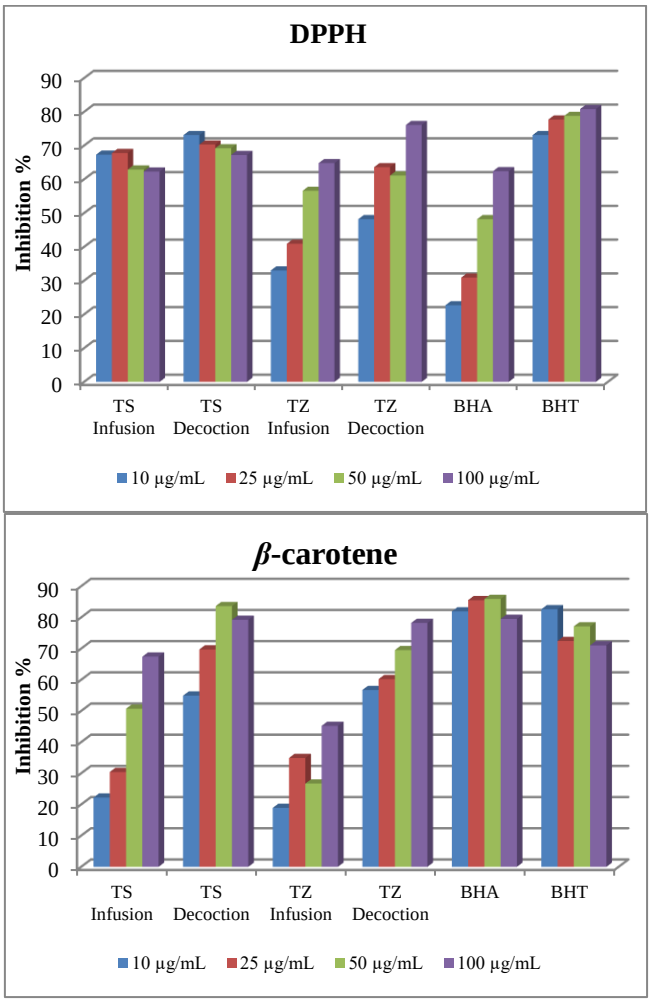


Figure 2. Antioxidant activities of decoction and infusion of *T. sipyleus*, *T. zygioides*, BHA and BHT (DPPH and *β*-carotene linoleic acid assays).

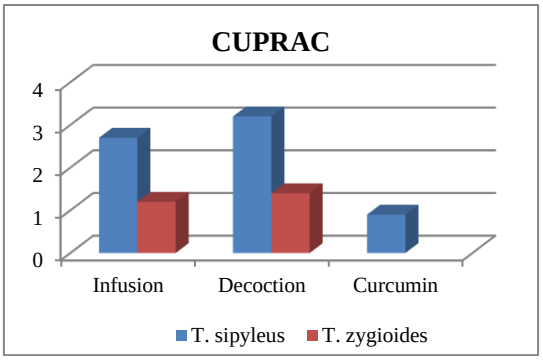


Figure 3. Antioxidant activities of decoction and infusion of *T. sipyleus*, *T. zygioides*, curcumin (CUPRAC).

5. CONCLUSION

In conclusion, we examined and reported the antioxidant activity of tea extracts of *T. sipyleus* Boiss and *T. zygioides* Griseb in Turkey. Our results indicate clearly that tea extracts show strong antioxidant activity. Therefore tea samples of these plants can be considered as a source of natural antioxidants. The results compared with the literature, the content of phenolic of decoction and infusion of the samples are an important factor for the antioxidant capacities. Antioxidant reduces physiological stress in organs and cells and prevents the formation and development of many diseases so it is important for nutrition.

REFERENCES

Amarowicz R, Estrella I, Hernandez T, Robredo S, Troszynska A, Kosinska A, Pegg RB 2010. Free radical-scavenging capacity, antioxidant activity, and phenolic composition of green lentil (*Lens culinaris*). Food Chemistry 121, 705-711.

Apak R, Güçlü K, Özyürek M, Karademir SE 2004. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52(26), 7970-7981.

Azaz AD, Irtem HA, Kurkcuoğlu M, Baser KHC 2004. Composition and the in vitro antimicrobial activities of the essential oils of some *Thymus* species. Zeitschrift für Naturforschung C, 59(1-2), 75-80.

Baser KHC, Demirci B, Kürkçüoglu M, Tümen G 1999. Essential Oil of *Thymus zygioides* Griseb. var. *zygioides* from Turkey. Journal of Essential Oil Research 11, 409-410.

Baser KHC, Kirimer N, Ermin N, Kürkçüoglu M, Tümen G 1996. Essential Oils from Four Chemotypes of *Thymus zygioides* Griseb. var. *lycaonicus* (Celak) *Ronniger*, Journal of Essential Oil Research 8, 615-618.

Başer KHC, Özek T, Kürkçüoğlu M, Duman H 1997. Composition of the Essential Oil of *Thymus subcollinus* Klokov from Turkey. Journal of Essential Oil Research 9, 105-106.

Başer KHC, Vural M, Tümen G, Akyalçın F, Satıl F 1995. Two new records for the flora of Turkey, Turkish Journal of Botany 19, 489-490.

Bener M, Shen Y, Xu Z, Apak R 2016. Changes of the anthocyanins and antioxidant properties of concord Grape (*Vitis labrusca*) pomace after acid hydrolysis. Records of Natural Products 10(6), 794-799.

Blois MS 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181, 1199–2000.

Ceylan O, Ugur A 2015. Chemical composition and anti-biofilm activity of *Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *davisianus* RONNIGER essential oil. Archives of Pharmacal Research 38(6), 957-965.

Davis PH, Mill RR, Tan K 1988. Flora of Turkey and the Aegean Islands, Edinburgh Univ. Press.

Demirci F, Karaca N, Tekin M, Demirci B 2018. Anti-inflammatory and antibacterial evaluation of *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* essential oil against rhinosinusitis pathogens. Microbial Pathogenesis 122, 117-121.

Duh PD, Tu YY, Yen GC 1999. Antioxidant activity of water extract of harug jyur (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). Lebensmittel-Wissenschaft Und -Technologie 32(5), 269-277.

Jabri-Karoui I, Bettaieb I, Msaada K, Hammami M, Marzouk B (2012). Research on the phenolic compounds and antioxidant activities of Tunisian *Thymus capitatus*. Journal of Functional Foods, 4(3), 661-669.

Jalas J 1982. *Thymus*, Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Ed. P.H.Davis, Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.

Kaska A, Çiçek M, Deniz N, Mammadov R 2018. Investigation of Phenolic Content, Antioxidant Capacities, Anthelmintic and Cytotoxic Activities of *Thymus zygioides* Griseb. Journal of Pharmaceutical Research International, 21(1), 1-13.

Köksal E, Bursal E, Gülçin İ, Korkmaz M, Çağlayan C, Gören AC 2017. Antioxidant activity and polyphenol content of Turkish thyme (*Thymus vulgaris*) monitored by liquid chromatography and tandem mass spectrometry. International Journal of Food Properties 20: 514–525.

Magnani C, Isaac VLB, Correa MA, Salgado HRN 2014. Caffeic acid a review of its potential use in medications and cosmetics. Analytical Methods 6, 3203-3210.

Miller HE 1971. A simplified method for the evaluation of antioxidants. Journal of the American Oil Chemists' Society 48, 91.

Ozer Z 2018. Investigation of phenolic compounds and antioxidant activity of *Mentha spicata* subsp. *spicata* and *M. longifolia* subsp. *typhoides* (Briq.) Harley decoction and infusion. Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry 5, 445-456.

Özgen U, Mavi A, Terzi Z, Kazaz C, Asçi A, Kaya Y, Seçen H 2011. Relationship between chemical structure and antioxidant activity of luteolin and its glycosides isolated from *T. sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus*. Records of Natural Products 5(1), 12-21.

Öztürk N 2015. Phenolic composition and antioxidant activity of the different extracts from *Thymus longicaulis* C Presl. subsp. *longicaulis* var. *longicaulis* and *T. longicaulis* C. Presl. subsp. *longicaulis* var. *subisophyllus* growing in Turkey. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences 28, 465-472.

Polat ZA, Tepe B, Vural A 2007. In vitro effectiveness of *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* on Acanthamoeba castellanii and its cytotoxic potential on corneal cells. Parasitology Research 101(6), 1551-1555.

Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Bio Med 20: 933-956.

Roby MHH, Sarhan MA, Selim KAH, Khalel KI 2013. Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (*Thymus vulgaris L.*), sage (*Salvia officinalis* L.), and marjoram (*Origanum majorana* L.) extracts. Indusrial Crops and Products 43, 827-831.

Safaei-Ghomi J, Ebrahimabadi AH, Djafari-Bidgoli Z, Batooli H 2009. GC/MS analysis and in vitro antioxidant activity of essential oil and methanol extracts of *Thymus caramanicus* Jalas and its main constituent carvacrol. Food Chemistry 115, 1524-1528.

Sağir ZO, Çarıkçı S, Kılıç T, Gören AC 2017. Metabolic profile and biological activity of *Sideritis brevibracteata* P. H. Davis endemic to Turkey. International Journal of Food Properties 20, 2994–3005.

Senol FS, Orhan IE, Ozgen U, Renda G, Bulut G, Guven L, Karaoglan ES, Sevindik HG, Wozniak KS, Caliskan UK, Sekeroglu N 2016. Memory-vitalizing effect of twenty-five medicinal and edible plants and their isolated compounds. South African Journal of Botany 102, 102-109.

Tepe B, Sokmen M, Akpulat HA, Daferera D, Polissiou M, Sokmen A 2005. Antioxidative activity of the essential oils of *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* and *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans*. Journal of Food Engineering 66(4), 447-454.

Tzakou O, Couladis M 2008. Essential oil of *Thymus zygioides* var. *lycaonicus* from Greece. Journal of Essential Oil Research 20(5), 442-443.

Yaşar S, Dişli M, Sonkaya Y 2016. Comparison of volatile components of *Thymus zygioides* Griseb. var. *lycaonicus* (Celak.) Ronniger due to reaping time. Türkiye Ormancılık Dergisi, 17(2), 94-98.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE OLUŞABİLECEK MİNERAL STRESİNE KARŞI İKİ BUĞDAY GENOTİPİNDE TOLERANSLI TÜRÜN BELİRLENMESİ

Şansel Bildiren
Düzce Üniversitesi / Orman Fakültesi / Orman Mühendisliği
sansel86550@ogr.duzce.edu.tr

Özet
Küresel ısınma ile birlikte oluşan iklim değişiklikleri, yağış rejimlerinde aşırı sapmalar meydana getirerek tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir. Küresel iklim değişiklikleri ile tarımsal bitkilerin doğal yaşam koşulları ve alanları daralmaktadır. Bu daralma, çok sayıda bitki türünün değişen iklim koşullarına karşı uyum sağlayamamasına ve onların doğadan elenmesine neden olacaktır. Bununla birlikte üretimi yapılan ürünler değişmeye zorlanacak, ekim ve dikim zamanlarında önemli farklılıklar oluşabilecektir. Ekiliş alanı ve üretim miktarı bakımından ülkemizde ilk sırayı alan buğday da bu tehdit altındadır. Topraktaki suyun kullanılabilirliğinin azalması ile osmotik stresin yanında bitkiler mineral madde stresiyle de karşı karşıya kalmakta ve buğday üretiminde verim düşüklüğü ortaya çıkmaktadır. Mineral stresinin en önemlilerinden biri tuz stresidir. Bu çalışmada tuz stresine (NaCl; 150 mM) maruz bırakılan iki buğday genotipine (Momtchil and Pamukova-97) bor uygulaması (H_3BO_3; 30 µM) yapılmış ve tuz stresine karşı iyileştirici etkisi incelenmiştir. Büyüme ve gelişmenin net bir göstergesi olan fotosentetik aktivitelerine bakılarak, fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerinin analizi yapılmıştır. Klorofil a floresansı ölçümlerinde bor uygulaması Momtchil genotipinde yapraklardaki fotosentetik pigment miktarını artmış ve bunun sonucunda fotosentetik aktiviteyi nispeten olumlu etkilemiştir. Momtchil genotipinde tuzun yol açtığı metabolik olumsuzluklar bir dereceye kadar iyileştirilmiştir. Pamukova-97 genotipinde ise iyileştirici bir etki görülmediğinden Momtchil genotipinin Pamukova-97 genotipine göre daha toleranslı bir tür olduğu tespit edilmiştir ve gelecekte değişecek iklim koşullarına karşı daha dayanıklı bir tür olarak tercih edilmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, iklim değişikliği, toleranslı tür, mineral stresi.

DETERMINATION OF SPECIES TOLERANT IN TWO WHEAT GENOTYPES AGAINST MINERAL STRESS THAT CAN BE CREATEED BY CLIMATE CHANGE

Abstract
Climatic changes associated with global warming create extreme deviations in precipitation regimes and adversely affect agricultural production. With the global climate changes, natural living conditions and areas of agricultural plants are shrinking. This shrinking will cause many plant species not to adapt to the changing climatic conditions and eliminate them from nature. However, the products produced will be forced to changed, sowing and planting times may occur significant differences. Wheat, which ranks first in our country in terms of sowing area and production amount, is also under this threat. With the decrease of water usability in soil, plants are faced with mineral stress as well as osmotic stress and low yield is seen in wheat production. One of the most important mineral stress is salt stress. In this study, boron application (H_3BO_3;30 µM) was applied to two wheat genotypes (Momtchil and Pamukova-97) exposed to salt stress (NaCl;150 mM) and its healing effect against salt stress was investigated. Physiological and biochemical changes were analyzed by looking at photosynthetic activities which are a clear indicator of growth and development. Boron application in chlorophyll a fluorescence measurements increased the amount of photosynthetic pigments in the leaves of Momtchil genotype and a result, affected the photosynthetic activity relatively positively. The metabolic negativity caused by salt in the Momtchil genotype has been improved to some extent. As there is no healing effect on the genotype of Pamukova-97, Momtchil genotype has been found to be more tolerant than the Pamukova-97 genotype, and it should be preferred as a more resistant species to future climatic conditions.

Keywords: Wheat, climate change, tolerant species, mineral stress.

1. GİRİŞ

İklim değişikliği başta meteorolojik bir sorun gibi algılanıyor gözükse de doğal ekosistemlerde, özellikle besin maddesi döngülerinde ya da su döngüsünde pek çok açıdan çevreyi bütünü ile etkileme potansiyeline sahiptir (Serengil, 2019). Küresel iklim değişikliğinin etkisi ile tarımsal bitkilerin habitatları daralmaktadır. Bu daralma, çok sayıda bitki türünün değişen iklim koşullarına karşı uyum sağlayamamasına ve onların doğadan elenmesine sebep olmaktadır. Bununla birlikte üretimi yapılan ürünler değişmeye zorlanacak, ekim ve dikim zamanlarında ciddi farklılıklar oluşabilecektir (Tolunay, 2019). Ekiliş alanı ve üretim miktarı yönünden ülkemizde başta giden buğday da bu tehtitle yüzyüzedir. İklim değişikliğinin tarım sektörüyle etkileşiminde ülkemizde ve dünyada oluşabilecek problemler şu şekilde sıralanabilir; verimde azalma, sulama suyu talep ve maliyetinin artması, dikim ve hasat zamanında kaymalar ve değişiklikler, ürün yetiştirmede elverişliliğin azalması, bitki zararlıları ve hastalık. Topraktaki suyun kullanılabilirliğinin azalması, osmotik stres, mineral madde eksikliği ya da fazlalığı buğday üretiminde verimi azaltmaktadır. Abiyotik streslerden tuz stresi iklim değişikliği ile birlikte artan kurak ve yarı kurak alanlarda bitki büyümesini ve gelişmesini negatif yönde etkilemektedir (Shannon, 1998). Bitkinin yaşam kalitesini tehdit eden en önemli problemlerden birisi olan tuzluluk; tarım arazilerinde toprağın yapısında dejenerasyona neden olup tuzluluğunu arttırmakta, bitkilerin ürün kalitesi ve verimliliğini ciddi oranda sınırlandırmaktadır (Rhoades and Rich, 1988). Mineral streslerinden en çok karşılaşılanı tuzluluğun bitkilerde hissedilen en önemli etkilerinden biri büyüme hızının azalmasıdır (Levitt, 1980). Tuz stresine maruz kalma durumu arttıkça meristematik hücrelerdeki mitoz bölünme hızı azalmakta, vejetatif ve generatif gelişmede farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Munns, 2002). Bitkilerin büyüme ve gelişmesi üzerinde etkili olan faktörler, fotosentetik aktiviteyi de etkilediğinden stresle ilgili yapılan araştırmalarda fotosentez hızı da incelenmektedir.

Klorofil a floresansı tekniği fotosentez hızını ve fotosentetik aktiviteyi ölçmeye imkân tanıyan oldukça modern ve hassas bir tekniktir. Klorofil a floresansı tekniği, klorofil moleküllerinin absorbladığı ışık enerjisinin ne kadarının fotosentetik elektron taşınım reaksiyonlarında kullanıldığı ve fazla ışık enerjisinin PSII' de yarattığı zararlı etkiler konusunda bilgi vermektedir. Bu tekniğin en önemli avantajlarından biri de, bitki türlerinin herhangi bir stres faktörünü tolere edebilme kapasitesinin belirlenmesini sağlaması ve bu stresin yarattığı zararın boyutları hakkında bilgi sunmasıdır (Maxwell, 2000). "JIP testi" günümüzde bitki stres fizyolojisi alanında yaygın olarak tercih edilen bir tekniktir ve fotosentetik aygıtın çevresel stres faktörlerine karşı verdiği cevapların araştırılmasında kullanılır (Yusuf ve ark., 2010). Bitkilerin PSII aktivitesi, floresans sinyalleri ve bunların analitik olarak ifade edilmesi arasındaki ilişkileri araştırmada JIP testinden yararlanılır (Büyük ve ark., 2012). Ülkemizin iklim ve ekolojik özellikleri, tarımsal üretimde birçok ürünün yetiştirilmesine imkan vermektedir. Buğday üretimi de ülkemizin her bölgesinde yapılmaktadır ve buğday tarla bitkileri içerisinde ekiliş alanı ve üretim miktarı açısından ülkemizde ilk sırayı almaktadır. Buğday üretimi ve ıslah yoluyla elde edilmiş olan genotip çeşitliliği bakımından kendine yeterli düzeyde olan Türkiye'de, zaman zaman olumsuz çevresel koşullarına bağlı olarak üretimde ve kalitede bazı problemler yaşanmaktadır. Bu stres koşullarının en önemlilerinden biri tuz stresidir.

Tuzun bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması için bitkilerde direnç mekanizmasının iyi tespit edilmesi ve bu mekanizmanın çalışmasına yardımcı uygulamaların yapılması gerekir. Tuz stresi altında olan bitkilerde gerekli mikro besin elementlerinden olan bor (B) bitkilerin gelişimlerini tamamlamaları ve iyi ürün verebilmeleri için gerekli olmaktadır (Warrington, 1923). Bor bitkilerde topraktan Na alımının azaltılmasında ve K alımının arttırılmasının yanında bitkilerde K/Na oranının bitki lehine iyileştirilmesinde olumlu etkilere sahip olduğu yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir (Muhammed ve ark., 1987). Bitkilerin gereksinim duydukları bor miktarı oldukça düşük bir seviyededir (Taban ve Erdal, 1999). Borun bitkilerde noksanlık belirtilerine neden olan miktarı ile toksisiteye neden olan miktarı arasında az bir fark bulunmaktadır (Keren and Bingham,1985). Bu çalışmanın amacı, farklı buğday genotiplerinde bor, tuz ve tuz+bor uygulamalarının bitkinin fotosentetik aktivite üzerine etkisinin araştırılması ve gelecekte değişecek iklim koşullarına karşı daha dayanıklı olan türün belirlenmesidir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Bitki Materyali

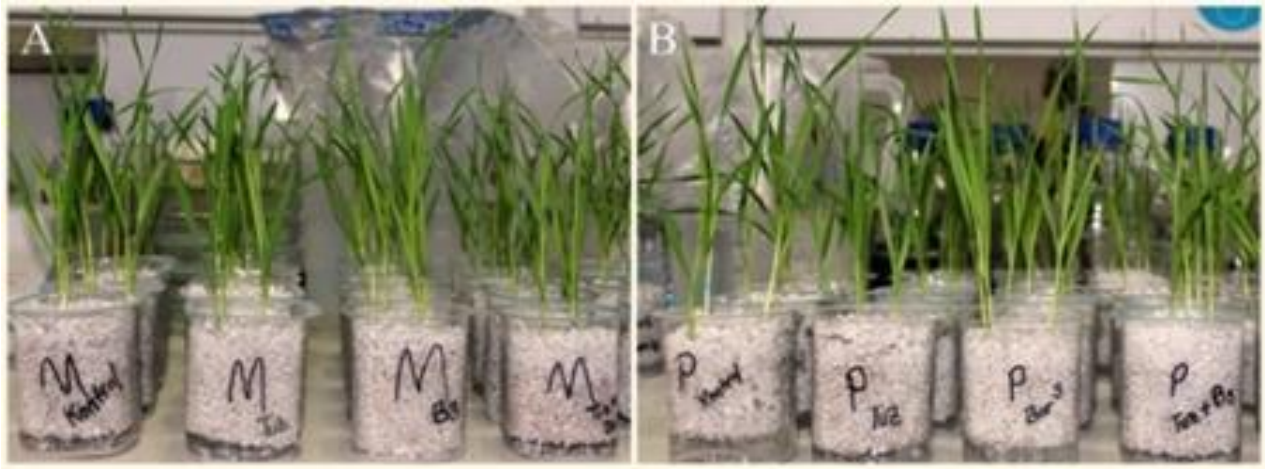
Yapılan çalışmada, Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden alınan iki farklı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotipi kullanılmıştır. Bu genotipler Pamukova-97 ve Momtchil genotipleridir. Şekil 1.'de çalışmada kullanılan buğday genotipleri görülmektedir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan buğday genotipleri Momtchil (üstte) ve Pamukova-97 (altta).

2.2. Metod

Çalışmada ortalama aynı büyüklükte tohumlar seçilerek cam petri kaplarında bidistile su ile ıslatılmış kurutma kâğıtları arasına konup, petri kaplarında 24 ºC sıcaklık ve % 40-50 oransal neme sahip olan iklim dolabında çimlenmek üzere üç gün bırakılmıştır. Daha sonra her iki genotipe ait uniform fideler perlit ve ½ oranında sulandırılmış Hoagland besin çözeltisi içeren kaplara konularak 18/25 ºC sıcaklık (gece/gündüz), 16/8 saat fotoperiyot (gündüz/gece), %50±5 oransal nem ve 200 µmol foton m^{-2} s^{-1} ışık şiddetine sahip iklim dolabına yerleştirilmiştir. Ondokuz günlük olan bitkiler 4 farklı şekilde gruplanmıştır. İlk grupta bulunan kontrol bitkileri denemenin sonuna kadar ½ oranında sulandırılmış Hoagland besin çözeltisi ile sulanmış, ikinci gruptaki bitkilere 150 mM tuz (NaCl) çözeltisi verilmiş, üçüncü gruptaki bitkilere yalnızca 30 µM bor (borik asit; H_3BO_3) yapraklara püskürtülerek verilmiş, dördüncü gruptaki bitkilere ise 150 mM tuz (NaCl) çözeltisinin yanında yine 30 µM bor yapraklara püskürtülerek verilmiştir. Tuz stresi uygulaması 4 gün sürdürülmüş ve bu süre içinde üçüncü ve dördüncü grupta bulunan bitkilerin yapraklarına bir defa daha bor püskürtmesi (tuz uygulamasının başlamasından iki gün sonra) yapılmıştır. İki gün sonra bitkilerin yapraklarında klorofil a floresansı tekniği ile fotosentetik aktivite ölçülmüş, bazı fizyolojik büyüme parametreleri belirlenmiş ve biyokimyasal analizlerde kullanılacak olan yaprak örnekleri analizlere kadar -20 ºC'de muhafaza edilmiştir. Şekil 2'de uygulama yapılmış iki farklı buğday genotipinin grupları görülmektedir.



Şekil 2. Uygulama yapılmış buğday genotiplerine ait bitkiler (A) Momtchil, (B) Pamukova97.

2.1. Fotosentetik Pigment Miktarının Belirlenmesi

Yapraklardan çıkarılan 0,5 cm çapındaki 3 adet disk tartıldıktan sonra, cam deney tüplerine alınarak üzerine 2 mL saf aseton ilave edilmiş ve bir hafta buzdolabında (4ºC) bekletilmiştir. Bu sürenin

sonunda elde edilen özüt 10.000 rpm' de 10 dakika santrifüj edilerek süpernatantların absorbans değerleri 661,1, 644,8 ve 470 nm' de spektrofotometrik (SHIMADZU, UV mini 1240 UV-VIS Spectrophotometer) olarak belirlenmiştir11 punto Times New Roman yazı tipi kullanılmalıdır. Başlıklar Times New Roman olmalıdır.

2.2. Klorofil a Floresansı Ölçümleri

Klorofil A parametreleri bitkilerin yapraklarında "bitki verimlilik analizatörü" (HandyPEA florometresi, Hansatech Instruments Ltd., Pentney, King' s Lynn, Norfolk, England) yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla ölçüm için kullanılacak yapraklar, yaprak klipsleri yardımıyla 45-60 dakika karanlık adaptasyonuna maruz bırakılmıştır. Daha sonra yaprak yüzeylerine 3,500 µmol m-2 s-1 şiddetinde ışık uygulanmış ve elde edilen parametrelerin değerlendirilmesi PeaPlus adlı programla uygulanan JIP testi ile yapılmıştır.

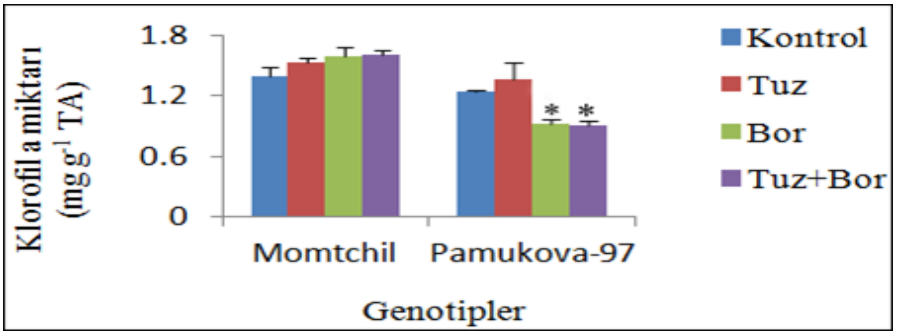
2.3. İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilerin aritmetik ortalama ve standart hataları hesaplanmış, daha sonra verilere SPSS 20.0 paket programı kullanılarak, istatistiksel varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Her bir bağımsız değişken için uygulamaların kontrole göre neden olduğu farkın önem kontrolü (LSD, least significant difference; AÖF, anlamlı önemli fark) % 5 düzeyinde hesaplanmıştır.

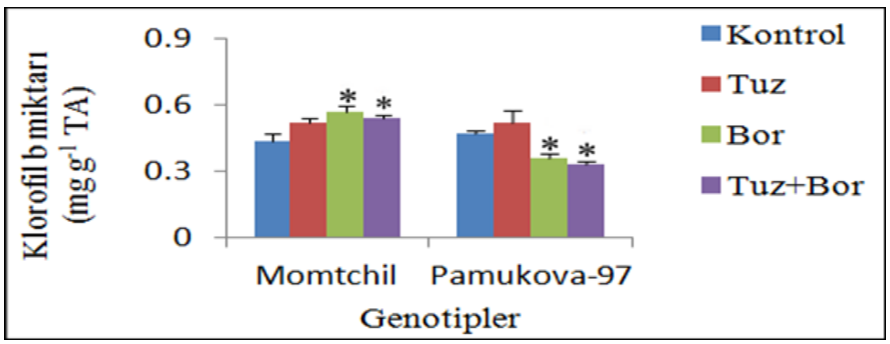
3. SONUÇLAR

3.1. Tuz, Bor ve Tuz+Bor Uygulamalarının Fotosentetik Pigment Miktarı Üzerine Etkisi

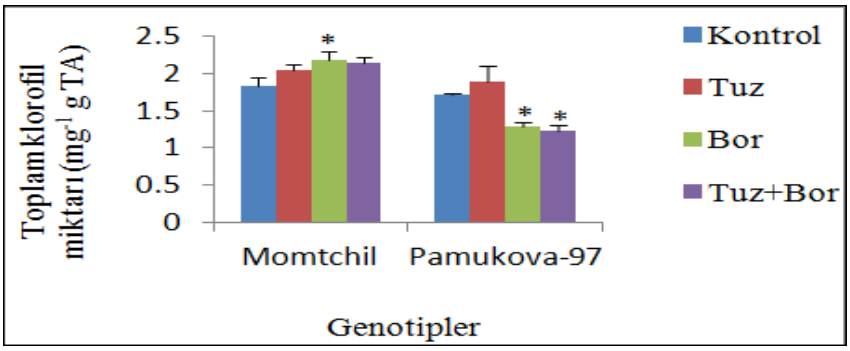
Tuz, bor ve tuz+bor uygulamaları Momtchil genotipinin yapraklarındaki klorofil a miktarını kontrole göre artırsa da bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05) (Şekil 3). Pamukova-97 genotipinde ise bor ve tuz+bor uygulamaları yapraklardaki klorofil a miktarını kontrole göre önemli derecede azaltmıştır (P<0,05). Uygulamaların iki buğday genotipinin yapraklarındaki klorofil b miktarı üzerine etkileri Şekil 4.' de verilmiştir. Momtchil genotipinde kontrol grubuna göre klorofil b miktarında bor ve tuz+bor uygulamalarının artışa neden olduğu tespit edilirken (P<0,05), Pamukova-97 genotipinde ise azalma gözlenmiştir (P<0,05).



Şekil 3. Tuz (150 mM NaCl), bor (30µM H_3BO_3) ve tuz+bor uygulamalarının iki buğday genotipinin yapraklarındaki klorofil a miktarı üzerine etkisi.



Şekil 4. Tuz (150 mM NaCl), bor (30µM H_3BO_3) ve tuz+bor uygulamalarının iki buğday genotipinin yapraklarındaki klorofil b miktarı üzerine etkisi.



Şekil 5. Tuz (150 mM NaCl), bor (30µM H_3BO_3) ve tuz+bor uygulamalarının iki buğday genotipinin yapraklarındaki toplam klorofil miktarı üzerine etkisi.

Momtchil genotipinde sadece bor uygulaması yapraklardaki toplam klorofil miktarını kontrole göre önemli derecede artırmış (P<0,05), Pamukova-97' de ise bor ve tuz+bor uygulamaları kontrole göre azaltmıştır (P<0,05) (Şekil 5.). Tuzluluğun fotosentetik aktiviteyi etkileme derecesi bitki türüne, genotipe, stresin şiddetine ve süresine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Genel olarak tuz uygulamalarından sonra yapraklardaki fotosentetik pigment miktarında azalma meydana gelmektedir [38]. Çalışmamızda Momtchil genotipinin yapraklarındaki klorofil a miktarının uygulamalar sonucunda kontrole göre artış gösterdiği ancak bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (P>0,05) (Şekil 3.). Aynı genotipte bor ve tuz+bor uygulamaları yapraklardaki klorofil b miktarını kontrole göre önemli derecede (P<0,05), tuz uygulamasına göre ise önemsiz derecede artırmıştır (P>0,05) (Şekil 4.). Buna göre Momtchil genotipinde hem bor hem de tuz+bor uygulamalarının yapraklardaki klorofil b sentezini artırdığı ve/veya parçalanma hızını azalttığı söylenebilir. Momtchil genotipinin yapraklarında klorofil b miktarında meydana gelen değişimler toplam klorofil miktarına da yansımıştır. Buna göre Momtchil'in yapraklarında toplam klorofil miktarında bor ve tuz+bor uygulamaları sonucunda gözlenen artışın temelde klorofil b miktarındaki artıştan kaynaklandığı söylenebilir (Şekil 5). Pamukova-97' de ise bor ve tuz+bor uygulamaları yapraklardaki klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarını hem kontrole hem de tuz uygulamasına göre önemli oranda azaltmıştır (P<0,05) (Şekil 3,4 ve 5). Bunun yanı sıra Pamukova-97 genotipinde bu fotosentetik pigmentlerin miktarında meydana gelen azalmaların, Momtchil genotipine göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu da belirlenmiştir (P<0,05). Bu sonuçlar Momtchil genotipindeki fotosentetik pigment metabolizmasının tuz, bor ve tuz+bor uygulamaları altında Pamukova-97 ile karşılaştırıldığında daha stabil bir işleyişe sahip olduğunu göstermektedir. Ancak yapılan bazı araştırmalar, strese maruz kalmış bazı bitkilerde gözlenen fotosentetik pigment kayıplarının hem geri dönüşümlü hem de bitkiyi koruyucu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bu tip bitkilerde pigment havuzunun boyutları azaltılarak, fotosistemlerin fotooksidatif zarara uğraması engellenmekte ve metabolik bir tolerans cevabı meydana getirilmektedir.

4.TARTIŞMA VE ÇIKARIM

Çalışmamızda tuz stresi altındaki Momtchil genotipinde yapraktan gerçekleştirilen bor uygulamasının klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil gibi fotosentetik pigment miktarını sadece tuz uygulaması ile karşılaştırıldığında artırdığı gözlenmiştir. Bu sonuç, yapraktan uygulanan borun yapraklardaki fotosentetik pigment metabolizmasını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Tuz stresi uygulanan Pamukova-97' de ise bor uygulaması yapraklardaki fotosentetik pigment miktarını azaltmıştır. Momtchil genotipinde, Pamukova-97 ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir fotosentetik aktivite belirlenmiştir. Buna göre özellikle Momtchil genotipindeki bor uygulamalarının tuzun yol açtığı metabolik olumsuzlukları bir dereceye kadar iyileştirdiği sonucuna ve Momtchil genotipinin mineral stresine karşı Pamukova-97 genotipine göre daha toleranslı bir tür olduğu sonucuna varılabilir. Momtchil genotipinin gelecekte değişecek iklim koşullarına karşı daha dayanıklı bir tür olarak tercih edilmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

Büyük, İ., Soydam-Aydın, S., Aras, S. (2012), Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69(2), 97-110.

Keren, R., Bingham, F.T., Boron in water, soil and plants, *Advance in Soil Science*, 1, 229, 1985.

Levitt, J. (1980), *Responses of Plants to Environmental Stresses, Water, Radiation, Salt and Other Stresses*, second edition vol. II, Academic Press, New York.

Maxwell, K., Johnson, G.N. (2000), Chlorophyll fluorescence – A practical guide, *Journal of Experimental Botany*, 51, 659-668.

Muhammed, S., Akbar, M., Neue, H.U., (1987), Effect on Na/Ca and Na/K Ratios in Saline Culture Solition on the Growth and Mineral Nutrition of Rice (*Oryza sativa*), *Plant and Soil*, 104, 57-62.

Munns, R. (2002), Comparative physiology of salt and water stress, *Plant Cell and Environment*, 25, 239–250.

Rhoades, D., Rich, P. J. (1988), Preliminary genetic studies of the phenotype of betaine deficiency in *Zea mays* L., *Plant Physiology*, 88, 102–108.

Shannon, M. C. (1998), *Adaptation of plants to salinity*, Advances in Agronomy, 60, 75–119.

Serengil, Y. (2019), İklim Değişikliği ve Karbon Yönetimi, AKAKDO Kapsamındaki karbon havuzlarının ölçülmesi ve raporlanması.

Taban, S., Erdal, İ., (1999), Bor uygulamasının buğday çeşitlerinde gelişme ve toprak üstü aksamda bor dağılımı üzerine etkisi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24 (2000) 255–262.

Tolunay, D., (2019), İklim Değişikliğinin Ekolojik Sistemlerdeki Yeri, İklimin Eğitimi.

Yusuf, M.A., Kumar, D., Rajwanshi, R., Strasser, R.J., Tsimilli Michael, M., Govindjee Sarin, N.B., (2010), Overexpression of tocopherol methyl transferase gene in transgenic Brassica juncea plants alleviates abiotic stress: physiological and chlorophyll fluorescence measurements, *Biochimica et Biophysica Acta*, 1797, 1428-1438.

Warrington, K., (1923), The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants, *Annals of Botany*, 37, 629-672.

ORMANLARDAKİ KARBON HAVUZLARI

Şansel Bildiren
Düzce Üniversitesi / Orman Fakültesi / Orman Mühendisliği
sansel86550@ogr.duzce.edu.tr

Prof. Dr. Doğanay Tolunay
İstanbul Üniversitesi / Orman Fakültesi / Orman Mühendisliği
dtolunay@istanbul.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Murat Sargıncı
Düzce Üniversitesi / Orman Fakültesi / Orman Mühendisliği
muratsarginci@duzce.edu.tr

Uğur Cantürk
Düzce Üniversitesi / Orman Fakültesi / Orman Mühendisliği
ugurcanturk55@gmail.com

Özet
Ormanlar, iklim değişikliğine neden olan sera gazı konsantrasyonlarının azaltılmasında önemli bir rol oynamakta ve bu nedenle küresel karbon döngüsünün ana bileşenleri olarak kabul edilmektedir. Ormanlar tarafından karbon öncelikli olarak fotosentez yapan ağaçlar ve diğer bitkiler tarafından tutulsa da bu karbon daha sonra orman ekosisteminin farklı bölümlerinde de depolanmaktadır. Karbon havuzu olarak adlandırılan bu bölümler bitkiler ya da biyokütle, toprak, ölü örtü ve ölü odun havuzlarıdır. Bu havuzlardan özellikle topraklar gerek ağaçlardan dökülen organik maddenin ayrışarak toprağa girmesi ya da toprak içindeki kılcal köklerin ayrışması ile oldukça önemlidir. Dünya genelinde bitki örtüsünde 500 milyar ton kadar karbon depolandığı tahmin edilirken topraklarda ise bu değer 2 trilyon tona çıkmaktadır. Orman toprakları tarım ve mera topraklarından daha fazla karbon depolamakta, ormanların tarım, mera ya da madencilik faaliyetleri ile zarar görmesi halinde topraklarda depolanan karbonun bir miktarı atmosfere verilmektedir. Ölü örtü ağaçlardan dökülen yaprak, meyve gibi organik maddelerden oluşmaktadır. Ölü odun ise çapları 1 ile 10 cm arasında değişen ince odunsu artık ve çapı 10 cm'den büyük olan kaba odunsu artık bölümlerinden oluşmaktadır. Ağaçlardan dökülen dallar ile gövdeler ölü odun havuzunu oluşturmaktadır. Her iki havuzda toprak ve biyokütle havuzları kadar olmasa da önemli miktarda karbon biriktirmektedirler. Orman ekosistemlerinde bu karbon havuzlarında biriken karbon miktarının arttırılması ormancılık uygulamaları ile mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle, toprak, ölü örtü, ölü odun, karbon havuzu.

CARBON POOLS IN FORESTS

Abstract
Forests play an important role in reducing greenhouse gas concentrations that cause climate change and are therefore considered as the main components of the global carbon cycle. Although carbon is retained by forests primarily by trees and other plants that perform photosynthesis, this carbon is then stored in different parts of the forest ecosystem. These so-called carbon pools are plants or biomass, soil, litter and dead wood pools. Soils from these pools are very important either with the decomposition of the organic matter poured from the trees into the soil or the decomposition of the capillary roots in the soil. While it is estimated that 500 billion tons of carbon is stored in the vegetation around the world, this value increases to 2 trillion tons in soils. Forest soils store more carbon than agriculture and pasture soils and if the forests are damaged by agriculture, pasture or mining activities, some amount of carbon stored in soils is given to atmosphere. Litter is made up of organic materials such as leaves, fruits, etc. which are poured from the trees. Dead wood is composed of thin woody residues with diameters between 1 and 10 cm and coarse woody residues larger than 10

cm in diameter. Branches and trunks of trees form the dead wood pool. In both pools they accumulate significant amounts of carbon, although not as much as soil and bi1.1.omass pools. Increasing the amount of carbon accumulated in these carbon pools in forest ecosystems is possible with forestry practices.

Keywords: Biomass, soil, litter, dead wood, carbon pool.

1. GİRİŞ

Güneşten yansıyan kısa dalga boylu ışınlar yeryüzü tarafından soğurulduktan sonra uzun dalga boylu ısı enerjisi olarak salınmaktadır. Atmosferde bulunan su buharı, metan, karbondioksit, azot oksit, kloroflorokarbonlar gibi sera gazları ise ısıyı hapsetme özelliğindedir ve uzun dalga boylu ısı enerjisini bünyelerinde tutarak atmosferin ısınmasını sağlar. Atmosferin bu gazlar tarafından ısınmasına ise sera etkisi denilmektedir. Sera gazları içinde insanlar tarafından atmosferdeki miktarı kontrol edilebilmesi en mümkün olan gaz karbondioksittir. Sanayi devriminden bu yana artan nüfus artışı, çeşitli antropojenik faaliyetler ve sanayileşme ile birlikte doğal kaynaklara olan ihtiyaçlar gün geçtikçe artmaya devam etmektedir. Doğal kaynaklara olan ihtiyacın karşılanması esnasında ormanların tahribi, iklimin değişmesi, çevre kirliliği ve biyolojik çeşitlilikte azalma gibi birçok olumsuz etki ile karşılaşılmaktadır. Ozon tabakasının incelmesi, tarımsal alanların yerleşim ve sanayi gibi amaçlar için kullanılması, orman arazilerinin azalması, motorlu taşıtların yarattığı kirlilik, sera gazı salınımları, hızlı nüfus artış gibi nedenler sonucunda küresel olarak dünyamız ısınmakta ve dünya iklimi daha sıcak, bazı bölgelerde daha kurak ve değişken olmaktadır. 1994 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) tarafından insan kaynaklı CO_2 emisyonlarının ve diğer sera gazı emisyonlarının günümüzdeki iklim sistemine "tehlikeli girişime" neden olacak kadar hızlı artmakta olduğu tespit edilmiştir. Bu kaygı, dünyanın 38 zengin ülkesinin her birine sera gazı emisyonlarının azaltılması için bir hedef sağlayan ve bunların atmosferden karaya aktarılması için yurtiçi ve yurtdışındaki ormanları kullanmalarını sağlayan azaltma hedeflerini karşılamaya yönelik bir katkı olarak 1997 Kyoto Protokolünde yer almaktadır. Sanayi devrimi başlamadan 280 ppm düzeyinde olan karbondioksit konsantrasyonu 2008'de 385 ppm'i görmüş, 2016 itibariyle de 400 ppm'yi aşmıştır.

Ormanlar, büyük bir karbon deposu olduğu ve büyüme hızlarının arttığı biliniyor olması nedeniyle, karbon yutağı olarak en muhtemel adaylardır. Bunun nedenleri olarak çeşitli hipotezler (Galloway ve ark., 1995; C.D. Keeling ve ark.,1996; Nagy ve ark., 2003; Nemani ve ark., 2003; Spiecker ve ark.,1996) önerilmiştir. Bunlardan birincisi; bir gübre görevi gören antropojenik kaynaklardan artan azot birikiminin, her yerde bitki bitki büyümesini uyarması, ikincisi sıcaklığın artışının ılıman ve kuzey bölgelerde yetişme mevsimi süresini arttırma olasılığı, üçüncüsü yüksek CO_2 konsantrasyonunun her yerde bir gübre olarak görev yapma olasılığı ve dördüncüsü sıcaklık, radyasyon ve yağışın birlikte değişmesinin sonucu olarak bitki gelişimi için genel koşulların iyileştirilmesi olasılığı idi. Durban deklerasyonundaki yeni ormancılık görüşüne göre ise: Ormanlar sadece ağaç toplulukları değil daha fazlasını içermektedir ve insanlar için gıda güvenliğinin/hayat kalitesinin ana etmenini meydana getirmektedir. İleriki yıllarda ormanlar toplumların direncini artırmak konusunda sayısız yarar sağlayacak, toprak, iklim ve su kaynakları arasındaki etkileşimi düzenleyerek sürdürülebilir tarıma ve birey yaşamına katkı sağlayacaktır. Arazi kullanımında tamamlayıcı yaklaşımlar ile ormansızlaşma ve arazi kullanmadan kaynaklanan olumsuzluklar düşürülebilir. Ormancılık ve tarımın etkileşimi ile ekonomik, sosyal ve çevresel alanlardaki yararları bir çok açıdan arttırılabilir. Ormanlar, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak ve adaptasyon konusunda faydalı yanıtlar sağlamaktadır. Sürdürülebilir şekilde idaresi sağlanan ormanlar karbon tutma dışında daha pek çok ekosistem hizmetini gerçekleştirerek toplumların ve ekosistemlerin dayanıklılığını güçlendirmektedir. Bu sayılan maddeler ile ekosistem hizmetleri yaklaşımı, sürdürülebilir yönetim ve ormanların diğer arazi kullanımları ile etkileşimli idaresi konularının önemi vurgulanmış, iklim değişikliği ile mücadelede ormanların önemi belirtilmiştir (Serengil, 2019).

1.1. Her yıl atmosferden ormanlar ve diğer biyomlar tarafından ne kadar karbon elde edilmektedir?

Bu soruyu yanıtlamak için, geleneksel ve yeni metodojileri kullanarak çeşitli mekânsal ölçeklerde tespit edilen verilerden yararlanılmaktadır.

1.2. Net Birincil Üretim

Dünyadaki biyomların net birincil üretim (NBÜ) tabloları birkaç on yıldır genellikle çelişkili sonuçlar vermektedir. Dünyanın NBÜ'sinin yakın zamanda yeniden değerlendirilmesi (Roy ve ark., 2001), karasal NBÜ'nin yılda 62.6 Pg (C) olabileceğini ve bunların yarısından fazlasının orman biyomlarına atfedilebileceğini ortaya koymaktadır (Tablo 1). Özellikle yeraltındaki NBÜ değerlendirilirken, NBÜ'yi ölçmedeki belirsizlikten dolayı bu veya başka herhangi bir rakam için gözlemsel kanıtın oldukça kırılgan olduğu anlaşılmalıdır. Büyüme artışlarını ve ölü örtü dökümünü ölçmeyi içeren klasik yöntemler yeterli olmamaktadır. Onlar kılcal köklerin ayrıştırılma süresi, sızıntı ve uçucu madde emisyonlarını önemsememişlerdir, ve bu da sonuçlarda kesinlikle yanlışlık olacabileceği ihtimalini doğurmaktadır. Nemani ve arkadaşları (2003) net birincil üretimin son 18 yılda, bitki gelişimi için daha uygun bir iklimin bir sonucu olarak her yıl 3,4 Pg (C) arttığına dikkat çekerken, biz şimdilik küresel net birincil üretimin yılda 63 Pg (C) olduğunu varsayacağız.

Yıllık net birincil üretimin 63 Pg (C)'si, fotosentezden elde edilen yaklaşık 123 Pg'den ve yeşil bitkilerin solunumundan kaybettikleri yaklaşık 60 Pg'den oluşur. İlk olarak Pasifik Okyanusunda Mauna Loa'da Charles Keeling tarafından tespit edilen Kuzey Yarımküre yaz mevsiminde atmosferden büyük miktarda CO_2 çekilmesi sonucu atmosferin CO_2 konsantrasyonunda iyi bilinen mevsimsel değişime neden olması şimdi dünyanın her yerinde gözlemlenmektedir. Fotosentez ve aerobik solunumda, bitkiler ile atmosfer arasında bir mol CO_2 değişimine, ters yönde bir mol O_2 değişimi eşlik etmektedir. Atmosferik CO_2 konsantrasyonu artıyor ve de oksijen konsantrasyonuna karşılık gelecek beklenen düşüş de tespit edilmiştir.

Tablo 1. Karbon, net birincil üretim olarak Dünya'nın bitki örtüsü ile sabitlenmiştir (Saugier ve ark., 2001), ve Taylor ve Lloyd (1992)'un metodu tarafından potansiyel kaynak gücüdür. Toplam karbon havuzu bitki örtüsü ve toprak organik maddesi içermektedir.

Biyom	NBÜ (Mg C ha^{-1} yıllık)	Alan (milyon km^2)	Toplam karbon havuzu (Pg C)	Toplam NBÜ (Pg C yıllık)	Tahmini yutak (Pg C yıllık)	Hektar başına ortalama yutak (Mg C ha^{-1})
Tropikal ormanlar	12.5	17.5	553	21.9	0.66	
Ilıman ormanlar	7.75	10.4	292	8.1	0.35	0.34
Kutupaltı ormanlar	1.9	13.7	395	2.6	0.47	0.34
Arktik tundra	0.9	5.6	117	0.5	0.14	0.02
Akdeniz çalıları	5	2.8	88	1.4	0.21	0.75
Tropikal savana ve otlaklar	3.05	13.5	15	4.1	0.20	0.15
Ilıman otlaklar	5.4	27.6	326	14.9	0.39	0.14
Çöller	3.75	15	182	5.6	0.21	0.14
Buzullar	1.25	15.3	169	3.5	0.20	0.07
Toplam		149.3		62.6	2.85	

Net birincil üretim, ölü bitki materyalinin toprağa organik madde olarak girme oranını temsil etmektedir. Bu organik maddenin daha sonra parçalanması mikrofauna, mantar ve bakteri de dahil olmak üzere sayısız toprak organizması tarafından sıcaklığa duyarlı tüketimi içeren biyolojik işlemlerden geçer. Materyal, kolayca parçalanabilen bazı bölüntüler içeren kimyasal olarak çeşitlidir. Örneğin şekerler saatler veya günler içinde bozulur, oysa odunsu malzeme çürümeye karşı oldukça dayanıklıdır ve bu nedenle uzun ömürlü karbon deposuna katkıda bulunur. Çoğu ekolojist tarafından küresel iklimin sabit olması halinde ayrışma oranının net birincil üretim ile eşleşeceği düşünülüyordu. Bu durumda, topraktaki karbon havuzu sabit olacak ve sisteme karbon akışları tam olarak hem heterotrofik hem de ototrofik solunumdan kaynaklanan ekosistemdeki toplam solunum akışlarıyla eşleşecektir. Bununla birlikte, küresel iklim değişse veya sabit kalsa bile, üretim ve ayrışmanın sıklıkla farklı oranlarda meydana geldiği düşünülebilir, böylece bir ekosistem net bir karbon kaynağı veya net bir karbon yutağı olabilir.

2. Karbon Havuzları

Atmosfer, biyosfer, hidrosfer, pedosfer ve litosferde karbonun transportu küresel karbon döngüsü olarak karşımıza çıkmaktadır. Atmosferden karbonu çekip bünyesinde barındıran sisteme ya da ortama "yutak" denilmektedir. Ekosistemlerde karbon havuzu biyokütle, ölü organik madde ve topraktan oluşmaktadır. Biyokütle kendi arasında toprak üstü biyokütle ve toprak altı biyokütle olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Toprak üstü biyokütleyi oluşturan elemanlar gövde, dal, kabuk, tohum,yapraktan oluşan odunsu ya da otsu canlı biyokütledir. Toprak altı biyokütlesi ise canlı kök biyokütlesini kapsamaktadır. Ayırt etmeyi güçleştirebileceği için 2mm çapından küçük kökler önemsenmemektedir. Ölü organik madde ise ölü odun ve ölü örtüden oluşmaktadır.

Karbon Havuzu		Açıklama
Biyokütle	Toprak üstü biyokütle	Gövde, dal, kabuk, tohum ve yapraktan oluşan odunsu veya otsu tüm canlı biyokütle
	Toprak altı biyokütle	Tüm canlı kök biyokütlesi. Toprak organik maddesi ve ölü örtüden ayırt edilmesi güç olduğundan genellikle **2 mm çapından küçük kökler göz ardı edilmektedir.**
Ölü organik madde	Ölü odun	Ölü örtüden ayrılabilen dikili, yatay konumda veya toprak içindeki cansız tüm biyokütle. **Genellikle 10 cm çaptan daha kalın toprak üzerinde yer alan ölü dal, gövde ve kökler bu kapsamdadır.**
	Ölü örtü	**Toprak organik maddesinden daha büyük çaptaki (genellikle 2 mm) ve ölü odun için belirlenen minimum çaptan (genellikle 10 cm) küçük cansız biyokütle**. Farklı ayrışma safhasında ve toprak tipi üzerinde olabilir. Belirlenen minimum toprak altı biyokütle değerinden (genellikle 2 mm) daha küçük boyutta ve toprak üzerinde yer alan canlı kökler de bu havuza dahil edilebilir.
Toprak	Toprak organik maddesi	Ülke bazında belirlenen bir derinliğe kadar mineral topraklarda bulunan organik karbondur. Belli boyuttan (genellikle 2 mm) küçük canlı/cansız kökler ve ölü organik madde eğer toprak organik maddesinden ayırtedilemiyorsa bu havuzda yer alabilir. **Toprak organik maddesi için belirlenen genel değer 30 cm dir.**

Şekil 1. Ekosistemlerde Karbon Havuzları (IPCC, 2006).

Zamandaki değişime göre ekosistemler net karbonu bünyesinde barındırır ya da net karbon salıcı olabilirler. Bu değişim oldukça kısa zamanda meydana gelebilir. Bir orman ekosistemi açık bir günde net karbon tutumu yapan, kapalı bir günde ise net karbon salan kaynak görevi görebilir. Büyümenin hızlı gerçekleştiği dönemlerde yutak görevi gören ekosistem, ayrışma zamanında karbon salımı görevi de görebilir.

3. SONUÇ

Ormanların ve etkinliklerinin yalnızca salt haliyle muhafazası ve çoğaltılması yeterli olamamaktadır. Günümüzde yenilenen ormanlar ortalama 100-150 yıl içinde sonraki nesile kalacağından talep ve ihtiyaçlar yelpazesi zamana bağlı olarak değişecektir. Dolayısıyla iklim değişikliğiyle mücadelede bu anlamda dikkat etmemiz gereken en önemli şey yutak alanlarını genişletebilmemizdir. Bunun için gelecekte beklenen olumsuz iklim senaryolarını azaltıcı yönde ve azalan kaynaklara bağlı olarak yeni talepleri de karşılayabilecek doğrultuda şimdiden öngörülerde bulunabilmek ve tedbir almak gerekir.

KAYNAKLAR

Asan, Ü., Destan, S., Özkan, U.Y. (2002), *İstanbul korularının karbon depolama, oksijen üretimi ve toz tutma kapasitesinin kestirilmesi*, Orman Amenajamanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, İstanbul,194–202

Backéus, S., Wikström, P., Lämås, T. (2005) A model for regional analysis of carbon sequestration and timber production. *Forest Ecology and Management*, 216, 28–40

Birdsey, R.A. (1992), *Carbon storage and accumulation in United States forest ecosystems*. United States Department of Agriculture Forest Service GTR WO-59

Brown, S., Sathaye, J., Cannell, M., Kauppi, P.E. (1996), Management of forests for mitigation of greenhouse gas emissions. In R. T. Watson M C, Zinyowera R H Moss (Eds.), Climate change 1995: Impacts, adaptations and mitigation of climate change: Scientific analyses. Contribution of working group II to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change (pp. 773–798). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Brown, S., Schroeder, P., Kern, J. (1999), Spatial distribution of biomass in forests of the eastern USA. *Forest Ecology and Management*, 123, 81–90.

Brown, S. (2002), Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution*, 116, 363-372

Brown, S. (1997), Estimating biomass and biomass change in tropical forests: A primer. FAO Forestry Paper 134. Rome, *Italy: Food and Agriculture Organization.*

Galloway, J.N., Schlesinger, W.H., Levy-II, H., Michaels, A. and Schnoor, L.J. (1995), Nitrogen fixation: anthropogenic enhancement and environmental response. *Global Biogeochemical Cycles*, 9:235–252.

Haripriya, G.S. (2002), *Biomass carbon of truncated diameter classes in Indian forests.* For Ecol Manage, 168: 1– 13.

Hashimotio, T., Kojima, K., Tange, T., Sasaki, S. (2000), Changes in carbon storage in fallow forests in the tropical lowlands of Borneo. *For Ecol Manage*, 126: 331–337.

Liu, J., Liu, S., Loveland, T.R. (2006), Temporal evolution of carbon budgets of the Appalachian forests in the U.S. from 1972 to 2000. *Forest Ecology and Management*, 222, 191 –201.

Keeling, R.F., Piper, S.C. and Heimann, M. (1996), Global and hemispheric CO_2 sinks deduced from changes in atmospheric O_2 concentration. *Nature*, 381: 218–221.

Keleş, S., Başkent, E.Z. (2006), Orman Ekosistemlerindeki Karbon Değişiminin Orman Amenajman Planlarına Yansıtılması: Kavramsal Çerçeve ve Bir Örnek Uygulama (1. Bölüm), *Orman ve Av Dergisi*, 83, 2, 36-41.

Krankina, O.N., Harmon, M.E., Winjum, J.K. (1996), *Carbon storage and sequestration in the Russian forest sector.* Ambio, 25, 284–288.

Kurz, W.A., Beukema, S.J., Apps, M.J. (1996), *Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the Canadian forest sector.* Can. J. Forest Res. 26, 1973–1979.

Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H., Baumgardner, G.A. (1997), Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111, 1–11.

Kurz, W.A., Apps, M.J. (1993), Contribution of northern forests to the global carbon cycle: Canada as a case study. Water, *Air and Soil Pollution*, 70, 163–176.

Nagy, L., Grabherr, G., Körner, Ch. and Thompson, D.B.A. (2003), *Alpine biodiversity in Europe*. Ecological Studies 167. Springer, Berlin.

Nemani, R.R., Keeling, C.D., Hashimoto, H., Jolly, W.M., Piper, S.C., Tucker, C.J., Myneni, R.B. and Running, S.W. (2003), Climate-driven increases in global net primary productivity from 1982 to 1999. *Science* 300:1560–1563.

Roy, J., Saugier, B. and Mooney, H.A. (2001), *Terrestrial Global Productivity*. Academic Press, San Diego.

Saugier, B., Roy, J. and Mooney, H.A. (2001) Estimations of global terrestrial productivity: converging toward a single number? pp. 543–557. In: Roy J., Saugier B. and Mooney, H.A. Terrestrial global productivity. *Academic Press,* San Diego.

Sivrikaya, F., Keleş, S., Çakır, G. (2007), *Spatial distribution and temporal change of carbon storage in timber biomass of two different forest management units*. Environmental Monitoring and Assessment, 132:429-438

Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M. and Skovsgaard, J.P. (1996), *Growth Trends in European Forests*. EFI Report, Springer, Berlin.

Taylor, J.A. and Lloyd, J. (1992), Sources and sinks of atmospheric CO_2. *Australian Journal of Botany* 40:407–418.

Woodwell, G.M., Whittaker, R.H., Reiners, W.A., Likens, G.E., Delwiche, C.C., Botkin, D.B. (1978), The biota and the world carbon budge. *Science,* 199: 141–146.

Yolasığmaz, H.A. (2004), *Orman Ekosistem Amenajmanı Kavramı ve Türkiye'de Uygulaması*, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

STENTLER, ÖZELİKLERİ VE MEKANİK TESTLERİ

Şeyma SOYKAN
Yeditepe Üniversite / Mühendislik Fakültesi / Biyomedikal Mühendiliği Bölümü
seyma.soykan@std.yeditepe.edu.tr

Doç.Dr.Bülent AYDEMİR
TÜBİTAK UME / Kuvvet Laboratuvarı
bulent.aydemir@tubitak.gov.tr

Özet
Stentler, günümüzde başlıca vasküler stenoz (damar tıkanıklığı) durumunda ve diğer vücut lümenlerinde olması gereken açıklığın azalması halinde, bölgeyi genişletmek amacıyla kullanılan ve ülkemizde de sıkça tercih edilen bir tedavi yöntemidir. Farklı amaçlar için tasarlanmış büyük ve küçük birçok stentler mevcuttur. Ancak halen geliştirilmeye devam etmektedir. Gelişen ürünler için test yöntemleri performanslarının belirlenmesi için önemlidir. Bu çalışmada, bir kardiyak implant çeşidi olan stentlerin; tanımı, türleri, üretimleri, kullanılan malzemeleri ve başlıca kullanım alanları hakkında genel bir bilgilendirmeyle başlamaktadır. stentler ve tipleri hakkında genel bilgiler verilmiştir. Ayrıca stentlerin özelliklerini belirlenmesinde kullanılan mekanik testlerin neler olduğu ve testler ile ilgili standartlar hakkında bilgiler özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: stent, mekanik test, çekme testi, basma testi

STENTS, ITS PROPERTIES AND ITS MECHANICAL TESTS

Abstract
Nowadays, stents are the most preferred treatment method in our country and are used in order to enlarge the region, especially in case of vascular stenosis (vascular occlusion) and decrease in the clearance in other body lumens. There are many large and small stents designed for different purposes. However, it is still under development. Test methods for developing products are important for determining their performance. In this study, stents, a type of cardiac implant; definition, types, productions, materials used and the main areas of use. general information about stents and their types are given. In addition, information about the mechanical tests used to determine the properties of stents and the standards related to the tests are summarized.

Keywords: stent, mechanical test, tensile test, compression test.

1. GİRİŞ

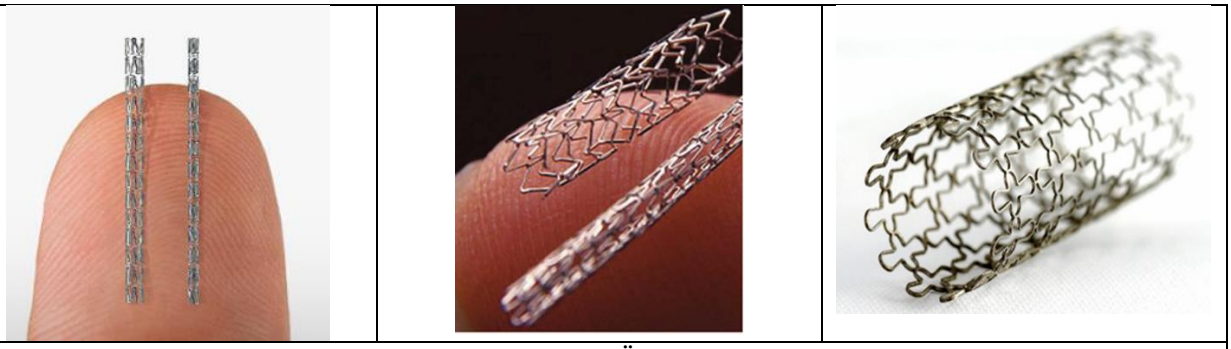
Stent, tedavi amacıyla kullanılan bir implant yani vücut içerisine ve canlı dokulara yerleştirilen cansız madde olarak ifade eder. Stent, tıpta bir hastalığa bağlı lokalize akış daralmasını önlemek veya vücutta oluşan tıkanıklıkları açmak ya da cerrahi operasyonlara yardımcı olmak için takılan yapay tüp olarak bilinir. (Şekil 1) Stentleme ise stentin yerleştirilme işlemini ifade eder. Farklı amaçlara hitap eden çok çeşitli stentler bulunmaktadır.

Stentler kullanılacakları amaca, konumlanacakları yere ve yapıldıkları malzemelere göre çok çeşitli türlere ayrılabilirler. Konumlarına göre stentler 6 gruptur:

- Koroner Stentler
- Vasküler Stentler
- Üreteral Stentler
- Prostatik Stentler
- Özofajal (Yemek borusuyla ilgili) Stentler
- Diğer

İşlevlerine göre stentler ise şu şekilde gruplanır:

- Balonla Genişleyen Stentler
- Kendi Genişleyen Stentler



Şekil.1 Stent Örnekleri

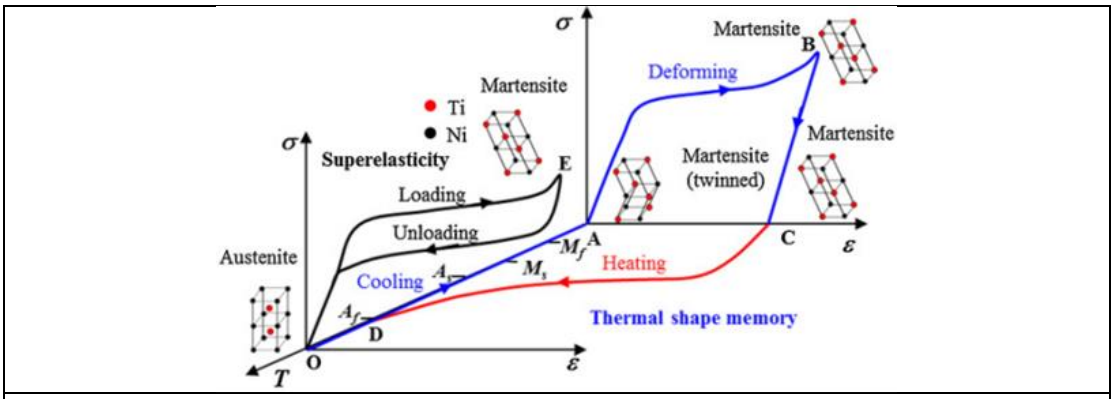
Genel olarak, stentlerde bulunması gereken genel özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Yüksek Genişleme Oranı: Bu özellik sayesinde genişleyerek büyük çaplara ulaşsalar bile girişleri için küçük bir açıklık yeterli olur.
- Görünebilirlik: Uygulama sırasında görünebilir olmaları gereklidir. Bu ise stentin içerdiği maddelerin ışınım geçirmeme özelliği ve ek olarak kullanılan işaretleyicinin baskınlığına bağlıdır.
- Radyal Mukavement: Stent genişlediğinde, üstüne etkiyen basma kuvvetine uygun bir açıyla direnebilmelidir.
- Esneklik: Stent, bulunduğu damarın herhangi bir eğriliğine uyum sağlayabilmelidir.
- Yerleştirme Kolaylığı: İstenilen yere rahatça yerleştirilebilmelidir.
- Uzun süre açık kalabilme

Stentler çok farklı malzemelerde üretilebilmektedir. Yaygın olarak kullanılan stentlerin imal edildikleri malzemeler şu şekilde sayılabilir;

1) Nitinol (Nikel-Titanyum Alaşımı)
2) Paslanmaz Çelik
3) Diğer metal alaşımları
4) Biyo-çözünen polimerler
5) Diğer malzmeler

Bu malzemeler arasında en çok tercih edilen nitinoldür. Nitinolün kendine özgü gösterdiği 2 karakteristik özelliği ön plana çıkar. Bunlar şekil hafızası ve süper esneklik özelliğidir. Şekil hafızası özelliği ile ilgili olarak, nitinol, yaklaşık 500°C de ısıtılarak istenilen belirli bir şekil verilebilir. Bu, metalin kristal matrisinde düzenli bir atomik yapı olan ostenit, oluşturur. Soğuyunca ise şekli kolayca değişebilir ki bu da atomik yapıyı daha karmaşık olan martensite dönüştürür. Tekrar ısıtılmayla atomlar ostenit yapısına geri dönerler ve ilk verilmiş şekli tekrar kazanırlar. Bu ısıl döngü şekil 2 de verilmiştir. Anlık ostenit dönüşümüne neden olabilecek sıcaklık aralığı, alaşımdaki nikel-titanyum oranına bağlıdır ve bu sıcaklık medikal cihazlarda vücut sıcaklığına yakın olarak ayarlanır.



Şekil 2. Termal Şekil Hafızası ısıl döngüsü

Nitinolün, süper esneklik özelliği ile ilgili olarak da plastik deformasyona uğramadan diğer metallerden 20-30 kat daha fazla şekil değişikliği yapabilir. Uygulanan mekanik kuvvet sonucunda latis yapısındaki atomları birbirlerine karşı yer değiştirerek tersinir bir martensit dönüşümü yapabilir. Bu dönüşüm malzemeye ek esneklik sağlar. Çünkü normal koşullarda geleneksel alaşımlar esnekliğini stent iskeletinden elde ederler.

Metalden farklı olarak stentlerde kullanılan diğer malzemeler ise plastik (ör. polyester) ve biyolojik olarak parçalanan polimerlerdir (ör. polidioksanon). Monofilament olarak kullanılırlar ve nitinolünki gibi dokuma bir yapıya sahiptirler. Plastik stentler diğerlerine nazaran daha ucuzdur. Biyolojik olarak parçalanan stentler ise geçici stent uygulamalarında tercih edilirler. Her ikisi de metal tasarımların esnekliğinden (elastiklik) yoksun oldukları için damar açma özelliklerini kaybederler ve bu durumda tekrar stent uygulaması gerekebilir.Üretim şekilleri ve tasarımları birbirinden farklı birçok stent bulunmaktadır. Bunlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir;

- Parçalı Stent
- Lazer-Kesim Stent
- Örgü ve Dokuma Stent
- Biyo-Çözünen Stentler
- Kendi Genişleyen Plastik Stentler

Stent hakkında verilen genel bilgiler sonrasında, bu çalışmada stentlerin özelliklerini belirlenmesinde kullanılan mekanik testlerin neler olduğu ve testler ile ilgili standartlar hakkında bilgiler özetlenecektir.

2. MEKANİK TESTLER

Dış kuvvetlerin etkisi altında malzeme de oluşan şekil değişiklikleri ve malzemenin gösterdiği davranışlar malzemenin mekanik özellikleri olarak isimlendirilir. Mekanik özelliklerin esas olarak atomlar arası bağ kuvvetlerinden kaynaklandığı bilinmektedir. Malzemenin mekanik özelliklerinden bazıları olarak aşağıdakiler sıralanabilir;

- Çekme Mukavementi,
- Basma Mukavementi,
- Kopma Mukavementi,
- Eğme Mukavementi,
- Yorulma Mukavementi,
- Elastiklik modülü,
- Darbe Mukavementi,
- Aşınma Dayanımı,
- Tokluk,
- Sertlik,
- Diğerleri.

Malzemelerin mekanik özeliklerini belirleyebilmek için statik veya dinamik yükler altında farklı testler uygulanabilir. Mekanik testler olarak, statik kuvvet uygulanan testler olarak;

- Çekme Testi / Deneyi
- Basma Testi
- Eğme Testi
- Sürünme testi
- Burulma Testi
- Sertlik Testi sayılabilir.

Dinamik kuvvet uygulanan testler olarak ise;

- Yorulma Testi,
- Çentik Darbe Testi verilebilir.

Tüm bu mekanik testlerin genel amaçları ise kısaca şu şekilde özetlenebilir;

- Bir malzemenin statik kuvvetlere dayanma kapasitesi çekme ve basma testleri ile belirlenir.
- Kalıcı şekil değiştirmelere karşı direnç hakkında bilgi statik testler ile sağlanabilir.
- Bir malzemenin çizilmeye ve aşınmaya karşı direnci ise sertlik ve aşınma testi ile belirlenebilir.
- Darbe testi malzemenin ani şekilde oluşan ve darbe şeklindeki zorlanmalara karşı dayanımını belirlemek için kullanılır.
- Bu deneyler değişik sıcaklıklarda yapılarak bir malzemenin farklı sıcaklıklardaki davranışları (ör. sünek-gevrek geçiş sıcaklıkları) belirlenebilir.
- Yorulma testi ile bir malzemenin değişken ve tekrarlı zorlanmalar altındaki davranışları ve bu etkiler altındaki dayanım (yorulma) ömrü belirlenebilir.
- Sürünme testleri, malzemenin yüksek sıcaklıkta uzun süreli yüklemeler altındaki davranışlarının belirlenmesi amacıyla uygulanır.

3. STENTLERE UYGULANAN MEKANİK TESTLER VE STANDARTLARI

Genel olarak, stentlere uygulanan testler, uluslararası alanda kabul göre ISO ve ASTM gibi kurumların ortaya koyduğu ve düzenli olarak güncellenen standartlara uygun olarak yapılır. Stentlere uygulanan mekanik testler ISO 25539 - 1, 2, 3 ve ASTM F2942, ASTM F2743, ASTM F2606, ASTM F2516, ASTM F2477, ASTM F2394 ve ASTM F2081 standartlarında mevcuttur. İlgili ISO standartlarının kapsamları aşağıda özet olarak verilmiştir. Dikkat edilmesi gereken bir husus, standartlar stentler vücuda takılan bir protez olarak adlandırılmış bu sebepten standartlarda isimleri protez olarak ifade edilmiştir.

ISO 25539-1 standardı endovasküler protezleri, gerekli özelliklerini ve ayrıca testlerini ele alır. Endovasküler protezler, intrakranyal anevrizma yırtılması, stenozların, diğer vasküler anormalliklerin ve patolojilerin tedavisinde ve damarlar arası yol oluşturulmasında kullanılır. Bu teknoloji diğer yöntemlere nazaran daha az invaziftir. Stent yerleştirmelerinde kateter kullanıldığından ya açık ameliyat gerektirmez ya da küçük kesiklerle işlem yapılabilir. En yaygın giriş bölgesi şah damarıdır. Bu yöntem sayesinde taburcu olma süresi de azaldığı standartta belirtilmiştir. Ayrıca aşağıda verilmiş olan birçok test ilgili stent tipi için standardın içinde detaylandırılmıştır.

ISO 25539-2 standardı ise vaskülar stentleri, gerekli özelliklerini ve ayrıca testlerini ele almaktadır. Vasküler Stentler, vasküler anormalliklerin, lezyonların ya da stenozların tedavisinde kullanılır. Bu aletler ilaç taşıma ya da kaplama gibi yüzey modifikasyonlarını içerebilirler. Kalpte değiştirilen kapacıklar, üreterler ve diğer tüp yapılı organlar için katı bir destek oluştururlar. En büyük dezavantajları ise bir dikiş ya da yapışkan yardımıyla çevre doku iyileşinceye kadar konuldukları yerde sabit tutulmaları olarak belirtilmiştir. Ayrıca aşağıda verilmiş olan birçok test ilgili stent tipi için standardın içinde detaylandırılmıştır.

ISO 25539-3 standardı ise Vena Cava Filtreleri, gerekli özelliklerini ve ayrıca testlerini ele almaktadır. Vena Cava olarak isimlendirilen damarlar, vücudun ana toplardamarlarıdır. Bu filtreler ana-alt

(inferior) akciğer toplardamarında mekanik filtreleme yaparak, damar tıkanıklığını engellerler. Standart içerisinde filtrelerin özellikleri ve prosedürleri, taşıma sistemi, endovasküler sistemlerle ilişkilendirilebilen kalıcı filtreler, kaplamaları vb. konulara yer verilmiştir. Ayrıca aşağıda verilmiş olan birçok test ilgili stent tipi için standardın içinde detaylandırılmıştır.

Stentler uygulanan mekanik testler olarak, yukarıda verilen ilgili standartlardan çıkarılan başlıca testler aşağıda listelenmiştir:

- Boyuna Çekme Mukavemeti (ISO 25539-1,-2)
- Radyal Kuvvet Testi (ISO 25539-1,-2)
- Bölgesel Basma Testi (ISO 25539-2)
- Ezilme Direnci Testi (ISO 25539-1, 2)
- Delinme Testi (ISO 25539-1,-2)
- Yerinden Çıkarma Kuvveti Testi (ISO 25539-1,-2)
- Burma Mukavemet Testi (ISO 25539-1,-2)
- 3 Nokta Eğme Testi (ISO 25539-1,-2)
- Stent Güvenilirlik Testi (ISO 25539-1,-2)
- Radyal Sertlik/Mukavemet Testi (ISO 25539-1,-2)
- İvmeli Dayanıklılık Testi (ISO 25539-1,-2)
- Bağ Mukavemet Testi (ISO 25539-1,-2)
- Çekmede Bağlanma Mukavemeti (ISO 25539-1,-2)
- Stent Yorulma Testi (ISO 25539-1,-2)

Bu çalışmada yukarıda verildiği şekilde mekanik testler ilgili standartlara uygun olarak belirlenmiş ve sıralanmıştır. Daha sonra yapılacak çalışma bu testlerin detaylı olarak incelenmesidir. Bu diğer bir makale çalışmasında ele alınacaktır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Stentler, ülkemizde yaygın olarak kullanılan insan vücudunda oluşan tıkanıklıkları açmakta bir tedavi yöntemidir. Farklı amaçlar için kullanılan, tasarlanan ve halen geliştirilmekte olan bir tedavi aracıdır. Sürekli gelişen malzeme teknolojisi ve yeni test yöntemlerinin sunumu, bu cihazların gelişimi ve başarısı için önemli olacaktır. Bu ürünler olgunlaştıkça üreticilerin yeni gereksinimlerine göre talepleri de değişmeye devam edecektir. Gelişen ürünler için test yöntemleri performanslarının belirlenmesi de önemli olacaktır. Doğru ve istenen özelliklere sahip ürünü belirlemesi doğru ve güvenirlik bir test ile sağlanabilir. Bu çalışmada, stentler ve tipleri hakkında genel bilgiler ve mekanik testleri konusunda ilgili standartlar hakkında bilgiler verilmiştir. Bu çalışma ile stentlerin mekanik testleri konusunda araştırma yapanlara rehber bir doküman hazırlanması hedeflenmiştir. Bu konuda yapılacak ikinci bir makale ile mekanik testler daha detaylı olarak incelenecektir.

KAYNAKLAR

Heuser, R. R., Biamino, G., 2005, Peripheral Vascular Stenting, 2nd Edition, taylor &francis

Watkinson, L., 2010, Handbook of Angioplasty and Stenting Procedures, springer

Kozarek, R., 2013, Self-Expandable Stents in the Gastrointestinal Tract, springer

Soykan, Ş., Aydemir, B.,2019, Stentler ve stentlere uygulanan mekanik testler, Tübitak UME

http://www.freepatentsonline.com (07.08.2019)

en.wikipedia.org/wiki/Stent (07.08.2019)

www.malzemebilimi.net (09.08.2019)

ISO 25539-1, 2017, Cardiovascular implants — Endovascular devices — Part 1: Endovascular prostheses

ISO 25539-2:2012, Cardiovascular implants — Endovascular devices — Part 2: Vascular stents

ISO 25539-3 2011, Cardiovascular implants — Endovascular devices — Part 3: Vena cava filters

ASTM F2942- 19, Standard Guide for in vitro Axial, Bending, and Torsional Durability Testing of Vascular Stents

ASTM F2743-11(2018) Standard Guide for Coating Inspection and Acute Particulate Characterization of Coated Drug-Eluting Vascular Stent Systems

ASTM F2606-08(2014) Standard Guide for Three-Point Bending of Balloon Expandable Vascular Stents and Stent Systems

ASTM F2516-18 Standard Test Method for Tension Testing of Nickel-Titanium Superelastic Materials

ASTM F2477-19 Standard Test Methods for in vitro Pulsatile Durability Testing of Vascular Stents

ASTM F2394-07(2017) Standard Guide for Measuring Securement of Balloon Expandable Vascular Stent Mounted on Delivery System

ASTM F2081-06(2017) Standard Guide for Characterization and Presentation of the Dimensional Attributes of Vascular Stents

ELEKTROANSEFALOGRAFİ SİNYALLERİ İLE FARKLI SENARYOLARDA EPİLEPSİ NÖBET TESPİTİ

Hamza KEÇELİ
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
kecelihamza52@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Orhan AKBULUT
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
orhan.akbulut@kocaeli.edu.tr

Arş.Gör.Dr. Muhammed Kürşad UÇAR
Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
mucar@sakarya.edu.tr

Özet
Beyinde görülen epilepsi, anormal davranışlara neden olan bir tür nörolojik hastalıktır. Günümüzde elektroansefalografi (EEG) sinyalleri sayesinde, epilepsi nöbetini tespit etmek mümkündür. Bu çalışmada, farklı senaryolar altında EEG sinyalleri ile epileptik nöbet tespiti gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, beynin tümörlü ve sağlıklı alanlarına ait EEG sinyalleri, gözün açık ve kapalı durumları için ayrı ayrı dikkate alınmıştır. Verileri sınıflandırmak için karar ağaçları ve destek vektör makine algoritmaları kullanılmıştır. Özellik çıkarma aşamasında, EEG sinyallerinin alındığı UCI veri tabanının öznitelikleri kullanılmıştır. Özellik seçme aşamasında Fisher özellik seçme algoritmasından faydalanılmıştır. Deneysel sonuçlar, makine öğrenmesi temelli epileptik nöbet tespitinin tüm olası senaryolarda kayda değer sonuçlar elde edilebileceğini açık bir şekilde göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Epilepsi tespiti, Elektroansefalografi (EEG), Makine Öğrenmesi, Karar Ağaçları, Destek Vektör Makineleri.

EPILEPSY SEIZURE DETECTION IN DIFFERENT SCENARIOS USING ELECTROENCEPHALOGRAPHY SIGNALS

Abstract
Epilepsy seen in the brain is a kind of neurological disorder which causes abnormal behaviors. Nowadays, thanks to the electroencephalography (EEG) signals, it is possible to detect epilepsy seizure. In this study, epileptic seizure detection is carried out by EEG signals in different scenarios. In this context, EEG signals belonging to tumorous and healthy areas of the brain have been taken into account separately for the open and closed states of the eye. In order to classify EEG signals, decision tree and support vector machine algorithms are used. In the feature extraction stage, the features of UCI database, which serves EEG signals, are used. Fischer-score feature selection algorithm is used in the feature selection stage. Experimental results clearly demonstrate that machine learning-based epileptic seizure detection can yield remarkable results in all possible scenarios.

Keywords: Epilepsy detection, Electroencephalography (EEG), Machine Learning, Decision Trees, Support Vector Machines.

1. GİRİŞ
Epilepsi dünya nüfusunun yaklaşık %1'inde etkin olan beyin sinir hücrelerinde meydana gelen işlev bozukluğudur (Hojjat, 2003). Halk arasında "Sara Hastalığı" olarak da bilinmektedir. Epilepsi hastalığına sahip olanların %30'undan fazlasında nöbetlerinin kontrol edilmesinde ilaç tedavisi yetersiz kalmıştır (Pattrick ve Martin , 2000). Bu yüzden epilepsi hastalığının erken tespit edilmesi oldukça önem arz etmektedir. Elektroensefalografi (EEG), beyindeki sinirsel aktivitelerin izlenmesine olanak sağlayan yöntemlerden biridir (Hojjact ve ark., 2007). Epilepsi hastalığı sinir hücrelerinin anormal kesikli iletim desenleriyle düzenlenebilmekte ve EEG sinyallerindeki ani değişimler hastalığı

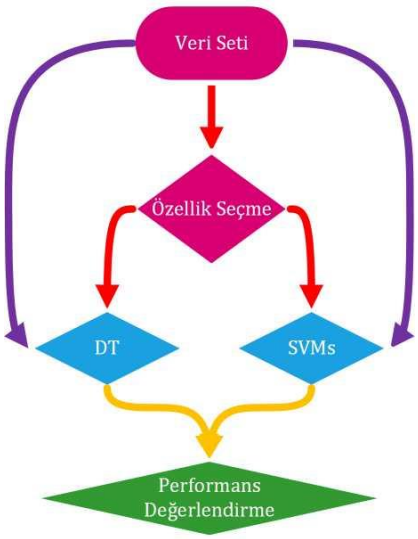
tespit etmede önemli bir kıstas olmaktadır (Abdülhamit, 2007). Bu yüzden epilepsi nöbeti tespitinde literatürde EEG sinyalleri sıklıkla kullanılır.

EEG verilerinin sınıflandırılmasında farklı yöntemler kullanılmıştır. Uyarlamalı nöro-bulanık çıkarım tabanlı ağlar (İnan ve Elif, 2005), konvolüsyonel sinir ağ (Rajendra ve ark., 2018), yapay sinir ağları [8], destek vektör makineleri (Ercan ve Mustafa, 2009), k-ortalama kümeleme (Umut ve ark., 2011) yöntemleri kullanılmıştır. EEG ile epilepsi nöbet tespitinde yapılan bir çalışmada tek sınıf destek vektör makineleri kullanılmış, öznitelik sayısını azaltmak için temel bileşenler analizi ve mRMR yöntemleri kullanılmıştır. Epilepsi tespiti için EEG işaretlerinin sınıflandırılmasında başka bir çalışmada aşırı öğrenme makinesi yöntemi kullanılmıştır (Yılmaz ve Ramazan, 2012).

Bu çalışmada epilepsi nöbeti tespiti için toplam 11500 EGG verisi kullanılmıştır. Bu veriler hastanın epilepsi anında farklı bölgelerinden (tümörlü ve sağlıklı), farklı zamanlarda (gözü açık, kapalı) alınan EGG verilerinden oluşur. Bu verilerin yarısı hastanın epilepsi nöbeti sırasında, diğer yarısı nöbet olmayan bir anda alınmıştır. Bu çalışmada verileri sınıflandırmak için destek vektör makineleri ve karar ağaçları algoritmaları kullanılmıştır. Makine öğrenmesinde özellik seçme algoritmaları sistemin performansını artırmak için oldukça fazla kullanılmaktadır (Donghai ve ark., 2014). Verilerin epilepsi ile ilgili özelliklerini seçebilmek için fisher özellik seçme algoritması kullanılmıştır. Çalışmada, hastanın EEG verileri üzerinden epilepsi nöbeti geçirip geçirmediği tespit edilmeye çalışılmıştır. Kullanılan her veri grubu için yüksek oranda doğruluk oranına ulaşılmıştır. Fisher özellik seçme algoritmasıyla farklı oranlarda seçilen verilerin doğruluk oranları karşılaştırılmıştır ve hangisinin en uygun oran olduğu görülmüştür.

2. MATERYAL VE METOD

Makaledeki çalışma Şekil 1'de çizilen akış diyagramına göre gerçekleştirilmiştir. Çalışma için ilk olarak veri tabanı toplanmıştır. Toplanan veri tabanı özellikleri Fisher özellik seçme algoritmasıyla seçilmiş ve sınıflandırılmıştır. Ayrıca özellik seçim işlemi uygulanmadan da veri tabanı karar ağaçları ve destek vektör makineleri algoritmalarıyla sınıflandırılmıştır. Son olarak sınıflandırma performansları değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Akış Diyagramı

2.1. Verilerin Toplanması

Çalışmada kullanılan veri tabanı California Üniversitesinde, Irvine (UCI)'e ait makine öğrenmesi arşivine ait internet sayfasından indirilmiştir (Ralph ve ark., 2001). Veriler bireylerin Elektroensefalografi (EEG) kayıtlarını içermektedir. Veri tabanında hastaya ait farklı durumlarda ve farklı bölgelerden alınan toplam 11500 adet kayıt vardır. Her kayıt 23,6 saniyeden oluşmaktadır (Ralph ve ark. 2017). Her EEG kaydına ait 178 özellik mevcuttur. Özelliklere ait toplamda 5 etiket vardır (Tablo 1). Veriler üzerinde çalışmaya uygun alarak gruplandırma (A/B/C/D) işlemi yapılmıştır.

Her veri 5 etikete sahip iken verileri daha anlamlı hale getirmek için her grupta 4600 adet veri olacak şekilde 4 grup yapılmıştır (Tablo 2). Gruplandırılan veriler epilepsi (%50) olan ve sağlam (%50) olmak üzere 2'ye bölünmüştür (Tablo 3).

Tablo 1. Veri Kümesi

Durumlar	**Veri Sayısı**	**EEG Verilerinin Alınma Durumu**
1	2300	Nöbet (epilepsi) sırasında
2	2300	Normal durumda beynin tümörlü bölgesinden
3	2300	Normal durumda beynin sağlıklı bölgesinden
4	2300	Normal durumda gözler kapalı iken
5	2300	Normal durumda gözler açık iken

Tablo 2. Veri Kümesi Grupları

Gruplar	**Durumlar**					**Açıklamalar**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	
A	X	X				epilepsi+tümör
B	X		X			epilepsi+sağlıklı
C	X			X		epilepsi+gözler kapalı
D	X				X	epilepsi+gözler açık

Tablo 3. Veri Kümesi Grup Dağılımları

Gruplar	**Veri Seti**			
	A	**B**	**C**	**D**
Epilepsi	2300	2300	2300	2300
Normal	2300	2300	2300	2300
Toplam	4600	4600	4600	4600
Özellik sayısı	178	178	178	178

2.2. Karar Ağaçları

Eğiticili öğrenmede karar ağaçları algoritması yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Karar ağaçları veri tabanıyla kolaylıkla haberleşme ve güvenirliği yüksek olması nedeniyle en yaygın kullanılan sınıflandırma tekniklerinden birisidir. Karar ağacı tekniği, ağaç görünümlü tahmin etmeye yarayan bir tekniktir. Ağaç yapısına uygun kolay kurallar oluşturulabilen ve verilerle ilgili işlemlere kolayca etkileşim haline geçebilen bir tekniktir.

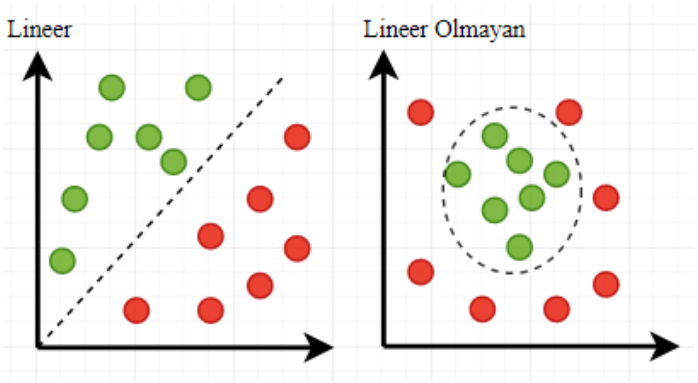
Karar ağacı karar düğümleri, dallar ve yapraklardan meydana gelir (Jiawei, 2011). Karar ağacında işlem en bastaki kök düğümden başlar ve hiyerarşik olarak yaprağa ulaşana kadar yukardan aşağı devam eder. Karar ağacı algoritmasında işlem iki aşamada gerçekleşir. Bu asamalar öğrenme ve sınıflama aşamalarıdır. Öğrenme aşamasında bilinen bir veri seti modeli oluşturmak için sınıflandırıcı tarafından analiz edilir. Sınıflama aşamasında ise oluşturulan model üzerinde test verilerini doğruluğu hesaplanır. Doğruluk oranı makul derecedeyse oluşturulan model kullanılabilir (Serhat, 2003).

Karar ağaçları algoritmasının temel mantığı veri tabanındaki elemanları gruplara bölerek grubun her elemanını aynı etikete sahip olana kadar işlemi yapmaktır. Veri setinin belirleyici en iyi niteliği belirlenir ve ağaçta dallanma yapmak için tercih edilir. Gruptaki her eleman aynı etikete sahip olana kadar bu isleme devam edilir.

2.3. Destek Vektör Makineleri

Destek vektör makineleri iki etikete sahip veri setlerindeki her veriyi en uygun etikete sınıflandırmak için kullanılan bir yöntemdir. Lineer olan ve lineer olmayan karar doğrular aracılığıyla iki sınıfı

birbirinden ayırt etmeye çalışır. Destek vektör makineleri algoritmasının amacı, hiper düzlem üzerinde veri setlerini en uygun biçimde birbirinden ayırabilmek ve gelen yeni veri setleri üzerinde maksimum doğruluk oranı ile sınıflandırabilmektir (Venkate ve ark., 2014). Eğitim verileri kullanılarak veri setini ikiye ayıran bir karar doğrusu çizdirilir. Hiper düzlemde çizilen karar doğrularına uzaklığı en az olan öğrenme veri seti destek vektör olarak adlandırılır. Tanımlanmış olan destek vektörleri arasındaki maksimum mesafe tespit edilir. Bu uzaklığa Şekil 2 'deki gibi bir eğri çizilir ve veri setini ikiye gruplayan genel bir yöntem olarak tanımlanır.



Şekil 2. Doğrusal ayrışabilen ve doğrusal ayrılamayan iki ayrı veri seti.

2.4. Fisher Skor Öznitelik Seçme

Fisher Skor özellik seçme yöntemi, her sınıf üzerindeki özelliklere ait ortalama değerleri ve standart sapma değerleri üzerinden aralarındaki ilişkiyi hesaplar. Fisher Skor algoritması için kullanılan formül (1) denkleminde belirtilmiştir (Bolon-Canedo ve ark., 2014).

$$F_i = \frac{|\mu_i^+ - \mu_i^- |^2}{\sigma_i^+ - \sigma_i^-} \quad (1)$$

Denlemdeki ; + ve – işareti sınıfları, μ_i^++ve μ_i^- ifadeleri sınıflara ait aritmetik ortalama değerlerini σ_i^+ ve σ_i^- ifadeleri sınıfların standart sapmalarını ifade etmektedir. Özelliklerin hesaplanan skorlara göre büyükten küçüğe doğru sıralanır. Sınıfları ayıracak en iyi ayıracak özellikler hesaplanan Fisher skor değeri yüksek olan özelliklerdir.

2.5. Performans Değerlendirme Kriterleri

Sistemin test edilmesi için karar ağaçları ve destek vektör makineleri sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Bu sınıflandırıcıların performansları hesaplamak için farklı değerlendirme ölçütleri kullanılmıştır. Bu ölçütler, doğruluk oranı, duyarlılık, özgüllük, kappa katsayısı, f-ölçümdür. Veri setleri epilepsi (%50) ve epilepsi olmayan (%50) olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır.

Tablo 4. Eğitim Ve Test Veri Dağılımı

VERİ SETLERİ		EPİLEPSİ	NORMAL	TOPLAM
A	EĞİTİM	1150	1150	2300
	TEST	1150	1150	2300
B	EĞİTİM	1150	1150	2300
	TEST	1150	1150	2300
C	EĞİTİM	1150	1150	2300
	TEST	1150	1150	2300
D	EĞİTİM	1150	1150	2300
	TEST	1150	1150	2300

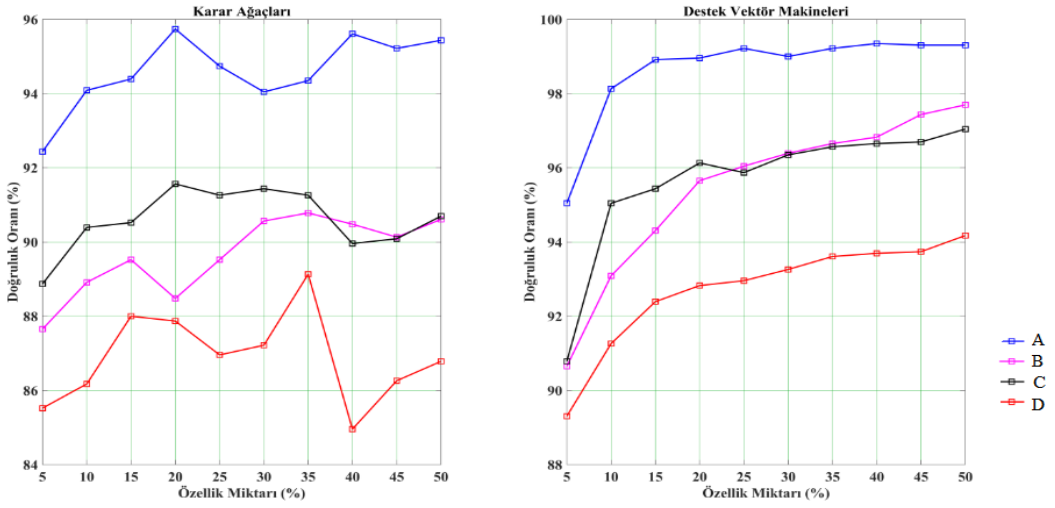
3. SONUÇ

Çalışmanın amacı epilepsi hastaların, EEG sinyali ve sinyale ait özellikler (A/B/C/D) doğrultusunda epilepsi nöbetini tespit edebilmektir. Tespit için, destek vektör makineleri ve karar ağaçları makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmıştır. Gruplandırılan verilerin eğitim ve test için ayrı ayrı sonuçları test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Sınıflandırma Sonuçları

Karar Ağaçları				
Performans Kriterleri	**Veri Seti**			
	A	**B**	**C**	**D**
	Test	**Test**	**Test**	**Test**
Doğruluk (%)	93,83	91,09	90,87	87,83
Duyarlılık	0,92	0,91	0,89	0,87
Özgüllük	0,95	0,91	0,93	0,88
F-Ölçümü	0,94	0,91	0,91	0,88
Kappa	0,88	0,82	0,82	0,76
AUC	0,94	0,91	0,91	0,88
Destek Vektör Makineleri				
Performans Kriterleri	**Veri Seti**			
	A	**B**	**C**	**D**
	Test	**Test**	**Test**	**Test**
Doğruluk (%)	99,61	98,13	98,00	94,22
Duyarlılık	0,99	0,96	0,97	0,95
Özgüllük	1,00	1,00	0,99	0,93
F-Ölçümü	1,00	0,98	0,98	0,94
Kappa	0,99	0,96	0,96	0,88
AUC	1,00	0,98	0,98	0,94

Alınan EEG kayıtlarının hastanın farklı bölgelerinden ve farklı durumlarda alınmış olması (A/B/C/D) performansı önemli derecede etkilemektedir (Tablo 5). Verilerin her özellikler dikkate alınarak doğruluk oranı hesaplandıktan sonra, veriler Fisher özellik seçme algoritmasıyla Şekil 3'de gösterildiği gibi belirli yüzdelik oranlarda seçilmiştir. Seçilen her oran için doğruluk oranı hesaplanmıştır ve karşılaştırılmıştır (Sekil 3). Epilepsi hastalığının tespiti için epilepsi anında tümörlü bölgeden alınan verilerle (A), elde edilen sonucun doğruluk oranı daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 5). Ayrıca veriler Fisher algoritmasıyla sınıflandırılırken verilerin %20'si alınarak elde edilen doğruluk oranı daha yüksek olduğu Şekil 3'de tespit edilmiştir.



Şekil 3. Özellik miktarının (%) değişimine göre sınıflandırma sonuçları.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada bireyin hastanın EEG değerleri üzerinden epilepsi olup olmadığı yüksek doğruluk oranıyla tespit edilmiştir. Epilepsi dünya genelinde yaklaşık %1 oranında etkin olan bir hastalıktır (Hojjat, 2003). Epilepsi hastalığı tespit edilmesinde, EEG işaret verileri çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Verilerin test sonuçları, A grubu verilerinin yani hastanın epilepsi anında tümörlü bölgeden alınan verilerle elde edilen sonucun doğruluk oranının en yüksek olduğunu göstermiştir. Bu durum, hastalıklı dokunun farklı sinyal ürettiği şeklinde açıklanabilir. Fisher özellik seçme algoritmasıyla seçilen verilerin optimum değerin Sekil 3'de %20 olduğu görülmüştür. Fisher özellik seçme algoritması sayesinde sistemin iş yükü azalıp performansı artmıştır. Bu çalışmada geliştirilen sistemin performansı literatüre kıyasla yüksektir (Rajendra ve ark., 2018). Aynı verileri kullanarak yapılan bu çalışmalarda (Abhijit ve ark., 2017)(Abeg ve Haider, 2017) EEG sinyal kayıt yeri konusunda bilgi verilmemiştir. Bu çalışmada ise sinyal kayıt yerleri hakkında performans kontrolü yapılarak hangi konumun ve durumun (A/B/C/D) epilepsi nöbeti tespiti için daha verimli olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, epilepsi nöbeti tespiti için makine öğrenmesi tabanlı epilepsi nöbeti sırasında alınan kayıtlar ve tümörlü bölgeden alınan EEG kayıtları ile bir sistem geliştirildiğinde yüksek doğruluk oranına (%99,61) sahip olmaktadır (Tablo 5).

Tablo 6. EEG Sinyalleriyle Epilepsi Nöbeti Tespiti Çalışmalarının Karşılaştırılması

Referans	Yıl	Sınıflandırıcı	Doğruluk Oranı(%)
(Rajendra ve ark., 2018)	2018	Konvolüsyon Nöral Ağ	88,7
(Abhijit ve ark., 2017)	2017	Yerel Komsu Tanımlayıcı Desen (LNDP), Tek Boyutlu Yerel Degrade Desen (1D-LGP) ANN	98,7
(Abeg ve Haider, 2017)	2017	Destek Vektör Makineleri	98,6

KAYNAKLAR

ACHARYA, UR., OH, SL., HAGİWARA, Y., TAN, JH., ADELİ, H.(2018), Deep convolutional neural network for the automated detection and diagnosis of seizure using EEG signals, *Computers in Biology and Medicine*, 100:270-278.

ANDRZEJAK, RG., LEHNERTZ, K., MORMANN, F., RİEKE, C., DAVİD, P., ELGER. CE.(2001), Indications of nonlinear deterministic and finite-dimensional structures in time series of brain electrical activity: Dependence on recording region and brain state ,*Physical Review E*, 64(6):061907.

ANDRZEJAK, RG., LEHNERTZ, K., MORMANN, F., RİEKE, C., DAVİD, P., ELGER, CE.(2017), UCI Machine Learning Repository: Epileptic Seizure Recognition Data Set.

AVSAR ,E., KAMAŞAK, ME.(2009) , Tek - Sınıf Destek Vektör Makineleri Kullanılarak Epileptik EEG İşaretlerinin Sınıflandırılması, *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomedikal Mühendisliği Yl Tezi*

Bhattacharyya, A., Pachori, RB., Upadhyay A.,, Acharya, UR.(2017), Tunable-Q Wavelet Transform Based Multiscale Entropy Measure for Automated Classification of Epileptic EEG Signals. *Applied Sciences*, 7(4):385.

BOLON-CANEDO, V., SANCHEZ-MARONO, N., ALONSO-BETANZOS, A., BENÍTEZ, J.M. AND HERRERA, F. (2014), A review of microarray datasets and applied feature selection methods, Information Sciences, (282), 111–135.

DONALD L, S., F.H. LOPES, DA S.(2010), *Niedermeyer's electroencephalography : basic principles, clinical applications, and related fields*, Philadelphia : Wolters Kluwer Health.

GÖLER, İ., UBEYLİ, ED.(2005) , Adaptive neuro-fuzzy inference system for classification of EEG signals using wavelet coefficients, *Journal of Neuroscience Methods*, 148(2):113-121.

GUAN, D., YUAN, D., LEE, YK.,NAJEEBULLAH, K., RASEL. MK. (2014), A Review of Ensemble Learning Based Feature Selection. *IETE Technical Review*, 31(3):190-198.

HAN, J., KAMBER, M., PEİ, J.(2011), *Data mining: concepts and technigues*. *Elsevier Science.*

HOJJAT, A., SAMANWOY, GD., NAHİD, DADMEHR.(2007), A Wavelet-Chaos Methodology for Analysis of EEGs and EEG Subbands to Detect Seizure and Epilepsy, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering,* 54(2):205-211.

HOJJAT, A., ZİQİN, Z.,NAHİD D.(2003) , Analysis Of Eeg Records İn An Epileptic Patient Using Wavelet Transform, *Journal Of Neuroscience Methods,* 123(1):69-87.

JAİSWAL, AK.,BANKA, H.(2017), Local pattern transformation based feature extraction techniques for classification of epileptic EEG signals. *Biomedical Signal Processing and Control*, 34:81-92.

KAYA, Y., TEKİN, R.(2012), Epileptik Nöbetlerin Tespiti için Aşırı Öğrenme Makinesi Tabanlı Uzman Bir Sistem. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 5(2):33-40.

Mandhala, vn., Sujatha, V., Devi, Br.(2014), Scene classification using support vector machines. *In 2014 IEEE International Conference on Advanced Communications, Control and Computing Technologies*, 1807-1810.

ORHAN, U., HEKİM, M., OZER, Ö.(2011), EEG signals classification using the K-means clustering and a multilayer perceptron neural network model, *Expert Systems with Applications*, 38(10):13475-13481.

ÖZEKES, S.(2003), İstanbul Commerce University, Faculty of Social Sciences, *Istanbul Ticaret üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*.

ÖZKAN, C., DOGAN, S., KANTAR,T., AKSAHİN, MF.,ERDAMAR, A.(2016) ,Detection of epilepsy disease from EEG signals with artificial neural networks. *Signal Processing and Communication Application Conference (SIU),* 693-696.

PATRİCK, K., MARTİN J, B.(2000) , Early Identification of Refractory Epilepsy, *New England Journal of Medicine*, 342(5):314-319.

SUBASİ, A.(2007) , EEG signal classification using wavelet feature extraction and a mixture of expert model, *Expert Systems with Applications*, 32(4):1084-1093.

DYNAMIC MODELING OF 3-DOF RRP TYPE SERIAL ROBOTIC MANIPULATOR USING LAGRANGE-EULER METHOD

Tuğçe Yaren
Kocaeli University / Faculty of Engineering, Department of Mechatronics Engineering
tugce.yaren@kocaeli.edu.tr

Serdar Küçük
Kocaeli University / Faculty of Technology, Department of Biomedical Engineering
skucuk@kocaeli.edu.tr

Abstract
Lagrange- Euler and Newton-Euler methods are two well-known methods for deriving dynamic analysis of robotic manipulators. In this paper, Lagrange- Euler and Newton-Euler methods are used for deriving dynamic modeling of 3-DOF (Degrees Of Freedom) RRP type serial robot manipulator. All of the computations related to Lagrange- Euler method is performed on Mathematica software while the same dynamics equations derived by Newton-Euler method are taken from the book named as "Robot dinamiği ve kontrolü" (Bingül and Küçük, 2008). The dynamic equations derived by both methods are compared with each other. This study showed that the Lagrange-Euler method yields simple and well-structured dynamic equations of 3-DOF RRP type serial robot manipulator compare to the Newton-Euler method. It is also verified that the implementation of the Lagrange-Euler method to the dynamics equations of serial robotic manipulators requires easy, systematic and steady forward processes.

Keywords: Dynamic modeling, Lagrange-Euler, Mathematica, Newton-Euler, RRP type robot.

1. INTRODUCTION

A robot is a reprogrammable, multifunctional manipulator designed for moving material, parts, tools, or specialized devices. Robots are programmed through variable motions for the performance of a variety of tasks. Robotic manipulators can be found in many industries such as automotive, electronics, chemical and, food industries (Krishnamoorthi, 2018 and Høifødt, 2011).

Kinematic and dynamic modeling are very important issues for design, simulation, and control of robotic manipulators. Kinematics describes the motion of the robotic manipulator without considering forces and torques causing this motion. Kinematic modeling is used in many fields of robotics such as robot simulation; modeling of mechanisms, actuators, and sensors; on-line and off-line robot control applications. Therefore, derivation of a kinematic model of robotic manipulators is one of the most important phases of robot issues (Küçük and Bingül, 2004).

Dynamic modeling of robotic manipulators is a cumbersome issue. It provide a relationship between forces acting on robotic manipulators and acceleration that the robotic manipulators generates. Dynamic equations are important for simulation of robot motions, and design of control algorithms. Lagrange-Euler and Newton-Euler formulation are well-known approaches for dynamic analysis of robot manipulators (Dasgupta and Choudhury, 1999). In the standard Lagrange-Euler formulation, the robotic system is analyzed based on its kinetic and potential energy. The Newton-Euler formulation is different from Lagrange-Euler formulation since each link of the manipulator is considered separately while deriving dynamic equations. There is not a strict answer which method is better than the other. The main goal is to obtain the dynamic model of the robotic manipulator as fast as possible (Høifødt, 2011). In the Newton Euler method, two types of forces (given and the constraint forces) applied to the robotic system are considered. The main drawback of Newtonian approach is that these forces are not easily computable in general (Dhaouadi and Hatab, 2013).

Lagrange-Euler method gets over these problems. In Lagrange-Euler method, forces are expressed in terms of kinetic and potential energy which are scalar quantities and they can easily be described in terms of system coordinates (Dhaouadi and Hatab, 2013 and Fateh, 2009).

Lagrange- Euler and Newton-Euler formulation are two well-kown methods for dynamic analysis of robot manipulators. In this paper Lagrange-Euler formulation is selected forperfroming dynamic modeling of 3-DOF (Degrees Of Freedom) RRP type serial robot manipulator. All of the computations releted to the dynamic equations are performed on Mathematica software. Using Lagrange-Euler method yields simple and well-structured dynamic equations of 3-DOF RRP type serial robot manipulator. It is verified that implimentation of Lagrange-Euler method to the dynamics equations of serial robotic manipulator requires easy, systematic and steady forward processes.

The main purpose of this paper is to derive simple and well-structured dynamic equations for robotic manipulators. For this purpose, dynamic equations of 3-DOF RRP type serial robot manipulator are obtained by using Lagrange- Euler method. Afterward these equations are compared with the dynamic equations (Bingül and Küçük, 2008) obtained by Newton-Euler method for the same manipulator. The dynamics equations obtained via Lagrange- Euler method are derived by using Mathematica software which is a modern technical computing program used in several engineering fields like in neural networks, machine learning, image processing, and others (Wolfram, 2019). This paper illustrates that Lagrange-Euler is simple, systematical and easy method to implement dynamic equations of serial robotic manipulators.

The paper is organized as follows. The Denavit-Hartenberg (D-H) parameters for RRP type robot and the forward kinematic analyze are given in Section 2. The dynamic model of robot is derived by using the Lagrange method in Section 3. Finally, the paper concludes in Section 4.

2. KINEMATICS

In this section, forward kinematic matrices of 3-DOF RRP type serial robot manipulator illustrated in Figure 1 are obtained by using Denavit-Hartenberg (DH) method (Denavit and Hartenberg, 1955) which is chosen by several authors (Khalil and Dombre, 2002, Cvetkovic and Milovanovi, 2014) due to its simplicity. Transformation matrices of 3-DOF serial robot manipulator is obtained based on the DH parameters shown in Table 1.

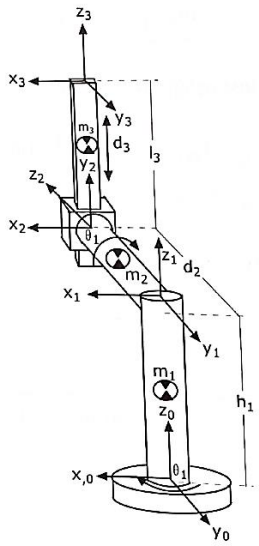


Figure 3. The RRP Type Robot and Co-ordinate Frames

Table 1. DH parameters for RRP type 3-DOF serial robot manipulator

Link	$\mathbf{a_{i-1}}$	$\boldsymbol{\alpha_{i-1}}$	$\mathbf{d_i}$	$\boldsymbol{\theta_i}$
1	0	0	h_1	θ_1
2	90	0	d_2	θ_2
3	-90	0	d_3	0

The corresponding *T* matrices are determined as

$$ {}^{0}_{1}T = \begin{bmatrix} c\theta_1 & -s\theta_1 & 0 & 0 \\ s\theta_1 & c\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & h_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad {}^{1}_{2}T = \begin{bmatrix} c\theta_2 & -s\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -d_2 \\ s\theta_2 & c\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad {}^{2}_{3}T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} $$

3. DYNAMIC MODELING

In this section, dynamics equations of 3-DOF serial robot manipulator are deribed by using two well-known method namely Lagrange-Euler and Newton-Euler. Links of the manipulator are assumed to be rigid.

3.1 Newton – Euler Formulation

Newton-Euler formulation is derived from the direct interpretation of Newton's second law. Dynamics equations of 3-DOF serial robot manipulator by Newton-Euler method presented here is taken from the existing book of "Robot dinamiği ve kontrolü" (Bingül and Küçük, 2008).Torque equations of 3-DOF serial robot manipulator (Bingül and Küçük, 2008) are given in Eqs. (2) - (3) - (4).

$$\tau_1 = \left[I_{ZZ_1} + \frac{1}{4}m_2 d_2^2 + s^2\theta_2 (I_{XX_2} + I_{XX_3} + m_3(\frac{1}{4}l_3^2 - l_3 d_3 + d_3^2)) + c^2\theta_2 (I_{YY_2} + I_{ZZ_3}) + m_3 d_2^2 \right] \ddot{\theta}_1 + d_2 m_3 c\theta_2 (\frac{1}{2}l_3 - d_3)\ddot{\theta}_2$$
$$- d_2 m_3 s\theta_2 \ddot{d}_3 + 2s\theta_2 c\theta_2 \left[I_{XX_2} + I_{XX_3} - I_{YY_2} - I_{ZZ3} + m_3(\frac{1}{4}l_3^2 - l_3 d_3 + d_3^2) \right] \dot{\theta}_2 \dot{\theta}_1 - d_2 m_3 s\theta_2 (\frac{1}{2}l_3 - d_3)\dot{\theta}_2^2 - 2d_2 m_3 c\theta_2 \dot{\theta}_2 \dot{d}_3 \quad (2)$$
$$+ m_3 s^2\theta_2 (-l_3 + 2d_3)\dot{d}_3 \dot{\theta}_1$$

$$\tau_2 = d_2 m_3 c\theta_2 (\frac{1}{2}l_3 - d_3)\ddot{\theta} + \left[I_{ZZ_1} + I_{YY_3} + m_3(\frac{1}{4}l_3^2 - l_3 d_3 + d_3^2) \right] \ddot{\theta}_2 - s\theta_2 c\theta_2 \left[I_{XX_2} + I_{XX_3} - I_{YY_2} - I_{ZZ3} + m_3(\frac{1}{4}l_3^2 - l_3 d_3 + d_3^2) \right] \ddot{\theta}_1^2$$
$$+ m_3 \left[-l_3 + 2d_3 \right] \dot{\theta}_2 \dot{d}_3 + g m_3 s\theta_2 (\frac{1}{2}l_3 - d_3) + m_3 s^2\theta_2 (-l_3 + 2d_3)\dot{d}_3 \dot{\theta}_1 \quad (3)$$

$$\tau_3 = -d_2 m_3 s\theta_2 \ddot{\theta}_1 + m_3 \ddot{d}_3 + m_3 s^2\theta_2 (\frac{1}{2}l_3 - d_3)\dot{\theta}_1^2 + m_3 (\frac{1}{2}l_3 - d_3)\dot{\theta}_2^2 + g m_3 c\theta_2 \quad (4)$$

3.2 Lagrange – Euler Formulation

Lagrange approach is used to systematically derive the equations of motion by considering the kinetic and potential energies of the given system (Dhaouadi and Hatab, 2013). The Lagrange-Euler formulation can be written in the following form:

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i \quad (i = 1,2,..., n) \quad (5)$$

where L=K-P is the Lagrangian function, K and P are the kinetic and potential energies of the system, respectively. The terms q_i and Q_i are the generalized coordinates and forces, respectively. The letter *n* denotes degrees of freedom. For the RRP type robot, the generalized coordinates are selected as

$$q = \begin{bmatrix} \theta_1 & \theta_2 & d_3 \end{bmatrix}^T \quad (6)$$

The kinetic energy of the robot is given as a function of joint velocities and mass matrix D(q):

$$K(q, \dot{q}) = \frac{1}{2}\dot{q}^T D(q)\dot{q} \quad (7)$$

D(q) is a symmetric positive matrix that can be calculated as

$$D(q) = \sum_{i=1}^{n} \left[(A_i)^T m_i A_i + (B_i)^T I_i B_i \right] \quad (8)$$

where A is the Jacobian matrix for linear velocities, B is the Jacobian matrix for angular velocities, m is the mass of the links, I is link inertia tensor. The mass matrix of the RRP type robot is (Bingül and Küçük, 2008) given by Eq. (9) as

$$D(q)=\begin{bmatrix} D_{11} & d_2 m_3 c\theta_2(\frac{1}{2}l_3-d_3) & -d_2 m_3 s\theta_2 \\ d_2 m_3 c\theta_2(\frac{1}{2}l_3-d_3) & D_{22} & 0 \\ -d_2 m_3 s\theta_2 & 0 & m_3 \end{bmatrix}$$

$$D_{11}=I_{zz_1}+\tfrac{1}{4}m_2 d_2^2+s^2\theta_2(I_{xx_2}+I_{xx_3}+m_3(\tfrac{1}{4}l_3^2-l_3 d_3+d_3^2))+c^2\theta_2(I_{yy_2}+I_{zz_3})+m_3 d_2^2$$

$$D_{22}=m_3(\tfrac{1}{4}l_3^2-l_3 d_3+d_3^2)+I_{zz_2}+I_{yy_3}$$

Now, the kinetic energy of the robot can be calculated by using Eqs. (6) - (7) - (9). The potential energy of the robot is given as

$$P(q)=\sum_{i=1}^{n} m_i g^T h_i \tag{10}$$

where g is the gravitational acceleration, h_i is the position of the center of mass of the link *i* relative to the main coordinate system. In order to calculate the potential energy of the robot, *h* parameters should be determined for each link by using the following equation.

$$h_i={}_i^0T\Delta h_i \tag{11}$$

where Δh_i is the position of the center of mass of the link *i* according to the coordinate system placed in the joint *i* and for RRP type robot, Δh_i parameters are given as

$$\Delta h_1=\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -\frac{h_1}{2} \\ 1 \end{bmatrix} \quad \Delta h_2=\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -\frac{d_2}{2} \\ 1 \end{bmatrix} \quad \Delta h_3=\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -\frac{l_3}{2} \\ 1 \end{bmatrix} \tag{12}$$

After having the parameters *h*, the potential energy of the robot can be calculated by using Eq. (10). After finding the kinetic and potential energies, the Lagrangian function is given by (L=K-P) expression. Eq. (5) is to provide the dynamic equations of the robot:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_1}-\frac{\partial L}{\partial \theta_1}&=\tau_1 \\ \frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_2}-\frac{\partial L}{\partial \theta_2}&=\tau_2 \\ \frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot{d}_3}-\frac{\partial L}{\partial d_3}&=\tau_3 \end{aligned} \tag{13}$$

4. IMPLEMENTATION OF THE LAGRANGE-EULER FORMULATION IN A SOFTWARE PACKAGE

The results in this section have been obtained by employing the *Wolfram Mathematica*™ package. Mathematica package is very suitable for the implementation of the algorithms. Mathematica package

is good at especially symbolical computing and working with numbers of theoretically infinite precision (Cvetkovic and Milovanovi, 2014)

Mathematica provides sample notebooks to its users for practical application. One of these notebooks is *Lagrangian Equations*. This notebook illustrates one way of using Mathematica to analyze some advanced theoretical mechanics problems using Lagrangian Mechanics (Wolfram Library Archive, 2019). In this notebook, the function LagrangianEquations[T, V, Q, Coords] takes four arguments: the kinetic energy of the system, T, the potential energy of the system, V, a list of non-conservative forces of the system, Q, and a list of the generalized coordinates of the system, Coords. The function returns a list of the Lagrangian equations for the particular system.

```
(* Kinetic energy of the robot:*)
T = (1 / 2) * joint_velT.D.joint_vel

(* Potential energy of the robot :*)
V = 0;
For[i = 1, i ≤ joint, i++, V = V + (m_i * g * h_i[[3]])]

(* The non-conservative forces of the system *)
Q = {τ_1[t], τ_2[t], τ_3[t]}

(* Lagrange Function :*)
LagrangianEquations[T_, V_, Q_ : 0, genCoords_List] := Module[{L = T - V}, (D[D[L, D[#, t]], t] == Q + D[L, #]) & /@ genCoords]

(* Lagrange Formulation:*)
Torque_equations = LagrangianEquations[T, V, Q, genCoords];
```

Figure 2. Sample *Mathematica*^{TM} Code for Lagrange Formulation

LagrangianEquations[T, V, Q, Coords] function can be provided to dynamic modeling of RRP robot. A sample code that produces the dynamic equations for the RRP type robot with this *Mathematica*^{TM} function is shown in Figure 2 and the remaining code is given in the appendix.

```
Simplify[Torque_equations[[1]]]

{1/2 (-4 Cos[θ2[t]] d2 m3 d3'[t] θ2'[t] - Sin[θ2[t]] d2 m3 (l3 - 2 d3[t]) θ2'[t]^2 +
    Sin[θ2[t]] θ1'[t] (4 Cos[θ2[t]] (i_xx2 + i_xx3 - i_yy2 - i_zz3) θ2'[t] +
      m3 (l3 - 2 d3[t]) (-2 Sin[θ2[t]] d3'[t] + Cos[θ2[t]] (l3 - 2 d3[t]) θ2'[t])) - 2 Sin[θ2[t]] d2 m3 d3''[t] +
    2 (Sin[θ2[t]]^2 i_xx2 + Sin[θ2[t]]^2 i_xx3 + Cos[θ2[t]]^2 i_yy2 + i_zz1 + Cos[θ2[t]]^2 i_zz3 + 1/4 d2^2 m2 +
      1/4 m3 (4 d2^2 + Sin[θ2[t]]^2 (l3 - 2 d3[t])^2)) θ1''[t] + Cos[θ2[t]] d2 m3 (l3 - 2 d3[t]) θ2''[t])} == {τ1}
```

Figure 3. First Torque Equation - *Mathematica*^{TM}

```
Simplify[Torque_equations[[2]]]

{1/8 (4 l3 m3 (g Sin[θ2[t]] + (-2 d3'[t] θ2'[t] + Cos[θ2[t]] d2 θ1''[t] + d3[t] (Sin[2 θ2[t]] θ1'[t]^2 - 2 θ2''[t]))) -
    l3^2 m3 (Sin[2 θ2[t]] θ1'[t]^2 - 2 θ2''[t]) +
    4 (-Sin[2 θ2[t]] i_xx2 θ1'[t]^2 - Sin[2 θ2[t]] i_xx3 θ1'[t]^2 + Sin[2 θ2[t]] i_yy2 θ1'[t]^2 + Sin[2 θ2[t]] i_zz3 θ1'[t]^2 -
      m3 d3[t] (2 g Sin[θ2[t]] + (-4 d3'[t] θ2'[t] + 2 Cos[θ2[t]] d2 θ1''[t] + d3[t] (Sin[2 θ2[t]] θ1'[t]^2 - 2 θ2''[t]))) +
      2 i_yy3 θ2''[t] + 2 i_zz2 θ2''[t]))} == {τ2}
```

Figure 4. Second Torque Equation - *Mathematica*^{TM}

After implementation of the code, the same the dynamic model given by Eqs. (4) - (5) - (6) is obtained. Figure 3-4-5 illustrate entire operations of deriving dynamic equations using Lagrange formulation on the Mathematica environment.

```
Simplify[Torque_equations[[3]]]

{1/2 m3
   (2 g Cos[θ2[t]] + (l3 (Sin[θ2[t]]^2 θ1'[t]^2 + θ2'[t]^2) - 2 d3[t] (Sin[θ2[t]]^2 θ1'[t]^2 + θ2'[t]^2) +
       2 d3''[t] - 2 Sin[θ2[t]] d2 θ1''[t]))} == {τ3}
```

Figure 5. Third Torque Equation - *Mathematica*^{TM}

5. CONCLUSION

In this paper, the dynamics equations of 3-DOF RRP type serial robot manipulator are derived by using two well-know methods, namely Lagrange- Euler and Newton-Euler. Dynamics equations derived by Lagrange- Euler method are performed on Mathematica software while the same dynamics equations derived by Newton-Euler method are taken from the Turkish published book named as "Robot dinamiği ve kontrolü" (Bingül and Küçük, 2008). The dynamic equations derived by Lagrange- Euler and Newton-Euler methods are compared with each other in terms of compactness, effectiveness and easiness. Study in this paper showed that Lagrange- Euler method using Mathematica software provides compact, effective and well-structured dynamic equations for the robots. In addition, the Lagrange- Euler is a relatively simple and systematic method compared to Newton-Euler method.

APPENDIX

```
(* RRP Type Robot *)

(*The number of joint:*)
joint = 3;

(* The generalized coordinates of the robot:*)
genCoords = {θ1[t], θ2[t], d3[t]}

(* Velocities of the joints:*)
joint_vel  = {θ1'[t], θ2'[t], d3'[t]}
(* The transpose of the velocities of the joints :*)
joint_velT = {{θ1'[t], θ2'[t], d3'[t]}}

(* Forward kinematic matrices of the robot:*)
T1 = {{Cos[θ1[t]], -Sin[θ1[t]], 0, 0}, {Sin[θ1[t]], Cos[θ1[t]], 0, 0}, {0, 0, 1, h1}, {0, 0, 0, 1}}; (*T10*)
T21 = {{Cos[θ2[t]], -Sin[θ2[t]], 0, 0}, {0, 0, -1, -d2}, {Sin[θ2[t]], Cos[θ2[t]], 0, 0}, {0, 0, 0, 1}}; (*T21*)
T32 = {{1, 0, 0, 0}, {0, 0, 1, d3[t]}, {0, -1, 0, 0}, {0, 0, 0, 1}}; (*T32*)
T2 = T1.T21; (*T20*)
T3 = T1.T21.T32 (*T30*)

(* The position of the center of mass of the link i according to the coordinate system placed in the joint i *)
Δh1 = {{0}, {0}, {-h1/2}, {1}};
Δh2 = {{0}, {0}, {-d2/2}, {1}};
Δh3 = {{0}, {0}, {-l3/2}, {1}};

(* The position of the center of mass of the link i relative to the main coordinate system*)
For[i = 1, i ≤ joint, i++, hi = Ti.Δhi]

(*The mass matrix: *)
D = {{Sin[θ2[t]]^2 ixx2 + Sin[θ2[t]]^2 ixx3 + Cos[θ2[t]]^2 iyy2 + izz1 + Cos[θ2[t]]^2 izz3 + 1/4 d2^2 m2 + 1/4 m3 (4 d2^2 + Sin[θ2[t]]^2 (l3 - 2 d3[t])^2), 1/2 Cos[θ2[t]] d2 m3 (l3 - 2 d3[t]), -Sin[θ2[t]] d2 m3},
 {1/2 Cos[θ2[t]] d2 m3 (l3 - 2 d3[t]), iyy3 + izz2 + 1/4 m3 (l3 - 2 d3[t])^2, 0}, {-Sin[θ2[t]] d2 m3, 0, m3}}

(* Kinetic energy of the robot:*)
T = (1/2) * joint_velT.D.joint_vel

(* Potential energy of the robot :*)
V = 0;
For[i = 1, i ≤ joint, i++, V = V + (mi * g * hi[[3]])]

(* The non-conservative forces of the system *)
Q = {τ1[t], τ2[t], τ3[t]}

(* Lagrange Function :*)
LagrangianEquations[T_, V_, Q_ : 0, genCoords_List] := Module[{L = T - V}, (D[D[L, D[#, t]], t] == Q + D[L, #]) & /@ genCoords]

(* Lagrange Formulation:*)
Torque_equations = LagrangianEquations[T, V, Q, genCoords];
```

REFERENCES

Bingül Z, Küçük S 2008. Robot Dinamiği ve Kontrolü. ISBN (Yayın) No: 978-975-511-506-0.

Cvetkovic AS, Milovanovic GV 2004. THE MATHEMATICA PACKAGE "OrthogonalPolynomials". Facta Universitatis, Series: Mathematics and Informatics 19, 17-36.

Dasgupta B, Choudhury P 1999. A general strategy based on the Newton-Euler approach for the dynamic formulation of parallel manipulators. Mechanism and Machine Theory 34, 801-824.

Denavit J, Hartenberg RS 1955. A kinematic notation for lower-pair mechanisms based on matrices. Trans ASME J. Appl. Mech. 23: 215–221.

Dhaouadi R, Hatab AA 2013. Dynamic Modelling of Differential-Drive Mobile Robots using Lagrange and Newton-Euler Methodologies: A Unified Framework. Advances in Robotics & Automation, Volume 2, Issue 2.

Fateh MM 2009. Dynamic Modeling of Robot Manipulators in D-H Frames. World Applied Sciences Journal 6 (1): 39-44.

Høifødt H 2011. Dynamic Modeling and Simulation of Robot Manipulators: The Newton-Euler Formulation. Master of Science Thesis, Norwegian University of Science and Technology.

Khalil W, Dombre E 2002. Modeling,Identification and Control of Robots. London.

Krishnamoorthi S 2018. Model-Based Compensation for Serial Manipulators through Semi-Parametric Gaussian Process Regression. Master of Science Thesis, Delft University of Technology.

Küçük S, Bingül Z 2004. . Robot sistemlerinde kinematik yöntemlerin karşılaştırılması. Politeknik Dergisi 7, 107-117.

Wolfram 2019. https://reference.wolfram.com/language/

Wolfram Library Archive 2019. https://library.wolfram.com/search/?collection=library&query=lagrangian

AN INVESTIGATION ON PARAMETERS AFFECTING OIL AND GAS DRILLING EFFICIENCY

Cihan Gökçöl
Kırklareli University, Luleburgaz Vocational College, Automotive Program
cihan.gokcol@klu.edu.tr

Abstract
Drilling operations are carried out for different purposes in different fields: water drilling, oil and natural gas drilling, geothermal drilling and so on. In some of the drillings, the depth drilled is less and in some, the depth reached is quite high. In the extraction of oil and natural gas located underground, the location of the source is determined by drilling operations and a borehole is drilled. It is important that the well drilled is economical. In order to achieve this, the parameters effective in drilling operations should be operated at optimum values. In this context, the parameters affecting the drilling and the effects of these parameters on drilling penetration rate and drilling cost will be mentioned in this study. Finally, the mathematical relations of the parameters in the literature showing the relationships parameters and drilling economy will be explained.

Keywords: Drilling, Weight on bit, Rotary speed, Hydraulic fluids

1. INTRODUCTION

Drilling; (i) is a process of drilling thousand meters of depth to the location where oil or gas reserve are found, (ii) is the first step before getting the oil and gas production started, and (iii) and is the most expensive job among the other ones fulfilled in the field of petroleum. The main objection in the drilling operations is to obtain a feasible and time saving drilling without any unexpected problems by adjusting and setting the values of some drilling parameters (Gökçöl, 2001).

Drilling Process depends on many parameters and the operational conditions of some from them. Drilling parameters are defined as shown in Figure 1. Alterable ones simply can be described as changeable and their values can be changed to some reasonable and optimum values, while it is not possible for non-alterables to make any change in drilling operations. Therefore, an engineer has focused his or her attention to the alterable ones (Mammadov, 2010).

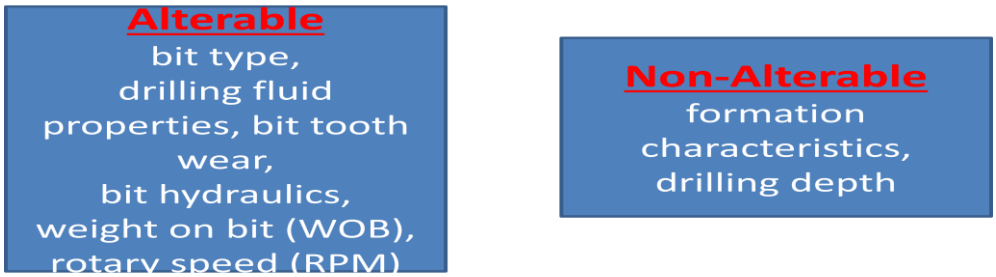


Figure 1. Classification of Drilling parameters (Gökçöl, 2019; Lummus, 1970; Mammadov, 2010)

For a better drilling procedure, penetration rate, and mainly for a maximum cost and time savings, during the drilling operation, only some alterable variables could be changed: **"weight on bit (WOB), rotary speed (RPM) and hydraulic parameters".** In general, two parameters mostly WOB and RPM are the most important among others (Bourgoyne, et al., 1991).

In this context, the parameters affecting the drilling and the effects of these parameters on drilling penetration rate and drilling cost will be mentioned in this study. Finally, the mathematical relations of the parameters in the literature showing the relationships parameters and drilling economy will be explained.

2. DRILLING COST ANALYSIS

A drilling engineer works to apply the appropriate drilling methods to make sure a safer and more feasible drilling process, and these methods are performed considering many conditions of the well site. In the calculation of the drilling cost there are many variables, and they are grouped as shown in Figure 2. It is unedrstood from this figure that there are two main variables acting significant roles in the drilling cost: Variable Costs and Fixed Costs. Other details on the drilling cost are already explained in Figure 2, too. Depending on these drilling cost variables, the equation (1), called as drilling cost formula, was derived, and then it is safely and simply used in the calculation of the drilling costs. This equation is a function of many parameters (Gökçöl, 2019; Bourgoyne, et al., 1991).

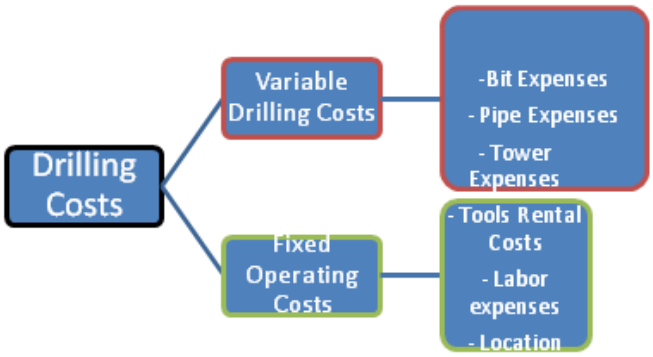


Figure 2. Drilling cost variables (Gökçöl, 2019)

$$C_f = \frac{C_b + C_r(t_b + t_c + t_t)}{\Delta D} \quad (1)$$

Where,
C_b: Bit cost, $,
C_f: Cost of drilled unit depth, $/ft,
C_r: Fixed expenses of the tower, $/hour,
ΔD: Drilling distance, ft,
t_b: Total working time of a bit, hour,
t_c: Connection time, hour,
t_t: Trip time, hour.

Estimation of the drilling cost can be also made with the equation (2) which is a function of well location and the depth of well. It is the fact thar drilling costs exponentially increase with depth. The equation (2) allows to make a cost calculation considerimg only these two parameters and it is defined with a formula below (Bourgoyne, et al., 1991).

$$C = ae^{bD} \quad (2)$$

Where,
a, b: Terms related to the well location, $,
C: Drilling cost, $,
D: Drilling depth, ft

The total drilling time includes the time values for the following operations: time to prepare the tower for drilling, drilling time, trip time, time to casing pipe placement, time for formation evaluation and Borehole survey, well completion time and non-calculation time spent on problems such as pipe squeezing, resuscitation and well control (Gökçöl, 2019; Bourgoyne, et al., 1991). Table 1 contains all the equations required to calculate the times of some drilling operations and the drilled depth.

Table 1. Other equations related to the drilling cost calculation (Bourgoyne, et al., 1991; Gökçöl, 2019)

EQUATIONS	EXPLANATIONS	PARAMETERS
$t_d = \frac{1}{2.303 a_2 K}\left(e^{2.303 a_2 D} - 1\right)$	The drilling time required to drill a given depth can be obtained by this equation.	t_d: Drilling time, hour, a_2 ve K: Well constants, dimensionless, D: Depth, ft. t_t: Trip time, hour, $\bar{t_s}$: The time to move a stand pipe into or out of the well, hour, $\bar{l_s}$: Average stand pipe length, ft D_i: Depth at the last trip time, ft, D: Depth at next trip time, ft, t_b: Bit lifetime, hour.
$t_t = 2\left(\frac{\bar{t_s}}{\bar{l_s}}\right) D$	The trip time, that is the spent time to change the bit with new one, can be calculated with this equation.	
$D = \frac{1}{2.303 a_2} \ln\left(2.303 a_2 K t_b + e^{2.303 a_2 D_i}\right)$	The drilled depth between the two trip times can be estimated with this equation.	

3. DRILLING PENETRATION RATE

It indicates the average drilled depth with a bit per hour, and means also drilling speed and drilling efficiency, and also it is expressed in the unit of ft/hr. Maurer (Maurer, 1962) obtained a penetration rate equation for the rotary cone bits. In this equation, bit weight, rotary speed, bit diameter and rock strength were taken into account as variables. As a result, the equation (3) was obtained. This correlation assumes the following cases: tooth advancement that are not fully realized and an excellent well cleaning that is realized during drilling.

$$R = \frac{K}{S^2}\left[\frac{W}{d_b} - \left(\frac{W}{d_b}\right)_t\right]^2 N \qquad (3)$$

Where,
K: Proportional constant, dimensionless,
S^2: Rock compressive strength, lbf/in^2,
$\frac{W}{d_b}$: Bit weight 1000 lbm/in,
$\left(\frac{W}{d_b}\right)_t$: Threshold bit weight, 1000 lbm/in.

Later, Bingham (Ayoub, et al., 2017) developed the equation (4). In this equation, the threshold drill load is omitted and the experimentally determined a5 component (between 0.6 and 2.0) is included in the equation.

$$R = K\left(\frac{W}{d_b}\right)^{a_5} N \qquad (4)$$

The penetration rate of drilling is directly related to the total drilling costs per drilled feet. In this context, it is necessary to examine the factors that directly and indirectly affect the rate of penetration.

3. 1. Bit Selection

The selected bit is one of the most important factors affecting the penetration rate during drilling. Appropriate bit types should be selected depending on formation properties. For example, when the long-toothed ones of the rotary cone bits are evaluated in soft formations, the penetration rate is initially very high. However, such bits are efficient only in soft formations. This bit type does not give the same penetration rate performance in hard formations and results in fast tooth depletion and low

penetration rate. Generally, the cost is the most important parameter taken into account in the selection of a bit.

3. 2. Weight on bit

The weight applied to the bit is very effective on both drilling penetration rate and bit lifetime. To determine the best value for the weight on bit is an essential problem during the drilling process. It is the simple rule for drilling that a weight must be applied to the cutters to provide a drilling penetration. Generally drilling penetration rate increases with increasing weight on bit. But, this relationship between them occur inversely over a certain value of weight on bit, as shown in Figure 3, that is, the cutters may become completely buried (known as bit flounder) because of the inefficient cleaning of the tiny rock fragments remaining beneath the cutters and weight will be taken by the cones or bit body. Eventually, both drilling penetration rate will reduce and also the bit cones rapidly wear. Furthermore, increasing weight will also accelerate the wear of bearings and cutters. Added to them, the deviation is also affected by weight on bit. In a vertical borehole with a bottom hole assembly (BHA), increasing weight will deflect the well path from vertical (Mammadov, 2010).

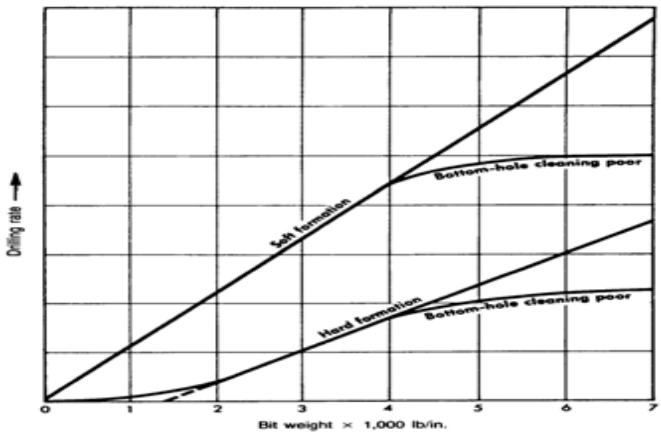


Figure 3. The effects of bit weights on the drilling penetration rate (Mammadov, 2010)

3. 3. Rotary speed

It is the basic rule that the drilling penetration rate generally increases with increasing rotary speed (RPM). But, over a certain value of RPM as shown in Figure 4, the drilling penetration rate will reduce because of the reason that inefficient bottom hole cleaning is performed and rock residues could not be cleaned and taken to the surface. Furthermore, excess RPM will bring about the bearing failure quickly or may cause PDC or diamond cutters to overheat. I mean that it is thought that the rotary speed also affects the bearing life, and the bearing life decreases faster at higher rotary speeds. Apart from them, deviation can occur due to RPM. Higher values of RPM will stabilize the directional tendencies of rotary bottom hole assembly (Gökçöl, 2019; Galle, et al., 1960; Mammadov, 2010).

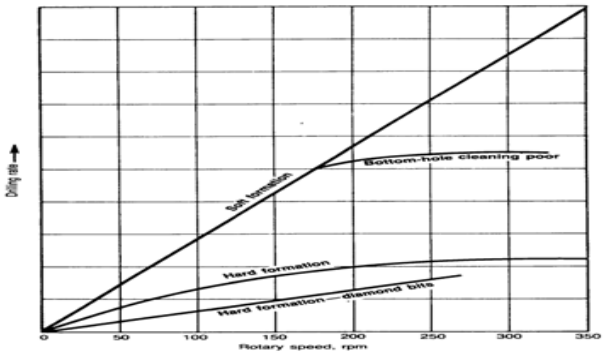


Figure 4. The effects of different rotary speeds on the drilling penetration rate (Mammadov, 2010)

3. 4. Drilling fluids and hydraulics

The drilling fluid is one of the most important factors that are effective on the drilling rate. Determining the best mud for a particular drilling process will allow the followings; (i) cleaning the bit and borehole and (ii) performimg faster drilling and proper bit with optimum weight-rotary speed. Furthermore, it is the fact that the mud is a mixture of solid content and liquid content, and generally the higher the solid content or density of the mud, the lower the penetration rate and the higher the cost. If the hydraulic level is increased, a high bit weight and penetration rate will be achieved before the bit reaches the floundering point, as shown in Figure 5.

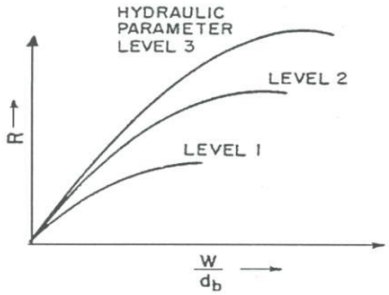


Figure 5. Effect of hydraulic level on the drilling penetration rate for changing weight on bit values (Gökçöl, 2019; Gökçöl, 2001)

4. RESULTS AND DISCUSSION

So far, we talked about the importance of drilling, that is considered as the most expensive operation in petroleum industry, and it is particularly underlined that a high attention and interest should be given to the drilling. The drilling is not a simple process of making a hole. Actually it requires so much information obtained from many disciplines such as Computer engineering, Mathematics, Mechanical Engineering, and of course, Petroleum Engineering, along with engineering experience gained in the oil fields.

As stated earlier, this process heavily depends on many drilling parameters which are categorized into two main divisions, namely, alterable and non-alterable. The alterable ones let an engineer intervene by manipulating the values, and make sure that drilling performance only increases provided that optimum values determined by applying some mathematical methods (Drilling Cost Equations, Drilling Penetration Rate Equations, Bearing and Tooth Wear Equations, etc.) and formulas widely-used in this field are set for these drilling parameters. Therefore, drilling optimization in the field of drilling is necessary because of the following reasons; (i) it makes possible to determine the drilling cost values for any rotary speed and weight on bit, and thus optimum rotary speed and weight on bit corresponding to the optimum cost are easily computed. (ii) Additionally, it enables to compute the estimated time what time the bearing and tooth of any working bit are completely worn. That is why, we can make an accurate decision on when a bit is pulled to the surface and a trip time begins.

As you may know, the performance of a bit decreases with time, and the drilling cost will increase after a certain point of the working time. That is, it is the exact time of replacing the bit with a new one. If this worn bit was run in the drilling, the drilling penetration rate would be significantly reduced and the drilling cost would become high.

As a result, the management of drilling parameters during the drilling process is very important and the computation of the best values for them naturally affect both drilling rate and drilling cost.

5. CONCLUSION

As a result, some important parameters, as stated earlier, act very important role in the drilling performance: WOB, RPM and Hydraulics. Generally the first two parameters are changed to optimum values to have a better drilling performance. Therefore, determining and setting the best values for these parameters are given to priority. To calculate the optimum values for them considering different conditions, some mathematical models in literature can be needed and applied.

Apart from them, selecting the appropriate bits according to the formation type and rock properties, terminating a bit right on time and getting the trip time begun are important issues which directly affect the drilling performance and provide the saving of cost and drilling time. Eventually, inaccurate decisions made during the drilling process brings about some unexpected problems that are actually related to a significant drilling rate reduction and a high drilling cost increment.

REFERENCES

Ayoub M 2017. Modeling of Drilling Rate of Penetration Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System. International Journal of Applied Engineering Research, pp. 12880-12891.

Bourgoyne AT., et al. 1991. Applied Drillin Engineering. Society of Petroleum Engineers Foundation.

Galle EM, Woods HB 1960. Variable Weight and Rotary Speed for Lowest Drilling Cost. The 20th Annual Meeting of AAODC, New Orleans-USA.

Gökçöl C 2019. Computer Aided Drilling Optimization-Developing a Computer Program and Its Applications. LAP Lambert Academic Publishing.

Gökçöl C 2001. Sondaj Optimizasyonu. İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi (Undergraduate (BSc) Thesis).

Lummus JL 1970. Drilling Optimization. Journal of Petroleum Technology.

Mammadov F 2010. Developing Drilling Optimization Program For Galle And Woods Method. İstanbul : Istanbul Technical University- Institute of Science And Technology, 2010.

Maurer WC 1962 The ‘Perfect-Cleaning’ Theory of rotary drilling. Journal of Petroleum Technology, pp. 1270-1274.

DEVELOPING A VISUAL COMPUTER PROGRAM FOR DRILLING OPTIMIZATION

Cihan Gökçöl
Kırklareli University, Luleburgaz Vocational College, Automotive Program
cihan.gokcol@klu.edu.tr

Abstract
During the drilling, there are many parameters seriously affecting drilling penetration rate and drilling cost and then many corresponding equations and relations to be solved. But, solving such complex equations that were derived for each drilling parameter manually, inevitably both takes longer time and also causes more risk of error. In this study, a visual computer program that enables to realize the application of two methods is developed considering the corresponding equations of the drilling parameters. Additionally, the flow diagram related to how the computer program runs in each step is demonstrated. Lastly, the development and use of the computer program are explained by using the snapshots of the various situations in the computer program.

Keywords: Drilling, Computer Program, Weight on bit, Rotary speed, Optimization

1. INTRODUCTION

Drilling is simply described drilling the well site location for thousand meters of depth and this process will move on until the main source of oil and gas reserve are reached. This process is not so simple that it requires many engineering knowledge and operational experience and important decisions made reasonably. The main objection in the drilling operations is to obtain a feasible and time saving drilling without any unexpected problems by adjusting and setting the values of some drilling parameters (Gökçöl, 2001; Gökçöl, 2019a).

Drilling Process depends on many parameters and the operational conditions of some from them. There are two main divisions of the drilling parameters: Alterables (changeable) and Non-alterables (directly no allowance to be manipulated or may be indirectly intervened.). Therefore, much more importance must be given to the alterable ones by the people who are charge of the drilling process (Mammadov, 2010).

As stated in the study of (Gökçöl, 2019a), for a better drilling procedure, penetration rate, and mainly for a maximum cost and time savings, during the drilling operation, optimum values for some efficient drilling parameters should be immediately and accurately determined by means of some mathematical methods, models and formulas (Drilling Cost Equations, Drilling Penetration Rate Equations, Bearing and Tooth Wear Equations, etc.) . Therefore, drilling optimization is such a necessary operation since (i) it enables to compute the drilling cost values for any rotary speed and weight on bit, and thus optimum rotary speed and weight on bit corresponding to the optimum cost are easily computed. (ii) Additionally, it enables to compute the estimated time what time the bearing and tooth of any working bit are completely worn. That is why, we can make an accurate decision on when a bit is pulled to the surface and a trip time begins (Bourgoyne, et al., 1991; Gökçöl, 2019).

During the drilling, there are many parameters seriously affecting drilling penetration rate and drilling cost and then many corresponding equations and relations to be solved. But, solving such complex equations that were derived for each drilling parameter manually, inevitably both takes longer time and also causes more risk of error. In this study, a visual computer program that enables to realize the application of two methods is developed considering the corresponding equations of the drilling parameters. Additionally, the flow diagram related to how the computer program runs in each step is demonstrated. Lastly, the development and use of the computer program are explained by using the snapshots of the various situations in the computer program.

2. INTERESTED EQUATIONS IN THE DEVELOPED COMPUTER PROGRAM

A drilling engineer works to apply the appropriate drilling methods to make sure a safer and more feasible drilling process, and these methods are performed considering many conditions of the well site. In the calculation of the drilling cost there are many variables, and they are grouped into Variable Costs and Fixed Costs. Other details on the drilling cost are already explained in the study of (Gökçöl, 2019a). Depending on these drilling cost variables, the equation (1), called as drilling cost formula, was derived, (Gökçöl, 2019; Bourgoyne, et al., 1991).

$$C_f = \frac{C_b + C_r(t_b + t_c + t_t)}{\Delta D} \quad (1)$$

Where,
C_b: Bit cost, $,
C_f: Cost of drilled unit depth, $/ft,
C_r: Fixed expenses of the tower, $/hour,
ΔD: Drilling distance, ft,
t_b: Total working time of a bit, hour,
t_c: Connection time, hour,
t_t: Trip time, hour.

Table 1. Other equations related to the drilling cost calculation t(Bourgoyne, et al., 1991; Gökçöl, 2019; Gökçöl, 2019a)

EQUATIONS	EXPLANATIONS	PARAMETERS
$t_d = \frac{1}{2.303 a_2 K}\left(e^{2.303 a_2 D} - 1\right)$	The drilling time required to drill a given depth can be obtained by this equation.	t_d: Drilling time, hour, a_2 ve K: Well constants, dimensionless, D: Depth, ft. t_t: Trip time, hour, $\bar{t}_s$: The time to move a stand pipe into or out of the well, hour, $\bar{l}_s$: Average stand pipe length, ft D_i: Depth at the last trip time, ft, D: Depth at next trip time, ft, t_b: Bit lifetime, hour.
$t_t = 2\left(\frac{\bar{t}_s}{\bar{l}_s}\right) D$	The trip time, that is the spent time to change the bit with new one, can be calculated with this equation.	
$D = \frac{1}{2.303 a_2} \ln(2.303 a_2 K t_b + e^{2.303 a_2 D_i})$	The drilled depth between the two trip times can be estimated with this equation.	

Maurer (Maurer, 1962) obtained a penetration rate equation for the rotary cone bits. In this equation, bit weight, rotary speed, bit diameter and rock strength were taken into account as variables. As a result, the equation (2) was obtained.

$$R = \frac{K}{S^2}\left[\frac{W}{d_b} - \left(\frac{W}{d_b}\right)_t\right]^2 N \quad (2)$$

Where,
K: Proportional constant, dimensionless,
S^2: Rock compressive strength, lbf/in^2,
$\frac{W}{d_b}$: Bit weight 1000 lbm/in,
$\left(\frac{W}{d_b}\right)_t$: Threshold bit weight, 1000 lbm/in.

Table 2. Other equations related to Bit Tooth Wear, Bit Bearings Wear and Burgoyne and Young Model (Bourgoyne, et al., 1991; Gökçöl, 2019)

EQUATIONS	EXPLANATIONS	PARAMETERS
$\frac{dh}{dt}=\frac{1}{\tau_H}\left(\frac{N}{60}\right)^{H_1}\frac{\left(\frac{W}{d_b}\right)_m-4}{\left(\frac{W}{d_b}\right)_m-\left(\frac{W}{d_b}\right)}\left(\frac{1+H_2/2}{1+H_2 h}\right)$	Bit Tooth Wear Equation	h: The tooth height wear fraction, dimensionless, H_1 and H_2: Constant, dimensionless, N: Rotary speed, rpm, t: Time, hour, W: Bit weight, x1000lbf, $\left(\frac{W}{d_b}\right)_m$: Maximum bit weight per inch, x1000lbf/in, τ_H: Formation abrasiveness constant, hour. b: Bearing life fraction, dimensionless, B_1, B_2: Bearing wear exponents, dimensionless, d_b: Bit diameter, inch, τ_B: Bearing constant, hour, D: Actual well depth, ft, F_j: Hydraulic impact under the bit weight, lbf, g_p : Pore pressure gradian, lbm/gal, h: Bit tooth wear fraction, dimensionless, $(W/d_b)_t$: Maximum bit weight per inch, 1000lbf/in, ρ_c : Equivalent circulation density, lbm/gal.
$\frac{d_b}{d_t}=\frac{1}{\tau_B}\left(\frac{N}{60}\right)^{B_1}\left(\frac{W}{4d_b}\right)^{B_2}$	Bit Bearings Wear	
$R = f_1 f_2 f_3 f_4 \dots\dots\dots\dots f_n$ $f_1 = e^{2{,}303 a_1} = K$ $f_2 = e^{2{,}303 a_2 (10000-D)}$ $f_3 = e^{2{,}303 a_3 D^{0{,}69}(g_p-9)}$ $f_4 = e^{2{,}303 a_4 D(g_p-\rho_c)}$ $f_5 = \left[\frac{\left(\frac{W}{d_b}\right)-\left(\frac{W}{d_b}\right)_t}{4-\left(\frac{W}{d_b}\right)_t}\right]^{a_5}$ $f_6 = \left(\frac{N}{60}\right)^{a_6}$ $f_7 = e^{-a_7 h}$ $f_8 = \left(\frac{F_j}{1000}\right)^{a_8}$	Bourgoyne-Young Model Equations	

Table 2 includes many equations and models. Some constants used in the equations of Bit tooth wear and Bit bearings wear are indicated in Table 3 and 4, respectively (Bourgoyne, et al., 1991; Gökçöl, 2019; Gökçöl, 2001). Using the equations in Table 2 and some other necessary equations, the computer program was developed with Microsoft Visual Basic Program.

Table 3. H_1, H_2 ve $\left(\frac{W}{d_b}\right)_m$ values for various rotary cone drills in the literature respectively (Bourgoyne, et al., 1991; Gökçöl, 2019; Gökçöl, 2001)

Bit Class	H_1	H_2	$\left(\frac{W}{d_b}\right)_m$
1-1 and 1-2	1,90	7	7,0
1-3 and 1-4	1,84	6	8,0
2-1 and 2-2	1,80	5	8,5
2-3	1,76	4	9,0
3-1	1,70	3	10,0
3-2	1,65	2	10,0
3-3	1,60	2	10,0
4-1	1,50	2	10,0

Table 4. Recommended values of B_1 and B_2 for rotary cone bits respectively (Bourgoyne, et al., 1991; Gökçöl, 2019; Gökçöl, 2001)

Bearing Type	Drilling Fluid Type	B_1	B_2
Non-Sealed Roller Bearing	Barite Mud	1.0	1.00
	Sulphide Mud	1.0	1.00
	Water	1.0	1.20
	Clay/Water Mud	1.0	1.50
	Oil Based Mud	1.0	2.00
Sealed Roller Bearing	……..	0.7	0.85
Sealed Journal Bearing	……..	1.6	1.00

3. FLOW DIAGRAM OF THE COMPUTER PROGRAM

The flow diagram showing the details of the developed Visual Basic program and also including the working principles of the developed algorithm is given in Figure 1.

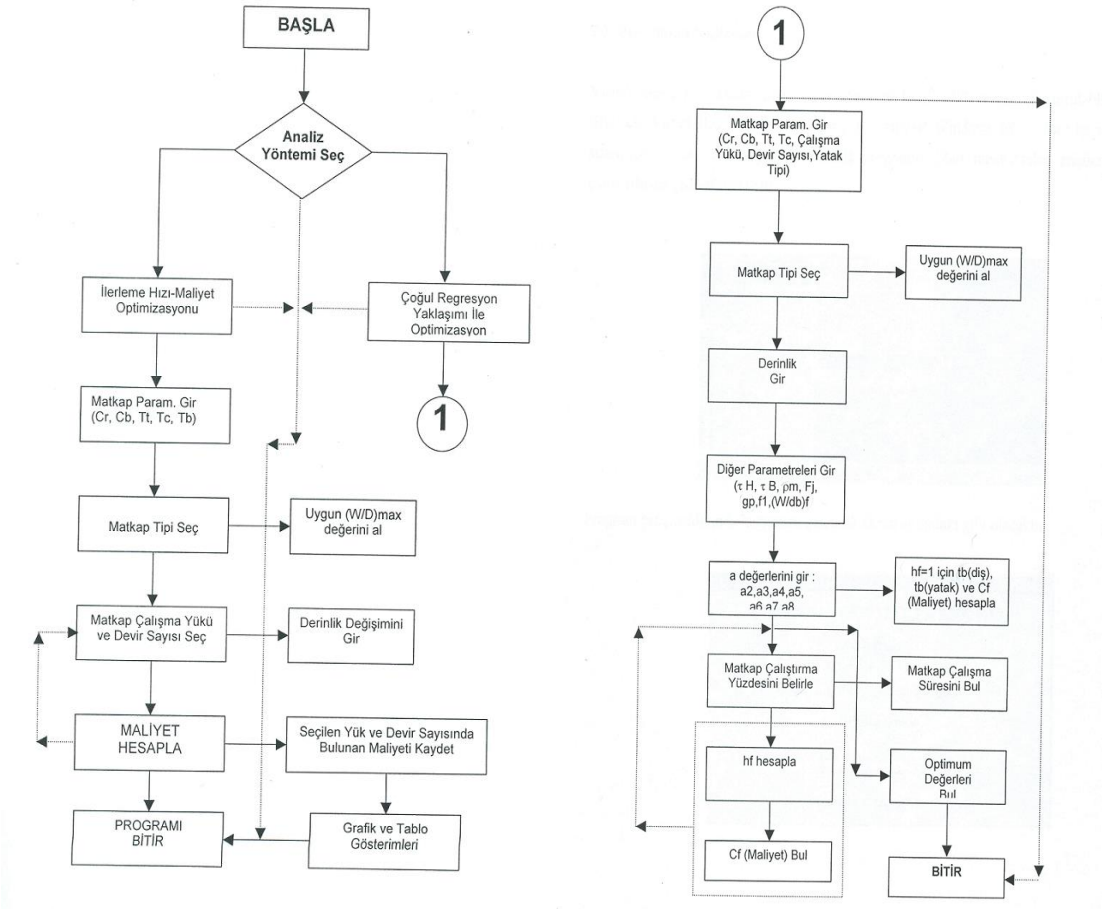


Figure 1. The flow diagram of the computer program

4. USE OF THE COMPUTER PROGRAM

After compiling the program created in Visual Basic, an "EXE" file can be created and thus, it can be run on every computer with Windows Operating System without the need of Visual Basic program. In the following parts of this section, some snapshots that were taken from the computer program will be presented to explain how to use the computer program. First of all, after running the exe program, the start menu of the program appears as in Figure 2a. Then, the method selection menu comes as in

Figure 2b after pressing the run the program button in Figure 2a. Here, the user can select any method (there are two methods to be applied by users) whatever he/she wants. When the user checks the first option, the first method form for the drilling cost optimization method immediately appears as shown in Figure 2c and now any drilling cost calculation can be made so many times by entering the input values of drilling cost variables and bit type (as shown in Figure 2d) for various combinations of rotary speed and weight on bit (Gökçöl, 2019; Gökçöl, 2001).

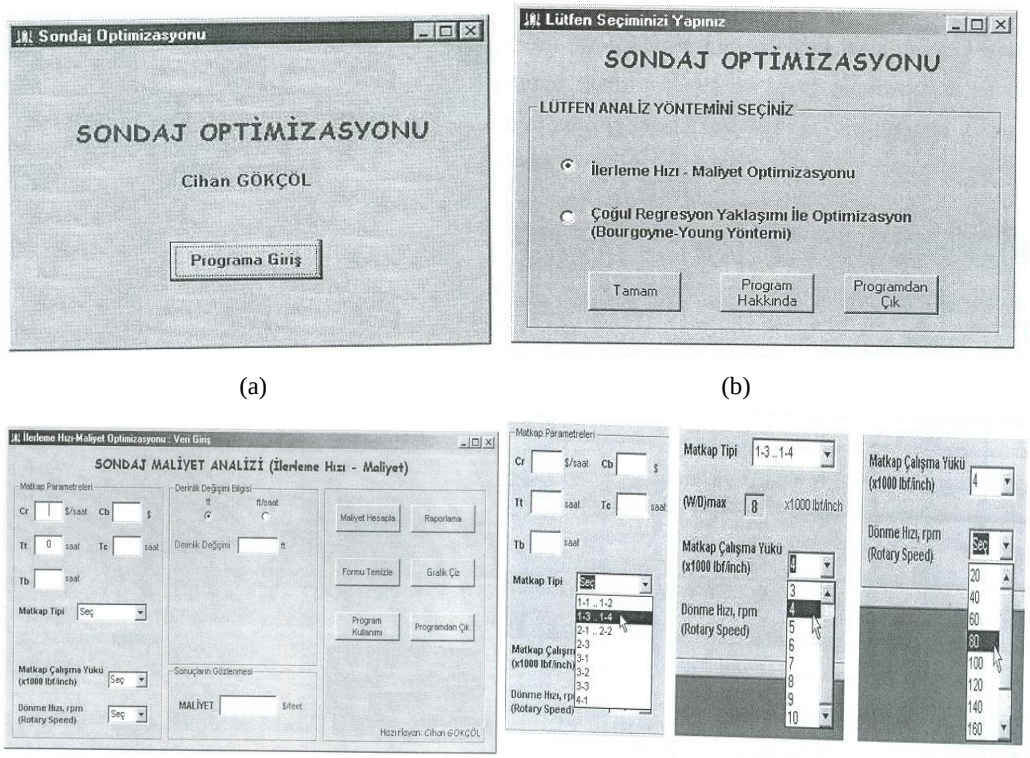
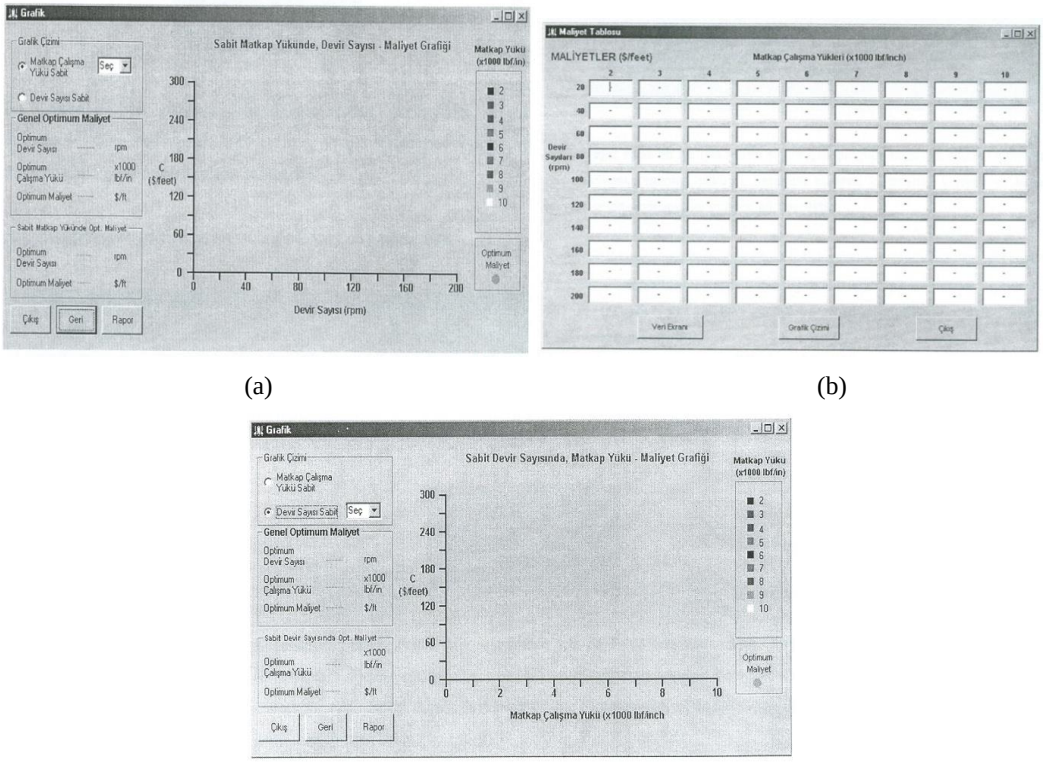


Figure 2. Program start menu (a), Analysis method selection (b), Data entry screen for the Drilling Penetration Rate-Cost method (c), and Input of bit type, bit operating load and rotary speed values (d)

Furthermore, in this computer program there are two different types of showing the results, that is, drilling cost values for any rotary speed and weight on bit. They are indicated in Figure 3. The graphical representation of the results is performed via the graphic drawing screen in Figure 3a, while they can be also indicated in a table, the cost-feet table, existed in Figure 3b. With the help of these two options for representing the drilling cost values, the user enables to understand the instantaneous behavior of the drilling cost according to the changing rotary speed and weight on bit. Thus, it is possible to determine what time a bit should be pulled to surface and the trip time begins. Additionally, general optimum values of drilling cost, rotary speed and weight on bit are also calculated and indicated in the interested frame existed in Figure 3a. By the way, concerning with the graphical demonstration there are two types of graphic drawing screen, namely, rotary speed-cost graph (shown in Figure 3a) at a fixed weight on bit and weight on bit-cost graph (shown in Figure 3c) at a fixed rotary speed. Added to the general optimum values of drilling cost, rotary speed and weight on bit, that are presented in both Figure 3a and 3c, specific optimum values for the two situations related to the fixed rotary speed and weight on bit are also calculated and presented in Figure 3c and 3a (Gökçöl, 2019; Gökçöl, 2001).



(a) (b)

(c)

Figure 3. Rotary speed-cost graph at a fixed weight on bit (a), Cost-Feet table (b) and Weight on bit-cost graph at a fixed rotary speed (c)

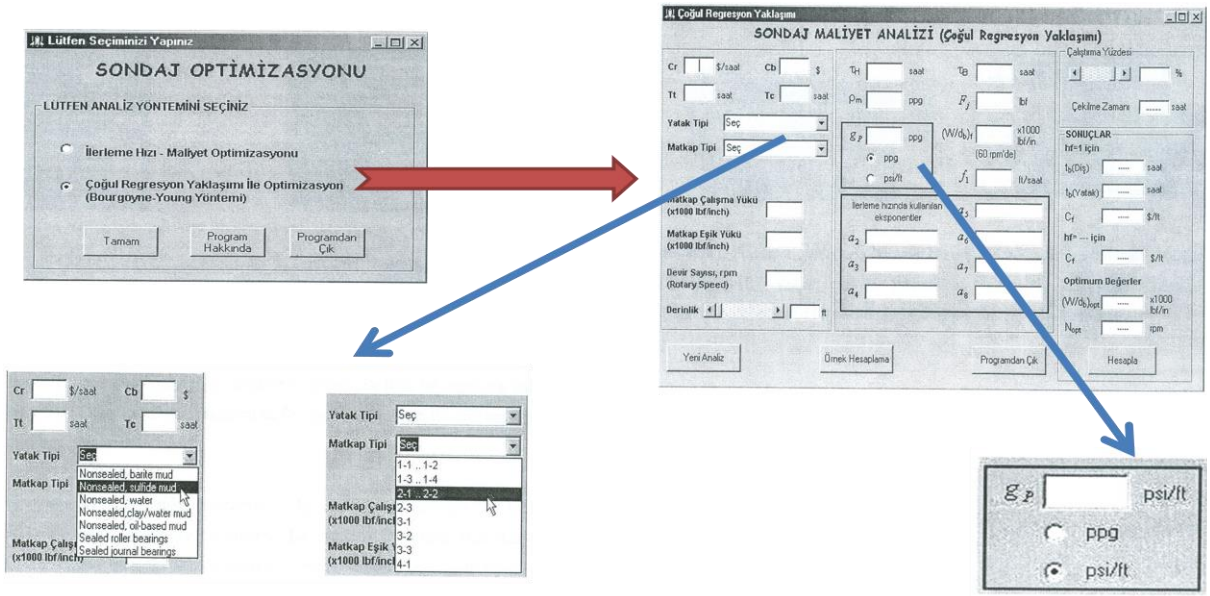


Figure 4. The interested page of the computer program for second method and data entry for bit type and drilling cost calculation

For the second method, called as Multiple regression method, firstly the second option is selected in the analysis method selection page existed in Figure 2b, and then the data entry screen immediately appears as indicated in Figure 4. After all the necessary input data are entered as indicated in Figure 4 (the entered data in the three different frames pointed by the two blue arrows), all the results about

optimum rotary speed, optimum weight on bit and the corresponding drilling cost are computed and presented in the interested frame in the multiple regression method screen in Figure 4 (Gökçöl, 2019; Gökçöl, 2001).

5. CONCLUSION

The developed program provides the optimization calculations easily and in an interactive way and the obtained results can be seen instantly as tables and graphs. Therefore, the use of such a program speeds up the optimization process and reduces the margin of error. Additionally, it is an open-ended software and can be developed with many more additions. For example, a curve can be passed from the values in the Rotary Speed-Cost and Bit Weight-Cost charts by using the At least Square Method and thus more accurate estimates can be made for the intermediate values. Finally, With a module that can be added to the program, the user can store the values entered or to be calculated and then reload these values if necessary. It is also possible to add a help module to the program that explains the use of the program and also provides basic information on the subject.

REFERENCES

Bourgoyne AT., et al. 1991. Applied Drillin Engineering. Society of Petroleum Engineers Foundation.

Gökçöl C 2019a. An investigation on drilling parameters affecting oil and gas drilling performance. IMASCON Autumn. Kocaeli-Turkey.

Gökçöl C 2019. Computer Aided Drilling Optimization-Developing a Computer Program and Its Applications. LAP Lambert Academic Publishing.

Gökçöl C 2001. Sondaj Optimizasyonu. İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi (Undergraduate (BSc) Thesis).

Mammadov F 2010. Developing Drilling Optimization Program For Galle And Woods Method. İstanbul : Istanbul Technical University- Institute of Science And Technology, 2010.

Maurer WC 1962 The ‘Perfect-Cleaning’ Theory of rotary drilling. Journal of Petroleum Technology, pp. 1270-1274.

DRILLING OPTIMIZATION THROUGH THE DEVELOPED COMPUTER PROGRAM: AN APPLICATION

Cihan Gökçöl
Kırklareli University, Luleburgaz Vocational College, Automotive Program
cihan.gokcol@klu.edu.tr

Abstract

In this study, the computer program that was developed for both finding the optimum operating values of the parameters such as weight on bit (WOB) and rotary speed (RPM) during the drilling operations and also determining the drilling cost has been tested with a sample application. In this context, firstly the problem is clearly described by means of all the inputs related to the sample problem. Then, having entered all of the inputs to the computer program, it is run to get the results about drilling penetration rate and overall drilling cost rapidly and safely. Finally, all the results obtained for the problem are compared to the ones that were reached by the academicans, Bourgogne and his friends.

Keywords: Drilling, Computer Program, WOB, RPM, Optimization, Application

1. INTRODUCTION

Drilling is basically a process of drilling the ground till petroleum or gas is found, but it contains many rules regarding drilling that must be strictly followed. It is the fact that during a complete drilling process the important decisions such as determining the best operational condition for RPM and WOB and selecting the most appropriate bit type depending on the current formation and economic parameters, etc. must be sensitively made to perform a better drilling performance. All the things to find optimum results for some important drilling parameters (see the study of (Gökçöl, 2019a) for details) requires to get solutions of many equations related to bit tooth wear, bit bearings wear, drilling penetration rate, drilling cost, etc (Gökçöl, 2019; Gökçöl, 2019a; Gökçöl, 2019b; Gökçöl, 2001).

In this study, the computer program that was developed for both finding the optimum operating values of the parameters such as weight on bit (WOB) and rotary speed (RPM) during the drilling operations and also determining the drilling cost has been tested with a sample application. In this context, firstly the problem is clearly described by means of all the inputs related to the sample problem. Then, having entered all of the inputs to the computer program, it is run to get the results about drilling penetration rate and overall drilling cost rapidly and safely. Finally, all the results obtained for the problem are compared to the ones that were reached by the academicans, Bourgogne and his friends.

2. CONCERNING THE DEVELOPED COMPUTER PROGRAM

In the drilling optimization, many calculations for the interested equation that are presented in Table 1 and Table 2 and some methods and mathematical models must be performed in order to reach the optimum results for drilling cost and some drilling variables such as RPM and WOB (Lummus, 1970). It should be noted that our limitation or main criteria variables consist of drilling penetration rate and drilling cost. Depending on these two parameters, it can be possible to make a decision on whether the drilling process is feasible and efficient or not. And also, through this computer program run, determining what time a bit run should be terminated and a new bit should be replaced instead of the used bit (not effective any more) will be performed easily (Mammadov, 2010; Mitchell, et al., 2016).

Table 1. All the equations related to the drilling cost calculation (Bourgoyne, et al., 1991; Gökçöl, 2019; Gökçöl, 2019a; Gökçöl, 2019b)

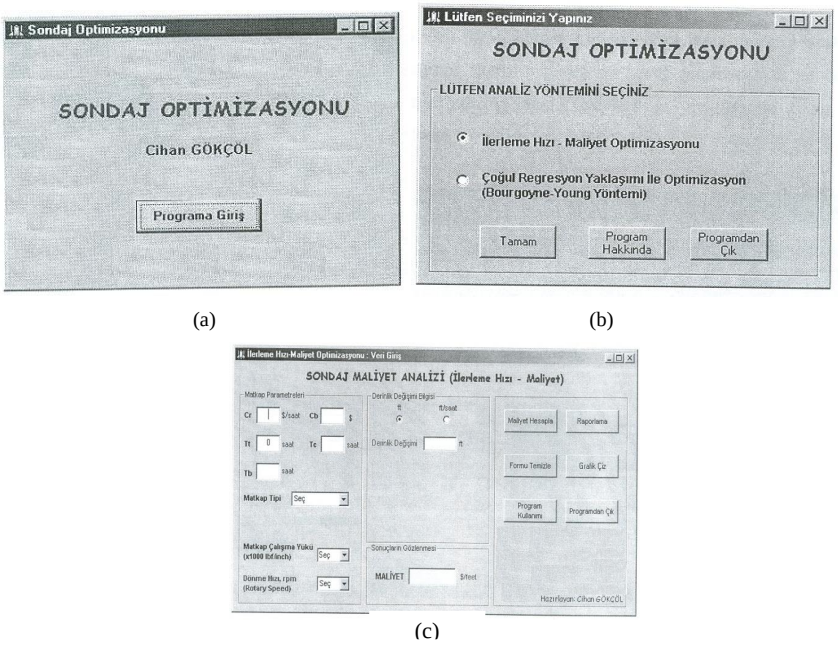
EQUATIONS	EXPLANATIONS	PARAMETERS
$C_f = \frac{C_b + C_r(t_b + t_c + t_t)}{\Delta D}$	This is a widely-used equation for drilling cost calculation.	C_b: Bit cost, \$, C_f: Cost of drilled unit depth, \$/ft, C_r: Fixed expenses of the tower, \$/hour, ΔD: Drilling distance, ft, t_b: Total working time of a bit, hour, t_c: Connection time, hour, t_t: Trip time, hour t_d: Drilling time, hour, a_2 ve K: Well constants, dimensionless, D: Depth, ft. t_t: Trip time, hour, $\bar{t_s}$: The time to move a stand pipe into or out of the well, hour, $\bar{l_s}$: Average stand pipe length, ft D_i: Depth at the last trip time, ft, D: Depth at next trip time, ft, t_b: Bit lifetime, hour.
$t_d = \frac{1}{2.303 a_2 K}\,(e^{2.303 a_2 D} - 1)$	The drilling time required to drill a given depth can be obtained by this equation.	
$t_t = 2\left(\frac{\bar{t_s}}{\bar{l_s}}\right) D$	The trip time, that is the spent time to change the bit with new one, can be calculated with this equation.	
$D = \frac{1}{2.303 a_2} \ln(2.303 a_2 K t_b + e^{2.303 a_2 D_i})$	The drilled depth between the two trip times can be estimated with this equation.	

Some constants (H_1, H_2 , $\left(\frac{W}{d_b}\right)_m$, B_1 and B_2) used in the equations of bit tooth wear and bit bearings wear (defined in Table 2) are presented in detail in the study of (Gökçöl, 2019b; Gökçöl, 2019; Bourgoyne, et al., 1991; Gökçöl, 2001)

In this study, a computer program for drilling optimization was developed by using MS Visual Basic Program in which two different analysis methods, namely penetration rate-cost method and multiple regression method, can be applied. The flow diagram showing the details of the developed Visual Basic program and also including the working principles of the developed algorithm is given in the interested references (Gökçöl, 2019b; Gökçöl, 2001; Gökçöl, 2019). This computer program can be run on every computer with Windows Operating System without the need of Visual Basic program because an its "EXE" file can be created. Just now, some snapshots that were taken from the computer program will be presented to explain how to use the computer program (Gökçöl, 2019b). Figure 1-2 present some snapshots of the first method called as Penetration rate-Cost method to figure out better how to use the computer program, what sort of controls are included in the computer program and about the methods in the computer program. Additionally, Figure 2 indicates the two ways of representing the cost results computed for many combinations of RPM and WOB: Cost-Feet Table and RPM/WOB vs. Cost Graphs. Meanwhile, Figure 3 is related to the second method, Multiple Regression method and includes some snapshots to figure out the use of the interested section of the computer program as well as how data input and analysis of the results are done.

Table 2. Other equations related to Bit Tooth Wear, Bit Bearings Wear and Burgoyne and Young Model (Bourgoyne, et al., 1991; Gökçöl, 2019; Gökçöl, 2019b; Maurer, 1962)

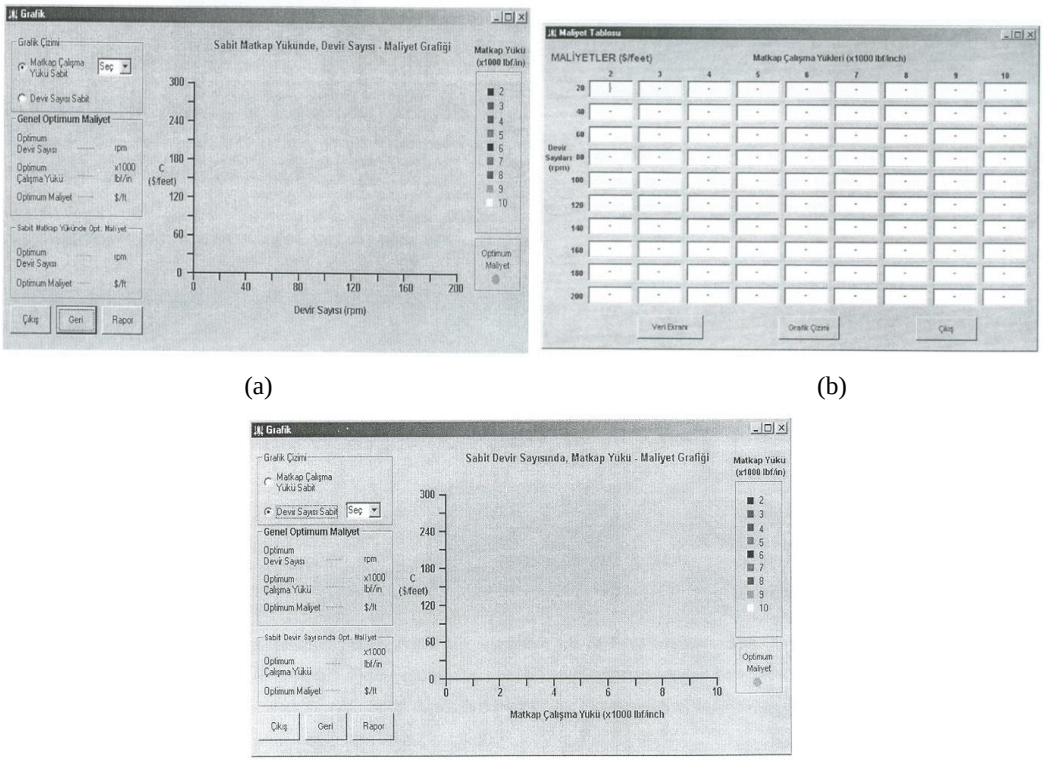
EQUATIONS	EXPLANATIONS	PARAMETERS
$R = \frac{K}{S^2}\left[\frac{W}{d_b} - \left(\frac{W}{d_b}\right)_t\right]^2 N$	Drilling penetration rate equation	K: Proportional constant, dimensionless, S^2: Rock compressive strength, lbf/in^2, $\frac{W}{d_b}$: Bit weight 1000 lbm/in, $\left(\frac{W}{d_b}\right)_t$: Threshold bit weight, 1000 lbm/in.
$\frac{dh}{dt} = \frac{1}{\tau_H}\left(\frac{N}{60}\right)^{H_1} \frac{\left(\frac{W}{d_b}\right)_m - 4}{\left(\frac{W}{d_b}\right)_m - \left(\frac{W}{d_b}\right)}\left(\frac{1 + H_2/2}{1 + H_2 h}\right)$	Bit Tooth Wear Equation	
$\frac{d_b}{d_t} = \frac{1}{\tau_B}\left(\frac{N}{60}\right)^{B_1}\left(\frac{W}{4d_b}\right)^{B_2}$	Bit Bearings Wear	
$R = f_1 f_2 f_3 f_4 \dots\dots\dots\dots f_n$ $f_1 = e^{2{,}303 a_1} = K$ $f_2 = e^{2{,}303 a_2 (10000 - D)}$ $f_3 = e^{2{,}303 a_3 D^{0{,}69}(g_p - 9)}$ $f_4 = e^{2{,}303 a_4 D(g_p - \rho_c)}$ $f_5 = \left[\frac{\left(\frac{W}{d_b}\right) - \left(\frac{W}{d_b}\right)_t}{4 - \left(\frac{W}{d_b}\right)_t}\right]^{a_5}$ $f_6 = \left(\frac{N}{60}\right)^{a_6}$ $f_7 = e^{-a_7 h}$ $f_8 = \left(\frac{F_j}{1000}\right)^{a_8}$	Bourgoyne-Young Model Equations	h: The tooth height wear fraction, dimensionless, H_1 and H_2: Constant, dimensionless, N: Rotary speed, rpm, t: Time, hour, W: Bit weight, x1000lbf, $\left(\frac{W}{d_b}\right)_m$: Maximum bit weight per inch, x1000lbf/in, τ_H: Formation abrasiveness constant, hour. b: Bearing life fraction, dimensionless, B_1, B_2: Bearing wear exponents, dimensionless, d_b: Bit diameter, inch, τ_B: Bearing constant, hour, D: Actual well depth, ft, F_j: Hydraulic impact under the bit weight, lbf, g_p : Pore pressure gradian, lbm/gal, h: Bit tooth wear fraction, dimensionless, $(W/d_b)_t$: Maximum bit weight per inch, 1000lbf/in, ρ_c : Equivalent circulation density, lbm/gal.



(a) (b)

(c)

Figure 1. Program start menu (a), Analysis method selection (b), Data input screen (c)



(a) (b)

(c)

Figure 2. Alternative ways of representing the computed cost results for any combination of RPM and WOB: RPM-cost graph at a WOB (a), Cost-Feet table (b) and WOB-cost graph at a fixed RPM (c)

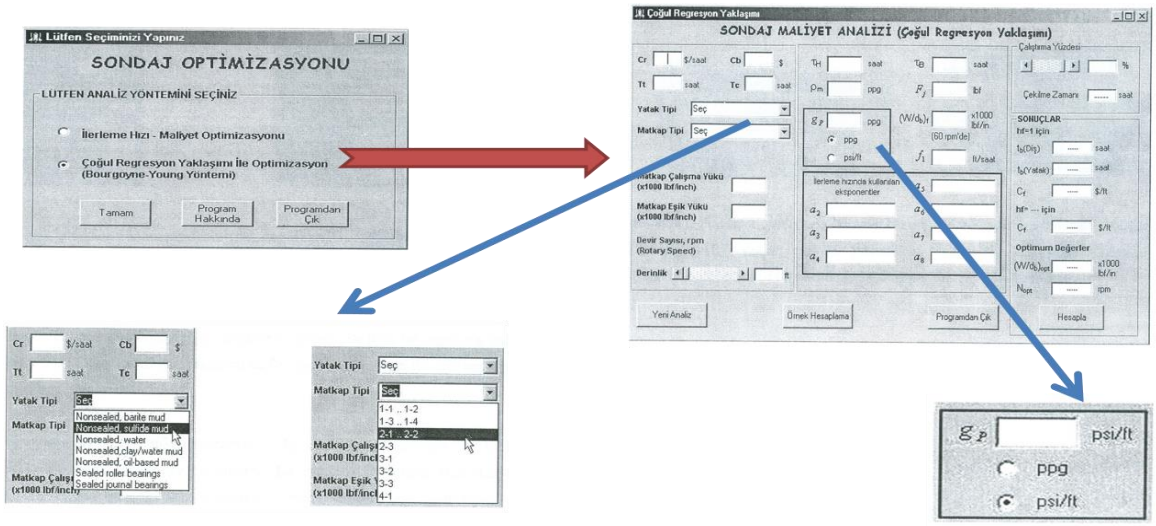


Figure 3. The interested sections of the computer program about Multiple Regression method (Gökçöl, 2019b; Gökçöl, 2019; Gökçöl, 2001)

3. DRILLING OPTIMIZATION THROUGH THE DEVELOPED COMPUTER PROGRAM: AN APPLICATION

This first application has been solved with the Penetration Rate-Cost Optimization method. Table 3 and 4 contains data input that was received from the book of (Bourgoyne, et al., 1991). They will be used in the solution of the application through the computer program.

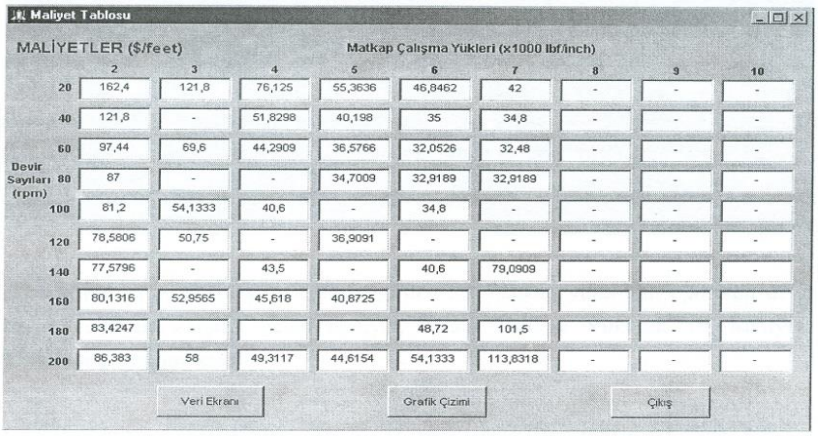
Table 3. Drilled depth ranges corresponding to the appropriate rotary speeds and bit weights for this application (Gökçöl, 2001; Gökçöl, 2019; Bourgoyne, et al., 1991)

Rotary Speeds, RPM	**Bit Weights, x1000lbf**					
	2	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	Drilled Depth Ranges, ft					
20	75	100	160	220	260	290
40	100		235	303	348	350
60	125	175	275	333	380	375
80	140	225		351	370	370
100	150		300		350	
120	155	240		330		
140	157		280		300	154
160	152	230	267	298		
180	146				350	120
200	141	210	247	273	225	107

Table 4. Assumptions to be considered in the calculation of cost in this application

Bit Type	**C_r, \$/ hour**	**C_b, \$**	**t_c, hour**	**t_b, hour**
1-3 ya da 1-4	800	500	0,6	14
$(W/d_b)_{max}$, lbf/in				
8000				

After entering data into the program and considering the assumptions required for the cost calculation, the calculated costs can be observed in the table in the "Reporting" section of the program. The cost table is shown in Figure 4.



Devir Sayıları (rpm)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	162,4	121,8	76,125	55,3636	46,8462	42	-	-	-
40	121,8	-	51,8298	40,198	35	34,8	-	-	-
60	97,44	69,6	44,2909	36,5766	32,0526	32,48	-	-	-
80	87	-	-	34,7009	32,9189	32,9189	-	-	-
100	81,2	54,1333	40,6	-	34,8	-	-	-	-
120	78,5806	50,75	-	36,9091	-	-	-	-	-
140	77,5796	-	43,5	-	40,6	79,0909	-	-	-
160	80,1316	52,9565	45,618	40,8725	-	-	-	-	-
180	83,4247	-	-	-	48,72	101,5	-	-	-
200	86,383	58	49,3117	44,6154	54,1333	113,8318	-	-	-

Figure 4. All the costs values computed through the computer program are presented in the cost-feet table

Figure 5 is created for the **constant WOB** that is here chosen as **7000 lb/in**, and it is understood from Figure 5 that ***general Optimum values*** for RPM, WOB and drilling cost are **60 rpm, 6000 lbf/in, and 32.05 $/ft**, respectively. Added to them, ***specific optimum values*** for RPM and drilling cost, ***at the constant RPM value of 7000 lb/in.***, are **60 rpm, and 32.48 $/ft**, resprectively.

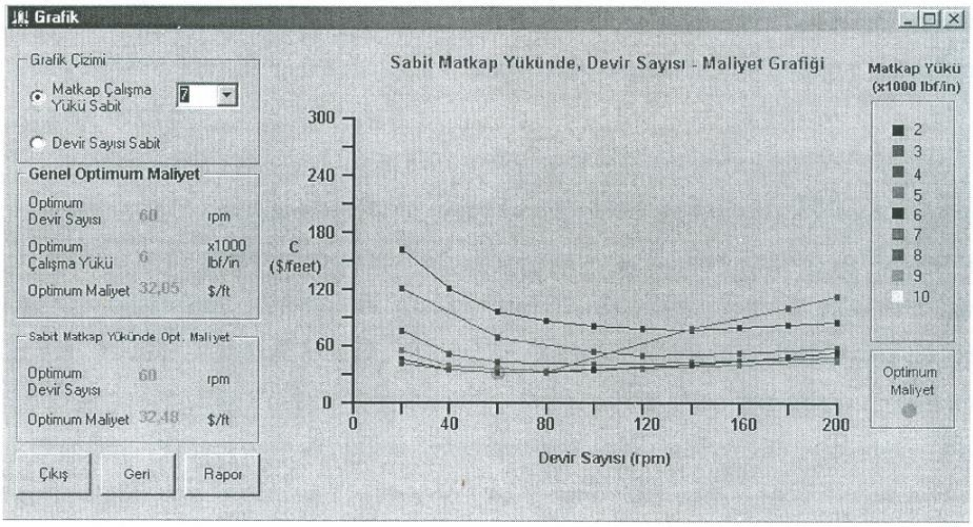


Figure 5. The RPM-Cost Graph at a fixed WOB

Furthermore, Figure 6 is created for the **constant RPM** that is here chosen as **200 rpm**. Eventually, ***specific optimum values*** for WOB and drilling cost, ***at the constant rotary speed value of 200 rpm***, are **5000 lbf/in, and 44.615 $/ft**, resprectively. By the way, like the constant WOB situation, g***eneral Optimum values*** for rotary speed, WOB and drilling cost are **60 rpm, 6000 lbf/in, and 32.05 $/ft**, respectively

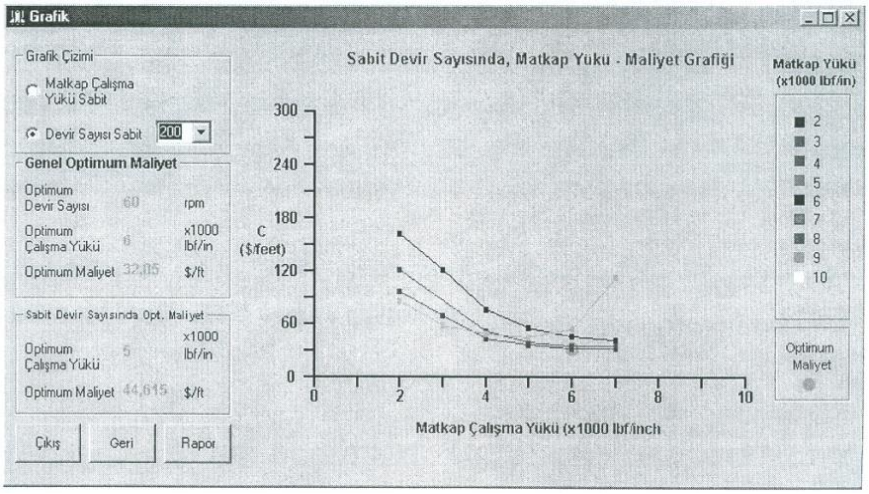


Figure 6. The WOB-Cost Graph at a fixed RPM

In the second application, the data input that was received from the book of (Bourgoyne, et al., 1991) is indicated in Figure 7. This application was solved with the multiple regression method presented in the computer program. In Figure 7, the data used in the application should be entered into the module of the program using this method. In the three fields that are defined with the red, blue and green rectangular shapes in Figure 7, the data entered to the program module about the second application is indicated.

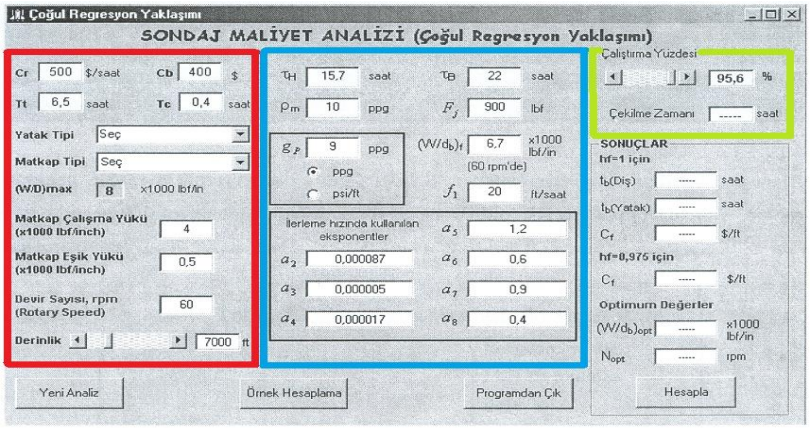


Figure 7. All the data entered to the interested module of the program for the second application

After pressing the "Calculate" button, the values shown in the RESULTS section in Figure 7 are calculated. Figure 8 shows the results obtained in detail. The maximum operating times of the bit tooth and bearing and the corresponding cost values were calculated. Here, the time of pulling the bit to surface becomes 15.01 hours. Finally, optimum WOB and RPM calculations are performed considering this critical bit run time of 15.01 hours. After that, all the results about the optimums for the second application are indicated in the results section in the blue frame of Figure 8.

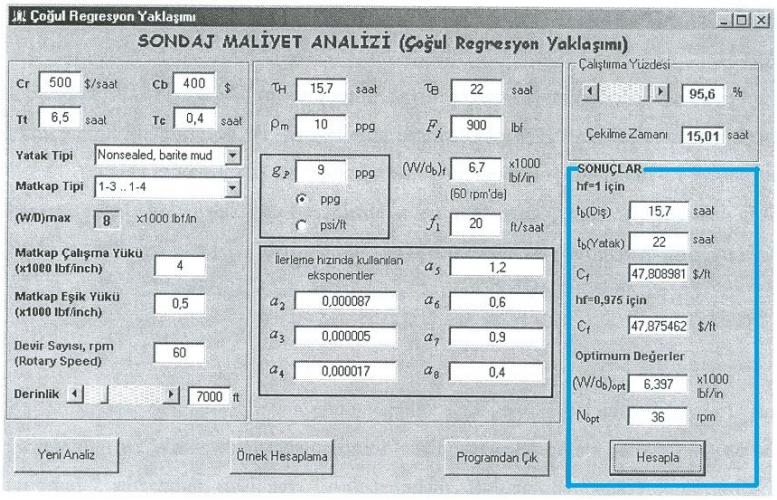


Figure 8. The computed optimum RPM and WOB values for the second application

The results obtained are presented in Table 5. From this table, it can be obviously understood that all the optimum values computed for WOB and RPM through the computer program are in agreement with the values of (Bourgoyne, et al., 1991).

Table 5. Comparison of the results with the reference (Bourgoyne, et al., 1991)

Parameters	Computed Values by	
	The Developed Computer Program	Bougoyne et. al
C_f, $/hour	47.87	47.69
$(W/d_b)_{opt}$, x1000lbf/in	6.397	6.4
N_{opt}, rpm	36	36

4. CONCLUSION

In this study, two applications are performed with the visual and user-friendly computer program that was developed with MS Visual Basic program. In the development of the computer program, all the interested equations and models are firstly described and then the computer program and its modules are mentioned shortly. After that, two applications that were received from the book of Bourgoyne and his friends were discussed and explained. Eventually, the results are obtained for both methods, and it is seen that the results agree with the reference excellently. Furthermore, it is strongly believed that this computer program may be useful to make some drilling calculations to find the optimum operational conditions of the currently working bit and also to determine the best bit run time and what time the trip time begins. Apart from them, this computer program can be developed with performing the followings later: adding some modules into the program like help module and SI conversion module, applying an accurate method such as curve fitting while drawing a graph for the points in the graphic drawing screen (see Figure 5 and 6).

REFERENCES

Bourgoyne AT., et al. 1991. Applied Drillin Engineering. Society of Petroleum Engineers Foundation.

Gökçöl C 2019a. An investigation on drilling parameters affecting oil and gas drilling performance. IMASCON Autumn. Kocaeli-Turkey.

Gökçöl C 2019. Computer Aided Drilling Optimization-Developing a Computer Program and Its Applications. LAP Lambert Academic Publishing.

Gökçöl C 2019. Developing a visual computer program for drilling optimization [Conference] // IMASCON Autumn. Kocaeli-Turkey.

Gökçöl C 2001. Sondaj Optimizasyonu. İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi (Undergraduate (BSc) Thesis).

Lummus JL 1970. Drilling Optimization. Journal of Petroleum Technology.

Mammadov F 2010. Developing Drilling Optimization Program For Galle And Woods Method. İstanbul : Istanbul Technical University- Institute of Science And Technology, 2010.

Maurer WC 1962 The 'Perfect-Cleaning' Theory of rotary drilling. Journal of Petroleum Technology, pp. 1270-1274.

Mitchell RF, Miska SZ 2016. Fundamentals of Drilling Engineering. Society of Petroleum Engineers, Inc..

BALIKESİR İLİNDE KURULU GES ENERJİ ÜRETİMİ İLE ÜRETİM TAHMİN PROGRAMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Elk.Y.Müh.Mehmet Fatih BEYOĞLU
Balıkesir Üniversitesi / Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
fatih.beyoglu@baun.edu.tr

Prof.Dr.Metin DEMİRTAŞ
Balıkesir Üniversitesi / Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
mdtas@balikesir.edu.tr

Özet
Bir lokasyonun enerji üretimi için uygun olup olmadığına yapılan uzun süreli ölçümler ve hesaplamalar sonucunda karar verilmektedir. Uygulaması yapılmış projenin planlama da öngörülen enerji üretim değerlerini sağlaması proje maliyetinin geri dönüş süresini doğrudan etkilediğinden hesaplamaların doğru yapılması büyük önem arz etmektedir. Bu doğrultuda gerçeğe en yakın tahmin değerlerinin bulunmasına yönelik, Balıkesir İlinde kurulu bir güneş santralinin enerji üretim verileri ile farklı enerji üretimi tahmin programlarının karşılaştırması yapılmıştır. Güneş enerji santralinin (GES) farklı açılara yönlenmiş birebir aynı iki guruptan oluşması hesaplamanın doğruluğunun karşılaştırılması açısından önemlidir. Karşılaştırmada NREL (National Renewable Energy Laboratory) ait PVWatts Calculator programı, PVSYS Photovoltaic Software programı ve Avrupa Komisyonunun PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) programı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: GES, *PVWatts, PVSYS, PVGIS, Balıkesir*

A COMPARATIVE EVALUTION OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANT ENERGY PRODUCTION ESTABLISHED IN BALIKESIR PROVINCE AND PRODUCTION FORECASTING PROGRAMS

Abstract
Assessment of location suitability for solar energy production is critical and it requires long-term measurements and calculations. The implementation of the project is based on the energy production values envisaged in the project planning therefore, it is of utmost importance to ensure the calculations are performed accurately since it directly affects the payback period and return on investment (ROI) of the project. In this respect, in order to find the most realistic estimation values for future solar power plant (SPP) applications, the different energy production estimation programs have been compared to the actual energy production data of a solar power plant established in Balıkesir Province. The fact that the solar power plant consists of two identical groups directed to different angles is important in terms of comparing the accuracy of the calculation. The PVWatts Calculator program of the NREL (National Renewable Energy Laboratory), the PVSYS Photovoltaic Software program and the European Commission's PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) program were used in the comparison.
Keywords: *Solar, PVWatts, PVSYS, PVGIS, Balıkesir*

GİRİŞ

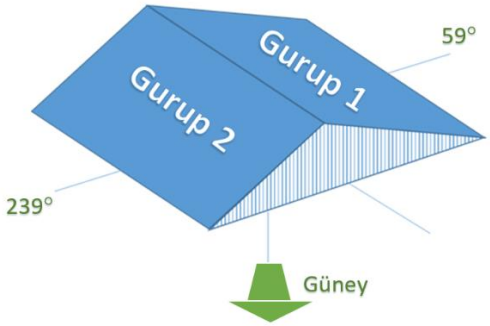
Fotovoltaik güneş enerji sistemlerinin verimliliğinin ölçülmesinde, güneş panelinin hangi şartlarda ne kadar güneş radyasyonu aldığı ve invertör çıkışından ne kadar enerji üretildiği önemlidir. [1,8] Burada üretilecek enerji miktarını etkileyen en önemli sistem girdisi, panelin maruz kalacağı radyasyon olup, ne kadar radyasyona maruz kalacağı da, panelin montaj yerine göre değişiklik gösteren enlem-boylama, eğim açısına ve montaj yönüne doğrudan bağlıdır. [1,4,8] Sistemin kurulum için belirlenen noktaya ait meteorolojik verilerin ve ışınım değerlerinin ölçümü yapılabileceği gibi, bu konuda profesyonel cihazlar ile ölçüm yapan kurum ve firmalardan da veri temin edilebilmektedir. Bununla birlikte aydınlık ve bulutsuz gökyüzü koşulları için teorik olarak ışınım değerleri hesaplanabilmektedir. [8]

Belirlenen koordinatlar için dünyanın güneş etrafındaki devinimi ve gün içerisindeki güneş açısı, montajı yapılan güneş panel sisteminin eğimi ve istikamet açısı göz önünde bulundurularak yüzeye gelen ışınım hesaplanabilmektedir. Karafil ve ark. [4] çalışmalarında Bilecik ilinde panel eğim açısının enerji üretimine etkilerini incelemiştir. Rustemli ve ark. [3] çalışmalarında güneş takip sistemli ve sabit montajlı güneş enerji sisteminin karşılaştırmasını yapmıştır. [6]

Güneş Enerji Sistemlerinin verimi ve malzeme teknik özellikleri üretilen enerji miktarını doğrudan etkilemektedir. Sistemde kullanılan panellerin verimleri panelin yapımında kullanılan malzemeye, teknolojiye, ortam sıcaklığına ve panelin yaşına göre değişmektedir. Boztepe [1] yaptığı çalışmada fotovoltaik güç sistemlerinde verimliliği etkileyen parametreleri incelemiştir. [1,5] Belirli bir konum için, montaj açısı ve yönü, panel teknik özellikleri ve nominal güç değeri bilinmesi halinde üretilecek elektrik enerji miktarının yaklaşık hesaplaması yapılabilmektedir. Bu hesaplamaları daha doğru ve pratik hale getirmek için ücretli ve ücretsiz programlar geliştirilmiştir. Sözkonusu programlar istenilen konum için meteorolojik verileri çeşitli meteoroloji veri bankalarından alabilmektedir. Huld ve arkadaşları [7] farklı bir solar radyasyon verisinin PVGIS programı hesaplamalarındaki etkisini incelemiştir. Neamt ve ark. [2] yapmış olduğu çalışmada enerji üretim tahmin sonuçlarını PVGIS ile karşılaştırmıştır.

PROGRAM VERİLERİ

Balıkesir İlinde kurulu bir güneş santralinin enerji üretim verileri ile farklı enerji üretimi tahmin programlarının karşılaştırması yapılmıştır. Şekil 1 de gösterildiği gibi, sözkonusu güneş enerji santrali Balıkesir İl Merkezinde (39.6N 27.9E), 59° (Gurup 1) ve 239° (Gurup 2) olmak üzere simetrik açılara yönlenmiş, 17° açılı çatı üzerine montaj yapılmış birebir aynı 27 kW lık iki guruptan oluşmaktadır. Her gurup 108 adet polikristal panel ve 1 adet invertörden oluşmaktadır.



Şekil 1. Çatı görünümü

PVGIS Programı Hesabı

Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) programı Avrupa Komisyonun hazırlamış olduğu ücretsiz bir güneş enerjisi hesaplama programıdır. Programa https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html linkinden ulaşılabilir. PVGIS programı ile sözkonusu güneş enerji santralimiz için hesaplamalar yapıldığında aylık ve yıllık enerji üretim miktarı öngörüsü Tablo 1 de belirtilmiştir.

Tablo 1. PVGIS Hesap programı (kWh)

	YILLIK	
	PVGIS 1	PVGIS 2
Ocak	888	1.280
Şubat	1.230	1.600
Mart	2.130	2.530
Nisan	2.960	3.270
Mayıs	3.800	3.960
Haziran	4.120	4.180
Temmuz	4.500	4.680
Ağustos	3.910	4.290
Eylül	2.720	3.260
Ekim	1.780	2.390
Kasım	1.100	1.670
Aralık	769	1.170
TOPLAM	29.907	34.280
	64.187	

PVGIS programı ile elde edilen hesaplama sonuçları incelendiğinde, Gurup 2 nin Gurup 1 panel gurubuna göre %14 oranında daha fazla enerji üreteceği öngörülmektedir. Panel guruplarının güney istikametinde ve 30° açı ile montajının yapılması halinde 73.200 kWh/yıl ile %14 daha fazla enerji üreteceği hesaplanmıştır.

PVSYST Programı Hesabı

PVSYST programı sektörde çok yaygın şekilde kullanılan ücretli ve deneme sürümleri bulunan profesyonel bir güneş enerjisi hesaplama programıdır. Programa https://www.pvsyst.com linkinden ulaşılabilir. PVSYST programı ile sözkonusu güneş enerji santralimiz için hesaplamalar yapıldığında aylık ve yıllık enerji üretim miktarı öngörüsü Tablo 2 de belirtilmiştir.

Tablo 2. PVSYST Hesap programı (kWh)

	YILLIK	
	PVSYST 1	PVSYST 2
Ocak	928	1.314
Şubat	1.137	1.412
Mart	2.011	2.369
Nisan	3.059	3.396
Mayıs	3.743	3.942
Haziran	4.287	4.393
Temmuz	4.519	4.681
Ağustos	3.785	4.124
Eylül	2.782	3.274
Ekim	1.782	2.213
Kasım	1.182	1.684
Aralık	937	1.409
TOPLAM	30.152	34.211
	64.363	

PVSYST programı ile elde edilen hesaplama sonuçları incelendiğinde, Gurup 2 nin Gurup 1 panel gurubuna göre %13 oranında daha fazla enerji üreteceği öngörülmektedir.

NREL Programı Hesabı

Amerikan Ulusal Yenilenebilir Enerji Labratuvarlarının (NREL National Renewable Energy Laboratory) sunmuş olduğu NREL's PVWatts Calculator programı ücretsiz olarak kullanılabilen bir güneş enerjisi hesaplama programıdır. Programa http://pvwatts.nrel.gov/ linkinden ulaşılabilir. NREL programı ile sözkonusu güneş enerji santralimiz için hesaplamalar yapıldığında aylık ve yıllık enerji üretim miktarı öngörüsü Tablo 3 de belirtilmiştir.

Tablo 3. NREL Hesap programı (kWh)

	YILLIK	
	NREL 1	NREL 2
Ocak	1.141	1.603
Şubat	1.466	1.896
Mart	2.447	3.008
Nisan	2.834	3.156
Mayıs	3.861	4.069
Haziran	4.311	4.461
Temmuz	4.403	4.615
Ağustos	3.856	4.259
Eylül	2.928	3.536
Ekim	2.028	2.633
Kasım	1.295	1.861
Aralık	920	1.264
TOPLAM	31.490	36.360
	67.850	

NREL PVWatts Calculator programı ile elde edilen hesaplama sonuçları incelendiğinde, Gurup 2 nin Gurup 1 panel gurubuna göre %15 oranında daha fazla enerji üreteceği öngörülmektedir. Panel guruplarının güney istikametinde ve 30° açı ile montajının yapılması halinde 78.552 kWh/yıl ile %16 daha fazla enerji üreteceği hesaplanmıştır.

PROJE ENERJİ HESABI KARŞILAŞTIRMASI

Güneş enerji santralinin proje hesabının sağlıklı yapılması projenin verimliliği ve fizibilitesi açısından çok önemli bir kriterdir. Bu hesaplamaların yapılabilmesi için ücretli ve ücretsiz bazı yazılım ve araçlar geliştirilmiştir. Bunlardan özellikle sektör de sıklıkla kullanılan bazı programlar ile mevcut santralin enerji üretim hesabı tekrar yapılmış, ortalama üretilen enerji ve GES projesinde yer alan enerji üretim hesabı ile karşılaştırmalı sonuçları Tablo 4 de verilmiştir.

Tablo 4. Karşılaştırma tablosu

	GRUP1 (59°)	GRUP2 (239°)	TOPLAM	ÜRETİM FARK (%)
2016-2017-2018 ÜRETİM ORTALAMASI	26.854	32.790	**59.644**	-
PROJE HESABI	32.596	36.618	**69.214**	**16%**
PVGIS HESAPLAMA	29.907	34.280	**64.187**	**8%**
PVSYST HESAPLAMA	30.152	34.211	**64.363**	**8%**
NREL HESAPLAMA	31.490	36.360	**67.850**	**14%**

Farklı programlar ile yapılan hesaplamalar 2016, 2017, 2018 yıllarında üretilen enerjinin ortalaması ile karşılaştırıldığında PVGIS programı ile % 8 daha fazla, PVSYST programı ile % 8 daha fazla, NREL programı ile ise % 14 daha fazla enerji üretilmesi öngörülmüştür.

Hesaplama programlarında sistem ile ilgili istenen girdiler benzerlik göstermesine rağmen elde edilen sonuçlarda farklılıklar dikkate çarpmaktadır. Programlarda temel girdi olarak sistem panel maksimum gücü, koordinat bilgisi, meteoroloji verisi, montaj yönü ve açısı, panel tipi ve kayıp oranı yer almaktadır. Tablo 5 de kullanılan programların hesaplamalar için kullandığı girdi ve sonuç parametreleri belirtilmiştir. Hesaplama sonucunda sistemin aylara göre ve yıllık toplam enerji üretimi öngörüsü verilmektedir.

Tablo 5. Girdi/sonuç tablosu

	GİRDİ	SONUÇ
PROJE	KOORDİNAT VE METEROLOJİK VERİ NOMİNAL GÜÇ TILT /AZIMUTH	TOPLAM GÜÇ ÜRETİMİ
PVGIS	KOORDİNAT VE METEROLOJİK VERİ MODÜL TİPİ, NOMİNAL GÜÇ, KAYIPLAR TILT /AZIMUTH VARSA GÜNEŞ TAKİP SİSTEMİ TİPİ	AYLIK VE GÜNLÜK GÜÇ ÜRETİMİ TOPLAM GÜÇ ÜRETİMİ AYLARA GÖRE ENERJİ ÜRETİM GRAFİĞİ AYLARA GÖRE DOĞUŞ-BATIŞ AÇILARI
PVSYST	ŞEBEKE BAĞLANTISI KOORDİNAT VE METEROLOJİK VERİ ALAN / NOMİNAL GÜÇ / YILLIK ENERJİ TILT /AZIMUTH	AYLIK VE GÜNLÜK GÜÇ ÜRETİMİ TOPLAM GÜÇ ÜRETİMİ
NREL	KONUM VE METEROLOJİK VERİ DC SİSTEM GÜÇ DEĞERİ MODÜL TİPİ , SİSTEM KAYIPLARI TILT / AZIMUTH	AYLIK VE TOPLAM RASYASYON (Kwh / m2 / gün) AC ENERJİ (kWh)

Panel guruplarının güney istikametinde ve 30° açı ile montajının yapılması halinde ortalama %15 daha fazla enerji üreteceği hesaplanmaktadır. Bu doğrultuda sistemin ideal istikamet ve açıda çalışması halinde 59.644 kWh/yıl olan ortalama yıllık üretimin yaklaşık 9.000 kWh/yıl artışla 68.590 kWh/yıl değerine ulaşacağı tahmin edilmektedir.

SONUÇLAR

Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen değerlerin, üretilen enerji miktarına en yakın olması ve hatanın minimuma indirgenmesi istenmektedir. Elde edilen sonuçlar ışığında kullanılan programların, üretilen enerji miktarı ile hesaplanan tahmin değerleri arasında %8-14 kadar bir fark oluştuğu görülmüştür. Güneş enerji santralinin enerji üretimi incelendiğinde, Gurup 2 nin Gurup 1 panel gurubuna göre %22 oranında daha fazla enerji ürettiği görülmektedir. Panel guruplarının güney istikametinde ve 30° açı ile montajının yapılması halinde ortalama %15 daha fazla enerji üreteceği hesaplanmaktadır. Bu sonuçlar panel yerleşiminin enerji üretimine ne kadar büyük etkisi olduğunu gözler önüne sermektedir.

KAYNAKLAR

[1] Boztepe, M. 2017. Fotovoltaik Güç Sistemlerinde Verimliliği Etkileyen Parametreler, 1–8.

[2] Neamt, L., & Chiver, O. 2013. A simple method for photovoltaic energy estimation. *Environment and Electrical Engineering (EEEIC)*, 2013 12th International Conference On, (4), 513–516.

[3] Rustemli, S., Dincadam, F., Demirtas, 2010. M. Performance comparison of the sun tracking system and fixed system in the application of heating and lighting., *Arabian Journal for Science & Engineering (Springer Science & Business Media BV)*, 35.

[4] Karafil, A., Ozbay, H., Kesler, M., & Parmaksiz, H. 2016. Calculation of optimum fixed tilt angle of PV panels depending on solar angles and comparison of the results with experimental study conducted in summer in Bilecik, Turkey. *ELECO 2015 - 9th International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, 971–976.

[5] Haselhuhn, R., Hemmenle, C., 2012. *Fotovoltaik Sistemler*, Çataklı Enerji Yayıncılık, İstanbul

[6] İbrahim, D., 2006. *Güneş Enerji Uygulamaları*, Bileşim Yayınları, İstanbul

[7] Huld, T., Müller, R., & Gambardella, A., A new solar radiation database for estimating PV performance in Europe and Africa. *Solar Energy*, 86(6), 1803–1815. 2012.

[8] Özgün, H., *Temel Kavramlar ve Örnek Projelerle Fotovoltaik Güneş Enerjisi Sistemleri*, Günder Yayınları, İstanbul, 2018.

YUVACIK BARAJINDA SU DERİNLİĞİ İLE SICAKLIK VE RENK İLİŞKİLERİ

Prof.Dr.Alaeddin BOBAT
Kocaeli Üniversitesi Arslanbey MYO Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, 41285 Kartepe-Kocaeli
bobatus@gmail.com

Özet
Yuvacık Baraj Gölü'ndeki örnek istasyonunda farklı derinliklere göre su sıcaklığı ve renk ölçümleri yapılmış ve derinlik ile sıcaklık ve renk değişimi arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur. Aralık ayında derinliğe bağlı su sıcaklığı değerlerinin fazla değişmediği, Ocak ayında su sıcaklığının dibe doğru azaldığı, ancak bu azalmanın 1,25ºC kadar farklılık içerdiği görülmüştür. Şubat ayında yüzey suları soğurken Gölün orta kısımlarına doğru su sıcaklığının yüzeye göre daha yüksek olduğu; Mart ayında su sıcaklığının yüzeyden dibe doğru kademeli olarak düştüğü; Nisan ayında yüzey suyu sıcaklığının dibe göre oldukça yüksek olduğu; Mayıs ayında ise yüzey suları ısınırken dibe doğru sıcaklığın bir önceki aya göre fazla değişmediği ve 160 m ile 100 m arasındaki su sıcaklığı farkının 8,57ºC'lık bir fark gösterdiği saptanmıştır.

Yuvacık Baraj Gölünün su rengi örnek istasyonunda Pt-Co birimi olarak ölçülmüş ve çeşitli derinliklerdeki renk değerleri ortaya konmuştur. Özellikle Mart ayında renk değerlerinin yükseldiği; Nisan ve Mayıs aylarında ise göreceli olarak düştüğü; Ocak ve Şubat aylarında bu değerlerin hemen hemen aynı olduğu; Mayıs ayından sonra renk değerinin Ağustos ayına kadar düştüğü, Ağustos ayında bir miktar artış meydana geldikten sonra Eylül ve Ekim aylarında tekrar düşmeye başladığı gözlenmiştir.

Anahtar Sözcükler : Yuvacık Rezervuarı, derinlik, sıcaklık ve renk ilişkileri

RELATIONS AMONG DEPTH, TEMPERATURE AND COLOR IN YUVACIK RESERVOIR

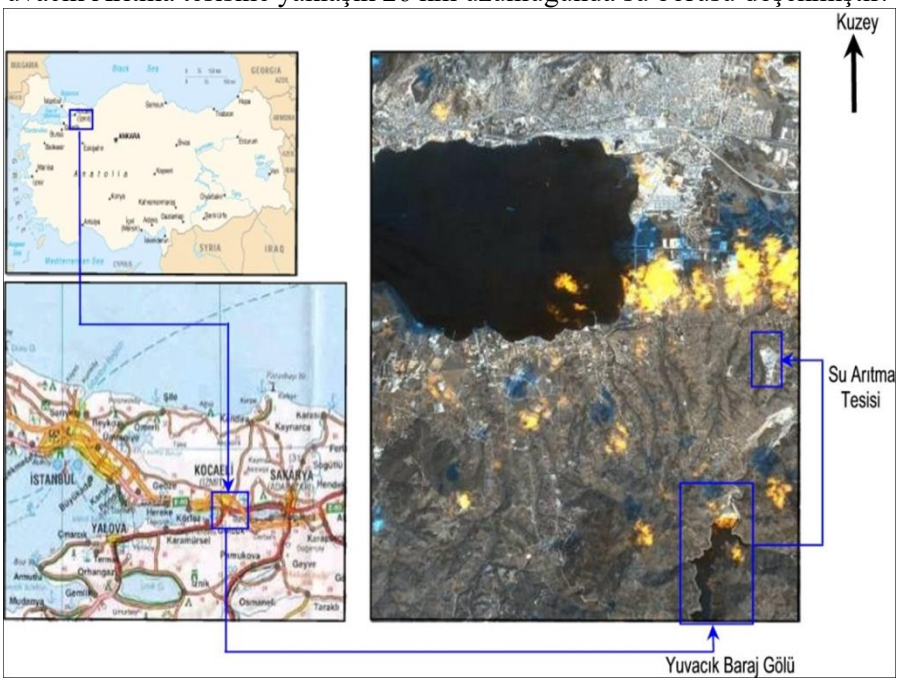
Abstract
At the sample station of Yuvacık Reservoir, water temperature and color measurements were made according to different depths and the relationships between depth and temperature and color change were determined. In December the water temperature reduced towards the bottom, but this decrease was found to vary by as much as 1.25 º C in January. In February the water temperature towards the middle parts of the reservoir was higher than the surface as the surface waters cooled; in March the water temperature gradually dropped from the surface to the bottom; In April the surface water temperature was quite high compared to the bottom; in May, while the surface water was warming, the temperature towards the bottom did not change much compared to the previous month and the water temperature difference between 160 m and 100 m showed a difference of 8.57 ºC.

The water color of Yuvacık Reservoir was measured as a Pt-Co unit at the sample station and the color values at various depths were revealed. While the values of color increased in March especially, they decreased in in April and May. These values were found to be the same in January and February.
After May, a certain increase in the value of the color began to fall again; the lowest color value was seen in September and October respectively.

Key Words : Yuvacık Reservoir, depth, temperature, color, relations

1. GİRİŞ
Yuvacık Baraj Gölü İzmit ve çevresinin içme, kullanma ve endüstriyel su gereksinmelerini karşılamak amacıyla Kocaeli İli İzmit İlçesinin 7 km güneydoğusunda bulunan Kirazdere üzerinde inşa edilmiş ve 5 Haziran 1998 tarihinde su tutulmaya başlanmış bir rezervuardır(Şekil 1).

17 Ağustos 1999 tarihindeki Gölcük depreminden fazla etkilenmeyen Yuvacık Barajı, 2006 yılında yaşanan kuraklıktan sonra yeterli su tutma kapasitesi yönünden sorgulanmaya başlanmış ve Sapanca Gölünden Yuvacık Arıtma tesisine yaklaşık 26 km uzunluğunda su borusu döşenmiştir.

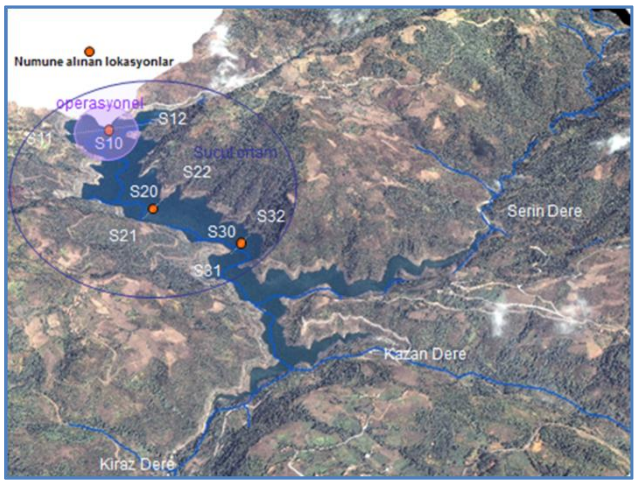


Şekil 1. Yuvacık Barajının Konumu

Baraj Gölü ya da Rezervuarların genellikle ekolojik yapısı araştırılmaz. Çünkü bu tür su tutma yapılarına inşaat gözüyle bakılır ve daha çok fayda/maliyet analizi yönünden incelenir. Bu çalışmanın ana amacı Yuvacık Baraj Gölünün ekosistem özellikleri ve biyolojik çeşitliliğini ortaya çıkarmak, sucul ekosistemde tehlikeli olabilecek ve dengeyi bozabilecek canlı ve cansız parametrelerin durumunu saptamaktır. Üniversite-Özel Sektör işbirliği kapsamında yapılan bu proje Yuvacık Baraj Gölünü yani Rezervuarı esas olarak ele almakta ve baraj gölünün çok yönlü olarak araştırılmasını amaç edinmektedir. Bu ana amaç ışığında çalışmada, Göl ekosistemindeki su derinliği ile sıcaklık ve renk değişimi arasındaki ilişkiler irdelenmiş ve bu ilişkilerden Yuvacık Rezervuarının ne kadar sağlıklı olduğu ortaya konmaya çabalanmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Hava durumuna bağlı olarak ayda 2-6 kez tekneyle çıkılan arazi çalışmalarında genellikle S10 ve bazen de S20 ve S30 örnekleme istasyonlarından Ruttner Standart Su Örnekleyicisi ile çeşitli derinliklerden su örnekleri alınarak kapalı şişelerde laboratuvara götürülmüştür(Şekil 2).



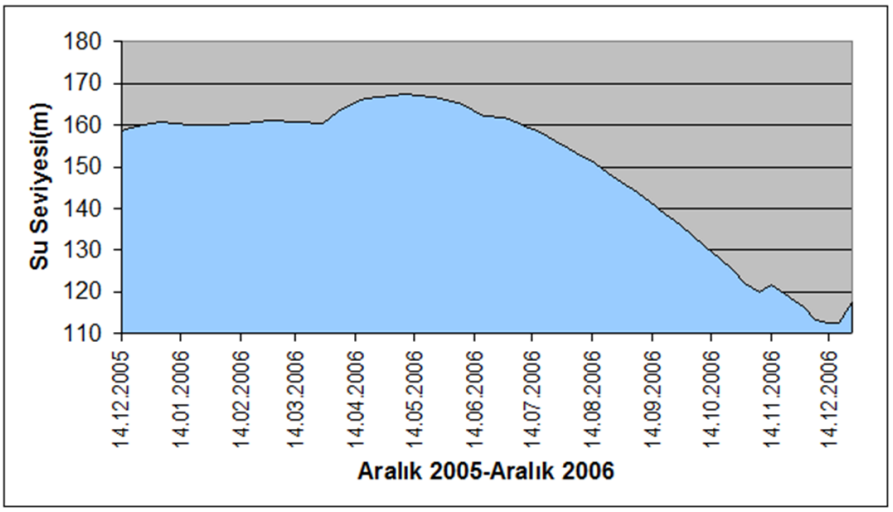
Şekil 2. Yuvacık Baraj Gölündeki Örnek İstasyonları

Su analizlerinde HACH Water Analysis Handbook'daki standart yöntemler uygulanmıştır(HACH, 1997). Spektrofotometrik çalışmalar HACH DR2010 ve/veya HACH DR4010 Spektrofotometresi ile yapılmıştır. Renk ölçümlerinde APHA Platin-Kobalt Standart Yöntemi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Örnek istasyonlarda 13 ay yapılan su derinlik ölçmelerine göre, Yuvacık Baraj Gölü Su Seviyesi 112,41 m ile 19 Aralık 2006 tarihinde en düşük, 167,27 m ile 10 Mayıs 2006 tarihinde en yüksek çıkmıştır.

Bu verilere göre 19 Aralık 2006 ile 10 Mayıs 2006 tarihlerinde ölçülen su seviyeleri arasında 167,27-112,41 = 54,86 m'lik bir fark çıkmaktadır.
Su seviyesi Aralık ayı ile Mayıs aylarında yaklaşık 55 m gibi geniş bir aralıkta seyretmektedir(Şekil 3).

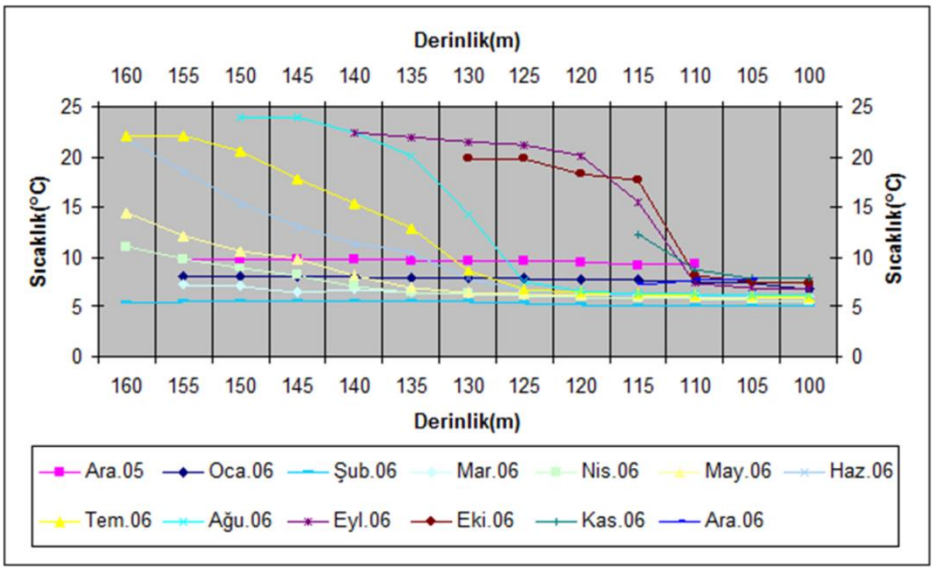


Şekil 3. Yuvacık Baraj Gölünde Aylara Göre Su Seviyesi Değişimi

Geçmiş yıllarda yapılan ölçümler, baraj su seviyesinin oldukça fazla değişim gösterdiğini kanıtlamaktadır. Bu durum, göle giren besleyici element miktarı değişmese bile, su seviyesinin düşmesi ile ötröfikasyonun gerçekleşme olasılığını güçlendirmektedir. Ayrıca, dört mevsim arasında yüksek farklılık gösteren baraj su seviyeleri, baraj işletmeciliği açısından dikkat edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Yuvacık Baraj Gölü'nde Aralık 2005-Kasım 2006 tarihleri arasında farklı derinliklere göre yapılan su sıcaklığı ölçümleri, Aralık ayında derinliğe bağlı su sıcaklığı değerlerinin 2005 yılında fazla değişmediği(9,15ºC ile 9,8ºC arasında), ancak 2006 yılında bir önceki yıla göre 2ºC'lik fark gösterdiği(7,20ºC ile 7,68ºC arasında);
Ocak ayında su sıcaklığının dibe doğru azaldığı, ancak bu azalmanın 1,25ºC kadar farklılık içerdiği;
Şubat ayında yüzey suları soğurken Gölün orta kısımlarına doğru(150 m ile 125 m arası) su sıcaklığının yüzeye göre daha yüksek olduğu;
Mart ayında su sıcaklığının yüzeyden dibe doğru kademeli olarak düştüğü; Nisan ayında yüzey suyu sıcaklığının dibe göre oldukça yüksek olduğu (5,55 derecelik bir fark); Mayıs ayında ise yüzey suları ısınırken dibe doğru sıcaklığın bir önceki aya göre fazla değişmediği ve 160 m ile 100 m arasındaki su sıcaklığı farkının 8,57ºC'lık bir fark gösterdiği saptanmıştır.
Haziran ayında yüzeyden dibe doğru(160 m'den 100 m'ye doğru) su sıcaklığının kademeli olarak düştüğü, bu düşüşün Temmuz ayında da sürdüğü, Ağustos ayında özellikle 135 ve 130 metrelerden sonra ani sıcaklık azalmasının olduğu, Eylül ayında göl suyunun dibe doğru sıcaklığı artarken özellikle 120 metreden sonra ani düşme görüldüğü, Ekim ve Kasım aylarında ise sıcaklıklarda genel olarak düşme olduğu saptanmıştır(Şekil 4).

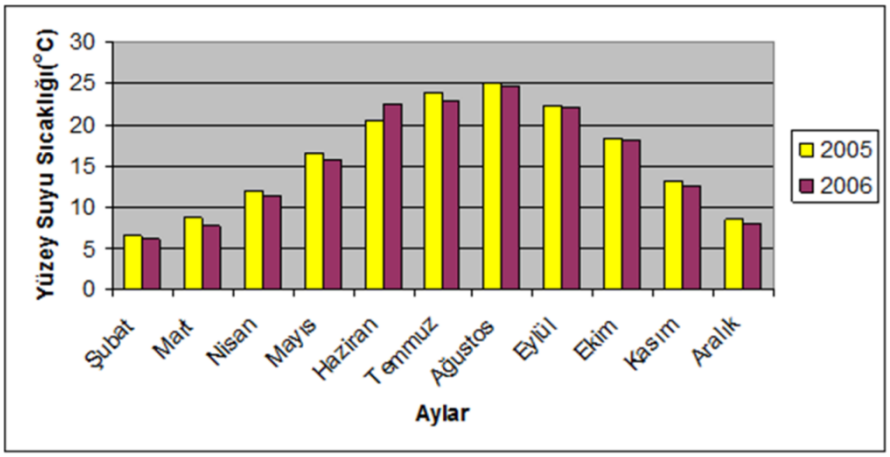
2005 yılının Aralık ayında Yuvacık Baraj Gölünün ortalama(kütlesel) su sıcaklığı 9,61ºC olurken, 2006 yılının aynı ayında bu değer 7,50ºC ölçülmüştür. Bu azalmada Göldeki su seviyesinin düşmesi ile tabakalar arasındaki sıcaklık farkının azalması etkili olmuştur.



Şekil 4. Yuvacık Baraj Gölünde Sıcaklık ile Derinlik İlişkisi

2006 yılının Ocak ayında Göl suyunun ortalama sıcaklığı 7,09 ºC, Şubat ayında 5,30ºC, Mart ayında 6,36ºC, Nisan ayında 7,12ºC, Mayıs ayında 8,03ºC, Haziran ayında 10,43ºC, Temmuz ayında 12,08ºC, Ağustos ayında 13,05ºC, Eylül ayında 15,95ºC, Ekim ayında 14,06ºC, Kasım ayında 9,14ºC ve Aralık ayında 7,50ºC olarak ölçülmüştür.

Göl suyunun yıllık olarak derinliğe göre sıcaklığı 160 m'den 100'm ye kademeli düşme göstermiş, 160 m'de 14,92ºC olan su sıcaklığı 100 m'de 6,27 ºC'ye kadar inmiştir. 2005 yılının Şubat ayı ile Aralık ayı arasındaki yüzey su sıcaklığının ölçülmesi ile Yuvacık Baraj Gölü su sıcaklığının 6,6ºC ile Şubat ayında en düşük, 24,98ºC ile Ağustos ayında en yüksek olduğunu göstermektedir. 2006 yılının aynı ayları arasında yapılan ölçümler sonucunda ise Şubat ayındaki yüzey suyu sıcaklığı en düşük(6,2ºC), Ağustos ayında en yüksek(24,70ºC) çıkmıştır. En düşük ve en yüksek yüzey suyu sıcaklık değerleri her iki yılın aynı ayına denk gelmekte ve aralarında çok az fark bulunmaktadır(Şekil 5).

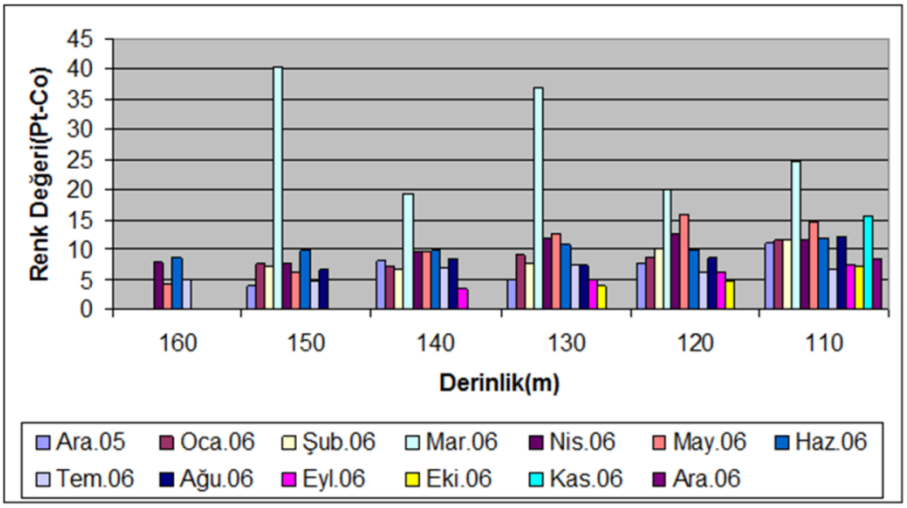


Şekil 5. Yuvacık Baraj Gölü Şubat-Aralık Aylarında Ölçülen Su Sıcaklıkları

Su sıcaklığının sucul ortam üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Yüksek su sıcaklığı oksijenin çözünürlüğünü azaltarak bu gerekli gazın sudaki derişimini düşürmektedir. Yükselen sıcaklık ile balıklarda metabolizma ve solunum hızlanmakta ve diğer sucul ortamdaki canlıların oksijen

gereksinmesi artmaktadır. Sıcaklıktaki 10ºC'lik artış, solunum gereksinmesini yaklaşık iki katına çıkarmaktadır. Böylece oksijen gereksinimi artarken, yükselen sıcaklık sudaki çözünmüş oksijeni azaltmaktadır. Genel anlamda hidrojen sülfür ve demir-II-iyonu gibi zehirli maddelerin etkisi sıcaklıkla birlikte yükselmektedir. Yüksek sıcaklıkta organik birikintilerin çürümesi ve mantar üremesi sonucu balıklar için uygun olmayan ortamlar oluşabilmektedir.

Genel olarak göllerin kimyasal yapısı suyun renk ve bulanıklığından anlaşılabilmektedir. Suyun rengi denilince, suyun içindeki kolloidal maddeler sonucu oluşan renk akla gelmelidir. Suyun içinde asılı bulunan canlı veya cansız maddeler ile gökyüzü ve suyun tabanından dolayı oluşan renk görüntüleri, burada söz konusu olan renk için algılanmamalıdır. Yuvacık Baraj Gölünün su rengi S10 istasyonunda Pt-Co birimi olarak ölçülmüş ve çeşitli derinliklerdeki renk değerleri bulunmuştur. 2006 yılının Kasım ve Aralık aylarında Baraj Gölü su seviyesi oldukça düştüğünden yalnızca 110 m'de ölçüm yapılabilmiştir. Özellikle Mart ayında renk değerlerinin yükseldiği (28,27 Pt-Co birimi); Nisan ve Mayıs aylarında ise sırasıyla 10,17 Pt-Co birimi ve 10,50 Pt-Co birimi renk değerleriyle göreceli olarak düştüğü; Ocak ve Şubat aylarında bu değerlerin hemen hemen aynı olduğu; Mayıs ayından sonra renk değerinin Ağustos 2006'ya kadar düştüğü, Ağustos ayında bir miktar artış meydana geldikten sonra Eylül ve Ekim aylarında tekrar düşmeye başladığı; en düşük renk değerinin 5,85 ve 5,0 Pt-Co birimi ile sırasıyla Eylül ve Ekim ayında görüldüğü saptanmıştır(Şekil 6).



Şekil 6. Yuvacık Baraj Gölünde Aylara Göre Renk İle Derinlik İlişkisi

Aralık 2005 tarihinde 7,1 Pt-Co birimi olan renk, Aralık 2006 tarihinde 8,25 değerine yükselmiştir. Eylül ve Ekim 2006 tarihlerinde oldukça düşük olan renk değeri, Baraj Gölündeki su seviyesinin azalması ile tekrar yükselişe geçmiştir. Eylül, Ekim ayları ile kısmen Kasım ayında Baraj Gölü'nün su seviyesinin düşmesi ile hem çözünmüş oksijen hem de renk değeri düşme göstermektedir. Yuvacık Baraj Gölü'nde 13 aylık(Aralık 2005-Aralık 2006) ölçme sonuçlarına göre; 10,30 Pt-Co birimi genel ortalama elde edilmiştir. 13 Pt-Co ölçütü renk değeri ile Yuvacık Baraj Gölü, Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre I. ve II. Kalite su sınıfı arasında kalmaktadır. 29.06.2012 tarih ve 28338 sayılı içme suyu elde edilen veya elde edilmesi planlanan yüzeysel suların kalitesine dair yönetmeliğe göre ise Yuvacık Baraj Gölü renk ölçütüne göre A1(K) standardında bir su rezervuarı sınıfına girmektedir.

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Yuvacık Baraj Gölü 169,30 m su seviyesinde 175 ha'lık yüzey alanı; 220,8 Mm^3'lük yıllık ortalama debisi ve 52,03 Mm^3 aktif su tutma hacmi ile orta büyüklükte bir baraj gölüdür. 2006 yılında en yüksek su seviyesi 167,27 m ile Mayıs ayında gerçekleşmiş, en düşük su seviyesini ise 112,48 m ile Aralık ayında görmüştür. Su seviyesindeki yaklaşık 55 m azalma ile Yuvacık Baraj Gölü, Kocaeli İline evsel ve endüstriyel su sağlama işlevinde, işletimi ve yönetimi oldukça riskli bir su rezervuarıdır. Nitekim 2006 yılının Aralık ayında, yağış miktarının düşük olması ve su debisinin yetersiz olmasından kaynaklanan su kıtlığı ile karşı karşıya kalınmıştır. 2005 yılında yapılan Kocaeli Kuraklık Yönetim planının sorumlu kuruluşlarca uygulanmaması nedeniyle Kocaeli kenti su kıtlığından dolayı yaklaşık

20 gün oldukça zor günler geçirmiştir. Bu nedenle, Yuvacık havzasında mutlaka farklı su depolama yerleri oluşturulmalı, suyun fazla olduğu zamanlarda suyun tekrar hidrolojik döngüye girmesinin yolları araştırılmalı ve gelecek yılların daha da kurak geçeceği varsayımı altında kuraklık yönetim planı daha da geliştirilerek bugünden önlemler alınmalıdır. Bunların dışında su tasarrufu konusunda eğitim çalışmaları kesinlikle yapılmalıdır.

Yuvacık Baraj Gölü'nün her üç istasyonunda ölçülen sıcaklık değerleri 5,3ºC ile 24,4ºC arasında değişmektedir. Fotik zon ile afotik zon arasında Aralık, Şubat ve Mart aylarında önemli bir fark görülmez iken, Nisan ve Mayıs aylarında zonlar arasında sıcaklık farkının artması ile tabakalaşmanın Nisan ortalarından başladığı ve Mayıs ayında tabakalaşmanın oldukça belirginleştiği saptanmıştır. Üç istasyonda yapılan saptama ile yalnızca S10 istasyonunda yapılan saptama aynı çıkmıştır. İstasyonlar arasında su sıcaklığı bakımından önemli bir fark belirlenmemiştir.

Yükselen sıcaklık balıklar için tehlikeli olabilmekte ve sucul ortamdaki diğer canlıların(yumuşakçalar, iki kapakçıklılar vb.) oksijen gereksinmesi artmaktadır. Sıcaklıktaki 10ºC'lik artış, solunum gereksinmesini yaklaşık iki katına çıkarmaktadır. Sıcaklıkla birlikte hidrojen sülfür, mangan ve demir -II- iyonu gibi zehirli maddelerin etkisi yükselmektedir. Ayrıca organik birikintilerin çürümesi ve mantar üremesi sonucu balıklar için yaşamı zorlaştıran koşullar oluşabilmektedir. Ancak, en sıcak aylarda bile 120 ve 110 m su seviyelerinde sıcaklık 20ºC'nin altına düşerek balıklar için uygun ortam oluşabilmektedir. Bu nedenle, Yuvacık Baraj Gölü su sıcaklığı yönünden balıklar için son derece uygun bir ortam yaratmaktadır.

2005 ve 2006 yıllarının aylık su sıcaklığı verileri göz önüne alındığında, tabakalaşmanın Nisan ayı ortasından başlayarak Kasım ayı sonuna kadar sürdüğü söylenebilir. Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında ise sıcaklık farkı ve dolayısıyla tabakalaşma pek olmamaktadır. Yuvacık Baraj Gölü yalnızca sıcaklık ölçütüne göre A1(K) ve I. Kalite düzeyini tutturmaktadır.

Aralık 2005-Aralık 2006 tarihleri arasında yapılan ölçüm sonuçlarına göre 10,30 Pt-Co birimi ortalama renk elde edilmiştir. Bu ortalama renk değeri ile Yuvacık Baraj Gölü, Su Kalite sınıflamasına göre I. ve II. Kalite su sınıfı arasında kalmaktadır. 29.06.2012 tarih ve 28338 sayılı içme suyu elde edilen veya elde edilmesi planlanan yüzeysel suların kalitesine dair yönetmeliğe göre (2012) göre ise Yuvacık Baraj Gölü A1(K) standardında bir su rezervuarı sınıfına girmektedir.

KAYNAKLAR

1. Bobat, A. (2007). Yuvacık Baraj Gölü Ekosistem Özelliklerinin ve Biyolojik Çeşitliliğin Belirlenmesi Projesi, Final Raporu, 82 sayfa(basılmamış.
2. HACH, (1997). Water Analysis Handbook, HACH Company, 3rd Edition.
3. RG, (2004). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete.
4. RG, (2012). İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik, 29.06.2012 tarih ve 28338 sayılı Resmi Gazete.

YUVACIK REZERVUARINDAKİ PLANKTON ÇEŞİTLİLİĞİ VE YOĞUNLUĞU

Prof.Dr.Alaeddin BOBAT
Kocaeli Üniversitesi Arslanbey MYO Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, 41285 Kartepe-Kocaeli
bobatus@gmail.com

Özet
Yuvacık Baraj Gölü plankton çalışmalarında fitoplankton olarak 6 sınıfa ait 27 cins bulunmuş ve bunların aylara göre yoğunlukları saptanmıştır. Aralık ile Eylül ayları arasında özellikle Bacillariophyceae, Cyanophyceae ve Chlorophyceae sınıfına ait türler baskın bulunmuştur. Bacillariophyceae sınıfından Asterionella sp., Cyclotella sp. ve Fragilaria sp.; Cyanophyceae sınıfından Oscillatoria sp., Chlorophyceae sınıfından ise Ulothrix sp. ve Eudorina sp. en yoğun rastlanan fitoplanktonik canlılar olmuştur.

Fitoplankton yoğunluğu ve zenginliğine karşın Yuvacık Baraj Gölü'nde rastlanan zooplankton çeşitliliği ve yoğunluğu çok az olmuştur. Aralık -Eylül ayları arasında 3 sınıfa ait 12 zooplankton cinsi belirlenmiştir. Bunların dışında zaman zaman mite, copepod ve naupliuslara da rastlanmıştır. En baskın tür olarak rotiferler bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler : Yuvacık Rezervuarı, fitoplankton, zooplankton, çeşitlilik ve yoğunluk

PLANKTON DIVERSITY AND DENSITY IN YUVACIK RESERVOIR

Abstract
In the plankton studies of Yuvacık Reservoir, 27 species belonging to 6 classes were found as phytoplankton and their densities were determined according to the months. Among December and September, species belonging to the Class Bacillariophyceae, Cyanophyceae and Chlorophyceae were dominant. Asterionella sp., Cyclotella sp. and Fragilaria sp. from the Bacillariophyceae class; Oscillatoria sp. from the Cyanophyceae class, Ulothrix sp. and Eudorina sp. from the class Chlorophyceae were observed to be the most common phytoplanktonic organisms.

Despite its phytoplankton density and diversity, the zooplankton diversity and density found in Yuvacık Dam Lake has been minimal. December to September, 12 zooplankton genera belonging to 3 classes have been identified. Apart from these mite, copepods and nauplius have also been encountered from time to time. Rotifers have been found to be the most dominant species.

Key Words : Yuvacık Reservoir, phytoplankton, zooplankton, diversity and density

1. GİRİŞ

Yuvacık Baraj Gölü İzmit ve çevresinin içme, kullanma ve endüstriyel su gereksinmelerini karşılamak amacıyla Kocaeli İli İzmit İlçesinin 7 km güneydoğusunda bulunan Kirazdere üzerinde inşa edilmiş ve 5 Haziran 1998 tarihinde su tutulmaya başlanmış bir rezervuardır(Şekil 1)



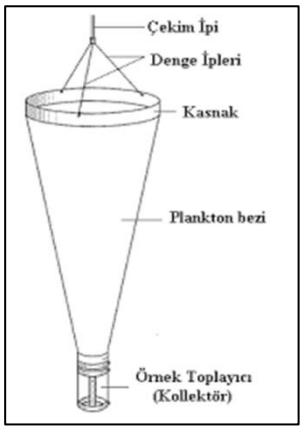
Şekil 1. Yuvacık Baraj ve Rezervuarı

Baraj Gölü'nün inşaatına 18 Nisan 1996 tarihinde başlanmış ve 17 Ocak 1999 tarihinde hizmete alınmıştır. 258 km^2'lik drenaj alanına sahip olan Yuvacık Baraj Gölü yılda 142 Mm^3(Milyon

metreküp) su regüle etmekte ve % 64,3 regülasyon oranına sahip bulunmaktadır. Ölü depolama hacmi 5 Mm^3 olan gölün aktif su tutma hacmi ise 52,03 Mm^3'tür. 169,30 m işletme seviyesinde baraj gölünün yüzey alanı 1,75 km^2'dir. Bu çalışmanın ana amacı Yuvacık Baraj Gölünün ekosistem özellikleri ve biyolojik çeşitliliğini ortaya çıkarmak, sucul ekosistemde tehlikeli olabilecek ve dengeyi bozabilecek canlı ve cansız parametrelerin durumunu saptamaktır. Üniversite-Özel Sektör işbirliği kapsamında yapılan bu proje Yuvacık Baraj Gölünü yani Rezervuarı esas olarak ele almakta ve baraj gölünün çok yönlü olarak araştırılmasını amaç edinmektedir. Bu ana amaç ışığında çalışmada, Göl ekosistemindeki plankton çeşitliliği ve yoğunluğunu ortaya koymaktır.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

Yuvacık Baraj Gölü'nden çıplak gözle görünmeyen fito- ve zooplankton gibi mikroskobik canlılar 55 mikron göz açıklığına ve 40 cm ağız çapına sahip Hydrobios kapaklı(Apstein plankton kepçesi, Katalog No : 438 050) ve kapaksız(Apstein plankton kepçesi, Katalog No : 438 030) plankton kepçeleri ile fotik ve afotik bölgeden ayrı ayrı süzülerek alınmıştır(Şekil 2). Plankton tür ve yoğunluk çalışmaları plankton kepçeleriyle S10 istasyonunda dikey çekim sonucu elde edilen süzülmüş suda yürütülmüştür(Şekil 3).



Şekil 2. Plankton kepçesi

Fotik bölgede kapaksız, afotik bölgede ise kapaklı plankton kepçeleri kullanılmıştır. Secchi Diskinin görünen bölgeye kadarki kısmı fotik, görünmez olduğu bölgeden sonraki kısmın 3 katı derinliği ise afotik bölge sınırı olarak kabul edilmiştir. Toplama kabına süzülen su örnekleri %70'lik etanol ile sabitlenerek Binoküler Mikroskop altında hem türleri tanılanmaya hem de kaba yoğunlukları belirlenmeye çalışılmıştır. Etanol ile tespit edilmiş su örneklerinden 100 ml alınarak Sartorius marka 0.45 mikron gözenek açıklığındaki filtrelerden vakumlu süzme aleti(Sartorius üçlü süzme aleti) kullanılarak süzülmüş ve filtre üzerinde kalan mikrocanlılar bir-iki damla damıtık su ile seyreltikleştirilerek lam-lamel arasında alınmış; tanı ve yoğunluk belirleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Plankton tanısı çeşitli sınıflandırma ve tanı kitaplarından (Berlinger, 1992; DSİ, 1980; 2003; Eaton, Clesceri ve Greenberg, 1995; John, Whitton ve Brook, 2002; Needham ve Needham, 1976; Rivier, 1998) yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Yuvacık Rezervuarından Plankton Çalışması İçin Örnek Alma Lokasyonu

3.BULGULAR

3.1.Fitoplanton

Bitkisel plankton anlamına gelen fitoplanktondan(Cirik ve Gökpınar, 1993) Yuvacık Baraj Gölü'nde Aralık 2005- Eylül 2006 tarihleri arasındaki 10 ayda fotik ve afotik bölgede 6 sınıfa ait 27 cins saptanmıştır. Bu cinslerin listesi aşağıda verilmiştir(Çizelge 1).

Çizelge 1. Yuvacık Rezervuarında Rastgelinen Plankton Cinsleri

BACILLARIOPHYCEAE	CYANOPHYCEAE	CHLOROPHYCEAE
Asterionella sp.	Oscillatoria sp.	Ankistrodesmus sp.
Cyclotella sp.	Phormidium sp.	Ulothrix sp.
Fragillaria sp.	Gloeotrichia sp.	Eudorina sp.
Synedra sp.	Gloeocapsa sp.	Sphaerocystis sp.
Navicula sp.	Microcystis sp.	Oocystis sp.
Diatoma sp.		Botryococcus sp.
Nitzschia sp.		Closterium sp.
Tabellaria sp.		Volvox sp.
Cymbella sp		Ankistrodesmus sp.
Cocconeis sp.		

Çizelge 1'de yer alan türler dışında Yuvacık Rezervuarında Dynophyceae ailesinden Peridinium sp. ve Ceratium sp.; Xanthophyceae ailesinden Tribonema sp. ve Chrysophyceae ailesinden Dinobryon sp. türlerine de rastlanmıştır. Yuvacık Baraj Gölü'nde fitoplankton tür ve yoğunluğu Mart ve Nisan aylarında artmakta, bu tür ve yoğunluk artışı Mayıs ayında da devam etmektedir. Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında artarak devam eden fitoplankton yoğunluğu, tür bazında çeşitlilik göstermektedir. İstasyon ve zonlara göre fitoplankton tür ve yoğunluğu Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. İstasyon ve Zonlara Göre Fitoplankton Tür ve Yoğunluğu

	Tarih	15.12.2005						06.01.2006						10.02.2006						21.02.2006						17.03.2006						26.04.2006						31.05.2006						20.06.2006						06.07.2006						16.08.2006						12.09.2006					
	Zon	F			AF			F			AF			F			AF			F			AF			F			AF			F			AF			F			AF			F			AF			F			AF			F			AF		
	İstasyon	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Sınıf	Cins	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
BACİLLARİOPHYCEAE	*Asterionella* sp.	4			4			1	1	2	1	1	1	2	2	3	3	1	3				1	1	2	3	4	4	4	1	4	1	1	2	2	1	2	3	3	2	2	1	1	2	2	2			3	5	4	4	5	3		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	Cyclotella sp.							3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				3	3		2	5		5	4	4		1	3	3	2	3	3		3	3	3	2	3	3	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	2	3	4	3	2	2	2	2		
	Fragilaria sp.										4	4					3	3					4	4					4			4	4	4		4					3		4							5	3	2	2	3	3	5	5	4		4	5	5	5	4	5		
	Synedra sp.								5													3														4															1			1	2	3											
	Navicula sp.																										5															2		3	2	2	3	1		2					1		3								
	Diatoma sp.																														4																				1							5		1				
	Nitzschia sp.																																4																														
	Tabellaria sp.																																	3																												
	Cymbella sp.																																																													1				
	Cocconeis sp.																																																											3				
CYANOPHYCEAE	*Oscillatoria* sp.	4			4			1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1				2	1	2	1	4	4	3	3	4	1	3	3	2	3	3	3	3	5	1	1	1	4	4	2	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	3		4					
	Phormidium sp.																																									5																										
	Gloeotrichia sp.																																																											1					
	Gloeocapsa sp.																																																									2	2								
	Microcystis sp.																																																											2							
CHLOROPHYCEAE	*Eudorina* sp.																																								5				1			1	1		1					1	2	2	2	1		1
	Ulothrix sp.													4		4							5									4	4	4	3	4	4																							4	4	4	2	2			4	2	3	4
	Ankistrodesmus sp.													4	4	4	3	3					4	4	5		4		4								4																												
	Sphaerocystis sp.																																						1		3																									2			
	Oocystis sp.																																							5																												
	Botryococcus sp.																																																											2					
	Closterium sp.																																																																1	
	Vollvox sp.																																																											2	2			2	2	2	2	2	
DYNOPHYCEAE	*Ceratium* sp.																																																											5	4	4	5	3	4	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2
	Peridinium sp.																																																											3	2			2	3	3											
XANTHOPHYCEAE	*Tribonema* sp.																																																													3	3	4	5	5	5		5
CHRYSOPHYCEAE	*Dinobryon* sp.																																																											3							

1 : Çok Yaygın(1 mm^2 görüntü içinde > 200 organizma) **2 : Yaygın**(100-200 organizma) **3 : Sık**(20-100 organizma) **4 : Seyrek**(2-20 organizma) **5 : Çok Az**(≤ 2 organizma)

Aralık ayında proje için plankton çekimi ve tanısı yapılmadığından, rutin olarak yapılan plankton incelemesi verilerinden yararlanılmıştır. 21 Şubat 2006 tarihinde ışık geçirgenliğinin çok düşük olması nedeniyle fotik zon örneği ile su seviyesinin düşmesi nedeniyle 12 Eylül 2006 tarihinde S30 istasyonundan afotik zon örneği alınamamıştır. Ayrıca baraj gölündeki su seviyesinin alt sınır değerine yaklaşması yüzünden Ekim ve Kasım aylarında örnek almaya çıkılamamıştır.Ocak ve Şubat aylarında hem Bacillariophyceae hem de kısmen Cyanophyceae baskın durumda çıkmıştır.

Mart ayında Bacillariophyceae sınıfının baskınlığı sürerken, Nisan ve Mayıs aylarında gerek Bacillariophyceae gerekse Cyanophyceae familyası çok yaygın bulunmuştur. Aralık ayında fitoplakton yoğunluğu fazla görülmemiş olup yalnızca Oscillatoria ve Asterionella türleri seyrek olarak saptanmıştır. Bacillariophyceae sınıfı içinde en baskın cinsler Asterionella sp. ve Cyclotella sp.; Cyanophyceae içinde ise Oscillatoria sp. çıkmıştır. Haziran ayında Bacillariophyceae sınıfından Cyclotella sp. ve Cyanophyceae sınıfından Oscillatoria sp. çok yaygın bulunurken, Asterionella türleri seyrek olarak belirlenmiştir. Haziran ayının bu baskın türleri dışında, Navicula sp., Synedra sp., Closterium sp., Peridinium sp., Eudorina sp., türlerine sık- seyrek ya da çok az rastlanmıştır.

Temmuz ayının baskın türleri olarak Oscillatoria sp., Asterionella, Fragilaria sp. ve Ceratium sp. saptanmıştır. Bu cinslere ait türler Yuvacık Baraj Gölü'nde çok yaygın görünmüştür. Bu türlerin yanında Cyclotella sp., Peridinium sp., ve Dinobryon sp. Temmuz ayının sık rastlanan fitoplakton türleri olarak kaydedilmiştir. Temmuz ayında seyrek ya da çok az görünen türler Navicula sp., Diatoma sp., Eudorina sp., olmuştur. Ağustos ayında Asterionella sp. ve Fragilaria sp. çok yaygın türler arasına girmiştir. Oscillatoria, Tribonema, Ulothrix türlerine yaygın; Cyclotella ve Ceratium türlerine sık; Volvox, Microcystis, Eudorina, Synedra, Botryococcus ve Gloeocapsa türlerine seyrek; Nauplius, Navicula ve Gloeotrichia türlerine çok az rastlanmıştır. Eylül ayında Fragilaria, Diatoma, Tribonema, Asterionella türleri Yuvacık Baraj Gölü'nün çok yaygın fitoplanktonu olarak kaydedilmiştir.

Ulothrix yaygın olarak görülürken, Ceratium, Cyclotella, Navicula ve Cocconeis türleri sık, Volvox, Sphaerocystis, Eudorina türleri seyrek ve Closterium ile Diatoma türleri çok az görünmüşlerdir. Fitoplankton yoğunlukları zonlar ve istasyonlar arasında pek değişmese de, Gölün ışık giren fotik zonunda az da olsa farklılık göze çarpmaktadır.

Bu farklılık her ne kadar planktonun mevsimsel dağılımıyla ilgili olsa da, fotik zonda özellikle mavi-yeşil ve yeşil algler daha fazla bulunmaktadır. Plankton kepçesiyle alınmış suyun filtreden süzüldükten sonraki görüntüsü, genel olarak afotik zondaki plankton yoğunluğunu gösterir nitelikte renkli çıkmaktadır. Ancak bu koyu renk yalnızca plankton yoğunluğundan değil, aynı zamanda afotik zonun daha bulanık ve hareketli olmasından kaynaklanmaktadır.

3.2.Zooplankton

Zooplankton planktonun hayvansal kökenli olanıdır. Yaşam döngülerindeki serbest yüzme aşamalarına göre adlandırıldıkları gibi, büyüklüklerine, biçimlerine, yaşadıkları ortama, dikey ve yatay dağılışlarına göre de adlandırılırlar(Tanyolaç;1993). Yuvacık Baraj Gölü'nde Aralık 2005-Eylül 2006 tarihleri arasında saptanan zooplankton cinsleri aşağıda verilmiştir(Çizelge 3).

Çizelge 3. Yuvacık Rezervuarında Rastlanan Zooplanton Cincleri

ROTİFERA	COPEPODA	CLADOCERA
Asplanchna sp.	Cyclops sp.	Daphnia sp.
Synchaeta sp.	Nauplius sp.	Leptodora sp.
Keratella sp.	Diaptomus sp.	Bosmina sp.
Filinia sp.		*Scapholeberis mucronata*
Polyartha sp.		

Bunların dışında Şubat ayında nematod ve Mayıs ayında mite'lara çok az da olsa rastlanmıştır. Bu bulgulara göre Yuvacık Baraj Gölü'nün baskın zooplankton sınıfını rotiferler oluşturmaktadır. Rotiferler genellikle küçük canlılardır ve yaşam süreleri 2-3 haftadır. Suyu süzerek beslenen rotiferler aynı zamanda suların temizlenmesinde rol oynarlar. Bu canlılar sudaki alg, bakteri, organik materyal ve tüm partikülleri olduğu gibi alarak beslenirler. Yuvacık Baraj Gölü'nden alınan su örneklerinde Aralık ayında hiç zooplanktona rastlanmamış; Ocak ayında Daphnia sp. seyrek bulunmuş ve Asplanchna sp.'ye çok az rastlanmıştır. Şubat ayında Synchaeta çok az olarak görülmüş; Mart ayında bir rotifer türü olan Keratella cochlearis ve mite çok az olarak kaydedilmiş; Nisan ayında seyrek olarak Daphnia sp. bulunmuş; Mayıs ayında ise seyrek olarak Daphnia sp., Keratella cochlearis, Keratella quadrata, cyclops ve mite görülmüş, Leptodora'ya ise çok az rastlanmıştır.

Haziran ayında Leptodora sp. çok yaygın ve yaygın olarak görülmüş, rotiferlerden *Keratella quadrata,* ve *K. cochlearis* ile cladoserlerden Daphnia cinsine ait türler seyrek kaydedilmiştir. Bu türlerin dışında Haziran ayında bazı copepod türleri ile mite'lara da seyrek olarak rastlanmıştır. Temmuz ayında Leptodora populasyonu azalarak çok yaygın-yaygın durumdan sık ya da seyrek duruma gelmiş, Keratella türleri ile Daphnia da seyrek gözlenmiştir. Bunların dışında Temmuz ayında bir cladoser türü olan *Scapholeberis mucronata* 'ya sık ya da seyrek' rastlanmıştır.

Ağustos ayında hem Leptodora hem de Keratella ve Daphnia türleri seyrek olarak gözlenmiştir. Eylül ayında Leptodora, Keratella, Daphnia türlerine seyrek rastlanması dışında, cladoserlerden Bosmina sp.'ye seyrek ve çok az, rotiferlerden Polyartha sp. ve Filinia sp.'ye seyrek-çok az, Diaptomus sp.'ye çok az rastlanmıştır(Çizelge 4).

Çizelge 4. İstasyon ve Zonlara Göre Zooplankton Tür ve Yoğunluğu

	Tarih	15.12.2005						06.01.2006						21.02.2006					
	Zon	F			AF			F			AF			F			AF		
	İstasyon	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Sınıf	Cins																		
ROTİFERA	*Keratella sp.*																		
	Asplanchna sp.								1			1							
	Synchaeta sp.																1		
	Filinia sp.																		
	Polyartha																		
COPEPODA	*Cyclops sp.*																		
	Nauplius sp.											1							
	Diaptomus sp.																		
CLADOCERA	*Daphnia sp.*							2											
	Leptodora sp.																		
	Bosmina sp.																		
	Scapholeberis sp.											2							

	Tarih	17.03.2006						26.04.2006						31.05.2006					
	Zon	F			AF			F			AF			F			AF		
	İstasyon	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Sınıf	Cins																		
ROTİFERA	*Keratella sp.*	5		5		5	3							2	2	2	2	2	2
	Asplanchna sp.																		
	Synchaeta sp.																		
	Filinia sp.																		
	Polyartha																		
COPEPODA	*Cyclops sp.*																		
	Nauplius sp.																		
	Diaptomus sp.																		
CLADOCERA	*Daphnia sp.*							2						2	2	2		2	1
	Leptodora sp.													1	1				
	Bosmina sp.																		
	Scapholeberis sp.																		

	Tarih	20.06.2006						06.07.2006						16.08.2006					
	Zon	F			AF			F			AF			F			AF		
	İstasyon	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Sınıf	Cins																		
ROTİFERA	*Keratella sp.*	2	2	2	2	2	2	2			4	2	2			1			
	Asplanchna sp.																		
	Synchaeta sp.																		
	Filinia sp.																		
	Polyartha																		
COPEPODA	*Cyclops sp.*																		
	Nauplius sp.																		
	Diaptomus sp.																		
CLADOCERA	*Daphnia sp.*				2	2	3	2	1	2			1	1	2	1	1	3	
	Leptodora sp.	3	5	4	5	5	4	5	2	3	4	3	2	2		2	1	1	1
	Bosmina sp.																		
	Scapholeberis sp.							1	2	3	2	2							

	Tarih	12.09.2006					
	Zon	F			AF		
	İstasyon	S1	S2	S3	S1	S2	S3
		00	00	00	00	00	00
Sınıf	Cins						
ROTİFERA	*Keratella sp.*	3			2	2	
	Asplanchna sp.						
	Synchaeta sp.						
	Filinia sp.				1		
	Polyartha		2	1	1		
COPEPODA	*Cyclops sp.*						
	Nauplius sp.		1				
	Diaptomus sp.			1			
CLADOCERA	*Daphnia sp.*	3		2			
	Leptodora sp.	2	2	2	2	2	
	Bosmina sp.		1	2	1	2	
	Scapholeberis sp.						

1 : Çok Yaygın(1 mm^2 görüntü içinde > 200 organizma) **2 : Yaygın**(100-200 organizma) **3 : Sık**(20-100 organizma) **4 : Seyrek**(2-20 organizma) **5 : Çok Az**(≤ 2 organizma)

4.TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Yuvacık Baraj Gölü fitoplankton çalışmasında 6 sınıfa ait 27 cins bulunmuş ve bunların aylara göre yoğunlukları saptanmıştır. Aralık 2005 ile Eylül 2006 tarihleri arasındaki on ayda özellikle Bacillariophyceae, Cyanophyceae ve Chlorophyceae sınıfına ait türler baskın bulunmuştur. Bacillariophyceae sınıfından Asterionella sp., Cyclotella sp. ve Fragilaria sp.; Cyanophyceae sınıfından Oscillatoria sp., Chlorophyceae sınıfından ise Ulothrix sp. ve Eudorina sp. en yoğun rastlanan fitoplanktonik canlılar olmuştur.

Aralık ayında fitoplakton yoğunluğu fazla görülmemiş olup yalnızca Oscillatoria ve Asterionella türleri seyrek olarak saptanmıştır. Ancak bu seyreklik ilk kez örnek almanın getirdiği sorunlarla Aralık ayındaki soğuk havanın etkisinde kalmış olabilir. Fitoplankton çeşitliliği ve yoğunluklarının aylara göre değişimi klorofil-a miktarı ile uyumlu çıkmıştır. Fitoplanktonun yoğun olduğu aylarda klorofil-a değeri düşmüş, yoğunluğun azaldığı aylarda ise yükselmiştir. Asterionella mezotrof göllerin tipik fitoplanktonudur ve Oscillatoria ile birlikte filtre tıkayıcı özelliğe sahiptir. Az görünmüş olsa bile Synedra da su arıtımında sorun yaratabilecek türler arasındadır.

Özelikle su sıcaklığı ve güneşli gün sayısının artmasıyla bu türler su filtrasyonunda sorunlara yol açabilme özelliğindedirler. Ayrıca Tribonema sp.'yi de bu sınıfa katmak doğru olur. Yuvacık Baraj Gölü fitoplankton çeşitliliği ve yoğunluğu ile bitkisel kökenli türlerle beslenen balıklar için iyi bir ortam sağlamaktadır. Cyanophyta sınıfı balık verimi açısından önem taşımaktadır. Yüksek sıcaklık ve besleyici elementlerin artması sonucu, mavi-yeşil algler aşırı çoğalmakta ve "**su çiçeği**" denilen olaya neden olmaktadırlar. Tüm bunlara karşın, özellikle fitoplankton konusunda Yuvacık Baraj Gölü'nün araştırılmaya devam edilmesi ve yapılan yatırımlardan faydalanılması önerilmektedir.

3- 5 yıl gibi uzun süren gözleme-izleme(monitoring) çalışmaları, Baraj Gölü'nün daha sağlıklı değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır. Fitoplankton yoğunluğu ve zenginliğine karşın Yuvacık Baraj Gölü'nde rastlanan zooplankton çeşitliliği ve yoğunluğu çok az olmuştur. Aralık 2005-Eylül 2006 tarihleri arasında 3 sınıfa ait 12 zooplankton cinsi belirlenmiştir. Bunların dışında zaman zaman mite, copepod ve naupliuslara da rastlanmıştır. Baraj Gölü'nün en baskın türleri rotiferlerdir. Yaşam döngüleri oldukça kısa ve küçük olan rotiferler suyu süzerek beslenmeleri ile Göl ekosistemi için faydalı olurlar. Ayrıca balıkların besin kaynağı olarak da hizmet görürler. Zooplankton sayısının azlığı, Baraj Gölü'ndeki balık sayısıyla uyumlu çıkmamıştır. Yani, hem balık sayısı az hem de fitoplankton sayısının azlığı dikkat çekicidir.

Fitoplanktonda olduğu gibi zooplankton çalışmasının da uzun erimli olarak düşünülmesi ve hem nitel hem de nicel yöntemlerin kullanılarak çalışmaların devam ettirilmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Berlinger, E.G. (1992). A key to common algae, freshwater estuarine and some coastal species, 4th Edition, The Inst. of water and Environmental Management.
2. Cirik, S., Gökpınar, Ş. (1993). Plankton Bilgisi ve Kültürü, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yayın No : 47, E.Ü. Basımevi, Bornova-İzmir.
3. DSİ, (1980). Tatlısu Plankton Organizmaları Tayin ve Sınıflandırılması El Kitabı (Düzenleyen : Hülya Aroğul), DSİ Basımevi.
4. DSİ, (2003). Kesikköprü Baraj Gölü Limnolojik Araştırma Raporu, DSİ İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.
5. Eaton, A.D., Clesceri, L.S. ve Greenberg, A.E(eds.). (1995). Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water, 19th Edition, United Book Press.
6. John, D.M., Whitton, B.A ve Brook, A.J.(eds.).(2002).The Freshwater Algal Flora of the British Isles, An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae, Cambridge Univ. Pres.
7. Needham, J.G. ve Needham, P.R. (1976).A Guide to the Study of Freshwater Biology, 5th Edition, McGraw-Hill.
8. Rivier, I.K. (1998). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world(Coordinating Editor: H.J.F.Dumont), Backhuys Publ.
9. Tanyolaç, J. (1993). Limnoloji, Ankara.

BİLEK REHABİLİTASYON CİHAZI İÇİN İNSAN MAKİNE ARAYÜZÜ TASARIMI

Mert AKAT
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Ana Bilim Dalı
mert.akat@gmail.com

Umut MAYETİN
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Ana Bilim Dalı
umayetin41@gmail.com

Serdar KÜÇÜK
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Ana Bilim Dalı
skucuk@kocaeli.edu.tr

Özet
Dünyadaki ortalama yaştaki artışla birlikte kas-sinir hastalıkları nedeniyle ekstremite motor fonksiyonlarını kaybeden hastaların sayısı artmakta ve fizyoterapi için rehabilitasyon robotlarının kullanımı önem kazanmaktadır. Rehabilitasyon robotları hareketleri düzenli olarak ve çoklu tekrarlarla gerçekleştirebilir. Bu şekilde, tedavi sürecini kısaltmakla birlikte daha fazla hastaya tedavi imkanı sağlarlar. Bu robotların mekanik tasarımlarının yanı sıra kontrolleri ve hastaya terapi boyunca geri bildirim sağlayan bir insan makine ara yüzünün önemi, tedavi başarısını arttırma açısından önem kazanmıştır. Bu çalışma, insan-makine arayüzünün önemi göz önünde bulundurularak yapılmıştır ve tedavi sonuçlarının başarı oranını arttırmayı ve dolaylı olarak cihazın verimliliğini arttırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca hastanın tedavi sürecindeki ilerlemesini veri depolama yoluyla somut olarak izlenebilir hale getirmeyi amaçlar.

Anahtar Kelimeler: Üst uzuv rehabilitasyonu, bilek rehabilitasyonu, insan makine arayüzü.

HUMAN MACHINE INTERFACE DESIGNING FOR WRIST REHABILITATION DEVİCE

Abstract
With the increase in the average age in the world, the number of patients who lost their limb motor functions due to muscle-nerve diseases increases and the use of rehabilitation robots for physiotherapy is gaining importance. Rehabilitation robots can perform the movements regularly and with multiple repetitions. In this way, although shortening the treatment process, they provide treatment to more patients. The importance of the mechanical design of these robots as well as their control and the importance of a human machine interface that provides feedback to the patient throughout therapy has gained importance in terms of improving treatment success. This study has been made considering the importance of human machine interface and aims to increase the success rate of treatment results and thus increase the efficiency of the device indirectly. It also aims to make the patient's progress in the treatment process concretely traceable by data storage.

Keywords: Upper limb rehabilitiation ,wrist rehabilitiation , human machine interface.

1. GİRİŞ

İnme veya omurilik yaralanması nedeniyle felçli üst ekstremite hastalarında nörorehabilitasyonda kol terapisi kullanılır. Terapinin amacı motor fonksiyonlarını ve hareket koordinasyonunu iyileştirmek, yeni hareket stratejilerini öğrenmek ve veya kas atrofisi, osteoporoz ve spastisite gibi ikincil komplikasyonları önlemektir. Bazı çalışmalar, kol tedavisinin inme hastalarının rehabilitasyon ilerlemesini olumlu yönde etkilediğini kanıtlamaktadır (Aisen ve ark. (1997)). Birçok araştırmacılar, farklı terapötik yöntemlerin verimliliğini karşılaştırmıştır [(Basmajian ve ark., 1987), (Dickstein ve ark., 1986), (Lord ve Hall, 1986), (Wagenaar ve ark., 1990)]. Genel olarak, hastanın her terapötik yöntemin rehabilitasyondaki ilerlemesi üzerinde olumlu bir etkisi vardır. Ancak, farklı yaklaşımlar arasında verimliliklerde önemli bir fark bulunamamıştır. Langhammer ve Stanghelle (2000), görev

odaklı “Motor-Relearning Program” ile tedavi edilen bir grup inme hastasının, motor işlevlerine göre daha iyi performans gösterdiği bir istisna sundu. Bu sebeple sistem tasarımının önemi arttı.

Matera ve ark. (2016) akıllı telefonlar için geliştirdikleri bir uygulama ile yirmi kişilik bir grup ile yaptıkları çalışmada terapi öncesi ve yirmi sekiz günlük çalışmasının son ucunda olan eklem açıklık verilerini paylaştılar. Bu sayede yazılımın ve sistemin önemi ortaya çıkardı.

Artan nüfus ve ortalama yaşam süresi (Tablo 1) artması ile birlikte fiziksel terapi ihtiyacı olan hasta sayısı da artmaktadır. Buna karşın dünyadaki diğer ülkelere oranla Türkiye’deki fizyoterapist sayısı yetersiz kalmaktadır(Tablo 2).

Tablo 2’de 2017 yılı için 1000 kişi başına 0.05 fizyoterapist düştüğü yer almaktadır. Buradan Türkiye’de 20 000 kişi başına 1 fizyoterapist düştüğü ortaya çıkmaktadır. Fizyoterapist sayısının nüfusa göre azlığı nedeniyle terapi robotları fizyoterapist sayısındaki azlığın dezavantajlarını azaltma yönünde ve tedaviye erişim imkanını arttırma yönünde fizyoterapistlere destek olabilir.

Tablo 1. OECD İstatistik Verilerine Göre Yaş Ortalamaları

Ülkeler	Yıllar				
	2000	2005	2010	2015	2017
Finlandiya	77,7	79,1	80,2	81,6	81,7
Fransa	79,2	80,4	81,8	82,4	82,6
Almanya	78,2	79,4	80,5	80,7	81,1
İzlanda	79,7	81,6	82	82,5	82,7
İrlanda	76,6	79	80,8	81,5	82,2
Japonya	81,2	82	82,9	83,9	84,2
Kore	76	78,2	80,2	82,1	82,7
Hollanda	78,2	79,5	81	81,6	81,8
Yeni Zellanda	78,4	79,8	80,8	81,7	81,9
İspanya	79,3	80,3	82,4	82,9	83,4
İsveç	79,7	80,7	81,6	82,3	82,5
İsviçre	79,9	81,4	82,6	83	83,6
Türkiye	71,1	73,1	74,3	78	78,1
A.B.D.	76,7	77,6	78,6	78,7	78,6

Tablo 2. OECD İstatistik Verilerine Göre Fizyoterapist Sayıları

	Ülkeler	Yıllar				
		2000	2005	2010	2015	2017
Fizyoterapist Sayısı	Finlandiya	10088	11290	12835	-	-
	Fransa	54969	63431	72850	86459	-
	Almanya	78000	110000	148000	181000	188000
	İzlanda	405	420	473	548	597
	İrlanda	1330	2029	2413	2711	3102
	Kore	-	15681	22827	31194	35587
	Hollanda	23610	28485	33535	31635	32930
	Yeni Zellanda	-	3480	4195	4703	5113
	İspanya	-	-	35630	45054	51130
	İsveç	9441	10850	11830	13021	-
	Türkiye	-	945	2111	3564	4378
	A.B.D.	-	151280	180280	209690	225420
1000 Kişi Başına Düşen Fizyoterapist Sayısı	Finlandiya	1,95	2,15	2,39	-	-
	Fransa	0,9	1,01	1,12	1,3	-
	Almanya	0,95	1,33	1,81	2,22	2,27
	İzlanda	1,44	1,42	1,49	1,66	1,74
	İrlanda	0,35	0,49	0,53	0,58	0,65
	Kore	-	0,33	0,46	0,61	0,69
	Hollanda	1,48	1,75	2,02	1,87	1,92
	Yeni Zellanda	-	0,84	0,96	1,02	1,07
	İspanya	-	-	0,76	0,97	1,1
	İsveç	1,06	1,2	1,26	1,33	-
	Türkiye	-	0,01	0,03	0,05	0,05
	A.B.D.	-	0,51	0,58	0,65	0,69

2. SİSTEM TASARIMI

Terapi sistemi tasarımı üç bölümden oluşmaktadır. İlk kısım hastaya uygulanacak olan egzersiz modelidir. İkinci kısım kullanılacak olan mekanik sistemdir. Üçüncü kısım ise makine insan arayüzüdür. Arayüz bunlar arasında en kritik önemi taşıyan bölümdür. Arayüz hastaya yapılan terapinin niteliğini belirleyip uygulanmasını sağlamalıdır. Uygulama aşamasında hasta terapisi ile ilgili verileri toplamalıdır. Hem mekanik sistemi kontrol etmeli hem de kullanıcı dostu olmalıdır. Kolay kullanılmalı, hasta ile ilgili kısımlarda ilgi çekici olup tedaviye motive etmelidir.

Hastanın terapi süresince motivasyonunun yüksek tutulması, terapiye odaklı tedavinin sağlanması ve tedavi süresince istikrarlı olması için cihazın fonksiyonları ile uyumlu terapi bazlı görev yönelimli oyunu tasarlarımı da tasarımın kapsamında yer almaktadır. Cihazdan alınacak olan, hastanın bilek hareketleri, ve bilek rotasyonu verileri aracılığıyla oyunda hastanın yöneteceği karakterin hareketi ve oyundaki çevreyle etkileşimi sağlanmaktadır.

2.1. Egzersiz Modelleri

Pasif egzersiz, tamamen hareket yetisini kaybetmiş hastalara robotik mekanizmaya bağlanmış olan terapi uygulanacak bölgenin hareket aralıklarına uygun olarak belirlenen sınırlar içerisinde önceden sistemde tanımlı olan hareket yörüngelerini ayarlanan periyotlarla uygulanması yoluyla hastanın hareket problemi olan rehabilitasyon bölgesinin hareket ettirilmesini sağlamaktır.

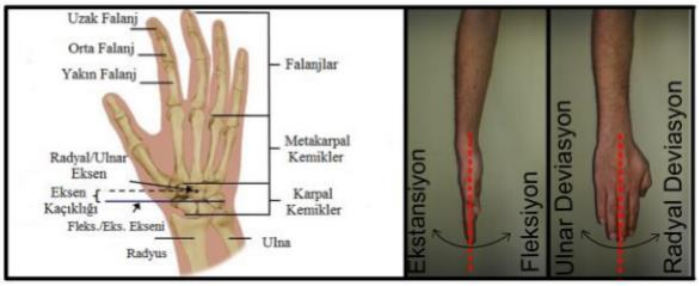
Aktif egzersiz, hastanın güçsüzlük olan kas bölgelerinde yaralanma ve iyileşme sonrasında eski halini geri kazanması amacıyla tamamen hastanın kendi gücüyle hareketleri yaptığı, robotik mekanizmanın sadece hastanın hareketlerini analiz ve monitörize ederek değerlendirilmesini sağlamak amacı ile kullanılmasıdır.

Destekleyici egzersiz ise genellikle belirli miktarda hareket aralığı azalmış olan veya da hareketin belirli aşamalarında (hareket yörüngesindeki belirli noktalarda) geçiş zorluğu veya sorunu yaşayan hastalarda hareketin bu noktalardaki sorununu veya zorlanması monitörize olarak görüp ve veri olarak algılayıp hastanın bu aşamadan geçişini desteklemek veya sağlamak yoluyla harekette iyileşme elde edilmesi amacıyla kullanımıdır.

2.2. Görev Tabanlı Oyun Tasarımı

Bilek rehabilitasyon cihazı, elektromekanik cihaz tasarımı ve görev tabanlı oyunların tasarımı olmak üzere iki ayrı temel çalışma üzerine kuruludur. Bu bölümde sadece cihazın görev tabanlı oyun tasarımı kısmı ele alınacaktır.

Oyunda bir karakter olacak, terapi gören hastamız bu karakterin sürekli ileri yönde gidilen ve sadece bulunduğu görev ekranında sağa-sola (ulnar deviasyon-ulnar deviasyon), yukarı-aşağı (ekstansiyon-fleksiyon) hareketlerini bilekleri ile yaparak karakterin kontrol edecekleri bir sahne oluşturup karaktere görev verilerek oluşturulan aksiyon senaryosunda hareket etmesi beklenmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Bilek eklemi ve hareketleri (Gopura ve Kiguchi, 2009)

2.3. Oyun Motoru Seçimi

Oyun motorları oyun geliştirmenin dışında bilimsel araştırmalarda ve akademik çalışmalarda da başarıyla kullanılmışlardır (Lewis ve Jacobson, 2002). Robotik için simülasyon amacıyla oyun

motorları kullanılıyor (Kucuk ve Sahın, 2016). Projemizde kullanmamız için hangi oyun motorunu seçeceğimiz konusunda aşağıdaki özellikleri dikkate aldık:

- Nesneleri hareketlendirmek ve etkileşimi kontrol etmek için kullanımı kolay bir grafik kullanıcı arabirimi
- Elektro-mekanik sistem ile haberleşme yeteneği
- Araştırma ve eğitim için serbestçe bulunmak
- Birden çok işletim sistemi için destek sunma becerisi

2.4. Sistem Açıklaması

Rehabilitasyon sistemi bir fizyoterapist, bir insan makine arayüzü, robotik kol terapi mekanizması ve hastadan oluşmaktadır. Sistemin yöneticisi olan fizyoterapist öncelikle hastanın kişisel bilgilerini sisteme girip bir profil kaydı yapacaktır. Bu şekilde profil veri depolama sistemine eklenmiş olacaktır. Sonrasında profil seçilip egzersiz yapımı seçilecektir. Egzersiz tipi belirlenip girilir. Sonra yapılan kayıt sonrasında hastanın egzersiz yapacağı şekle uygun hareket yörüngesi seçilecektir (Şekil 2).

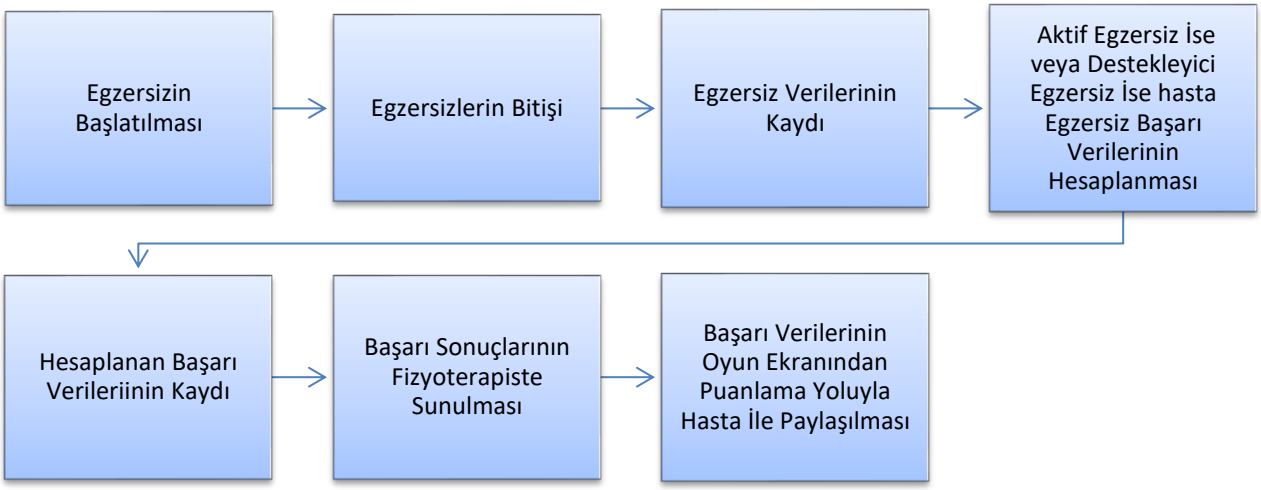
Terapi yörüngeleri oyunların içerisine görev tabanlı olarak tasarlanmış olup hastaya görüntü bildirimi böylece sağlanacaktır. Hastanın terapi yapılacak bölgesi robotik mekanizmaya bağlanacaktır. Ardından hastanın terapi edilecek ekleminin hareket aralıkları ölçülecektir.

Hazırlıklar tamamlandıktan sonra sistemde daha önceden kayıtlı olan yörüngelerde belirlenen parametreler ile egzersiz yapılacaktır.



Şekil 2. Hasta veri girişi ve egzersiz belirlenmesi işleyişi

Egzersizin bitişinde veriler kaydedilip sisteme işlenecektir. Bu sırada hastanın aktif katkısı ve egzersizlerdeki başarı oranı yörüngede kalması ve oyun tabanlı görev sisteminde görevi yerine getirme uygun zamanlardaki konumlarda bulunması oranı ile hesaplanarak kaydedilecektir. Egzersiz sonunda başarı ile orantılı hastaya skorlama yapılacaktır. Başarı oranı fizyoterapiste yüzde olarak sunulacaktır. Oyun ekranında ise puanlama yoluyla hastaya sunulacaktır (Şekil 3).



Şekil 3. Egzersiz Yapılması ve Sonrasındaki işleyiş

3. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bilek kas gücünde zayıflama veya tamamen hareket yetisini kaybetme gibi durumlardan muzdarip olan hastaların bileklerinin fonksiyonel kabiliyetlerini geri kazanmalarında bilek rehabilitasyonu kritik bir önem taşıdığının önemi anlaşıldı. Türkiye'deki artan ortalama yaşam süresi ile daha çok terapiye ihtiyacın olacağı ön görülmektedir. Buna bağlı olarak fizyoterapist sayısının azlığının açık bir dezavantaj olduğu ortadadır. Bu dezavantajın giderilmesi yönünde terapi robotlarının desteği büyük bir avantaj yaratabilir. İnsan makine arayüzü ve mobil bir terapi sistemi ile terapi başarı oranı ve terapiye devam oranı arttırılıp aynı zamanda tedaviye erişim imkanı da arttırılabilir. Bu sayede tedavi kalitesi artarak tedavi sürelerinin kısaltılması sağlanabilir. Süreden ve imkanlardan tasarruf ederken hizmet verme kapasitesi de arttırılabilir.

KAYNAKLAR

Aisen ML, Krebs HI, Hogan N, McDowell F, Volpe BT (1997) The effect of robot-assisted therapy and rehabilitive training on motor recovery following stroke. Arch Neurol 54: 443–446.

Basmajian JV, Gowland CA, Finlayson MA (1987) Stroke treatment: comparison of integrated behavioural-physical therapy vs traditional physical therapy programs. Arch Phys Med Rehabil 68: 267–272.

Dickstein R, Hocherman S, Pillar T, Shaham R (1986) Stroke rehabilitation. Three exercise therapy approaches. Phys Ther 66: 1233–1238.

Gopura, R.A.R.C., Kiguchi, K., ―Mechanical Designs of Active Upper-Limb Exoskeleton Robots State-of-the-Art and Design Difficulties‖, IEEE 11th Int. Conference on Rehabilitation Robotics, 2009.

Kucuk, S., & Sahin, M. (2016). In Mechatronics, International Conference on Advanced Technology & Sciences (ICAT'16). An Off-Line Simulation Tool For Puma Robot Using Unity 3D. September 2016, pp. 1097–1103.

Langhammer B, Stanghelle JK (2000) Bobarth or motor relearning programme? A comparison of two different approaches of physiotherapy in stroke rehabilitation: a randomised controlled study. Clin Rehabil 14: 361–369.

Lewis, M., & Jacobson, J.,(2002). Communications of the ACM. Game engines. vol. 45, no. 1, pp. 27–31, 2002.

Lord JP, Hall K (1986) Neuromuscular re-education versus traditional programs for stroke rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil 67: 88–91.

Matera, G., Boonyasirikool, C., Saggini, R., Pozzi, A., & Pegoli, L. (2016). The New Smartphone Application for Wrist Rehabilitation. The Journal of Hand Surgery (Asian-Pacific Volume), 21(01), 2–7.

Wagenaar RC, Meijer OG, van Wieringen PC, Kuik DJ, Hazenberg GJ, Lindeboom J, Wichers F, Rijswijk H (1990) The functional recovery of stroke: a comparison between neuro-developmental treatment and the Brunnstrom method. Scan J Rehabil Med 22: 1–8.

EL-BİLEK REHABİLİTASYON ROBOTU TASARIM YAKLAŞIMLARININ TARTIŞILMASI

Umut Mayetin
Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü
umayetin41@gmail.com

Prof. Dr. Serdar Küçük
Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü
skucuk@kocaeli.edu.tr

Özet
Nüfus yaş ortalamasının artması ile sinir-kas hastalıklarına bağlı fizik tedavi ihtiyacı artmaktadır. Yaşlanmanın yanı sıra doğuştan gelen veya herhangi bir kaza durumu ve inme gibi bir olay sonucu edinilen fiziksel rahatsızlıkların giderilmesinde fizik tedavi ve merkezleri önemli rol oynar. Doğru tedavi süreci sonunda hasta sağlığını geri kazanabilir, günlük yaşam becerilerini yerine getirme özgürlüğüne kavuşur. Düzen ve tekrar gerektiren egzersizleri gerçekleştirmede akıllı robotik sistemler kullanılabilir. Literatürde üst ekstremite ve alt ekstremite ana başlıkları başta olmak üzere bir çok rehabilitasyon cihazı geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Fakat bunların çok azı bir ticari ürün ile sonuçlanmıştır. Rehabilitasyon robotları ile hastanın fiziksel rahatsızlıklarını giderecek bir tasarım için çeşitli parametrelerinden faydalanılır. Bu çalışmada öncelikli olarak rehabilitasyon robotlarının önemine vurgu yapılmaktadır. Sonrasında el-bilek rehabilitasyonu üzerine mevcut yapılan çalışmalar karşılaştırmalı bir tablo olarak sunulmuştur. Rehabilitasyon robotu tasarımında göz önünde bulundurulan hususlar ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Son olarak mevcut eksikliklere yer vererek, yeni bir tasarım sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fizik tedavi ve rehabilitasyon, robot tasarımı, el-bilek rehabilitasyonu, egzersiz yöntemleri, fiziksel kısıtlılıkları geri kazanma.

DISCUSSING OF THE HAND-WRIST REHABILITATION ROBOT DESIGN APPROACHES

Abstract
With the increase of the average age of population, the need of physical therapy increases due to muscle-nerve diseases. In addition to aging, to recover physical disabilities from congenital or resulting from an accident and stroke, physical therapy centers play important role. At the end of the correct treatment process, the patient can recover his health and retrieve freedom in activities of daily living. To perform regular and repetitive exercises, intelligent robotic systems can be utilized. In the literature, many rehabilitation device development studies have been carried out, mainly the upper extremity and lower extremity. However, very few of them resulted in a commercial product. In rehabilitation robot design, various parameters are used in the design of rehabilitation robots for recover patient's health. In this study, the importance of rehabilitation robots is emphasized primarily. Then, studies on hand-wrist rehabilitation in the literature are presented as a comparative table. The issues considered in the design of the rehabilitation robot were discussed in detail. Finally, a new design has been proposed, considering the deficiencies of recent studies.

Keywords: Physical therapy and rehabilitation, robot design, hand-wrist rehabilitation, training modalities, disability recovery.

1. GİRİŞ

Beyin damar hastalıkları dünyada en fazla fonksiyon kaybına neden olan, yaşam kalitesini çok etkileyen ve ikinci sıradaki ölüm nedeni olan hastalık grubunu oluşturmaktadır (Öztürk 2016). İnme, beyin damar-hastalıkların en bilinenidir. Jacobs vd. (2013) araştırmalarında iskemik inme geçiren

hastaların bir ay içerisinde hayatını kaybetme riskini %26,8 olarak belirlemiştir. Günümüzde sağlık bakım durumlarının iyileşmesine bağlı olarak inme geçiren hastaların ölüm oranları yıllar ilerledikçe düşüş eğilimi göstermektedir (Feigin vd. 2014). Bu durumda daha fazla hasta, çeşitli fiziksel veya duyusal kısıtlılıklarla hayatına devam etmektedir. Beyin damar hastalıkları sonucu hayatta kalanların %75'inde fiziksel veya zihinsel engel görülür (Beekhuis vd. 2013). Türkiye'de yaşlı nüfus (65 ve üstü) son beş yılda %16 artış göstermiştir. 2018 yılı verilerine göre %8,7 olan yaşlı nüfus 2040 yılında %16 olacağı beklenmektedir (TÜİK 2018). 55 yaş sonrası her on yıl için inme görülme olasılığı iki katına çıkar (Ovbiagele ve Nguyen-Huynh 2011). Bu verilerden yola çıkarak günümüzde ve sonraki yıllarda hastaların fonksiyonel kısıtlılıklarının tedavisi yüksek önem gerektiren konulardan birisidir.

İnme sonrası kısıtlılıkları gidermede fiziksel tedavi ve rehabilitasyon önemli bir yere sahiptir. Bu kısıtlılıklar inme, kaza gibi bir olay sonucu veya doğuştan oluşabilir. Gelişmekte olan ülkelerde çalışanların çoğu ağır sanayi iş kolların görev yapmaktadır. Bu durum iş kazaları ile yaralanmalarında da yüksek olmasına ve iş kazalarına bağlı kısıtlılıkların görülmesine neden olur. Beslenme, giyinme, kişisel temizlik gibi temel ihtiyaçlarını karşılamada sorunlar yaşayabilir. Kişisel ihtiyaçlarını karşılamayan hasta, sosyal çevreden uzaklaşır. Birine bağımlı bir yaşantı sürmeye başlar. Hastanın sürekli çevresindekilere bağlı kalması, hayata bakışını ve yaşam kalitesini olumsuz etkiler. Yaşanılan kısıtlılığa bağlı olarak görülen iş gücü kayıpları ekonomik sorunların yanında hastanın ruhsal durumunu da etkiler. Bu durumda hastanın hızla sağlığını kazanması oldukça önemlidir.

Fiziksel tedavi ve rehabilitasyon ile hasta hissettiği ağrılardan kurtulabilir, günlük ihtiyaçlarını karşılama düzeyine gelebilir veya sağlığını tamamen geri kazanabilir. Bu durum hastanın geçirdiği sağlık problemi ve hastalık sonrası uygulanan tedavi ile doğrudan ilgilidir. Tedavinin sürdürülebilmesi için fizik tedavi merkezlerine belirli aralıklarla ulaşımın sağlanması da hastalar açısından sorun olabilir. Hastalarda fonksiyonel gelişimin desteklenmesi ve sürdürülmesi amacıyla tedavi uygulamalarının ev ortamında devam ettirilmesi önerilmektedir. Süreç içerisinde tedavinin yarım bırakılması kısıtlılığın giderilememesine ve kronikleşmesine neden olur. İlerleyen süreçte de kısıtlılık bölgesinde rahatsız edici ağrılar görülebilir.

Kısıtlılığa sahip bireylerin sayı olarak fazlalığı, fizik tedavi uzmanı sayısının azlığı ve tedavilerin usun süreli olması nedeni ile rehabilitasyon merkezlerinin yoğunluğu önemli bir sorun oluşturmaktadır. Türkiye'de 2017 yılı itibarıyla bir fizyoterapist başına 18000 kişilik nüfus düşmektedir. Bu oran Avrupa'da ortalama olarak fizyoterapist başına 920 kişidir (OECD 2017).

Son yıllarda rehabilitasyon alanındaki teknolojik gelişmeler, tedavi süreçlerine destek olmakta ve hız kazandırmaktadır. Rehabilitasyon sistemlerinde robotik yapıların kullanılması ile düzenli tekrar ve zorluk gerektiren egzersizler gerçekleştirilebilir. Tüm bu destek sistemlerini ana amacı hastaların kısıtlılıklarının giderilmesi toplumda bağımsız olarak hayatlarını sürdürebilmesidir. Mevcut durumda robotik yapıların yüksek maliyetleri sebebiyle fizik tedavi merkezlerinde kendine yer bulma oranları düşüktür.

2. REHABİLİTASYON ROBOTLARININ ARKA PLANI

Fizik tedavi ve rehabilitasyon alanında robotik sistemlerin kullanımı üzerine 1990'lı yılların başlarından itibaren çalışmalar yapılmaktadır (Gupta vd. 2006). Rehabilitasyon çalışmalarında hastanın yürüme kısıtlılığı ile günlük ihtiyaçları karşılamadaki kısıtlılıklar öncelikli ilgi konusu olmuştur. Vücudun sadece bir bölgesinde yer alan kısıtlılıklara bağlı çalışmalar görülebildiği gibi üst ekstremite veya alt ekstremiteyi bütünüyle kapsayan çalışmalar da görülebilir. Üst ekstremite rehabilitasyonunda, eklem hareket açıklığı egzersizleri, kas kuvvetlendirme egzersizleri gibi geleneksel yöntemler hala sıklıkla kullanılmaktadır. Bunlarla birlikte fonksiyonel elektriksel stimulasyon ve biyogeribildirim gibi teknolojik uygulamalar tedavi sürecine olumlu katkı yapmaktadır

2.1. El-Bilek Rehabilitasyon Robotları

Üst ekstremite üzerine yapılan ilk çalışmalar seri robot mekanizmalarından yola çıkılarak geliştirildi. En önemli çalışmalardan biri olan MIT-MANUS (Krebs vd. 1998), elin bir çubuğa tutturulması ve bütünüyle omuz, dirsek hareketlerini kapsayan bir çalışma olarak sunuldu. Bu tasarımda hareketin

gerçekleştirilmesi görev edinildi. Eklemler üzerinde açısal durum gelişimi gözlenmedi. Bu tür yapılar uç işlevci temelli tasarımlar olarak literatürde kendine yer buldu. Sonraki süreçlerde eklemlerdeki açısal değişikliğin gözlenmesini sağlayacak dış iskelet sistemi adı verilen yapılar geliştirildi

Bu çalışmada el-bilek rehabilitasyon robotları üzerine yapılan çalışmalar (Şekil 1) ayrıntılı olarak ele alınmış, elde edilen bulgular Tablo 1'de sunulmuştur. Tabloda yalnızca bir eksende hareket sağlayan ve sadece el rehabilitasyonu görevi yapan tasarımlara yer verilmemiştir. El, çevre ile etkileşimde ve günlük kişisel ihtiyaçların karşılanmasında en önemli uzuvlardan biridir. El, ince motor hareketleri gerçekleştirebilecek oldukça karmaşık bir anatomik yapıya sahiptir. Tutma, kavrama gibi görevlerde aynı anda birçok eklemde koordineli bir hareket gözlenir. Bu karmaşık yapıdan dolayı, el kısıtlılıklarının tedavisi rehabilitasyon merkezleri zor süreci kapsar. El günlük hareketlerin birçoğunu yerine getirirken ön kol hareketleri ile birlikte görev yapar. Dirsek eklemi de el ile gövde arasındaki mesafenin ayarlanmasında görev alır. Bilek ekleminde fleksiyon/ekstansiyon (FE) ile RU (radyal devinim/ulnar devinim veya abdüksiyon/addüksiyon – AA) hareketleri ve pronasyon/supinasyon (PS) hareketleri, vücuda göre duruşunu (oryantasyonunu) belirler. Nesnelerin tutulması, kavranması bu hareketlerin oluşturduğu açısal konum ile desteklenir.

2.2. Tasarım Yaklaşımlarının İncelenmesi

Bu çalışmada yeni bir el-bilek rehabilitasyon tasarımı için literatürde yapılan çalışmaların incelenmesine yer verilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarda, tasarımın yapısı, eklem hareketi sayısı ve açısal hareket aralıkları, sistemin ağırlığı ve giyilebilir olması, pratik kurulum, modüler yapı, ergonomi, yüksek eklem torku, hastanın tedaviye katkısını ve gelişimini gözlemleme, egzersiz hareketlerinin türü, kontrol yöntemlerini iyileştirilmesi gibi konular başlıca konuya yaklaşım yöntemleridir. Araştırmalardan elde edilen verilerin önemli bir bölümü Tablo 1'de sunulmuştur. Tabloda görüldüğü üzere önemli sayıda çalışma olmasına rağmen günümüzde ticari ürüne dönüşen çalışma sayısı çok azdır. Literatürde yer alan çalışmalar sırasıyla, gerçekleştirdiği hareketler, tasarım düzeni, eyleyiciler, eyleyiciler, hareket aralıkları ve tork, güç aktarma, konum algılama, güvenlik, kuvvet algılama, malzeme seçimi ve işleme, sürücüler, kontrol kitleri, egzersiz yöntemleri ve diğer özel amaçlar başlıkları üzerinden değerlendirilmiştir.

Hareketler: Rehabilitasyon çalışmalarında hasta kısıtlılıklarının kaldırılması/azaltılması ve sağlığının geri kazanılması için düzenli ve tekrarlı hareketler yapılır. Dolayısıyla çalışmalara öncelikli bakış noktası hangi hareketlerin gerçekleştirileceğinin belirlenmesidir. Bu durum rehabilitasyonun serbestlik derecesinin belirlenmesini sağlar. Bilek ekleminde FE hareketi her çalışmada yer almıştır. Bazı çalışmalarda tasarımın daha kompakt yapılabilmesi gibi nedenlerle RU hareketine yer verilmemiştir. (Hesse vd. 2003, Allignton vd. 2011, Song ve Guo 2012, Ueki vd. 2012, Saadatzi vd. 2015, Koon 2015). Elin konumlanmasına destek sağlamak amacıyla dirsek FE hareketlerini yerine getirebilen çalışmalar da bulunmaktadır (Gupta vd. 2006, Gupta vd. 2008, Pehlivan vd. 2011, Song ve Guo 2012, Su vd. 2018).

Tasarım Düzeni: Şekil 2'deki resimler incelendiğinde farklı bakış açılarından yaklaşılan mekanik tasarımlar görülmektedir. Aynı çalışma ekibine bağlı kişiler de zaman içerisinde tasarımlarında farklı yöntemleri geliştirmişlerdir (Gupta vd. 2006, Gupta vd. 2008, Pehlivan vd. 2011, Pehlivan vd. 2013, Pezent vd. 2017). Dış iskelet sistemi yapılarının büyük bir çoğunlukla tercih edildiği görülmektedir. Çalışmalarda Stewart Platform benzeri paralel robotik mekanizma yapısına sahip tasarımlar da yer almaktadır (Gupta vd. 2006, Gupta vd. 2008, Pehlivan vd. 2011, Satici vd. 2011, Takaiwa vd. 2011, Erwin vd. 2015). Tasarımlarda PS ekseninde düşük sürtünmeli hareket sağlamak için önkolun rulman yataklı bir halka içerisinden geçirilerek mekanizmaya yerleşmesi sağlayan yapılar görüldü (Gupta vd. 2006, Gupta vd. 2008, Pehlivan vd. 2011, Pehlivan vd. 2014, Gopura 2010, Martinez vd. 2013, Saadatzi vd. 2015, Omarkulov vd. 2016, Su vd. 2018, Su vd. 2019). Bu durum üst ekstremitenin büyük oranda kısıtlılığa sahip olması ve fiziksel kısıtlılığın kazanılmasının hemen sonrası erken rehabilitasyon döneminde kullanım açısından zorluklar yaratacaktır. Rehabilitasyon robotunun hastanın kuvveti ile kolaylıkla hareket ettirilebilmesi için sürtünme etkisi düşük olmalıdır.

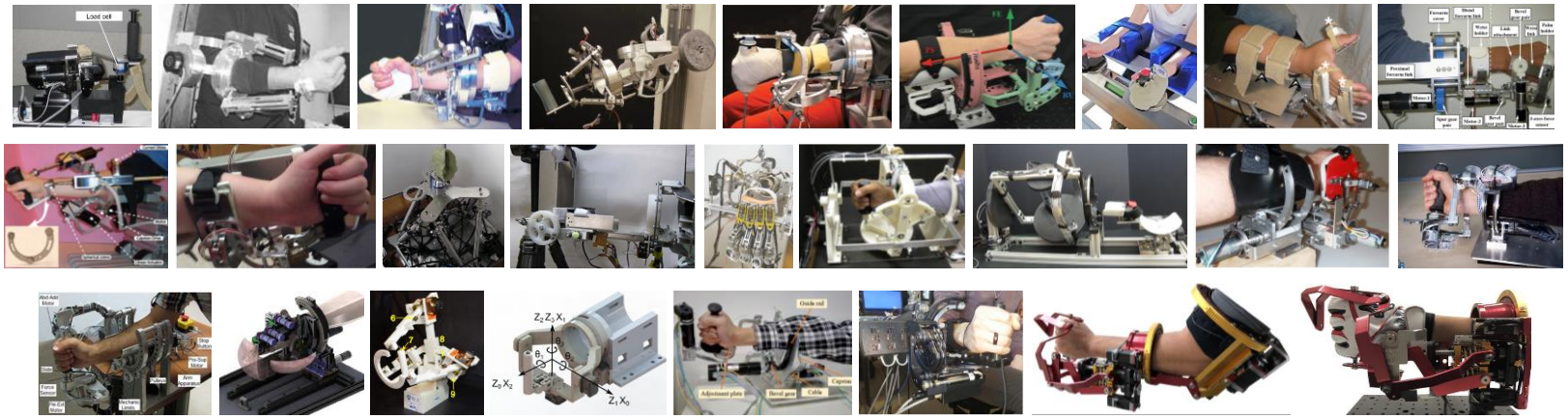
Tablo 1. El-bilek rehabilitasyon robotları

Çalışma İsmi	Tasarım Modeli	DOF - PS RU, WFE Hareketleri	Diğer Hareket ve Özellikler	Egzersiz Türü	Kontrol Stratejisi	Eyleyiciler PS, RU, WFE	Güç aktarma	Sensörler	Eyleyici Sürücüsü	Kontrol Birimi	Ticari Ürün	Klinik Çalışma	PS Tork	RU Tork	FE Tork
InMotion Wrist Robot (Krebs vd. 2007, Tagliamonte vd. 2010)	Dış iskelet.	3-DOF – PS, RU, WFE	---	Pasif, Güç, Duyusal, Adaptif	PD Pos. Kont. Kuvvet Kont.	Maxon 136201 DC Motor Maxon 118899 DC Motor Maxon 118899 DC Motor	Dişli Dişli Dişli	JR3 6eksen FT sensör	---	---	EVET	EVET	1,85	1,43	1,43
MAHI (Gupta vd. 2006)	Dış iskelet 3-RPS plat.	5-DOF - PS, RU, WFE	Dirsek FE	Aktif asistan	Force Kont. Empedans Kont. Admitans Kont.	Applimotion 165-A-18 3X Copley Controls TB1102 Linear Axes	Direkt 3X Direkt	---	SE10A8 3X Acellus ASP055-18	Matlab RT Toolbox Quanser Q8 Board	---	---	5,08	0,4	0,4
RiceWrist (Gupta vd. 2008)	Dış iskelet 3-RPS plat.	5-DOF – PS, RU, WFE	Dirsek FE	Pasif, Aktif asistan, Zorlamalı	Empedans Tab. Kuv. Kont. PD Konum Kont.	Applimotion 165-A-18 3X Maxon RE40 DC Motor	Direkt 3X Kablo	---	---	---	---	---	5,08	5,03	5,03
MAHI-EXO II (Pehlivan vd. 2011)	Dış iskelet 3 RPS plat.	5-DOF – PS, RU, WFE	Dirsek FE	Aktif asistan	Kuvvet Kont.	Maxon RE40 DC Motor 3X Maxon RE35 DC Motor	Kablo 3X Kablo	---	---	---	---	---	2,3	1,93	1,67
RiceWrist-S (Pehlivan vd. 2014)	Dış iskelet	3-DOF – PS, RU, WFE	---	Aktif asistan	PD Konum Kont.	Applimotion 165-A-18 Maxon RE35 DC Motor Maxon RE40 DC Motor	Direkt Kablo 18:1 Kablo 24:1	3x2 FSR (Tutucu için)	---	---	---	EVET	1,69	2,11	3,37
OpenWrist (Pezent vd. 2017)	Dış iskelet	3-DOF – PS, RU, WFE	---	Aktif asistan	PD Konum Kont.	Maxon RE40 DC M. Dişli 18,7:1 Maxon RE30 DC M. Dişli 25,6:1 Maxon RE30 DC M. Dişli 19,2:1	Kablo Kablo Kablo	---	Maxon EPOS2 50/5	Matlab RT Toolbox Quanser Quarc Soft. Quanser Q8 Board	---	---	3,5	2,3	3,6
Bi-Manu-Track (Hesse vd. 2003)	Uç işlevci	2x1-DOF – PS, ---, WFE	Bilateral	Pasif-Pasif Aktif-Pasif Aktif-Aktif	Konum Kont. Empedans Kont.	---	---	---	---	---	EVET	EVET	---	---	---
HWARD (Takahashi vd. 2005)	Dış iskelet	3-DOF - ---, ---, WFE	Parmaklar FE Başparmak FE	Pasif, Aktif asistan	Konum Kont. Hava Basınç Kont.	--- --- Pnömatik Silindir	--- --- Direkt	Honeywell Microstructure basınç sensörü	3 Port Pneumatic Selenoid Valves	HWARD Software (written in VB)	---	EVET	---	---	---
W-EXOS (Gopura 2010)	Dış iskelet	3-DOF – PS, RU, WFE	EMG Biyogeribesleme	Aktif asistan	EMG tabanlı Fuzzy-Neuro Kont.	Harmonic Drive RH-8D DC Mot. Harmonic Drive RH-5A DC Mot. Harmonic Drive RH-5A DC Mot.	Dişli Dişli Dişli	PD3-32-05-080 3eksen kuvvet sensörü	2X HRT07-0004 Zuco Co.	PC with JIF-171-1 Interface Card Justware Co.	---	---	1,5	0,43	0,43
AssistOn-Wrist (Satici vd. 2011)	Dış iskelet Parallel	3-DOF – PS, RU, WFE	Bilateral	Pasif, Asistif, Resistif, Bilateral	Empedans Kont. Multilateral Kont. Pas. Hız Alan Kont.	Maxon RE65 DC Motor 3X Linear Actuator	Kapstan Sür. 3X Direkt	---	---	Matlab Simulink Quanser Quarc Soft. Quanser Q8 Board	---	---	6,43	---	4,98
Supinator Extender (SUE) (Allington vd. 2011)	Dış iskelet	2-DOF – PS, ---, WFE	TREX ve BONES uyumlu	Aktif asistan	Kayma Kip. Kon Kont. Kayma Kip. Kuv.Kont.	Pnömatik Silindir --- Pnömatik Silindir	Direkt --- Direkt	---	The Matrix 821 Valfleri	Matlab Simulink xPC Target Toolbox	---	EVET	2,71	---	2,71
EMG based Wrist Rehabilitation (Takaiwa vd. 2005)	Uç işlevci	6-DOF – ---, RU, WFE	---	İzometrik, İzotonik, Pasif İzokinetik, Aktif İzokinetik	Empedans Kont. EMG tabanlı Kuv. Kont.	6X Pnömatik Silindir (Stewart Platform)	---	6 eksen FT sensörü.	Festo MPYE-5 Servo Valf	RTAI - Real Time Application Interface (extension of Linux)	---	---	5,9	5,1	10,5
ULERD (Song ve Guo 2012)	Dış iskelet	3-DOF – PS, ---, WFE	Dirsek FE Bilateral	Pasif, Aktif asistan	PID Pos. Kont.	Maxon BLDC Motor --- Maxon BLDC Motor	Dişli --- Dişli	MTx Inertia Sens. (Bilateral Algılama için)	---	a HMI Software(over Interface Co. PCI3165 AD/DA board)	---	EVET	9	---	7
Hand Motion Assist Robot (Ueki vd. 2012)	Dış iskelet	18-DOF – PS, ---, WFE	4XFinger 3DOF Thumb 4DOF Bilateral	Asistif	Konum Kont. Self-Motion Kont.	Maxon DC Motor --- Maxon DC Motor	Dişli --- Dişli	PD3-32-10 040 3eksen Kuvvet Sens., Cyber Glove 3D Har. Sens.	---	HRP-3P-CN Controller board General Rob. Inc.	---	EVET	3,1	---	1,3
Wrist Gimbal 3DOF (Martinez vd. 2013)	Dış iskelet	3-DOF – PS, RU, WFE	---	Pasif, Resistif	PD Konum Kont.	Maxon RE40 DC M. Dişli 15:1 Maxon RE35 DC M. Dişli 16:1 Maxon RE35 DC M. Dişli 16:1	Dişli Dişli Dişli	---	Maxon ESCON 50/5	Matlab RT Toolbox, Quanser Quarc Soft. Quanser Q8 Board	---	---	2,86	1,76	1,76
Wrist Gimbal 2DOF (Saadatzi vd. 2015)	Dış iskelet	3-DOF – PS, ---, WFE	---	---	PD Tork Kont.	Maxon RE40 DC M. Dişli 15:1 --- Maxon RE35 DC M. Dişli 16:1	Dişli --- Dişli	---	Maxon ESCON 50/5	Matlab RT Toolbox, Quanser Quarc Soft. Quanser Q8 Board	---	---	2,86	---	1,76
Self-aligning Exoskeleton (Beekhuis vd. 2013)	Dış iskelet	3-DOF – PS, RU, WFE	Kendinden hizalama	Asistif	Konum Kont.	Pololu 25Dx54L DC M.Dişli75:1 Pololu 25Dx56L DC M.Dişli172:1 Pololu 25Dx56L DC M.Dişli172:1	Dişli Dişli Dişli	3X Futek LSB200 Kuvvet Sensör	3A Open Loop Motor Sürücü	Arduino Due 84Mhz	---	---	7,53*	2,5*	2,5*
Wrist Robot (Squeri vd. 2014)	Dış iskelet	3-DOF – PS, RU, WFE	---	Aktif asistan	Empedans Kont.	BLDC Motor BLDC Motor BLDC Motor	Dişli Dişli Dişli	---	---	PC with PCI IO Card Sensoray model 626 Quanser Quarc Soft.	---	EVET	2,77	1,63	1,53
Physiotherabot/WF (Atlıhan vd. 2014)	Dış iskelet	3-DOF – PS, RU, WFE	---	Aktif, Pasif, Aktif-Asistif, İzotonik, İzometrik, İzokinetik	Hibrit Empedans Kont. Kuvvet/Tork Kont.	Maxon ECmax30 DC M. Dişli 103:1 Maxon ECmax22 DC M. Dişli 128:1 Maxon ECmax22 DC M. Dişli 86:1	Dişli Dişli Dişli	ATI Nano25 FT sensörü	Maxon EPOS2 50/5	DAQ Kart üzerinden MATLAB	---	EVET	20,74	3,46	2,88

Tablo 1. El-bilek rehabilitasyon robotları (devam ediyor.)

Çalışma İsmi	Tasarım Modeli	DOF - PS RU, WFE Hareketleri	Diğer Hareket ve Özellikler	Egzersiz Türü	Kontrol Stratejisi	Eyleyiciler PS, RU, WFE	Güç aktarma	Sensörler	Eyleyici Sürücüsü	Kontrol Birimi	Ticari Ürün	Klinik Çalışma	PS Tork	RU Tork	FE Tork
Hand Rehabilitation System (Koon 2015)	Dış iskelet	10-DOF – PS, ---, WFE	Bilek AR 1.Parm. 4DOF Başparm. 4DOF	Aktif, Pasif	PD Konum Kont.	Maxon Amax26 DC M. Dişli 89:1 --- Maxon Amax26 DC M. Dişli 157:1	Dişli --- Dişli	---	---	NI Softmotion Labview UMI-7774 ve PXI-7344	---	---	1,54	---	2,73
MR-SoftWrist (Erwin vd. 2015)	Dış iskelet Parallel	3-DOF – ---, RU, WFE	SEA	Aktif asistan	Görev tabanlı Konum ve Empedans Kont.	3X Shinsei USR60-E3NT ultrasonik non-manyetik motor	---	---	---	Matlab Simulink RT Toolbox Quanser Q8 USB Board	---	---	---	---	---
NU-Wrist (Omarkulov vd. 2016)	Dış iskelet	3-DOF – PS, RU, WFE	Kendinden hizalama	Pasif	Konum Kont.	Dynamixel MX-106 DC Servo M. Dynamixel MX-28 DC Servo M. Dynamixel MX-28 DC Servo M.	Dişli Dişli Dişli	---	Cortex M3 based Dynamixel Servo Sistem	Matlab veya C ile programlanan bir arayüz	---	---	10	3,1	3,1
Compact Rehabilitation Robot (Luo vd. 2017)	Dış iskelet	3-DOF – PS, RU, WFE	---	---	Empedans Kont. Tabanlı Hareketli Pencere Kont.	Maxon RE30 DC M. Dişli 23,6:1 Maxon RE30 DC M. Dişli 23,6:1 Maxon RE30 DC M. Dişli 23,6:1	Kablo Kablo Kablo	---	Maxon ESCON 50/5	ARM STM32F103 Mikrodenetleyici	---	---	3,05	3,48	3,63
WRES (Buongiorno vd. 2018)	Dış iskelet	3-DOF – PS, RU, WFE	ALEx uyumlu, Teleoperasyon	---	Konum Kont.	Faulhaber 3242 DC M. Dişli 14:1 Faulhaber 2250 DC M. Dişli 71:1 Faulhaber 2250 DC M. Dişli 3,71:1	Kablo Kablo Kablo	ATI Gamma 6 DOF FT sensörü	Neptun Ingenia Sürücü	Matlab Simulink RT Toolbox	---	---	6,52	1,62	1,62
Lightweight Forearm Exoskeleton (Su vd. 2018)	Dış iskelet	5-DOF – PS, RU, WFE	Dirsek FE Dirsek IE SEA	Asistif, Resistif	Kuvvet ve Empedans Kont.	Orientalmotor PKP214 Step M. Orientalmotor PKP214 Step M. Orientalmotor PKP214 Step M.	Dişli Dişli Dişli	---	---	---	---	---	7,13	7,54	3,33
Compact Wrist Reh. Rob. (Su vd. 2019)	Dış iskelet	3-DOF – PS, RU, WFE	---	Asistif, Resistif	Kuvvet ve Empedans Kont.	Orientalmotor PKP214 Step M. Orientalmotor PKP214 Step M. Orientalmotor PKP214 Step M.	Dişli Dişli Dişli	---	---	NI cRIO 9039 Kontrol Elemanı	---	---	7,13	7,54	3,33

Kısaltmalar: PS: Pronasyon/Supinasyon, RU: Radyal devinim/Ulnar devinim, FE: Fleksiyon/Ekstansiyon, WFE: Bilek fleksiyon/Bilek ekstansiyon, AR: İleri/Geri çekme hareketi, BLDC motor: Fırçasız doğru akım motoru, DAQ: Veri toplama, DC: Doğru akım, DOF: Serbestlik derecesi, EMG: Elektromiyogram, FSR: Kuvvete duyarlı direnç, FT: Kuvvet/Tork, IE: İçe/Dışa, IO: Giriş/Çıkış, PD: Oransal-Türevsel, PID: Oransal-Integral-Türevsel, ROM: Eklem hareket aralığı, RT: Gerçek zamanlı, SEA: Seri elastik eyleyici



Şekil 2. El-Bilek rehabilitasyon robotları, InMotion Wr.Rob. (Krebs vd. 2007, Tagliamonte vd. 2010), MAHI (Gupta vd. 2006), RiceWrist (Gupta vd. 2008), MAHI-EXO II (Pehlivan vd. 2011), RiceWrist-S (Pehlivan vd. 2014), OpenWrist (Pezent vd. 2017), Bi-Manu-Track (Hesse vd. 2003), HWARD (Takahashi vd. 2005), W-EXOS (Gopura 2010), AssistOn-Wrist (Satici vd. 2011), SUE (Allington vd. 2011), EMG based Wr.Reh. (Takaiwa vd. 2011), ULERD (Song ve Guo 2012), Hand Mot.As.Rob. (Ueki vd. 2012), Wrist Gim. 3DOF (Martinez vd. 2013), Wrist Gim. 2DOF (Saadatzi vd. 2015), Self-aligning Ex. (Beekhuis vd. 2013), Wrist Rob. (Squeri vd. 2014), Physiotherabot/WF (Atlıhan vd. 2014), Hand Reh.Sys. (Koon 2015), MR-SoftWrist (Erwin vd. 2015), NU-Wrist (Omarkulov vd. 2016), Compact Reh.Rob. (Luo vd. 2017), WRES (Buongiorno vd. 2018), Lightweight For.Ex. (Su vd. 2018), Compact Wr.Reh.Rob. (Su vd. 2019).

Geri-döndürülebilirlik (back-drivebility) olarak adlandırılan bu durum, eyleyici tork değerlerinin belirlenmesinde önemlidir. Ayrıca bilek ekleminde karpal kemiklerin oluşturduğu yapıdan kaynaklı hareket esnasındaki eksen kaymaları gidermek için tutma çubuğunun altına pasif bir eksenin yerleştirildiği çalışmalar vardır (Krebs vd. 2007, Pehlivan vd. 2013, Pezent vd. 2017, Satici vd. 2011, Squeri vd. 2014).

Eyleyiciler: Eklemlerde hareketlerin üretilmesini sağlamak amacıyla elektrikli veya pnömatik eyleyiciler kullanılmıştır. Pnömatik eyleyiciler yüksek güç üretebilme kabiliyetlerine karşılık hassas konumlanmaları konusunda elektrikli eyleyiciler kadar iyi performans gösteremezler. Ayrıca pnömatik eyleyiciler fiziksel ağırlığının sağladığı çıkış torkuna oranı yüksektir. Maliyeti, hassas elektrikli eyleyicilerin çok altındadır. Fakat sürekli basınçlı havaya ihtiyaç duyması sebebiyle kullanımı elektrikli eyleyicilerden daha azdır.

Hareket aralıkları ve tork: Eyleyicilerin eklemler üzerinde yerine getireceği hareketin sınırları günlük yaşamsal ihtiyaçların karşılanmasını sağlayacak şekilde seçilir. Kaynaklar arasında küçük farklılıklar olmakla birlikte önemli çalışmalardan birini gerçekleştiren Pezent vd. (2017) eklem hareket aralıklarını (ROM – Range of Motions) ön kol PS hareketinde 150, bilek FE hareketinde 115, bilek AA hareketinde 70 derecelik toplam açıları dikkate almıştır. Ayrıca bu eklemlerde günlük yaşamsal ihtiyaçları karşılayacak eklem tork değerlerini sırasıyla 0,06 Nm, 0,35 Nm, 0,35 Nm olarak kullanmıştır.

Güç aktarma: Elektrikli eyleyicilerin çıkış miline bağlanacak bir dişli kutusu ile yüksek tork üretmesi sağlanabilir. Çalışmalarda, dişli ve dişli kutuları üzerinden veya çelik kablo üzerinden güç aktarma yapıları öne çıkmaktadır. Dişli kutusu kullanımı montaj kolaylığı sağlar. Fakat dişli geri dönüş boşluklarına kontrol çalışmalarında dikkat edilmelidir. Giyilebilir bir sistem tasarımı planlandığında dişli kutuları önemli bir ağırlık unsurudur. Tasarımların taşınabilir ve giyilebilir olmasını amacıyla hafif yapıların öne çıktığı çalışmalar bulunmaktadır (Allington vd. 2011, Song ve Guo 2012, Buongiorno vd. 2018, Su vd. 2018, Su vd. 2019). Mekanizmanın ağırlığının düşük olmasını sağlamak için kablolu güç aktarma sistemi kullanılabilir (Pehlivan vd. 2011, Pehlivan vd. 2014, Pezent vd. 2017, Luo vd. 2017, Buongiorno vd. 2017). Bu durumda motorlar olabildiğince merkezde ve sabit platforma yakın yerleştirilir. Hareketlere bağlı olarak kablonun ikili yöne sarılmasını sağlayan büyüklü küçüklü ara parçalara ihtiyaç vardır.

Konum algılama: Eklem hareketlerinin konumları, elektrikli eyleyicilerde çoğunlukla arka şafta bağlı (kuplajlı) enkoder ile belirlenir. Dişli sistemler veya çelik kablolu güç aktarma sistemleri sayesinde derecenin binde biri hassasiyette kontrol çalışmaları yapılabilir. Hassas robotik sistemlerde hareketin doğrudan eksen üzerinden ölçülmesi esastır. Fakat elin anatomik yapısı ve deri ile kaplı yumuşak dış yapısından dolayı katı cisimler kadar net bir açı bilgisi alınmasına ihtiyaç duyulmayabilir. Pnömatik eyleyicilerin kullanıldığı sistemlerde açısal konumu belirlemede dışarıdan harici bir ipli tip enkoder kullanıldığı görüldü (Takaiwa vd. 2011).

Güvenlik: Araştırmacılar mekanizma yapısına uygun eklem hareket aralığı değerleri belirlediler. Erwin vd. (2017) çalışmalarında bilek FE ve RU hareketlerinde yalnızca 18'er derecelik bir sapma sağlamışlardır. Çalışmanın esas amacı fonksiyonel manyetik rezonans görüntülemede (fMRI) yatar konumda hareketlerin incelenmesini sağlamaktır. Olası problemleri engellemek ve özellikle hasta güvenliği için eklem hareket sınırlarında mekanik, elektriksel ve yazılımsal güvenlik yöntemi uygulanabilir. Sistemde bir acil durdurma butonu mutlak bulunmalıdır. Yazılımsal sınırlandırma eklem konumlarının, takip edilerek belirlenen sınırlar dışına çıkması durumunda hareketin kesilmesine dayanır. Elektriksel durdurmada, yardımcı bir sensör ile sınır algılaması yapılarak sistemin durması sağlanır. Mekanik sınırlandırma ise mekanizmanın ilgili sınırına yerleştirilen bir sabitleyici mandal, çubuk malzemeler üzerinden sağlanır. Ayrıca elektrikli eyleyicilerde yüksek akıma bağlı, pnömatik eyleyicilerde ise yüksek basınca bağlı bir güvenlik de sağlanabilir.

Kuvvet algılama: Hastanın egzersiz hareketlerine katılımını gözlemlemek için basınç veya kuvvet sensörü kullanılabilir. Kuvvet sensörü kullanımı kontrol stratejilerinde önemli bir yer tutar. Kuvvet

sensörü ile hastanın tedaviye başlangıç durumundaki kuvveti ile tedavi süreci içerisindeki ve sonrasındaki kuvveti gözlemlenebilir. Tagliamonte vd. (2010) yılında yaptığı çalışmada hastanın aktif egzersizleri yerine getirmesinde kullanmıştır. Takaiwa vd. (2011), Atlıhan vd. (2014), Buongiorno vd. (2018) kuvvet tabanlı kontrol yöntemleri ile empedans kontrolü çalışmalarında bulunmak üzere çok eksenli kuvvet/tork sensörlerini kullanmışlardır. El ile kavranan tutma çubuğunun altına yerleştirilir. Birden fazla eksende tutma çubuğuna uygulanan kuvvetleri ölçebilir. İzometrik, izotonik, izokinetik gibi egzersiz yöntemlerinin tedavide kullanılmasını sağlayabilir (Takaiwa vd. 2011, Atlıhan vd. 2014, Buongiorno vd. 2018). Çok eksenli kuvvet sensörlerinin maliyetleri oldukça yüksektir. Rehabilitasyon robotlarında asistif görevleri yerine getirebilmesinde önemli bir donanım olmasına rağmen az sayıda çalışmada yer almaktadır. Pehlivan vd. (2014) çalışmalarında tutma çubuğunun kavranması ve hareket istemini algılama amacıyla kuvvet tabanlı direnç (FSR) kullanılan özel bir tasarım geliştirdiler.

Malzeme seçimi ve işleme: Üç boyutlu katı modelleme programları tasarımcıya sınırsız görüş sağlayabilir. Modeli oluşturan mekanik bileşenlerin üretimi ile parçaların montajı göz ardı edilmemesi gereken bir konudur. Mekanik bileşenler üç boyutlu üretim tezgâhları ile elde edilebilir. Fakat bu tezgâhlarda parça üretiminin saat başı maliyetleri yüksektir. Prototip üretimi için göz ardı edilebilen bu aşama ticari bir ürüne dönüşüm aşamasında önemli bir maliyet olarak ortaya çıkacaktır. Sac destekli tasarımlar kullanımı tercih edilebilir. Düşük maliyetli üretimi sağlamak için Beekhuis vd. (2013) lazer kesim ile üretimi sağlayacak tasarım yapısını tercih etmişlerdir. Malzeme türü bakımından hafif tasarımlar için alüminyum malzeme tercih edilmektedir (Allington vd. 2011, Song ve Guo 2012, Luo 2017). Üç boyutlu yazıcılar ile üretilen parçaların yer aldığı az sayıda çalışma da bulunmaktadır (Omarkulov vd. 2016). Bu malzemelerin dayanımlarının düşük olduğu bilinen bir gerçektir. Bu durumda hareketli olmayan kısımlarda destek malzemesi olarak kullanılabilir.

Sürücüler: Eyleyicileri aldığı komutlar doğrultusunda hareket ettiren sürücülerdir. Yapılan araştırmalarda sürücüler hakkında ayrıntılı bilgilere az rastlanmıştır. Pnömatik eyleyicilerde sürücü olarak elekropnömatik valfler kullanılmaktadır. Elektrikli eyleyicilerde hazır sistem kapalı çevrim konum/hız/tork kontrol sürücülerinin kullanımı da önemli bir maliyet sebebidir. Açık çevrim sürücüler maliyet olarak düşük olmakla birlikte ana kontrol elemanına ekstra iş yükü getirir. Rehabilitasyon robotunda kullanım için birçok kez test edilmiş ve güvenlik tedbirlerinin tamamlanmış olması gereklidir. Sadece Beekhuis vd. (2013) çalışmalarında açık çevrim sürücülere yer vermiştir.

Kontrol kitleri: Cihazların kontrol yönetimi hakkında makalelerde sınırlı bilgiler yer almaktadır. Toplanan verilere göre Matlab/Simulink gerçek zamanlı araç kutusu (RT Toolbox) üzerinden kontrol ağırlıklı olarak tercih edilmiştir. Bu kontrol arayüzünün kullanılması için Matlab yazılımı destekli bir veri toplama kartı (DAQ) ihtiyaç vardır. Ayrıca Quanser ve National Ins. gibi firmaların geliştirdiği hareket kontrol amacıyla hazırlanan özel kitlerin kullanımı önemli bir maliyet sebebidir. Beekhuis vd. (2013), kontrol birimi olarak Arduino Due geliştirme kartını kullanmıştır. Luo vd. (2017) ARM STM32F103 mikro kontrol elemanını kullanmıştır. Bu iki çalışmada kullanılan kontrol yapılarının maliyeti, Matlab destekli kontrol kitlerinin maliyetlerinin çok altındadır.

Egzersiz yöntemleri: Hastanın kısıtlılığı edindiği dönemden itibaren süreler göz önünde bulundurularak egzersiz yöntemi belirlenir. Hastanın hareket tepkisinin zayıf olduğu kısıtlılığın yüksek seyrettiği erken süreçlerde pasif egzersiz yöntemi tercih edilir. Sonraki dönemlerde hastanın gelişimine bağlı olarak aktif egzersiz yöntemlerine geçilir. Atlıhan vd. (2014) geliştirdikleri rehabilitasyon robotunda hem inme sonrası erken dönemi hem de sonraki süreçleri kapsayan bir model ele almışlardır. Robotik rehabilitasyon çalışmalarının çoğunda egzersiz yöntemi olarak aktif, pasif, aktif asistan, resistif (direnç etkili), asistif özelliği kullanıldığı görüldü. Ayrıca az sayıda izometrik, izotonik, izokinetik, zorlamalı egzersiz türleri tercih edilmiştir. Bu yöntemler egzersiz esnasında hastanın ve robotun alacağı görevleri belirler.

3. TASARIM

Ticari ürün sayısının az olması göze çarpan en önemli eksikliktir. Tabloda farklı tasarım yaklaşımları içeren birçok yeni çalışma görülmektedir. Yıllar ilerledikçe hasta sayısının artmaktadır. Bu nedenle yapılan çalışmaların hızla ürünlere dönüşmesi ve hastaya ulaşması gerekmektedir. Bu çalışmanın

amaçlarından biri de yapılacak yeni el-bilek rehabilitasyon robotu geliştirme çalışmalarına rehberlik etmektir.

3.1. Tasarım Özelliklerinin Belirlenmesi

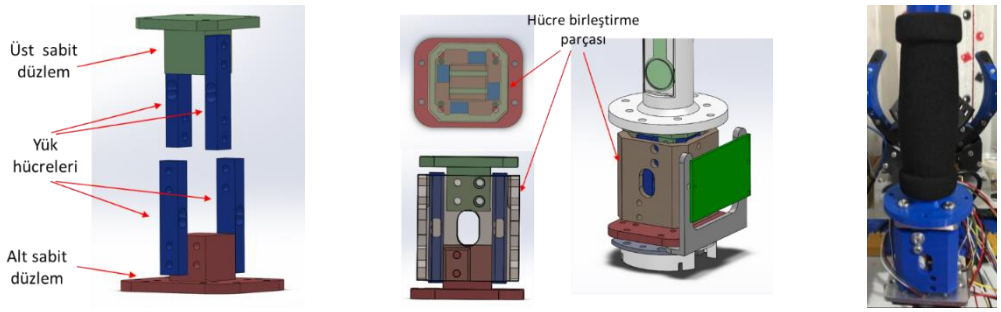
Ergonomik ve güvenli bir sistem tasarımı tedavi sürecinde devamlılık ve isteğin kaybolmaması adına önemlidir. Ön kol ve bilek bölgesinde kısıtlılık yaşayan bir hastanın tutma çubuğunu kavraması da zor olacaktır. Dolayısıyla bilek ve ön kol hareketlerine destek olarak tutma çubuğunun kavranmasını sağlayacak modüler bir yapı oluşturulabilir. Tüm parmak hareketlerini bağımsız gerçekleştirilmesini sağlamak, tasarımı karmaşık bir yapıya götürür. Parmak hareketlerini sağlayacak bir rehabilitasyon robotunun ayrı bir tasarım olarak ele alınması gerektiği değerlendirilmektedir. Yeni bir tasarıma başlarken çalışmanın hedefleri aşağıda verildiği gibi belirlendi.

- El bileğinde bölgesinde PS, AA, FE eksenlerinde hareket kabiliyeti,
- Tutma çubuğu altında pasif eksen
- Tutuma çubuğunu kavrama hareketi desteği,
- Günlük yaşam aktivitelerini yerine getirilmesini sağlayacak hareket aralığı
- Çanta yapı içerisinde taşınabilme,
- Elektrikli eyleyiciler için açık çevrim kontrollü sürücü,
- Doğrudan eksen üzerinden konum algılama,
- Mekanik, elektriksel ve yazılımsal güvenlik yapısı,
- Kuvvet algılama sistemi tasarımı,
- Sayısal kontrol işlemcisi üzerinden kontrol,
- Düşük maliyet.

Önerilen tasarım, el kavrama desteğinin sağlanması ve bu desteğin modüler yapıda olması, açık çevrim kontrollü sürücü kullanımı ve sayısal kontrol işlemcisi üzerinden kontrol yönetimi, yüksek güvenlik yapısı, düşük maliyet gibi özellikleri ile öne çıkmaktadır.

3.2. Kuvvet Algılama Sistemi

Hastanın egzersiz hareketlerine katılımının belirlenmesi, uygulanan kuvvetlerin ölçümü için çalışmalarda çok eksenli kuvvet/tork sensörlerinin kullanıldı görüldü. Ayrıca kuvvet ölçümü hastanın tedavi öncesi durumunu belirlemede ve hareket güvenliği açısından önemlidir. Mevcut sistemlerin maliyetlerinin yüksekliği bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, yerçekimi kompanzasyonu, tork kestirme, sürtünme kuvveti parametrelerini içeren ayrıntılı dinamik model oluşturma gibi kontrol yöntemleri üzerine çalışmalar da bulunmaktadır. Burada yük hücrelerini kullanarak egzersiz yeterliliklerini yerine getirebilecek bir kuvvet algılama sistemi önerilmektedir. İki eksende kuvvet algılaması için dört adet yük hücresinden oluşan bir yapı geliştirilmiştir. Yük hücrelerinden verilerin okunması ve kontrol denetleyicisine iletimi için ayrı bir elektronik devre tasarımı da geliştirilmiştir.



(a) (b) (c)

Şekil 3. Kuvvet algılama sistemi, a) Sensör yerleşimi, b) Hücre birleştirme, c) Prototip model

Yük hücrelerinden ikisi üst düzleme, diğer ikisi ise alt düzleme sabitlenmiştir. Hücrelerinin diğer bağlantı noktaları ise hücreleri saran çerçeve bir yapıdaki orta bölümde yer alan hücre birleştirme parçasına sabitlenmiştir (Şekil 3). Birinci eksende algılama alt düzleme sabitlenen hücreler ile yapılırken, diğer eksendeki algılama üst düzleme sabitlenen hücreler üzerinden yapılır. Alt düzlemin altında yerleştirilecek iki yük hücresinden oluşan katmanlı bir yapı ile üçüncü eksende algılama sağlamak mümkündür.

4. SONUÇ

Rehabilitasyon robotları, birçok disiplini içerisinde barındıran bir çalışma konusudur. Bir ürün çalışması yapılabilmesi için ayrı mühendislik alanları tarafından ele alınması gereklidir. Süreç içerisinde fizik tedavi uzmanı ve sağlık personellerinin desteği mutlak sağlanmalıdır. Çalışma ekipleri koordineli hareket etmelidir. Egzersiz çalışmalarında hastanın motivasyonunu arttırıcı nitelikte oyun destekli egzersiz yazılımları geliştirilebilir. Hastanın egzersizleri yerine getirme motivasyonu arttırılabilir.

KAYNAKLAR

ALLINGTON, J., SPENCER, S.J., KLEIN, J., BUELL, M., REINKENSMEYER, D.J., BOBROW, J., (2011), Supinator Extender (SUE): a pneumatically actuated robot for forearm/wrist rehabilitation after stroke, *Int. Conf. of the IEEE Eng. in Med. and Biology Society*, 1579-1582.

ATLIHAN, M., AKDOĞAN, E., ve ARSLAN, M.S. (2014), Development of a therapeutic exercise robot for wrist and forearm rehabilitation, *Int. Conf. on Met. and Mod. in Automation & Robotics.*, 52-57.

BASTERIS, A., NIJENHUIS, S.M., STIENEN, A.H.A., BUURKE, J.H., PRANGE, G.B., AMIRABDOLLAHIAN, F. (2014), Training modalities in robot-mediated upper limb rehabilitation in stroke a framework for classification based on a systematic review, *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(111), 1-15.

BEEKHUIS, J.H., WESTERVELD, A.J., VAN DER KOOIJ, H., STIENEN, A.H.A. (2013), Design of a self-aligning 3-DOF actuated exoskeleton for diagnosis and training of wrist and forearm after stroke, *IEEE Int. Conf. on Rehabilitation Robotics*.

BUONGIORNO, D., SOTGIU, E., LEONARDIS, D., MARCHESCHI, S., SOLAZZI M., FRISOLI, A.(2018), WRES A Novel 3 DoF WRist ExoSkeleton with tendon-driven differential transmission for neuro-rehabilitation and teleoperation, *IEEE Robotics and Automation Letters*, 3(3), 2152-2159.

ERWIN, A., O'MALLEY, M.K., RESS, D., SERGI, F.(2015), Development, control, and MRI-compatibility of the MR-SoftWrist, *IEEE Int. Conf. on Rehabilitation Robotics (ICORR)*.

FEIGIN, V.L., FOROUZANFAR, M.H., KRISHNAMURTHI, R., MENSAH, G.A., CONNOR, M.D., BENNETT, A., MORAN, A.E., SACCO, R.L.(2014), Global and regional burden of stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010, *Lancet.*, 383(9913), 245–254.

GOPURA, R.A.R.C., KIGUCHI, K., LI, Y.(2009), SUEFUL-7: A 7DOF upper-limb exoskeleton robot with muscle-model-oriented EMG-based control, *IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robotics and Systems.*

GOPURA, R.A.R.C.(2009), Development and control of upper limb exoskeleton robots, *Saga University PhD Thesis.*

GUPTA, A., O'MALLEY, M.K.(2006), Design of a haptic arm exoskeleton for training and rehabilitation, *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 11(3), 280-289.

GUPTA, A., O'MALLEY, M.K., PATOGLU, V., BURGAR, C.(2008), Design, control and performance of RiceWrist: a force feedback wrist exoskeleton for rehabilitation and training, *Int. Journal of Robotics Research*, 27(2), 233-251.

HESSE, S., SCHULTE-TIGGES, G., KONRAD, M., BARDELEBEN, A., WERNER, C.(2003), Robot-assisted arm trainer for the passive and active practice of bilateral forearm and wrist movements in hemiparetic subjects, *Arch. Phys. Medicine and Rehabilitation*, 84(6), 915–920.

KOON, T.C.(2015), A task-oriented robotic hand rehabilitation system for post-stroke recovery, *Nanyang Technological University MSc Thesis*.

KREBS, H.I, HOGAN, N., AISEN, M.L., VOLPE, B.T.(1998), Robot aided neuro-rehabilitation, *IEEE Trans. on Rehabilitation Eng.*, 6(1), 75–87.

KREBS, H.I., VOLPE, B., WILLIAMS, D., CELESTINO, J., CHARLES, S.K., LYNCH, D., HOGAN, N.(2007), Robot-Aided neurorehabilitation: a robot for wrist rehabilitation, *IEEE Trans. Neural Systems Rehabilitation Engineering*, 15(3), 327-335.

LUO, L., PENG, L., HOU, Z., WANG, W.(2017), Design and control of a 3-DOF rehabilitation robot for forearm and wrist, *Conf. Proc. IEEE Eng. in Medicine and Biology Society*, 4127-4130.

MARTINEZ, J.A., NG, P., LU, S., CAMPAGNA, M.S., CELIK, O.(2013), Design of wrist gimbal a forearm and wrist exoskeleton for stroke rehabilitation, *Int. Conf. on Rehabilitation Robotics*.

OECD 2017, *Health care resources – physiotherapists 2017*, 01.11.2019 tarihinde OECD Statistics sitesi https://stats.oecd.org/ adresinden alındı.

OMARKULOV, N., TELEGUNOV, K., ZEINULLIN, M., TURSYNBEK, I., SHINTEMIROV, A.(2016), Preliminary mechanical design of NU-Wrist: a 3-DOF Self-Aligning wrist rehabilitation robot, *6th IEEE RAS/EMBS Int. Conf. on Biomedical Robotics and Biomechatronics*.

ONA, E.D., GARCIA-HARO, J.M., JARDON, A., BALAGUER, C.(2019), Robotics in health care perspectives of robot-aided interventions in clinical practice for rehabilitation of upper limbs, *Applied Sciences*, 9(13), 2586.

OVBIAGELE, B., NGUYEN-HUYNH, M.N.(2011), Stroke Epidemiology: Advancing Our Understanding of Disease Mechanism and Therapy, *Neurotherapeutics*, 8(3), 319–329.

ÖZTÜRK, Ş.(2016), *Beyin Damar Hastaliklarindan Korunma ve Tedavi Mümkündür*, 01.11.2019 tarihinde Türk Nöroloji Derneği Haberler 31.10.2016: https://www.noroloji.org.tr/haber/206 adresinden alındı.

PEHLIVAN, A.U., CELIK, O., O'MALLEY, M.K.(2011), Mechanical design of a distal arm exoskeleton for stroke and spinal cord injury rehabilitation, *Int. Conf on Rehabilitation Robotics*.

PEHLIVAN, A.U., SERGI, F., ERWIN, A., YOZBATIRAN, N., FRANCISCO, G.E., O'MALLEY, M.K.(2014), Design and validation of the RiceWrist-S exoskeleton for robotic rehabilitation after incomplete spinal cord injury, *Robotica*, 32(8), 1415-1431.

PEZENT, E., ROSE, C.G., DESHPENDE, A.D., O'MALLEY, M.K.(2017), Design and characterization of the OpenWrist: A robotic wrist exoskeleton for coordinated hand-wrist rehabilitation, *Int. Conf. on Rehabilitation Robotics*.

RUTTEN-JACOBS, L.C.A., ARNTZ, R.M., NAAIJWEE, N.A.M., SCHOONDERWALDT, H.C., DORRESTEIJN, L.D., VAN DIJK, E.J., DE LEEUW, F.E.(2013), Long-term mortality after stroke among adults aged 18 to 50 years, *JAMA*, 309(11), 1136-1144.

SAADATZI, M., LONG, D.C., CELIK, O.(2015), Torque estimation in a wrist rehabilitation robot using a nonlinear disturbance observer, *Dynamic Systems and Control Conference*.

SATICI, A.C., ERDOGAN, A., PATOGLU, V.(2011), A multi-lateral rehabilitation system, *Turk Journal Elec. Eng. and Comp. Sci.*, 19(5), 715-723.

SONG, Z., GUO, S.(2012), Design Process of Exoskeleton Rehabilitation Device and Implementation of Bilateral Upper Limb Motor Movement, *Journal of Medical and Biomedical Eng.*, 32 (5), 323-330.

SQUERI, V., MASIA, L., GIANNONI, P., SANDINI, G., MORASSO, P.(2014), Wrist rehabilitation in chronic stroke patients by means of adaptive, progressive robot-aided therapy, *IEEE Transactions On Neural Systems And Rehabilitation Engineering*, 22(2).

SU, Y.Y., WU, K.Y., LIN, C.H., YU, Y.L., LAN, C.C.(2018), Design of a Lightweight Forearm Exoskeleton for Fine-Motion Rehabilitation, *Proceedings of the 2018 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM)*.

SU, Y.Y., YU, Y.L., LIN, C.H., LAN, C.C.(2019), A compact wrist rehabilitation robot with accurate force-stiffness control and misalignment adaptation, *Int. Journal of Intelligent Robotics and Applications*.

TAGLIAMONTE, N.L., FORMICA, D., SCORCIA, M., CAMPOLO, D., GUGLIELMELLI, E.(2010), Force control of a robot for wrist rehabilitation towards coping with human intrinsic constraints, *IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS)*.

TAKAHASHI, C.D., DER-YEGHIAIAN, L., LE, V.H., CRAMER, S.C.(2005), A robotic device for hand motor therapy after stroke, *9th Int. Conf. on Rehabilitation Robotics*.

TAKAIWA, M., NORITSUGU, T., SASAKI, D.(2011), EMG based wrist rehabilitation using pneumatic parallel manipulator, *Proc. of the 8th JFPS Int. Symposium on Fluid Power*.

TÜİK 2018, *Haber Bülteni – Nüfus Projeksiyonları 2018-2080*, 01.11.2019 tarihinde Türkiye İstatistik Kurumu sitesi: http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30567 adresinden alındı.

UEKI, S., KAWASAKI, H., ITO, S., NISHIMOTO, T., ABE, M., AOKI, T., ISHIGURE, Y., OJIKA, T., MOURI, T.(2012), Development of a hand-assist robot with multi-degrees-of-freedom for rehabilitation therapy, *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 17(1), 136-146.

DETECTION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS IN INDUSTRIAL AIR[#]

Emre DALKILIÇ
Konya Technical University, Natural and Applied Science Faculty, Environmental Engineering Department
emredalkilic95@gmail.com

Şükrü DURSUN
Konya Technical University, Natural and Applied Science Faculty, Environmental Engineering Department
sdursun@ktun.edu.tr

Abstract
As the human population in the universe continues to increase, their needs continue to diversify and increase. In order to provide these needs, more raw materials and more industrial organizations are needed. Many processes are carried out with the use of chemicals due to their being more economical and faster feedback. As a result of various chemical processes applied in industries, it can be exposed to pollutants with different chemical structures. One of the most common pollutants emitted by chemical processes in industrial plants is volatile organic compounds. Volatile organic compounds are compounds that are emitted as gases by a wide range of products, both solid and liquid. The indoor concentration of volatile organic compounds is higher than the outdoor environment. The level of voc concentration in the indoor environment can be 1000 times higher than the background levels when using chemicals in industries. Detection and removal studies have been accelerated since the day when the harmful effects of volatile organic compounds on the environment began to be noticed. Exposure to volatile organic compounds is not only specific to industrial environments; volatile organic compounds may be exposed at any moment in any indoor environment. What makes the exposure of volatile organic compounds in the industrial environment special is the concentration difference in exposure. The high concentration of volatile organic compounds indoors has caused a number of symptoms in humans. The global health organization calls the general name of these symptoms "Patient Building Syndrome". This syndrome also causes headache, nausea, eye irritation, respiratory system diseases, drowsiness and general weakness in humans. As a result of exposure to volatile organic compounds, diseases such as neurological toxicity, lung cancer, eye and throat irritation may also be encountered. In this study, samples were taken by activated carbon method from an industrial plant where dyeing was performed. Since the volatile organic compounds are present in the industrial plant and the modeling of the plant is aimed, quantitative analysis and qualitative analysis are carried out to interpret the results according to the relevant regulations.

Keywords: Industrial environment, Volatile organic compounds, VOC detection

1. INTRODUCTION

There are hundreds of pollutants and thousands of sources that can affect indoor air quality. The most important of these pollutants are undoubtedly volatile organic compounds. Volatile organic compounds (VOCs) are characterized as organic chemicals with high vapor pressure. This allows VOCs to easily evaporate or sublimate from liquid or solid materials. VOCs can be spread from many indoor sources such as plywood, chipboard, adhesives, insulation materials, fabrics, paints, perfumes and cleaning products. Therefore, the VOC indoor concentration is higher than the outdoor environment. This type of pollutant we are exposed to at any moment can have short and long term negative health effects (Alyüz and Sevil, 2006; Soysal and Demiral, 2007; Çilingiroğlu, 2010).

In addition to their chemical structure, organic pollutants are also present in the atmosphere as volatile organic or particulate organic carbon (Simoneit et al., 2009). It has been determined that volatile organic compounds in organic air pollutants, which contain more than 100 compounds, cause many health problems. In addition, they react with nitrogen oxides in daylight and cause the formation of photo-chemical oxidants (Official Newspaper, 2008). Besides the fact, VOC-induced health problems may vary depending on the duration and dose of exposure. It may have more serious effects, especially

in asthma patients and people sensitive to chemicals. It is also important to remember that each chemical entering the VOC pollutant group can have its own damages (Minnesota Dep., 2017). Some of the symptoms that may occur in high-dose VOC exposure are shown in Table 1.

Table 1 Symptoms from High-Dose VOC (Minnesota Dep., 2017)

Short Term Exposure	**Long-Term Exposure**
Eye, Nose And Trachea Damage	Cancer
Headache	Kidney And Lung Disorders
Puke	Nervous System Problems
Drowsiness	
Increased Asthma Problems	

Yuan et al. In their study named Source profiles of volatile organic compounds associated with solvent use in Beijing, China, they determined the composition of volatile organic compound (VOC) emissions from dyeing applications and printing processes. In addition, ozone formation potential of volatile organic compounds was investigated. The samples to be used in the study were collected in 3.2 L steel sample containers. The containers were flushed with high purity nitrogen before each sampling. Samples were analyzed on GC equipment equipped with FID. As a result of the study, 78% of the VOCs measured were toluene and C8 aromatics. Heavy alkanes and aromatic compounds such as n-decane, n-undecane, n-nonane, toluene and m / p-xylene were also found in printing emissions (Yuan et al., 2010).

Kwangsam and Yong's; In their study named Seasonal characteristics of ambient volatile organic compounds, C2-C9 volatile organic compounds were measured in a region in Seoul, the capital of Korea. Sampling was carried out every 6 days for 24 hours at the site and confined in a 6L SUMMA sampling tube. Sampling continued for one year. A total of 55 samples were taken. Samples were analyzed quantitatively with a GC / FID and GC / MS. 70 voc species were identified. The highest concentrations were found in propane (7.8 ppb), toluene (6.4 ppb) and ethylene (5.9 ppb). As a result, seasonal change; The tendency on voc species diversity and concentration is higher in winter and lower in summer. It was emphasized that this was due to the ambient temperature. The increase in the use of solvent, natural gas, LPG and butane fuel together with the decrease in air temperature was effective in increasing the concentration of volatile organic compounds in winter compared to summer. In addition, photochemical reactivity was found to affect the relative concentration of the reactive compound (Na and Kim, 2001).

Hongyu and Fariboz In their study named Modelling of volatile organic compounds emission from dry building materials have developed a numerical and analytical model to estimate the emission rate. In the modeling study, diffusion coefficient, material / air coefficient, initial concentration in the material, mass transfer coefficient in air parameters were used. The first three of these parameters can be determined experimentally. However, the mass transfer coefficient can be estimated using fluid mechanics. The model used was compared with the CFD (Computational Fluid Dynamics) model, and the agreement between the two models was observed. CFD; is a model program in which the fluid behavior is based on and analyzed by means of numerical methods and algorithms. The analytical model was compared with the experimental, numerical and CFD models and the accuracy of the model was determined. It was then used to investigate the effect of air velocity from dry construction materials on emissions. The results showed that the effect of air velocity on VOC emission rate increased as VOC diffusion coefficient increased. In the short term (within 24 hours), the VOC emission rate for materials with a diffusion coefficient of less than 10^{-10} m^2/s increased as the air velocity increased. In medium or long-term periods, the VOC emission rate decreased slightly as the air velocity increased: indicating that air velocity did not have much effect on the materials (Huang and Haghighat, 2002).

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, in a 20.000 m² closed area within Albayrak Holding located in Konya Organized Industrial Zone; which produces vacuum and compact road sweepers, container washing machines and

compacted waste collectors. A.Ş., the determination of volatile organic compounds in indoor air samples. At the measurement site, meteorological data were determined. The temperature inside the facility to be measured is 23.7; humidity 43% and pressure 963.3 hPa.

2.1. Determination of Sampling Points

Within the scope of the study, since the vehicle dyeing process took place in the plant selected as the pilot region, the determination of volatile organic compounds was carried out around the dyeing area. The center and corners of the staining area were determined and the measuring devices were positioned at these points.



Figure 4 Measuring points within the plant

2.2. Analysis Method

A three step analysis method was used for the analysis of volatile organic compounds in indoor air. Sampling was carried out by passing the ambient air through the activated carbon tube by means of a pump which draws air at a constant flow rate in a fixed position. VOC analyzes were pretreated by solvent desorption method using analytical / chromotographic purity reagents and analyzed by capillary column gas chromatography with flame ionization detector. In determining the concentrations of volatile organic compound (VOC) pollutants, "Workplace air quality - sampling from volatile organic compounds and analysis by solvent desorption / gas chromatography" part 1: Pump sampling method - TS ISO 16200-1 was used.

2.2.1. Sampling

TS ISO 16200-1 standard for sampling The Buck Libra Plus LP-1 device is used for sampling in industrial ambient air. Thanks to the rechargeable battery, the device allows measurement at any point in the environment. Sampling was carried out at a constant flow rate at a fixed point. Sampling from ambient air; Coconut-based activated carbon tube (Activated Carbon Sorbent Tube (Coconut Charcoal) 50/100 mg, 6x70 mm) is carried out by passing the ambient air through a fixed point at a constant flow rate. The flow rate of ambient air through activated carbon is 0.2 L/min. 10 L gas permeation is provided for each sample process. Both ends of the sampled tubes should be sealed and stored in a VOC-free container don't under direct sunlight below 25 °C and transported to the laboratory to be analyzed. If there is more than 7 days between sampling and analysis, the sample should be stored at temperatures below 4 °C. In these cases, the sample should be allowed to equilibrate at room temperature before being analyzed.



Figure 5 The Buck Libra Plus LP-1

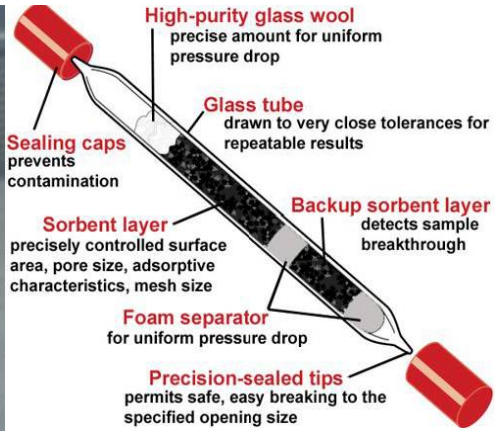


Figure 6 Activated Carbon Sorbent Tube

2.2.2. Extraction Process

In order to desorb the collected samples, the adsorbent layer, glass wool and safety adsorbent layer in the activated carbon tube are taken into a separate glass bottle from the tube using a glass cutter. Close the bottle using a screw cap or plug. CS_2 (extraction solution) is injected from the septum with the aid of a syringe. The extraction solution volume is 1 ml per 100 mg of activated carbon. The vials with the extraction solution are shaken in an ultrasonic bath at a temperature not exceeding 25 °C for 10 minutes. As a result of these processes, the carbon particles accumulate at the bottom of the glass bottle and the extract is located at the top of the bottle. It can be injected into the GC / FID system manually or by automatic sampling via a septum.

2.2.3. GC / FID Analysis

1 µl of the extracted sample was placed in the auto sampler port and the sample was injected into the GC / FID system. The injection port temperature is 240 °C and helium gas is used as carrier gas. Column initial temperature was 50 °C and measurement started at 2 minutes. The device follows a procedure in which the temperature increases to 8 °C per minute and waited at 195 °C for 15 minutes. Gas Chromatography is equipped with TRB 5 Teknokroma Capillary Column and inner diameter is 0.25 mm, column wall thickness is 0.25 µm and column length is 60 m. FID detector is used in the device. The detector temperature is 280 ° C.

2.3. Analysis Results

The compounds to be measured are listed based on the contents of paint cans, thinner cans and paint hardener cans in the area where the paint treatment is applied. As a result of the analyzes, acetone, benzene, ethanol, ethylbenzene, m / p-xylene, n-butylacetate, o-xylene, toluene compounds were determined. It was determined that the difference in concentration at the measured points was due to dilution and dye area difference. The detected compounds and their concentrations are given in Table 2. The targeted compounds showed similarity with the analyzes performed.

Table 2 Volatile organic compounds measurement properties

MEASUREMENT NO	MEASUREMENT KOORDİNATE	MEASUREMENT PARAMETER	MEASUREMENT VALUE(mg/m3)
POINT 1	37°57'55.36"N 32°34'31.33"E	Acetone	1.462
		Benzene	0.429
		Ethanol	<0.335
		Ethyl benzene	2.163
		m, p-Xylene	<0.355
		n-butyl acetate	10.8
		o- xylene	<0.348
		Toluene	<0.346
POINT 2	37°57'54.96"N 32°34'31.41"E	Acetone	0.617
		Benzene	<0.340
		Ethanol	<0.335
		Ethyl benzene	<0.347
		m, p-Xylene	<0.355
		n-butyl acetate	1.743
		o- xylene	<0.348
		Toluene	<0.346
POINT 3	37°57'55.18"N 32°34'31.61"E	Acetone	53.801
		Benzene	110.296
		Ethanol	<0.335
		Ethyl benzene	9.727
		m, p-Xylene	29.813
		n-butyl acetate	11.523
		o- xylene	6.722
		Toluene	19.305
POINT 4	37°57'55.00"N 32°34'31.97"E	Acetone	30.678
		Benzene	60.367
		Ethanol	<0.335
		Ethyl benzene	4.445
		m, p-Xylene	10.991
		n-butyl acetate	3.37
		o- xylene	2.802
		Toluene	7.633
POINT 5	37°57'55.39"N 32°34'31.91"E	Acetone	1.572
		Benzene	20.967
		Ethanol	<0.335
		Ethyl benzene	2.027
		m, p-Xylene	4.938
		n-butyl acetate	0.723
		o- xylene	1.179
		Toluene	0.623

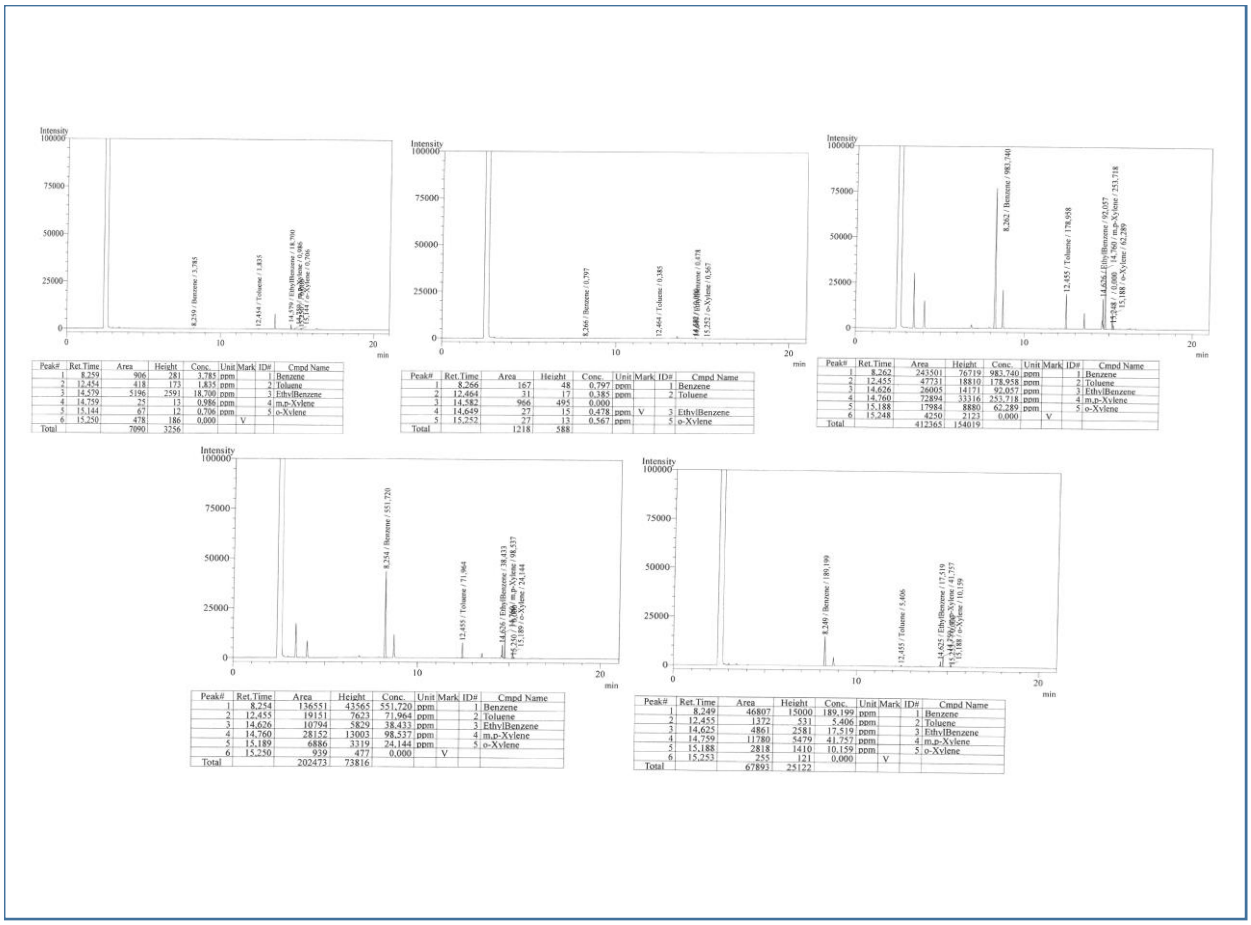


Figure 7 Chromatograms (Five measurements, respectively, are the first measurement of the upper left chromatography.)

3. RESULT AND DISCUSSION

Volatile organic compounds have become an important topic for researchers because they have caused many ailments such as headache, nausea, eye irritation, respiratory system diseases, drowsiness and general weakness in humans. In particular, chemicals, paints, industrial processes used in industrial areas have resulted in a situation that jeopardizes the health of people working there. Various studies have been conducted on the effects of human health, detection methods and removal methods in the literature about the volatile organic compounds in question and the results have been put into consideration. The target list was drawn up by examining the content of dyestuffs in the industrial environment and identifying the VOCs likely to be emitted from production processes by examining similar studies in the literature. By comparing this list with the measurement results, the accuracy of the study was confirmed. Thus, it was observed that the results of the study were compared with similar studies in the literature and how consistent and inconsistent the results were. In addition, the results of the study serve as an example for the researchers and methods of interpretation. The study was compared with similar studies in the literature. The types of contaminants from the analyzed samples were similar and the concentration differences were normal. Because the processes applied, and the amount of chemicals used may vary in industries. Samples were analyzed by GC-MS/FID Since ambient measurements were not performed in the form of personal exposure, they could not be compared with the limit values in the legislation. The results show only the concentration of the chemical in the environment. Therefore, the results can only be used as data for risk assessment.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to than to Konya Technical University for financial support of our thesis with project Number BAP-191001001.

REFERENCES

Alyüz, B. and Sevil, V., 2006, Volatile organic compounds in indoor air and their effects on health, Trakya University Journal of Science, 7 (2), 109-116.

Çilingiroğlu, S., 2010, Indoor Air Quality, Journal of Installation Engineering, Issue 115, 23-42.

Official Newspaper. (2008). Air Quality Assessment and Management Regulation. Ministry of Environment and Forestry, (26898), 06.

Huang, H. and Haghighat, F., 2002, Modelling of volatile organic compounds emission from dry building materials, *Building and Environment*, 37 (12), 1349-1360.

Minnesota Department Of Health, 2017, Volatile Organic Compounds in Your Home, http://www.health.state.mn.us/divs/eh/indoorair/voc/: [Retrived 07 Kasım].

Na, K. and Kim, Y. P., 2001, Seasonal characteristics of ambient volatile organic compounds in Seoul, Korea, *Atmospheric Environment*, 35 (15), 2603-2614.

Simoneit, B. R., Mazurek, M. A. and Jones, P. W., 2009, Air pollution: The organic components, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 11 (3), 219-276.

Soysal, A. and Demiral, Y., 2007, Indoor air pollution, TSK Preventive Medicine Bulletin, 6 (3), 221-226.

Yuan, B., Shao, M., Lu, S. and Wang, B., 2010, Source profiles of volatile organic compounds associated with solvent use in Beijing, China, *Atmospheric Environment*, 44 (15), 1919-1926.

TİP-II CDSE/CDTE KUANTUM NOKTALARIN OLEYLAMİNSİZ SENTEZİ

Dr. Öğr. Üyesi Musa Çadırcı
Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği
musacadirci@duzce.edu.tr

Özet
Güneş spektrumun tamamına yakınını kapsama potansiyeline sahip oldukları için son yılarda Tip II kuantum noktalar üzerinde çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Söz konusu hetero yapılarda elektron ve boşluklar birbirlerinden uzak olduğu için güneş hücrelerinde ayrıca avantaj sağlamaktadırlar. Kuantum noktaların boyutlarını, şekillerini kontrol etmek ve birbirleriyle etkileşimleri önlemek için genelde birden fazla yüzey ligandı kullanılır. Fakat söz konusu ligandlar, optoelektronik cihazlarda kuantum nokta ile bağlı bulunduğu devre arasındaki yük alış-verişlerini büyük oranda engellemektedir. Bu çalışmada CdSe/CdTe çekirdek/kabuk şeklindeki Tip II kuantum noktalar oleylamine kullanılmadan sadece trioktil fosfin (TOP) ve oleik asit ligand olarak kullanıldı. UV-Vis, fotolüminesans ve HRTEM karakterizasyonları sonucunda elde edilen kuantum noktaların boyut dağılımları literatürdekilerine göre daha tekil ve yüksek oranda kristal yapıda oldukları gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Tip-II, CdSe/CdTe, Kuantum nokta

OLEYLAMİNE FREE SYNTHESİS of CdSe/CdTe TYPE II QUANTUM DOTS

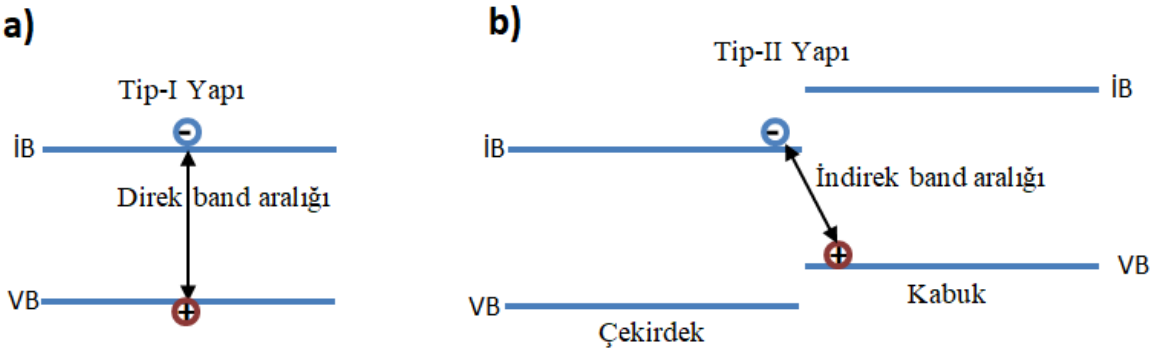
Abstract
Numerous studies have been carried out on Type II quantum dots in recent years as they have the potential to cover almost the entire solar spectrum. In addition, electrons and holes are distant from each other in these hetero-structures, which is an advantageous feature for solar cells. Multiple surface ligands are generally used to control the size and shape of the material and prevent interactions between individual quantum dots. However, these ligands substantially interfere with the charge exchanges between the quantum dot and the circuit when used in optoelectronic devices. In this study, CdSe/CdTe core/shell type II quantum dots were synthesised using only trioctyl phosphine (TOP) and oleic acid ligand instead of oleylamine. After analysing UV-Vis, photoluminescence and HRTEM results, it has been shown that the obtained quantum dots are in good agreement with literature and have high degree crystallinity.

Keywords: Type-II, CdSe/CdTe, quantum dots

1. GİRİŞ
Kuantum nokta, bant yapıları atom veya molekül ile yığın malzeme (normal malzeme) arasında bulunan *yapay atom* olarak da bilinen nanokristallerdir. Kuantum noktaları diğer malzemelerden ayıran en önemli özellikleri fiziksel özelliklerinin parçacık boyutu ile değişme göstermeleridir. Örneğin yarıiletken kuantum noktaların band aralıkları parçacık boyutu arttıkça düşmektedir. Dolayısıyla söz konusu nanokristallerde istenilen band aralığında malzeme üretmek mümkün olur. Bu özelliklerinden dolayı kuantum noktalar, güneş hücreleri(Nozik ve ark., 2010), LED'ler(Yang ve ark., 2015), lazerler(Lim ve ark., 2018), biyogörüntüleme(Cao ve ark., 2007) gibi geniş optoelektronik uygulamalarda kullanma potansiyellerine sahiptirler.

Band ve fiziksel yapılarına göre kuantum noktalar Tip I ve Tip II diye iki grubu ayrılırlar. Şekil 1 a' da görüldüğü gibi Tip I şeklindeki kuantum noktalar direk band yapısına sahipler ve yük taşıyıcısı olan elektron ve boşluklar malzemenin aynı kısmında kalırlar. Bu malzemelerde elektron ve boşluk çiftleri (eksiton) birbirlerine bağlıdırlar ve uyarılan elektron ve boşluların tekrar birleşme süreleri kısadır(McElroy ve ark., 2014). Bu durum güneş hücreleri için dezavantajdır. Ayrıca Tip I yapısındaki bir malzeme ile daha dar bir band aralığı elde etmek oldukça zordur ve dolayısıyla söz konusu malzemelerle elektromanyetik spektrumun kızılötesi bölgesinde çalışmak imkansız olur. Şekil 1 b'de görüldüğü gibi Tip-II yapısındaki kuantum noktalar çekirdek ve kabuktan oluşur ve indirek band aralığına sahiptirler. Söz konusu yapılarda elektron çekirdekte kalırken boşluk kabukta veya tam tersi

durum geçerlidir. Dolayısıyla zayıf eksiton bağlanması oluşturturlar ve eksitonların tekrar birleşme süreleri Tip I'deki yapılara göre daha uzundur. Bu özellik güneş hücreleri için avantajlı bir durumdur(McElroy ve ark., 2014). Ayrıca Tip II yapılı kuantum noktalarda kabuk kalınlığı arttırılarak daha düşük enerjili olan kızılötesi kısımda uygulama yapmak mümkündür.



Şekil 8 Tip-I (a) ve Tip-II (b) kuantum noktaların enerji band yapıları. (VB: Valans Bandı, İB: İletim bandı, +: boşluk, -: elektronu temsil etmektedir)

Kuantum noktaların yüzeylerindeki ligandlar malzemenin optiksel, elektriksel ve fiziksel özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedirler (Boles ve ark., 2016, Peterson ve ark., 2014). Belirtilen ligandlar ek olarak kuantum noklataların topaklanmasını önleyerek onları stabilize ederler. Ayrıca yüzeylerdeki ligandlar nano malzemelerin parçacık boyutlarını ayarladıkları gibi kuantum noktaların polar ve polar olmayan çözücülerde dağılmalarını kontrol ederler(Zhou ve ark, 2017). Tip II kuantum noktaları sentezlerken daha iyi sonuçlar alınabilinmesi için birden fazla ligand kullanılır ve genellikler oleik asit, oleylamine ve trioktil fosfin (TOP) kullanılır. Belirtilen ligandlar hem uzun hem de yalıtkan oldukları için kuantum noktaların yüzeylerini tam kapatamazlar ve kuantum noktalarda yük taşıyıcıların mobilitelerini azaltırlar (Liu ve ark., 2010). Dolayısıyla uzun ligand kullanılan kuantum noktaların optoelektronik uygulamalarındaki verimlilikleri düşer.

Bu çalışmada, literatürdekinden farklı olarak oleylamin kullanılmadan CdSe/CdTe Tip II kuantum noktaları sentezlendi. Kararlı durum absorbsiyonu (UV-Vis), fotolüminesans spektrometreleri kullanılarak kuantum noktaların band aralıklarının kabuk kalınlıklarıyla olan ilişkileri detaylı incelendi. Elde edilen kuantum noktaların parçacık boyutları ve kristal yapıları geçirimli elektron mikroskobu (TEM) ve yüksek çözünürlüklü geçirimli elektron mikroskobu (HRTEM) fotoğraflarıyla analiz edildi.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Malzemeler

Kadmiyum oksit (% 99.5, Sigma-Aldrich), oleik asit (%90, Sigma-Aldrich), oktadekan (%90, Sigma-Aldrich), trioktil fosfin (TOP, %90, Sigma-Aldrich), tetradesilfosfonik asit (TDPA, % 97, Sigma-Aldrich), selenyum (% 99.5, Sigma-Aldrich), oktadesilamin (97%, Sigma-Aldrich), Telleryum (99.8%, Sigma-Aldrich), susuz toluen (% 99.9, Sigma-Aldrich), ve methanol (%99, isolab) kimyasalları CdSe/CdTe kuantum noktaların sentezlenme aşamalarında kullanıldı. Tüm reaksiyonlar inert ortamda Schlenk hattı yardımıyla gerçekleştirildi.

2.2 CdSe Çekirdek Kuantum Noktaların Sentezi

CdSe kuantum noktalar sıcak enjeksiyon metodu kullanılarak Mohamed ve arkadaşlarının belirttiği yöntem büyük oranda optimize edilerek gerçekleştirildi (Mohamed ve ark., 2005). Kadmiyum oksit (0,06 gr), oktadekane (1,5 ml), oleik asit (0,5 ml) 50 ml'lik reaksiyon balonunda 110 °C'de vakum altında 45 dakika karıştırılarak kadmiyum oleat (Cd-oleate) solüsyonu oluşturuldu. Oluşturulan solüsyon azot altında önce 320 °C'ye kadar ısıtıldıktan sonra 240 °C' lik sabit sıcaklıkta bekletildi. Farklı bir 50 ml'lik reaksiyon balonunda TDPA (0,5 gr), selenyum tozu (0,05 gr), oktadesilamin (0,75 gr) ve TOP (0,75 ml) kimyasalları 110 °C' de vakum altında yaklaşık 45 dakika karıştırılarak TOP-Se solüsyonu oluşturuldu. Ardından elde edilen solüsyonun sıcaklığı azot altında 200 °C'ye yükseltilip

tekrar 110 °C'de sabit tutuldu. Hafif ısıtılmış şırınga yardımı ile 110 °C'deki TOP-Se solüsyonu havaya temas ettirilmeden hızlıca 240 °C'deki Cd oleat solüsyonuna eklendi ve sıcaklık 210 °C'de sabit tutuldu. Yaklaşık 4 dakika sonra analiz etmek için karışımdan belirli zaman aralıklarında azot altında muhafaza etmek şartıyla örnekler alındı.

2.3 CdSe/CdTe Çekirdek/Kabuk Kuantum Noktaların Sentezi

CdTe kabuğunu CdSe kuantum noktalarının etrafında oluşturmak için McElroy ve arkadaşlarının(McElroy ve ark., 2014) takip ettiği damlatma metodunu büyük oranda optimize edildi. Cd-oleate solüsyonunu hazırlamak için 50 ml'lik reaksiyon balonuna Kadmiyum oksit (0,033 gr), oleik asit (0,65 ml) ve oktadekane (6 ml) kimyasalları konularak vakum altında 100 ^{0}C'de yaklaşık 30 dakika karıştırıldı. Sonra azot altında solüsyonu sıcaklığı 310 ^{0}C'ye kadar çıkartılarak berrak solusyon elde edildi ve oda sıcaklığına düşürülmesi için bırakıldı. Başka bir 50 ml'lik reaksiyon balonuna telleryum (0,04 g), TOP (3,3 ml) ve oktadekane (3,3 ml) konularak 100 ^{0}C'de vakum altında 30 dakika karıştırıldı. Sonra karışım azot altına alınarak sıcaklığı 300 0C'ye çıkartılıp soluk yeşil renkli TOP-Te solüsyonu elde edildi ve sıcaklığın oda sıcaklığına düşmesi için bekletidi. Üçüncü reaksiyon balonuna azot altında toen çözeltisi içerisinde 1,4x10^{-7} moldm^{-3} konsantrasyonuna sahip CdSe çekirdek kuantum noktaları, oleik asit (6,6 ml) ve oktadekane (6,8 ml) karıştırılarak CdSe kuantum nokta (CdSe-KN) solüsyonu hazırlandı. Sonra tolüenin tamamen uçması için karışım vakum altında 100 ^{0}C'de 5 dakika bekletildi ve tekrar azot altına alınarak sıcaklığı 190 ^{0}C'ye sabitlendi. CdTe kabuğu CdSe çekirdeğinin etrafında büyütmek için önce azot altındaki Cd-oleate solüsyonundan 0,4 ml alınarak CdSe-KN çözeltisine damla damla eklendi ve karışım 7 dakika boyunca karıştırıldı. Sonra ise TOP-Te solüsyonundan 0,4 ml alınarak CdSe-KN çözeltisine damlatıldı ve CdTe kabuğun oluşması için karışımın sıcaklığı 250 ^{0}C'ye sabitleyip 30 dakika bekletildi. Ardından karışımın sıcaklığı tekrar 190 ^{0}C' ye indirilip analiz için örnek alınıp azot altında muhafaza edildi. Farklı kabuk kalınlıklarında CdSe/CdTe kuantum noktaları elde etmek için yukarıdaki damlatma metodu işlemleri tekrarlandı.

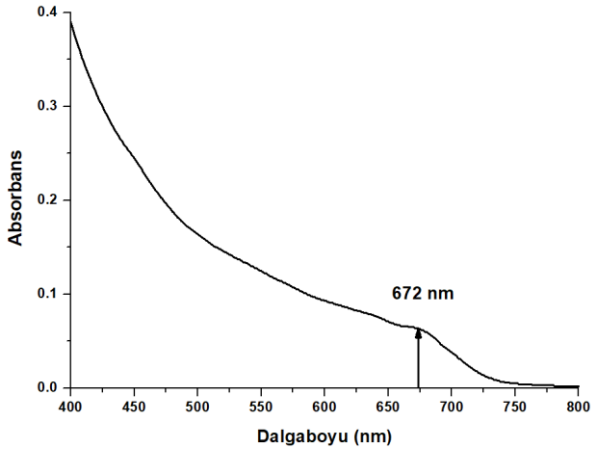
2.4. Karakterizasyon Aşamaları

Sentezlenen CdSe/CdTe Tip-II kuantum noktaların optik ve elektronik özelliklerini, morfolojik ve kristal yapılarını incelemek için UV-Vis, fotolüminesence spektrumu, TEM ve HRTEM karakterizasyon metodları kullanıldı. UV-Vis spektrumu için Hach DR6000 UV-Vis spektrofotometresi cihazı kullanılarak tolüen ile seyreltilmiş numuneler, 1 cm optik yola sahip quartz küvet içerisine konularak 400 nm ile 900 nm arasında tarama yapıldı. Fotolüminesans spektrumu için Edinburgh Instruments FS5 cihazı kullanılarak 400 nm ile uyartım yapıldı.

TEM ve HR-TEM çekimleri için CdSe/CdTe Tip-II kuantum noktalar ilk olarak hacimce 1:1 oranında metanol ile karıştırılarak 5 dakika 400 rpm dönme hızıyla çalışan santrifüj cihazında bekletildi ve dibe çöken kuantum noktalar ile minimum oranda tolüen kullanılarak solüsyon oluşturuldu. Elde edilen kuantum nokta çözeltisi için hacimce 1:1 oranında aseton ile karıştırılarak yukarıdaki işlem tekrarlandı ve dibe çöken kuantum noktalar tolüen içerisinde çözdürüldü. Böylelikle kuantum noktalar organik ligandlardan ve tepkimeye girmemiş atıklardan arıtılmış oldu. Elde edilen çözeltiden 2-3 damla karbon kaplı ızgara üzerine damlatılarak bir gün boyunca vakumlu etüvde bekletildi. Daha sonra numunelerin TEM ve HR-TEM görüntüleri Jem Jeol 2100F 200kV cihazı kullanılarak elde edildi.

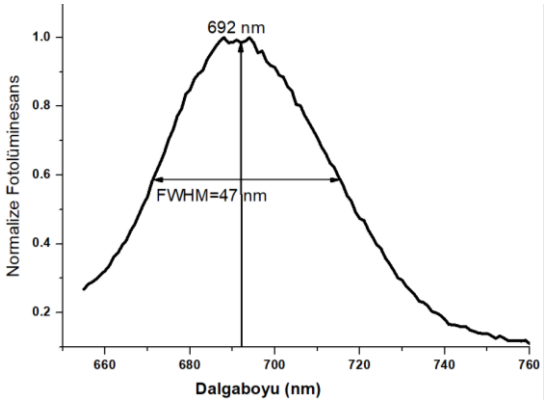
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Elde edilen CdSe/CdTe Tip II kuantum noktaların UV-Vis spektrumu Şekil 2' de gösterilmiştir. Numunenin 1S absorbsiyon geçişi 672 nm (~1.85 elektron Volt (eV)) dalgaboyuna tekabül etmektedir. Bu değer malzemenin Şekil 1'de gösterilen indirek band aralığını göstermektedir. Küçük dalgaboylarındaki yüksek absorbans değerleri malzemenin valans bandı ile iletim bandı arasındaki yüksek enerjili geçişleri göstermektedir.



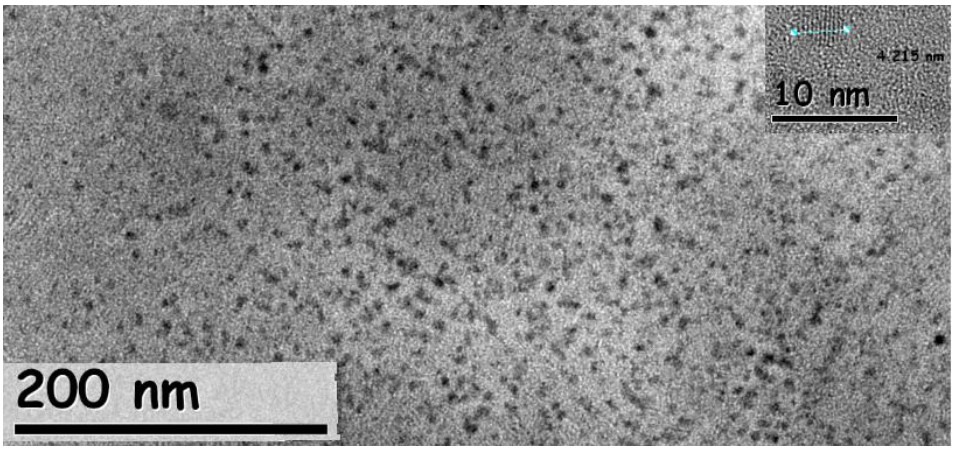
Şekil 2 Sentezlenen CdSe/CdTe kuantum noktaları için Uv-Vis spektrumu.

Şekil 3 üretilen malzemenin fotolüminesans spektrumunu göstermektedir. Şekle göre fotolüminesans tepe noktası 690 nm (~1.8 eV)' ye denk gelmektedir. Fotolüminesans spektrumunun yarı-doruk genişliği (FWHM) değeri 47 nm olarak ölçüldü ve literatürde elde edilen verilerle aynı olduğu gözlemlendi (McElroy ve ark., 2014). 1S absorbans ve fotolüminesans tepe noktası arasındaki fark Stoke kaymasını göstermekte ve bu malzeme için Stoke kayma miktarı 15 nm olduğu gözlemlendi. Kuantum noktaların bant yapılarının Tip-II yapıda olduklarının fotolüminesans sonucu teorik sonuçlarla karşılaştırılarak teyit edildi (Tyrrell ve ark., 2016).



Şekil 3 CdSe/CdTe Tip-II kuantum noktalar için fotolüminesans eğrisi

Şekil 4 üretilen CdSe/CdTe kuantum noktaların TEM ve HR-TEM (ekli küçük resim) görüntülerini göstermektedir. Ana resimdeki her bir koyu siyah nokta CdSe/CdTe çekirdek/Kabuk kuantum noktayı göstermektedir. Numuneler çözelti içerisinde iyi bir şekilde dağıldıkları gözlemlenilmektedir. Numunelerin şekillerinin yuvarlak olması kuantum noktaların küre olduğunu göstermektedir. Sağ üst köşedeki Küçük resim numunenin sadece bir tanesinin yüksek çözünürlükteki görüntüsünü vermektedir. Numune daire şeklinde ve çapının yaklaşık 4.2 nm olduğu gözlemlenmektedir. Aynı zamanda numune yüksek oranda kristal yapıda olduğu açıkça görülmektedir. CdSe çekirdeği ile CdTe kabuğu arasında kristal yapı uyuşmazlığının minimum olduğu görülmektedir.



Şekil 4 CdSe/CdTe kuantum noktaların TEM ve HR-TEM (küçük resim) görüntüleri.

3. SONUÇ

Uzun ve yalıtkan olan oleylamin ligandı kullanılmadan ve literatürde takip edilen damlatma metodu büyük oranda optimize edilerek CdSe/CdTe Tip-II kuantum noktalar sentezlendi. Uv-Vis, fotolüminesans, TEM ve HR-TEM karakterizasyon metodlarıyla elde edilen nanomalzemelerin yapıları ve özellikleri incelendi. Elde edilen kuantum noktaların band aralığı 672 nm (1,85 eV) civarında olduğu ve fotolüminesans FWHM değeri de yaklaşık 47 nm olduğu tespit edildi. Kuantum noktaların küre şeklinde olduğu ve ortalama çapı yaklaşık 4.2 nm olduğu ve yüksek oranda kristal yapıya sahip oldukları gözlemlendi. Bu çalışmada takip edilen yöntem optelektronik cihazları için daha kullanışlı ve daha kaliteli Tip-II kuantum nokta üretmek mümkün olduğunu göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir
(Proje no: 2017.06.03.592).

KAYNAKLAR

Boles, M. A. Ling, D. Hyeon, T. Talapin, D. V. (2016), The surface science of nanocrystals

Nature Materials,15, 364

Cao, L. Wang, X. Meziani, M. J. Lu, F. Wang, H. Luo, P. G. Lin, Y. Harruff, B. A. Veca, L. M. Murray, D. Xie, S. Sun, Y. (2007), Carbon dots for multiphoton bioimaging, *J. Am. Chem. Soc.*,129 (37), 11318–11319

Lim, J. Park Y & Klimov V. I. (2018), Optical gain in colloidal quantum dots achieved with direct-current electrical pumping, *Nature Materials*, 17, 42-49

Liu, Y. Gibbs, M. Puthussery, J. Gaik, S. Ihly, R. Hillhouse, H. W. Law, M. (2010), Dependence of Carrier Mobility on Nanocrystal Size and Ligand Length in PbSe Nanocrystal Solids, *Nano Lett.*, 10(5), 1960-1969

McElroy, N. Page, R.C. Espinbarro-Valazquez, D. Lewis, E. Haigh, S. O'Brien, P. Binks D.J. (2014) Comparison of solar cells sensitised by CdTe/CdSe and CdSe/CdTe core/shell colloidal quantum dots with and without a CdS outer layer, *Thin Solid Films*, 560, 65-70

Mohamed, M. B. Tonti, D. Al-Salman, A. Chemseddine, A. ve Chergui, M. (2005), Synthesis of high quality zinc blende CdSe nanocrystals, *J. Phys. Chem. B*, 109(21), 10533–10537

Nozik, A. J. Beard, M. C. Luther, J. M. Law, M. Ellingson, R. J. ve Johnson, J. C. (2010), Semiconductor Quantum Dots and Quantum Dot Arrays and Applications of Multiple Exciton Generation to Third-Generation Photovoltaic Solar Cells, *Chem. Rev.*, 110(11), 6873–6890

Peterson, M. D. Cass, L. C. Harris, R. D. Edme, K. Sung, K. Weiss, E. A (2014), The Role of Ligands in Determining the Exciton Relaxation Dynamics in Semiconductor Quantum Dots, *Annual Review of Physical Chemistry*, 65, 317-339

Tyrrell, E. J. ve Smith, J. M. (2011), Effective mass modeling of excitons in type-II quantum dot heterostructures, *Phys. Rev. B*, 84, 165328

Yang, Y. Zheng, Y. Cao, W. Titov, A. Hyvonen, J. Manders, J. R. Xue, J. Holloway, P. H. ve Qian, L. (2015), High-efficiency light-emitting devices based on quantum dots with tailored nanostructures, *Nat. Photonics*, 9(4), 259–265

Zhou, J. Liu, Yun. Tang, Jian. Tang, W. (2017), Surface ligands engineering of semiconductor quantum dots for chemosensory and biological applications, *Materials Today*, 20, (7), 360-376

VERBASCUM ASCHERSONİİ BOİSS. & SİNT. EX MURB. BİTKİSİNİN ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ

Dr. Öğr. Üyesi Sema ÇARIKÇI
İzmir Demokrasi Üniversitesi / Meslek Yüksekokulu/ Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü
sema.carikci@idu.edu.tr

Dr. Berna SANÖN
Balıkesir Üniversitesi / Fen Edebiyat Fakültesi / Biyoloji Bölümü
sanonberna@yahoo.com

Özet
Verbascum türleri *Scrophulariaceae* ailesine ait olup halk arasında sığırkuyruğu olarak bilinir. Bu cins, dünyada yaklaşık 360 türle temsil edilir. Ülkemizde, 248 türü ve 129 melezi bulunmaktadır. Türkiye'deki endemik tür sayısı 171, endemizm oranı % 69 civarındadır. Bu nedenle Türkiye, "*Verbascum*" cinsi için, önemli bir gen merkezidir. Geleneksel tıpta göğüs yumuşatıcı, balgam söktürücü olarak öksürük tedavisinde, boğmaca, tüberküloz, astım, cilt hastalıklarında, mide bağırsak tedavilerinde ve orta kulak iltihabında kullanımı tanımlanmıştır. Son yıllarda ticari olarak popülaritesi artmış, kurutulmuş çiçekleri ve yaprakları kapsül haline getirilerek satışa sunulmuştur. Türlerin kimyasal bileşimi ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle saponinler, iridoit ve feniletanoit glikozitleri, monoterpen glukoziti, neolignan glukozitleri, flavonoitler, steroitler, spermin alkaloitleri tespit edilmiştir.

Bu çalışmada Balıkesir (B1 karesi) Kazdağları Şapçı rampaları ve Havran girişinden toplanan ve halk arasında "Çan sığırkuyruğu" olarak bilinen, endemik bir tür olan *Verbascum aschersonii* Boiss. &Sint. ex Murb. bitkisinin gövde ve bazal yapraklarından hazırlanan metanol ekstrelerinin antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi için 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikal süpürme, *β*-karoten-linoleik asit ve bakır (+2) indirgeme kapasitesi (CUPRAC) yöntemleri kullanılmıştır. Standart olarak bütillenmiş hidroksi anisol (BHA) ve bütillenmiş hidroksi toluen (BHT), CUPRAC yöntemi için de kurkumin kullanılmıştır. DPPH ve *β*-karoten yönteminde dört farklı derişimde (10, 20, 50,100 µg/mL) aktivite belirlenmiş olup Havran girişinden toplanan bitki örneğinin bazal yaprak kısmı çalışılan tüm derişimlerde iyi derecede aktivite göstermiştir. Farklı iki lokaliteden toplanan bitki örneklerinin gövde yapraklarından hazırlanan ekstreler en yüksek inhibisyon değerini DPPH için 10 ve 50 µg/mL de (sırasıyla %74.30 ve %91.73) gösterirken, *β*-karoten yöntemi içinse tüm derişimlerde yüksek inhibisyon göstermiştir. CUPRAC yönteminde ise 200 µg/mL derişimde çalışılmış olup, çalışılan üç bitki örneği için de, referans madde (Kurkumin, 0.900 mmol TR g^{-1}) ile karşılaştırıldığında, antioksidan kapasitesi oldukça yüksek bulunmuştur (1.44, 1.51, 1.61 mmol TR g^{-1}). Bu sonuçlara göre *V. aschersonii* türü için güçlü bir antioksidan kaynağı olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: *Scrophulariaceae*; *Verbascum aschersonii*; Antioksidan; DPPH, CUPRAC; *β*-karotenlinoleik asit.

ANTIOXIDANT ACTIVITY of *Verbascum aschersonii* Boiss. & Sint. ex Murb.

Abstract
Verbascum species belong to the family *Scrophulariaceae*, are known as "mullein". This genus is represented by around 360 species in the world, 248 species and 129 hybrids in Turkey. The number of endemic species is 171, endemism rate is around 69%. Therefore Turkey is an important gene center for "*Verbascum*". In traditional medicine, this species has been described as a breast emollient and expectorant in the treatment of cough, also it has used for tuberculosis, asthma, skin diseases, gastrointestinal treatments, and otitis media. Recently, popularity has increased and dried flowers and leaves have encapsulated and sold. The saponins, iridoid and phenylethanoid glycosides, monoterpene glucosides, neolignan glucosides, flavonoids, steroids, spermine alkaloids were determined in the chemical composition of the species.

In this study, antioxidant activities of methanol extract prepared from the stem and basal leaves of *Verbascum aschersonii* Boiss. & Sint. ex Murb., an endemic species known as “Bell mullein", collected from Balıkesir (B1 square) Kazdağları-Şapçı and Havran, were investigated. The antioxidant activities were measured based on DPPH free radical scavenging activity, β-carotene linoleic acid assays, and CUPRAC assay. Butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT) were used as standard. Four different concentrations (10, 20, 50,100 µg / mL) were determined by DPPH and β-carotene method. The basal leaf part of the plant sample collected from Havran showed good activity at all studied concentrations. Stem leaves extracts of plant samples showed the highest inhibition for DPPH at 10 and 50 µg / mL (74.30% and 91.73%, respectively), while the β-carotene method showed at all concentrations. In CUPRAC method, antioxidant capacity was found to be quite high compared to reference material (Curcumin, 0.900 mmol TR g-1) for all three plant samples (1.44, 1.51, 1.61 mmol TR g-1). According to these results, it can be said that *V. aschersonii* is a powerful antioxidant source.

Keywords: *Scrophulariaceae*; *Verbascum aschersonii*; Antioxidant; DPPH; CUPRAC; *β*-caroten-linoleic acid.

1. GİRİŞ

Verbascum L. türleri *Scrophulariaceae* familyasına aittir ve popüler olarak “Sığır Kuyruğu” olarak bilinir. *Verbascum* L. cinsi genel olarak problemli bir cinsdir. Teşhis ve taksonomide çeşitli sorunların olduğu bilinmektedir ve içerdiği tür sayısı bakımından en büyük cinslerden biridir. (Davis 1978). *Verbascum* L. cinsi, ağırlıklı olarak Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da dağılama sahip olup yaklaşık 360 üyesi mevcuttur (Heywood, 1993; Klimek ve ark., 2010). Ülkemizde 235 tür ve 100’den fazla melez ile temsil edilmektedir (Alan ve Yılmaz 2019) Türkiye'de endemik türlerin sayısı 185, endemizm oranı % 70 civarındadır (Yıldız ve Aktoklu 2010). Bu nedenle Türkiye, *Verbascum*" cinsi için önemli bir gen merkezidir (Davis 1978). *Verbascum*, iki yıllık veya çok yıllık, nadiren yıllık bitkilerdir ve derin bir köke sahiptir. İlk yılda, bitkiler yoğun bir yaprak rozetini oluşturur (Baytop 1999). Yapraklarda stipula bulunmaz, oppozit, alternat veya dairesel dizilişte, basit veya parçalı haldedir. Çiçekler hermofrodit, yaprak koltuklarında tek, rasemoz, spika veya panikuladır (Davis 1978).

Verbascum L. Türleri, yetiştikleri yörelerde geleneksel tıpta uzun yıllardır kullanılmakta olan bitkilerdir (Türker ve Gürel, 2005). Halk arasında özellikle yaprak ve çiçeklerinin çeşitli amaçlar doğrultusunda kullanıldığı rapor edilmiştir (Meurer-Grimes ve ark., 1999). Boğaz yumuşatıcı, balgam söktürücü, influenza A2 ve B virüslerine karşı, öksürük, boğmaca, tüberküloz, astım, gibi solunum yolu hastalıklarının yanı sıra egzama, hemoroit, romatizma, mantar enfeksiyonu gibi cilt hastalıkları, gastrointestinal tedavi ve orta kulak iltihabında kullanılmakta olup, antimikrobiyal, antienflamatuar ve ağrı kesici etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. (Alan ve Yılmaz 2019; Suntar ve ark., 2010). Bu türler üzerine yapılan çalışmalarda bu türlerin çiçeği uçucu yağ, müsilaj, hesperidozit ve verbaskozit gibi flavon glikozitleri, yaprağı ise saponin, müsilaj, rezin ve acı maddeler içerdiği bulunmuştur (Baytop 1999; Tanker 1998; Tanker, 2003; Utsukarcı ve ark. 2018; Yalçın 1989). Ayrıca *Verbascum* türlerinin çok geniş oranda iridoid glikozitleri ile feniletonoid glikozitleri içerdikleri bildirilmiştir. Avrupa kökenli *Verbascum* türlerinin ise iridoid, lignan, saponin, flavonoit ve sterol içerdikleri de belirtilmiştir (Akdemir ve ark., 2004).

Verbascum aschersonii Boiss. &Sint. ex Murb bitkisi Türkiye için endemik bir tür olup, Balıkesir-Edremit-Asos Çanakkale arası ve Ege adalarında yayılış göstermektedir (Akyol ve Gemici; 2017; KEW). Halk arasında “Çan sığırkuyruğu” olarak bilinir.

Bu çalışmada *V. aschersonii* Boiss. &Sint. ex Murb. bitkisinin gövde ve bazal yapraklarından hazırlanan metanol ekstrelerinin antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi için 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikal süpürme, *β*-karoten-linoleik asit ve bakır (+2) indirgeme kapasitesi (CUPRAC) yöntemleri kullanılmıştır. DPPH ve *β*-karoten yönteminde dört farklı derişimde (10, 20, 50,100 µg/mL) çalışılırken, CUPRAC antioksidan kapasitesi için 200 µg/mL derişimde çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Bitkisel Materyal

V. aschersonii bitki örnekleri, Nisan 2017'de Balıkesir ilinden iki farklı bölgeden toplandı. Toplandığı yerler ve lokaliteleri şu şekildedir: B1- Balıkesir, Havran yolu, 235m., 39.57437 K, 27.26963 E, (VA2 ve VA3) ve B1 Balıkesir, Şapçı rampaları 65km., 240m yükseklik. (VA1). Toplanan örnekler Davis'in Flora of Turkey and the East Aegean Islands' a göre tespit edildi. Bitki materyallerinden alınan bir örnek Balıkesir Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Herbaryumu'na koyulmuştur. Bitkinin toprak üssü kısımlarından bazal ve gövde yaprakları ayrılmış, serin ve güneş görmeyen bir yerde kurutulmuştur.



Şekil 1. *V. aschersonii* Boiss. &Sint. ex Murb.

2.2. Ekstraksiyon

Kurutulan bitki örneklerinden antioksidan aktivite testleri için metanol (Merck) ekstresi hazırlanmıştır. Ufak parçalara ayrılan bitki örneklerinden 100 g alınarak metanol içerisine konulmuş, bir hafta süre ile maserasyon işlemine tabi tutulmuştur. Bu sürenin sonunda elde edilen ekstre süzülüp dönerli buharlaştırıcı yardımıyla çözücüsü uzaklaştırılarak ham ekstreler elde edilmiştir. Ham ekstreler Tablo 1.'de belirtilen şekilde kodlanarak, analiz yapılıncaya kadar +4°C'de saklanmıştır.

Tablo 1. Bitki ekstre kodları

Ekstre adı	Açıklama
VA1	Balıkesir, Şapçı rampalarından toplanan *V. aschersonii* bitkisinin gövde ve gövde yaprak ekstresi
VA2	Balıkesir, Havran girişinden toplanan *V. aschersonii* bitkisinin bazal yaprakları
VA3	Balıkesir, Havran girişinden toplanan *V. aschersonii* bitkisinin gövde ve gövde yaprak ekstresi

2.3. Antioksidan Aktivite Yöntemleri

2.3.1. DPPH (Difenil-1-pikrihidrazil) Radikal Süpürme Kapasitesi Yöntemi

Radikal süpürücü kapasite yönteminde DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) (Apak ve ark., 2007) radikali kullanıldı. DPPH radikali 517 nm de absorbans gösterir. Fakat antioksidan ve bir radikal türü absorbsiyonu düşürür. DPPH nin metanol içersinde 0,1 mM çözeltisi hazırlandı ve bu çözeltiden 4 ml, değişik konsantrasyonlar da metanol içersinde hazırlanan örnek çözeltilerin 1 ml' sine eklendi. 30 dk sonra absorbans 517 nm ölçüldü. Düşük absorbans, reaksiyon karışımının yüksek radikal süpürücü aktivitesinin belirtisidir. DPPH radikal süpürücü kapasitesi aşağıdaki eşitlikle ölçülmüştür.

$$\text{İnhibisyon (\%)} = (A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}} \times 1000 \quad (1)$$

2.3.2. *β*-Karoten Linoleik Asit Yöntemi

Metotta öncelikle emülsiyon çözeltisi hazırlandı. Bunun için 0,5 mg *β*-karoten 1 ml kloroform da çözüldü. Bu karışıma 25 µl linoleik asit ve 200 mg Tween 40 eklendi. *β*-karoten 2 ml kloroformda çözüldü. Bu karışıma 50 µl linoleik asit ve 200 mg Tween 40 eklendi. Karışım iyice karıştırıldı. Kloroform dönerli buharlaştırıcıda iyice uçuruldu. Kalan kısım üzerine 100 ml saf su eklendi. Böylece

emülsiyon çözeltisi hazırlanmış oldu. Emülsiyonun 4000 mikrolitresi değişik konsantrasyonlarda örnek bulunan test tüplerine eklendi. Emülsiyon test tüplerine ilave edilir edilmez spektrofotometre kullanılarak başlangıç absorbansları 470 nm' de ölçülmüştür. Tüpler 50 ^{0}C' de 2 saat inkübasyona bırakılarak; *β*-karotenin rengi kayboluncaya kadar inkübasyona devam edilmiştir (120 dakika). BHT, BHA ve *α*-tokoferol standart olarak kullanıldı (Miller 1971). Toplam antioksidant aktivitesi (2) eşitliği kullanılarak hesaplandı:

$$AA\ (\%\ İnhibisyon) = [(R_{kontrol} - R_{örnek}) / R_{kontrol}] \times 100 \quad (2)$$

Burada:
AA: Antioksidant aktivite
R= In (a/b) / t
In= doğal logaritma
a: başlangıç absorbansı
b: 120 dk sonraki absorbans

2.3.3. CUPRAC (Cu (II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite) Yöntemi

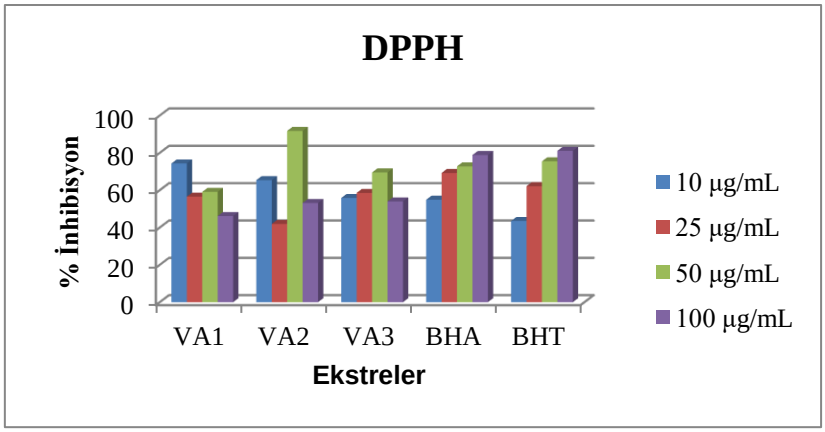
1 mM DMF, 10 mM $CuCI_2$, 7,5 mM neokuproin, 1M amonyum asetat (NH_4CH_3COO) (Ph:7) çözeltisi ve saf su 1:1:1:0,6 oranlarında karıştırıldı. Karışım 30 dk bekletildikten sonra çözeltiler içinde örnek bulunmayan referans çözeltiye karşı 450 nm' deki absorbansları ölçüldü. Analizde 'Beckman Coulter DTX 880 Multimode Detection System' çihazı kullanıldı. TEAC CUPRAC sonucu, referans olarak trolox (TR) üzerinden mmol TR g^{-1} olarak verilmiştir (Apak ve ark. 2008; Özyürek ve ark. 2012; Apak ve ark. 2007). (+) denetim olarak Kurkumin bileşiği kullanılmış olup kurkumin için bakır indirgeme kapasitesi bu yöntemle 0,9 mmol TR g^{-1} olarak belirlenmiştir (Apak vd. 2008).

$$TEAC\ (mmol\ TR\ g^{-1}) = (Absorbans/\ \varepsilon_{TR})\ (205/25)\ (20/1)\ (2/0{,}02) \quad (3)$$

Burada absorbans ε_{TR} = 16700 (Apak vd. 2008),
(205); toplam reaksiyon hacmi
(25); reaksiyona katılan bileşiklerin hacmi
(20/1); seyreltme faktörü
(2); bitki ekstrelerindeki çözelti hacmi (ml)
(0.02); bitki ekstre miktarı (g)
(2/0,02); yerine kullanılan katsayı

3. SONUÇ

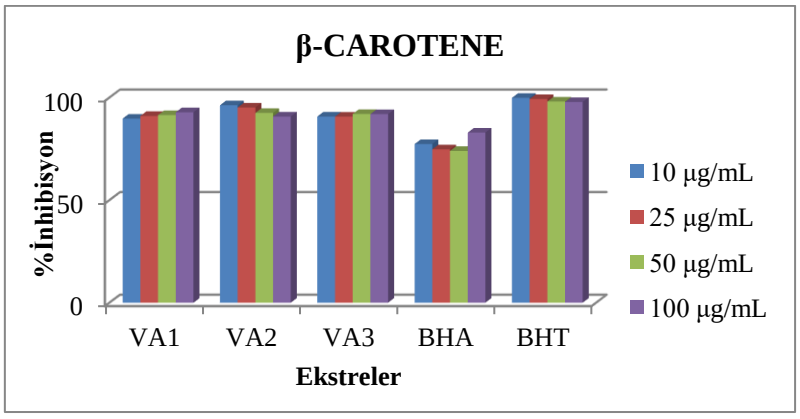
Bu çalışmada Balıkesir-Edremit arasından toplanan endemik *Verbascum aschersonii* Boiss. &Sint. ex Murb bitkisinin toprak üstü kısmının gövde ve bazal yapraklarından hazırlanan metanol ekstrelerinin antioksidan özellikleri araştırılmıştır. Antioksidan aktivite için üç temel yöntem kullanılmıştır: DPPH radikal süpürme, *β*-karoten-linoleik asit ve CUPRAC. DPPH ve *β*-karoten yönteminde dört farklı derişimde (10, 20, 50,100 µg/mL) çalışılırken, CUPRAC antioksidan kapasitesi için 200 µg/mL derişimde çalışılmıştır. DPPH yöntemine göre sonuçlar incelendiğinde farklı iki lokaliteden (Havran girişi ve Şapçı rampaları) toplanan bitki örneklerinin gövde yapraklarından hazırlanan ekstreler en yüksek inhibisyon değerini 10 ve 50 µg/mL de (sırasıyla %74.30 ve %91.73) gösterirken Havran girişinden toplanan bitki örneğinin bazal yaprak kısmı çalışılan tüm derişimlerde iyi derecede aktivite göstermiştir (Şekil 2).



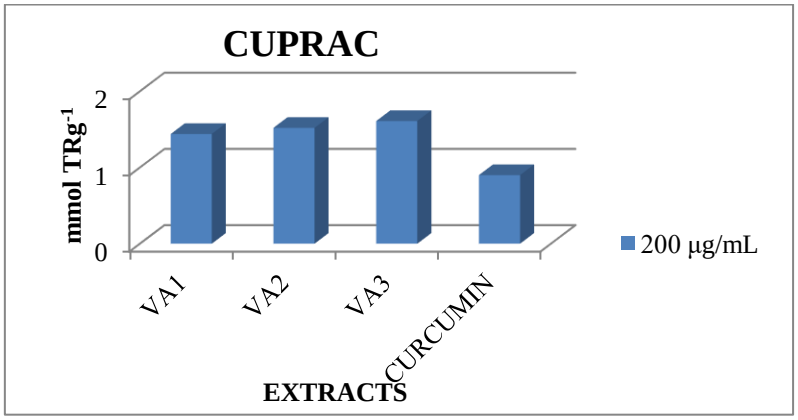
Şekil 2. DPPH radikal süpürme aktivitesi % inhibisyon sonuçları

β-karoten linoleik asit yönteminde ise her üç ekstre de hazırlanan tüm derişimlerde yüksek inhibisyon değeri göstermiştir (Şekil 3).

CUPRAC yönteminde ise 200 µg/mL derişimde çalışılmış olup, çalışılan üç bitki örneği için de, referans madde (Kurkumin, 0.900 mmol TR g^{-1}) ile karşılaştırıldığında, antioksidan kapasitesi oldukça yüksek bulunmuştur: VA1 için 1.44, VA2 için 1.51 ve VA3 için 1.61 mmol TR g^{-1} (Şekil 4).



Şekil 3. *β*-karoten linoleik asit yöntemi % inhibisyon sonuçları



Şekil 4. CUPRAC yöntemi aktivite sonuçları

4. TARTIŞMA

Son yıllarda özellikle dikkat çeken ve en fazla çalışılan konulardan olan serbest radikaller ve antioksidanlar gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Normal şartlarda sağlıklı metabolizmada antioksidanlar ile serbest radikaller denge halindeyken, serbest radikaller lehine denge değiştiği zaman, oksidatif stres kaynaklı hastalıklar ortaya çıkabilmektir (Shinde ve ark. 2012). Antioksidanlar,

oksidasyonunu inhibe eden veya geciktiren bileşikler olarak tanımlanır (Sağır ve ark., 2017; Yılmaz ve ark., 2018). Antioksidanlar insan metabolizmasında doğal olarak üretilirler ya da dışarıdan ilave olarak alınabilirler. Dışarıdan alınan antioksidanların sentetik olanlarından daha çok bitki kaynaklı olanlarının tercih edilmesi, bitkisel droglara olan talebi arttırmıştır. Bu nedenle halk arasında yaygın kullanıma sahip olan bitkilerin antioksidan özelliklerinin araştırılması önemli olup, bu çalışmanın da temelini oluşturmaktadır. İncelenen *V. aschersonii* türü için iki farklı lokalite karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık görülmezken, bazal yapraklardan hazırlanan ekstrenin bitkiden gövde yapraklarından hazırlanan ekstreye göre kısmen de olsa iyi sonuçlara sahip olduğu söylenebilir. Bu sonuçlara göre *V. aschersonii* türünün güçlü bir antioksidan kaynağı olduğu söylenebilir.

KAYNAKÇA

AKYOL, Y., GEMİCİ, Yusuf. (2017), Ege Kıyıları (Edremit Körfezi-Gökova Körfezi Arası)'nın Florası *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2) 494- 517. http://dx.doi.org/10.17100/nevbiltek.295517

ALAN, Y., YILMAZ, N. (2019). Phenolic substance contents and biological activities of *Verbascum insulare* Boiss. & Heldr. extracts. *Farmacia*, 67(4), 641-647.

APAK, R., GÜÇLÜ, K., DEMİRATA, B., ÖZYÜREK, M., ÇELİK, S.E., BEKTAŞOĞLU, B., BERKER, K.I. and ÖZYURT, D. (2007), Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay, *Molecules*, 12, 1496-1547.

APAK, R., GÜÇLÜ, K., ÖZYÜREK, M. and KARADEMİR, S.E. (2008), Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay, *Microchimica Acta.*, 160, 413-419.

BAYTOP T. (1999), Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün), 2. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.

DAVIS, P.H., MILL, R.R. (1978), Flora of Turkey and The East Aegean Islands , K. TAN içinde, Vol.6, University Press, Edinburgh, 548.

Heywood, V. H. (1993), Flowering plants in the world. New York: Oxford University Press.

KEW Royal Botanical Garden. (2019), 29 Eylül 2019 http://apps.kew.org/herbcat/detailsQuery.do?barcode=K000975906 adresinden alındı.

KLIMEK, B., OLSZEWSKA, M.A., TOKAR, M. (2010), Simultaneous determination of flavonoids and phenylethanoids in the flowers of *Verbascum densiflorum* and *V. phlomoides* by high-performance liquid chromatography. *Phytochemical Analyses*, 21,150–156.

MEURER-GRIMES, B., McBETH, D.L., HALLIHAN, B., DELPH, S. (1999), Antimicrobial activity in Medicinal Plants of the *Scrophulariaceae* and *Acanthaceae*, *International Journal of Pharmacognasy*, 4, 243-248.

MILLER, H.E. (1971), A simplified method for the evaluation of antioxidants, *Journal of American Oil Chemists' Society,* 45, 91-98.

ÖZYÜREK, M., BENER, M, GÜÇLÜ, K., DÖNMEZ, A.A., SELÇUK, S.S., PIRILDAR, S., MERİÇLİ, A.H. and APAK, R. (2012), Evaluation of antioxidant activity of *Crataegu*s species collected from different regions of Turkey, *Records of Natural Products*, 6, 263-277.

SAGIR, Z.O., CARIKCI, S., KILIC, T., GOREN, A.C. (2017), Metabolic profile and biological activity of *Sideritis brevibracteata* P . H . Davis endemic to Turkey. *International Journal of Food Properties*, 20, 2994–3005.

SHINDE, A., GANU, J., NAIK, P. (2012), Effect of free radicals & Antioxidants on oxidative stress: A Review, *Journal of Dental and Allied Sciences*. 1(2),, 63- 66.

SUNTAR, I., TATLI, I.I., AKOLA, EK., KELES, H., KAHRAMAN, İ., AKDEMİR, Z., (2010), An ethnopharmacological study on *Verbascum* species: From conventional wound healing use to scientific verification, *Journal of Ethnopharmacology*, 132, 408–413.

TANKER, M., TANKER, N. (2003), Farmakognazi Cilt 1. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fak. Yayınları, Ankara. No: 66, 347.

TANKER, M., TANKER, N., (1998), Farmokognazi Cilt 2. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 65. Ankara, 433.

TURKER, A.U., GUREL, E. (2005). Common mullein (*Verbascum thapsus* L.): recent advances in research. *Phytotheraphy Research*, 19, 733–739.

UTSUKARCI, B.S., DOSLER S., TASKIN, T., ABUDAYYAK, M., OZHAN, G., MAT, A.(2018), An evaluation of antioxidant, antimicrobial, antibiofilm and cytotoxic activities of five *Verbascum* species in Turkey. *Farmacia*, 66, 1014-1020.

YALÇIN, SM. (1989) , Flavonoids from *Verbascum cheiranthifolium* boiss. *Marmara Pharmaceut Journal*, 8, 93-97.

YILDIZ, B., AKTOKLU, E. (2010), Bitki Sistematiği (İklin Karasal Bitkilerden bir Çeneklilere), Palme Yayıncılık, Ankara, 311-313.

YILMAZ, H., ÇARIKCI, S., KILIC, T., DIRMENCI, T., ARABACI, T., GOREN, A.C. (2017), Screening of chemical composition, antioxidant and anticholinesterase activity of section Brevifilamentum of *Origanum* (L .) Species. *Records of Natural Products*,. 5, 439–455.

THE INVESTIGATION OF THERMAL EFFECTS ON $\eta_2(1645)$ AND $\eta_2(1870)$ MESONS IN HOT MEDIUM

Arzu Türkan
Özyeğin University, Department of Natural and Mathematical Sciences - Çekmeköy, Istanbul, Turkey
arzu.turkan@ozyegin.edu.tr

Jale Yılmazkaya Süngü
Department of Physics, Kocaeli University - 41380 Izmit, Turkey
jyilmazkaya@kocaeli.edu.tr

Hande Reisoğlu
Department of Physics, Kocaeli University - 41380 Izmit, Turkey
handereisoglu@gmail.com

Elşen Veli Veliev
Department of Physics, Kocaeli University - 41380 Izmit, Turkey
elsen@kocaeli.edu.tr

Abstract
Among the light hadron families, light-unflavoured mesons are the most interesting part of the hadron spectrum and are still unclear, which is the main reason why studying and exploring light-unflavoured mesons has become an aim of current running experiments such as BESIII and COMPASS and forthcoming experiments like GlueX and PANDA. In this context, we investigate the mass and decay constant of the η_2 mesons with quantum numbers $J^{PC} = 2^{-+}$ interpreted as the ground-state nonet of $1^1D_2\ q\bar{q}$ states. We focus on the effect of temperature on the fundamental properties of $\eta_2(1645)$ and $\eta_2(1870)$ pseudotensor mesons by using Thermal QCD sum rules approximation including up to dimension five of QCD condensates and assuming their mixture angle is very small. In the end, we analyzed our results using standard input parameters and presented the effect of the hot medium on the hadronic parameters of $\eta_2(1645)$ and $\eta_2(1870)$ pseudotensor mesons. These results can be tested in the near future experiments.

Keywords: Thermal QCD sum rules, Mass and decay constant, Pseudotensor states

1. INTRODUCTION

Evolution of hadrons at high temperatures has recently been a hot topic in high energy physics due to the relation of quark-gluon plasma (QGP) which is assumed to be in the early stage of the universe. In the primordial universe interactions between particles occur in hot medium, leading to modifications of the hadronic characteristics with respect to their zero-temperature (Collins and Perry, 1975, Cabibbo and Parisi, 1975). Many interesting phenomena may arise in this regime. Detailed studies of the QGP created in nuclear collisions at LHC and RHIC have already displayed that this new state of matter has unique features and presents challenging problems to theory (Abreu et al., 2000, Adare, A. et al., 2007). In this manner, experimental data can be used to make clear those properties of hot hadronic matter that cannot still be exactly anticipated by QCD. Even though theory has no complete answers so far, major developments have been made toward progressive frameworks in which such questions can be addressed.

Hence it is very important to investigate mesons in hot medium. Among the tensor groups, the basic features of pseudotensor $\eta_2(1645)$ and $\eta_2(1870)$ mesons are still a mystery. There are not many studies about this group of mesons in the literature. In this study, we focus on determining the $\eta_2(1645)$ and $\eta_2(1870)$ mass and decay constant shift due to temperature by using Thermal QCD sum rules (TQCDSR) (Bochkarev and Shaposnikov, 1986) formalism including up to dimension five of thermal QCD condensates and assuming their mixture angle is very small. Also, this issue is very important to complete the hadron spectrum and comprehend the QCD dynamics. These two

further states have first observed in the WA102 experiment in decays to $KK\pi$ and $\eta\pi\pi$ (Barberis et al., 1997, Barberis et al., 2000). Then taken by the Crystal Barrel collaboration with higher statistics than in the earlier publication and they confirm the presence of $\eta_2(1645)$ and $\eta_2(1870)$ (Adomeit et al., 1996). In the text thereafter these particles are named as $\eta_2^{(1)}$ and $\eta_2^{(2)}$ for brevity.

Assuming that physical states $\left|\eta_2^{(1)}\right\rangle$ and $\left|\eta_2^{(2)}\right\rangle$ are the eigenvectors of mass-squared matrix, the physical isoscalar states can be related to the bare states as

$$\begin{pmatrix}\eta_2^{(1)}\\ \eta_2^{(2)}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\cos\theta & -\sin\theta\\ \sin\theta & \cos\theta\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\psi_8\\ \psi_1\end{pmatrix} \quad (1)$$

where θ is the nonet mixing angle and

$$\psi_1=\frac{1}{\sqrt{3}}\left(u\bar{u}+d\bar{d}+s\bar{s}\right),\quad \psi_8=\frac{1}{\sqrt{6}}\left(u\bar{u}+d\bar{d}-2s\bar{s}\right). \quad (2)$$

Since the relatively small effect of the mixing angle allows us to ignore the mixing of the isoscalar singlet and octet states, i.e. 3⊗3=1⊕8. In other words, the $\eta_2^{(1)}$ and $\eta_2^{(2)}$ can be taken as pure octet and singlet states, respectively. In this work, we calculate the hadronic parameters of $\eta_2^{(1)}$ and $\eta_2^{(2)}$ mesons to show how temperature influences these parameters. This knowledge may give us some hints which provide information on QCD characteristics that are still not fully understood such as confinement and chrial phase transition.

The rest of the paper is organized as follows. In Section 2, we present the theory of TQCDSR which we used in our calculations. Introducing the interpolating current and calculating the two-point correlation function, the Borel sum rule analysis is performed in Section 3. We discussed our results in Section 4. The last section is a brief summary.

2. ANALYSIS of THERMAL QCD SUM RULES METHOD

Hadrons are produced in a scale of energy where the perturbation theory loses its status; hence to explore the physics of hadrons, a non-perturbative approach is required. The QCD Sum Rules (QCDSR) approach is one of the most well-established non-perturbative techniques applied extensively to hadron physics (Shifman et al., 1979) and has two exclusive features;

- its foundation based on the QCD Lagrangian and
- free of model dependent parameters.

We add the temperature parameter to this model for exploring the hot matter brought into contact with a heat bath. The heat bath upraised the temperature of quark matter around the meson under consideration to temperature T, having the constituents of the vacuum. As we estimate temperature equilibrium, the heat bath is the local environment for determining the features of mesons existing in the early universe or in the QGP medium produced in heavy ion experiments.

In order to reach our aim we will use the TQCDSR theory which was first proposed in 1986 by Bochkarev and Shaposnikov (1986). One of the primary interests of the TQCDSR method is that it provides a general framework in which to address some of the basic questions in the QCD theory in particular, with respect to the de-confinement phase transition in hot and dense QCD medium. As stated in TQCDSR, correlator can be expressed as follows:

$$\Pi(p,T)=i\int d^4x e^{ip\cdot(x-y)}\langle\varrho\mathrm{T}\{J_{\eta_2}(x)\bar{J}_{\eta_2}(y)\}\rangle \quad (3)$$

where T is the time-ordered covariant operator acting on pseudotensor current belonging to the $\eta_2^{(1)}$ and $\eta_2^{(2)}$ mesons, represented in (Reinders, 1985):

$$J_{\eta_2} = i\bar{Q}_i \left(\gamma_\mu\gamma_5\partial_\nu + \gamma_\nu\gamma_5\partial_\mu + \frac{2}{3}\eta_{\mu\nu}\gamma_5 \not{\partial}\right) Q_i, \tag{4}$$

here Q represent the quark field, $\eta_{\mu\nu} = \frac{p_\mu p_\nu}{p^2} - g_{\mu\nu}$ and statistical mechanics allows us to calculate the thermal average of $\Pi(p, T)$ with $\varrho = e^{-H/T}/\, Tr\,(e^{-H/T})$. According to the philosophy of the sum rule approach, correlator is defined both in terms of hadronic degrees of freedom which is named by phenomenological side which we call it as left hand side (LHS) and quark-gluon degrees of freedom called as QCD part named as right hand side (RHS). Let's determine the first one:

$$\Pi^{LHS}_{\mu\nu,\alpha\beta}(p,T) = \frac{\langle\Omega\,|J_{\mu\nu}(0)|\eta_2\rangle\langle\eta_2\,|\bar{J}_{\alpha\beta}(0)|\Omega\,\rangle}{m^2_{\eta_2}(T) - p^2_{\eta_2}} + \cdots, \tag{5}$$

where Ω indicate the heat bath and dots show the contributions coming from the excited states. The matrix element $\langle\Omega\ \ |J_{\mu\nu}(0)|\eta_2\rangle$ is defined in terms of the decay constant $f_{\eta_2}(T)$ and the mass $m_{\eta_2}(T)$:

$$< \Omega\big|J_{\mu\nu}(0)\,\big|\eta_2 >= f_{\eta_2}(T)\, m^3_{\eta_2}\,(T)\,\varepsilon_{\mu\nu} \tag{6}$$

where the polarization tensor $\varepsilon_{\mu\nu}$ obey the following relation:

$$\varepsilon_{\mu\nu}\varepsilon^*_{\alpha\beta} = \frac{1}{2}\,t_{\mu\alpha}\,t_{\nu\beta} + \frac{1}{2}t_{\mu\beta}\,t_{\nu\alpha} - \frac{1}{3}\,t_{\mu\nu}\,t_{\alpha\beta}\ , \text{with}\ \ t_{\mu\nu} = -g_{\mu\nu} + \frac{p_\mu\,p_\nu}{m^2_{\eta_2}}.$$

By gathering Eqs. (3), (4), (5) and Eq. (6), the final expression of the correlation function for the LHS is obtained and separating this statement into structures and choosing one Lorentz structure, we get:

$$\Pi^{LHS}_{\mu\nu\,,\alpha\beta}(p^2,T) = \Pi^{LHS}(p^2,T)\left\{\frac{1}{2}(g_{\mu\alpha}g_{\nu\beta+}\ g_{\mu\beta}g_{\nu\alpha})\right\} + other\ structures. \tag{7}$$

Next for simplicity we seperate our result as perturbative $\Gamma(p^2,T)$ and non-perturbative $\acute{\Gamma}(p^2,T)$ contribution to the correlation function as:

$$\Pi^{LHS}\,(p^2,T) = \Gamma(p^2\,,T) + \acute{\Gamma}(p,T). \tag{8}$$

In order to continue the thermal sum rules for the meson mass and decay constant, we require specifying an expression for the QCD side which we called as RHS. On the grounds of the analyticity, correlator is related to the imaginary part by dispersion relation as:

$$\Pi^{RHS}(p,T) = \frac{1}{\pi}\int_{s_{min}}^{s_0(T)} \frac{Im[\Pi^{RHS}(s,T)]}{s-p^2}\, ds + \cdots \tag{9}$$

The first step in the calculation is to insert Eq. (4) into the correlator in Eq. (3). After doing some straightforward calculations we reach an expression in terms of light quark propagator for the $\eta_2^{(1)}$ and $\eta_2^{(2)}$ states respectively:

$$\begin{aligned}\Pi_{\mu\nu,\alpha\beta} = \frac{i}{24}\int d^4x\, e^{ip\cdot x}\,\big[[Tr\{\partial_\beta(y)S_u(y-x)\gamma_\mu\gamma_5\partial_\nu(x)S_u(x-y)\gamma_\alpha\gamma_5\}\\ +(\beta\to\alpha)+(\mu\to\nu)+(\beta\to\alpha,\ \mu\to\nu)]+[u\to d]+[u\to s]]\big|_{y=0},\\ \Pi_{\mu\nu,\alpha\beta} = \frac{i}{12}\int d^4x\, e^{ip\cdot x}\,\big[[Tr\{\partial_\beta(y)S_u(y-x)\gamma_\mu\gamma_5\partial_\nu(x)S_u(x-y)\gamma_\alpha\gamma_5\}\\ +(\beta\to\alpha)+(\mu\to\nu)+(\beta\to\alpha,\ \mu\to\nu)]+[u\to d]+4[u\to s]]|_{y=0}.\end{aligned} \tag{10}$$

Note that at finite temperature, one works with the retarded rather than the causal propagator as follows:

$$S_q^{ab}(y-x) = i\delta_{ab}\frac{(\not{y}-\not{x})}{2\pi^2(y-x)^4} - \frac{m_q}{4\pi^2(y-x)^2}\delta_{ab} - \frac{\langle\bar{q}q\rangle_T}{12}\delta_{ab} - \frac{(y-x)^2}{192}m_0^2\langle\bar{q}q\rangle_T\left(1-\frac{im_q(\not{y}-\not{x})}{6}\right)\delta_{ab}$$
$$+\frac{i}{3}\left[(\not{y}-\not{x})\left(\frac{m_q}{16}\langle\bar{q}q\rangle_T - \frac{1}{12}\langle u^\mu\theta^f_{\mu\nu}u^\nu\rangle\right) + \frac{1}{3}(u\cdot(y-x))\not{u}\langle u^\mu\theta^f_{\mu\nu}u^\nu\rangle\right]\delta_{ab}$$
$$-\frac{ig_sG^{\alpha\beta}_{ab}}{32\pi^2(y-x)^2}\left[(\not{y}-\not{x})\sigma_{\alpha\beta}+\sigma_{\alpha\beta}(\not{y}-\not{x})\right] - i\delta_{ab}\frac{(y-x)^2(\not{y}-\not{x})g_s^2\langle\bar{q}q\rangle_T^2}{7776}, \quad (11)$$

where m_q shows the light quark mass, u^μ is the four-velocity of the heat bath, $\langle q\bar{q}\rangle_T$ is the temperature-dependent light quark condensate being the $q = u,\ d$ or s and $\theta^f_{\mu\nu}$ is the fermionic part of the energy momentum tensor. Using these knowledges the meson mass and decay constant sum rules can be attained by equalizing the logarithmic derivative of the LHS and RHS. As stated in the theory, the sum rule is valid only in a region there the combination in Eq. (10) is almost insensitive to Borel mass parameter M_B and s_0 threshold parameter, which in practice means inside these regions where the sum rules have plateau. After these analyses we reach the mass and decay constant sum rules as follows:

$$f_{\eta_2}(T) = \sqrt{\left(\int_{s_{min}}^{s_0(T)} ds\,\rho(s)\exp(-s/M^2) + \tilde{B}\acute{\Gamma}(q,T)\right)/m_{\eta_2}^6(T)\exp\left(-\frac{m_{\eta_2}^2(T)}{M^2}\right)}, \quad (12)$$

$$m_{\eta_2}(T) = \sqrt{\left(\int_{s_{min}}^{s_0(T)} ds\,s\,\rho(s)\exp(-s/M^2) + M^4\frac{d}{d(M^2)}\tilde{B}\acute{\Gamma}\right)/\left(\int_{s_{min}}^{s_0(T)} ds\,\rho(s)\exp(-s/M^2) + \tilde{B}\acute{\Gamma}\right)}. \quad (13)$$

3. RESULTS

Now it is time to find out the numerical values of the obtained analytical results for the mass and decay constant of $\eta_2^{(1)}$ and $\eta_2^{(2)}$ states. To this aim we employed the following input parameters for the quark masses $m_u = (2.16^{+0.49}_{-0.26})$ MeV, $m_d = (4.67^{+0.48}_{-0.17})$ MeV, $m_s = \left(93^{+11}_{-5}\right)$ MeV (Tanabashi, 2019), quark condensates $<0|\bar{u}u|0> = <0|\bar{d}d|0> = -(0.24 \pm 0.01)^3$ GeV^3 and quark-gluon mix condensates $<\bar{q}q_s\sigma Gq> = m_0^2 <\bar{q}q>$ (Shifman et al., 1979) with $m_0^2 = (0.8 \pm 0.2)$ GeV^2 (Dosch et al., 1989). In order to continue our evaluation the temperature-dependent quark and gluon condensates and the energy density expressions is required. Fitting the Lattice data from Ref. (Dominguez and Hernandez, 2016) yield:

$$\frac{s_0(T)}{s_0(0)} = \left(\frac{<q\bar{q}>_T}{<q\bar{q}>_0}\right)^{\frac{2}{3}}, \quad (14)$$

here s_0 is the cut-off parameter at vacuum state and it is not totally arbitrary but point out the beginning of the first excited state with the same quantum numbers as the chosen interpolating currents for the considered particle. In this context the working region for the s_0 should be chosen so that the physical quantities show relatively weak dependence on it.

Further we should determine the quark condensate $<q\bar{q}>_T$ in terms of temperature, which has been evaluated in Lattice gauge theory (Bali et al., 2012). So we find the most convenient fit function in accordance with these data as:

$$< q\bar{q} >_T = < q\bar{q} >_0 (C_1 \exp(\alpha T) + C_2)^{\frac{3}{2}} \quad (15)$$

where $\alpha = 0.0412\ \text{MeV}^{-1}$, $C_1 = -6.444 \times 10^{-4}$ and $C_2 = 0.994$. The fermionic part of the energy-momentum density parameter is also included to the calculation obtained in Ref. (Azizi and Bozkır, 2016) from the Lattice QCD results in Ref. (Cheng et al., 2008):

$$< \theta^{f}_{00} >_T = T^4 \exp(\lambda_1 T^2 - \lambda_2 T) + CT^5 \quad (16)$$

here $\lambda_1 = 113.867\ \text{GeV}^{-2}$, $\lambda_2 = 12.190\ \text{GeV}^{-1}$ and $C = -10.141\ \text{GeV}^{-1}$. Next using the quark-hadron duality, we can define the mass and decay constant sum rules related with temperature. We make fit of our data for the precise conclusion belonging to the considered states with the following convenient function:

$$y = y_0 + A_1 \exp\left(\frac{-z}{t_1}\right) \quad (17)$$

with $y_0 = 0.99911$, $A_1 = -8.51942 \times 10^{-5}$ and $t_1 = -0.13036$ for the $\eta_2^{(1)}$mass, $y_0 = 1.00246$, $A_1 = -1.21362 \times 10^{-4}$ and $t_1 = -0.16398$ for the decay constant of $\eta_2^{(1)}$, $y_0 = 0.99933$, $A_1 = -9.37462 \times 10^{-5}$ and $t_1 = -0.1322$ for the $\eta_2^{(2)}$ mass and lastly $y_0 = 0.99997$, $A_1 = -5.17368 \times 10^{-5}$ and $t_1 = -0.13939$ for the decay constant of $\eta_2^{(2)}$. Here z represents the normalized temperatures, i.e. $z = T/T_c$ where T_c is the critical temperature for the chiral-symmetry restoration or quark-gluon deconfinement and y denotes both normalized mass $y = \frac{m(T)}{m(0)}$ or normalized decay constant $y = \frac{f(T)}{f(0)}$.

Our conclusions indicate that the pseudotensor meson $\eta_2^{(1)}$ and $\eta_2^{(2)}$ masses decrease by $\sim(18-20)\%$ according to vacuum values respectively with increasing T (Andronic, 2018). In contrast, the decay constant shows little reliance on the temperature, except very close to T_c. Decay constants of $\eta_2^{(1)}$ and $\eta_2^{(2)}$ states decrease slightly by $\sim(6-7)\%$. This is interpreted as a signal for deconfinement at $T = T_c$. To test our numerical values we put $T = 0$ in Eq. (12) and (13) and get the following consistent values with the experiments.

Table 2. Borel mass and cut-off parameters for η_2 mesons.

Parameters	$\eta_2(1645)$	$\eta_2(1870)$
M^2 (GeV^2)	1.4-1.6	1.8-2.0
s_0 (GeV^2)	4.1-4.6	5.0-5.6

Table 2. Mass and decay constant values of the η_2 mesons at $T = 0$.

Parameters	$\eta_2(1645)$	$\eta_2(1870)$
Mass (GeV)	$1.628^{+0.036}_{-0.048}$	$1.812^{+0.050}_{-0.049}$
Decay constant $\times 10^2$	$3.87^{+0.02}_{-0.01}$	$2.19^{+0.01}_{-0.01}$

4. DISCUSSION

The aim of this paper has been to check to what extent can a TQCDSR model of hadrons account for the modification of $\eta_2(1645)$ and $\eta_2(1870)$ mesons mass and decay constant parameters. It is evident that the study of the pseudotensor mesons via TQCDSR has still a long way to go. There are many follow up questions to the research presented in this paper. The mixing scheme could be enlarged involving of gluonic degrees of freedom. The $\eta_2^{(2)}$ was interpreted as a strong glueball candidate due to its enhanced production in a gluon-rich channel. Further Carvalho and et al. obtained values consistent with a near to ideal $\eta_2^{(1)} - \eta_2^{(2)}$ mixing (Carvalho and et al., 2002) and the second

isoscalar being dominantly made of $s\bar{s}$ as speculated by PDG, even if there are some estimations that it may be an hybrid (Close and Page, 1995, Adomeit et al, 1996). We believe our ad hoc assumptions are probably being devoleped with high precision experimental results and clarify this issue in the near future.

5. CONCLUSION

To our knowledge, this study is the first attention given to the search of variations of hadronic parameters of $\eta_2(1645)$ and $\eta_2(1870)$ in the scheme of TQCDSR method. We aim to make predictions extending QCDSR based model, in which parameters are introduced to account for the temperature dependence. We find our results reasonable, and consistent with the available experimental data. Results of the present investigation may be helpful to understand the possible outcomes of the future experiments like CBM and PANDA under the FAIR facility. In our future plan, it will be of interest to include in the calculations to evaluate the in-medium decay width. This can possibly complete the missing parts of the picture and allows us to better understand the strong interaction dynamics.

REFERENCES

Abreu MC et al. [NA50 Collaboration] 2000. Evidence for deconfinement of quarks and gluons from the J/ψ suppression pattern measured in Pb+Pb collisions at the CERN SPS. Phys. Lett. B 477, 28-36.

Adare, A et al. [PHENIX Collaboration] 2007. J/ψ production vs centrality, transverse momentum, and papidity in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV. Phys. Rev. Lett. 98, 232301.

Adomeit J et al. [Crystal Barrel Collaboration] 1996. Evidence for two isospin zero $J^{(PC)} = 2^{-+}$ mesons at 1645MeV and 1875MeV. Z. Phys. C 71, 227.

Andronic A, Braun-Munzinger P, Redlich K and Stachel J. 2018. Decoding the phase structure of QCD via particle production at high energy. Nature 561 (7723), 321.

Azizi K and Bozkır G. 2016. Decuplet baryons in a hot medium. Eur. Phys. J. C 76 (10) 521.

Bali GS, Bruckmann F, Endrodi G, Fodor Z, Katz SD and Schafer A. 2012. QCD quark condensate in external magnetic fields. Phys. Rev. D 86, 071502.

Barberis D et al. [WA102 Collaboration] 1997. A study of $KK\pi$ the channel produced centrally in pp interactions at 450 GeV/c. Phys. Lett. B 413, 225.

Barberis D et al. [WA102 Collaboration] 2000. The $\eta\pi^+\pi^-$ channel produced in central pp interactions at 450GeV/c. Phys. Lett. B 471, 435.

Bochkarev AI and Shaposnikov ME. 1986. Spectrum of the hot hadronic matter and finite temperature QCD sum rules. Nucl. Phys. B 268, 220.

Cabibbo N and Parisi G. 1975. Exponential hadronic spectrum and quark liberation. Phys. Lett. B, 59, 67–69.

Carvalho WS, de Castro AS and Antunes ACB. 2002. SU(3) mixing for excited mesons. J. Phys. A 35, 7585-7596.

Cheng M et al. 2008. The QCD equation of state with almost physical quark masses. Phys. Rev. D 77, 014511.

Close FE and Page PR. 1995. The Production and decay of hybrid mesons by flux tube breaking. Nucl. Phys. 443, 233.

Collins JC and Perry MJ. 1975. Superdense matter: neutrons or asymptotically free quarks? Phys. Rev. Lett., 34, 1353.

Dominguez CA and Loewe M. 1995. Comment on current correlators in QCD at finite temperature. Phys. Rev. D 52, 3143.

Dominguez CA, Hernandez LA. 2016. Determination of the temperature dependence of the up-down-quark mass in QCD. Mod. Phys. Lett. A 31 (36) 1630042.

Dosch HG, Jamin M and Narison S. 1989. Baryon masses and flavor symmetry breaking of chiral condensates. Phys. Lett. B 220, 251.

Mallik S. 1998. Operator product expansion at finite temperature. Phys. Lett. B 416, 373.

Matsui T and Satz H. 1986. J/ψ suppression by quark-gluon plasma formation. Phys. Lett. B 178, 416.

Reinders LJ, Rubinstein H and Yazaki S. 1985. Hadron properties from QCD sum rules. Phys. Rept. 127, 1.

Shifman MA, Vainshtein AI and Zakharov VI. 1979. QCD and resonance physics. Theoretical foundations. Nucl. Phys. B, 147, 385.

Tanabashi M et al. [Particle Data Group] 2019. Review of particle physics. Phys. Rev. D 98, 030001.

PROPERTIES OF PSEUDOTENSOR $\pi_2(1670)$ MESON UNDER EXTREME THERMAL CONDITIONS

Jale Yılmazkaya Süngü
Department of Physics, Kocaeli University - 41380 Izmit, Turkey
jyilmazkaya@kocaeli.edu.tr

Arzu Türkan
Özyeğin University, Department of Natural and Mathematical Sciences - Çekmeköy, Istanbul, Turkey
arzu.turkan@ozyegin.edu.tr

Elif Güngör
Department of Physics, Kocaeli University - 41380 Izmit, Turkey
elif-gungor3011@hotmail.com

Elşen Veli Veliev
Department of Physics, Kocaeli University - 41380 Izmit, Turkey
elsen@kocaeli.edu.tr

Abstract
Studies on light mesons have played a crucial role not only in establishing the light hadron spectrum but also in enlarging our understanding of new hadron states. In this study, the pseudoscalar tensor state $\pi_2(1670)$ is studied through the Thermal QCD sum rules method including the quark and quark-gluon mixed condensates up to dimension five at finite temperatures. To extract the thermal modifications of hadronic parameters of the π_2 resonance that appear in the $\pi^-\pi^-\pi^+$ system, we performed convenient fit functions for some input parameters regarding the lattice data in the hot medium. Moreover, we obtained vacuum values (i.e. $T = 0$) of some hadronic parameters for the ground state pseudoscalar tensor π_2 and compared with the other ones existing in the literature. This is helpful to search for and explore more features of light unflavoured meson family in experiments.

Keywords: Thermal QCD sum rules, Hadronic parameters, Pseudoscalar tensor meson

1. INTRODUCTION

As the universe expanded and cooled after the Big Bang, when the temperature reached the value $T_c \simeq 155$ MeV (Andronic, 2018), it is a great possibility that matter starts to undergo a phase transition from quark states to produce hadrons (Collins and Perry, 1975, Cabibbo and Parisi, 1975). It was first predicted by Matsui (Matsui and Satz, 1985), that the decrease in the yield of J/ψ state in hot medium can be considered as a sign for the creation of quark-gluon plasma (QGP) in experiments (Abreu et al., 2000, Adare, A. et al., 2007).

In this context, we employ the pseudotensor current with $J^{PC} = 2^{-+}$ to compute the two-point correlation function in the framework of Thermal QCD sum rule (TQCDSR) first time in the literature for the $\pi_2(1670)$ ground-state involving thermal quark and gluon condensates up to the dimension five to see the effect of temperature on the properties of this meson. Next we carry out the TQCDSR analysis and derive the thermal mass and decay constant sum rules of the π_2 tensor state. It can supply additional and important clues on the temperature behaviour of hadronic parameters. Also this lets us for a more realistic outcome on the relation between deconfinement and chiral symmetry restoration. So we can have intercourse with the phase transition from hadron to QGP or vice versa and consequently the changing of the physical observables in terms of high temperatures.

The rest of the article is arranged as follows. In section 2, we define the correlation function for the 2^{-+} meson and discuss its thermal features and the numerical results are given in section 3. Section 4 is devoted to the discussion of our numerical calculations of these parameters. Final section is presented as conclusion section reporting a good agreement with the available data in the literature.

2. THE TWO-POINT THERMAL CORRELATION FUNCTION

Since QCD sum rules (QCDSR) (Shifman et al., 1979) makes a relatively simple and explicit connection between the condensates and hadron characteristics, this approach is suggested for our purpose. Let's first summarize the main points of QCDSR approach to pass the TQCDSR model (Bochkarev and Shaposnikov, 1986). In this model we calculate the hadronic parameters both with physical side using hadronic degrees of freedom and theoretical side via quark-gluon degrees of freedom.

• *Physical or phenomenological side*, which is achieved by sandwiching the correlator with all possible mesons having the same quantum numbers J^{PC},

• *Theoretical or QCD part*, which is obtained taking into account the internal structure of the hadrons, namely quarks and gluons. In this part the correlator is evaluated assuming the notion of quark-hadron duality using operator product expansion (OPE) where the short and long distance contributions are divided. The former is computed via the perturbation theory, though the latter is represented according to the thermal expectation values.

The extension of the QCDSR method to finite temperatures was first proposed by Bochkarev and Shaposnikov (1986), and applied to various problems of hadron physics. By using the TQCDSR, we deal with the two-point correlator as:

$$\Pi(q,T) = i \int d^4x e^{iq\cdot(x-y)} \langle\, \xi \mathrm{T} \left[J_{\pi_2}(x)\, \bar{J}_{\pi_2}(y) \right] \rangle\,, \tag{1}$$

where $\xi = e^{-H/T} / Tr\,(e^{-H/T})$. In Eq. (1) T is the time ordering product. We let $y = 0$ after Fourier transform calculations. J_{π_2} is the pseudotensor interpolating current with $J^{PC} = 2^{-+}$ (Reinders, 1985):

$$J_{\pi_2} = i\bar{q}_i \left(\gamma_\mu \gamma_5 \partial_\nu + \gamma_\nu \gamma_5 \partial_\mu + \frac{2}{3} \eta_{\mu\nu} \gamma_5 \not{\partial} \right) q_i\,, \tag{2}$$

here $\eta_{\mu\nu} = q_\mu q_\nu / q^2 - g_{\mu\nu}$. After standard transformations we have:

$$\Pi^{phys}_{\mu\nu,\alpha\beta}(q,T) = \frac{\langle \omega\, |J_{\mu\nu}(0)|\pi_2\rangle \langle \pi_2\, |\bar{J}_{\alpha\beta}(0)|\, \omega\rangle}{m^2_{\pi_2}(T) - q^2_{\pi_2}} + \cdots \tag{3}$$

In Eq. (3) ω symbolizes the hot medium and dots show the contributions coming from the higher states and continuum. In the hadronic sector, we define the matrix element $\langle \omega\, |J_{\mu\nu}(0)|\pi_2\rangle$ with the tensor meson leptonic decay constant $f_{\pi_2}(T)$ and mass $m_{\pi_2}(T)$ through

$$< \omega \big| J_{\mu\nu}(0) \big| \pi_2 > = f_{\pi_2}(T)\, m^3_{\pi_2}(T) \varepsilon_{\mu\nu}, \tag{4}$$

where $\varepsilon_{\mu\nu}$ denotes the polarization tensor and the following equality is valid:

$$\varepsilon_{\mu\nu} \varepsilon^*_{\alpha\beta} = \frac{1}{2}\, \eta_{\mu\alpha}\, \eta_{\nu\beta} + \frac{1}{2} \eta_{\mu\beta}\, \eta_{\nu\alpha} - \frac{1}{3}\, \eta_{\mu\nu}\, \eta_{\alpha\beta}, \tag{5}$$

with $\eta_{\mu\nu} = -g_{\mu\nu} + \frac{q_\mu\, q_\nu}{m^2_{\pi_2}}$. Then using Eq. (5), the correlation function can be written in terms of Lorentz structures in the form:

$$\Pi^{phys}_{\mu\nu,\alpha\beta}(q^2,T) = \Pi^{\mathrm{theo}}(q^2,T) \left\{ \frac{1}{2} (g_{\mu\alpha} g_{\nu\beta} + g_{\mu\beta} g_{\nu\alpha}) \right\} + \text{other structures.} \tag{6}$$

To reach the TQCDSR for the meson mass and decay constant, first we separate the perturbative $\Gamma(q^2, \mathrm{T})$ and non-perturbative $\tilde{\Gamma}(q^2, \mathrm{T})$ contribution of the correlator in Eq. (6) as:

$$\Pi^{phys}(q^2,T) = \Gamma(q^2,T) + \tilde{\Gamma}(q^2,T). \tag{7}$$

Also, it is possible to express the other side, namely theoretical side similar to the physical side using the Eq. (1) in terms of quark-gluon degrees of freedom in TQCDSR approach and selecting the same Lorentz structure with the physical side. Additionally we can describe the correlator with a dispersion relation in which the quantity of interest seems explicitly as:

$$\Pi^{\text{theo}}(q^2,T) = \int_{s_{min}}^{s_0(T)} \frac{\rho^{\text{theo}}(s,T)}{s-q^2}\, ds + \cdots, \tag{8}$$

where $\rho(s,T)$ is the spectral density and specified with

$$\rho^{\text{theo}}(s,T) = \frac{1}{\pi} Im[\Pi^{\text{theo}}(s,T)]. \tag{9}$$

By dispersion relation we relate the 2-point correlation function to physical states and we perform Borel transform which guarantee dominance of the lowest-lying resonance. In order to obtain the TQCDSR embedding the current in Eq. (2) into the correlator and contracting the quark fields we get:

$$\Pi_{\mu\nu,\alpha\beta} = \frac{i}{8}\int d^4x\, e^{iq\cdot x}\left[[Tr[\partial_\beta(y) S_u(y-x)\gamma_\mu\gamma_5 \partial_\nu(x) S_u(x-y)\gamma_\alpha\gamma_5] + (\beta\to\alpha) + (\mu\to\nu) + (\beta\to\alpha,\ \mu\to\nu)] + [u\to d]\right]\Big|_{y=0}. \tag{10}$$

During the computations the following light quark propagator expression is used:

$$\begin{aligned} S_q^{ab}(y-x) = {} & i\delta_{ab}\frac{(\not{y}-\not{x})}{2\pi^2(y-x)^4} - \frac{m_q}{4\pi^2(y-x)^2}\delta_{ab} - \frac{\langle\bar{q}q\rangle_T}{12}\delta_{ab} - \frac{(y-x)^2}{192}m_0^2\langle\bar{q}q\rangle_T\left(1-\frac{im_q(\not{y}-\not{x})}{6}\right)\delta_{ab} \\ & + \frac{i}{3}\left[(\not{y}-\not{x})\left(\frac{m_q}{16}\langle\bar{q}q\rangle_T - \frac{1}{12}\langle u^\mu\theta^f_{\mu\nu}u^\nu\rangle\right) + \frac{1}{3}(u\cdot(y-x))\not{u}\langle u^\mu\theta^f_{\mu\nu}u^\nu\rangle\right]\delta_{ab} \\ & - \frac{ig_s G^{\alpha\beta}_{ab}}{32\pi^2(y-x)^2}\left[(\not{y}-\not{x})\sigma_{\alpha\beta} + \sigma_{\alpha\beta}(\not{y}-\not{x})\right] - i\delta_{ab}\frac{(y-x)^2(\not{y}-\not{x})g_s^2\langle\bar{q}q\rangle_T^2}{7776}, \end{aligned} \tag{11}$$

here m_q sembolizes the light quark mass, u^μ is the four-velocity of the heat bath, $\langle q\bar{q}\rangle_T$ is the temperature-dependent light quark condensate being the $q = u,\ d$ or s (see Eq. (15)) and $\theta^f_{\mu\nu}$ is the fermionic part of the energy momentum tensor. Additionally we need to have the gluon condensate with regard to the gluonic part of the energy-momentum tensor $\theta^g_{\lambda\sigma}$. This information can be obtained from the following (Mallik, 1998):

$$\begin{aligned} \langle Tr^c G_{\alpha\beta}G_{\mu\nu}\rangle = {} & \frac{1}{24}(g_{\alpha\mu}g_{\beta\nu} - g_{\alpha\nu}g_{\beta\mu})\langle G^\alpha_{\lambda\sigma}G^{\alpha\lambda\sigma}\rangle + \frac{1}{6}[g_{\alpha\mu}g_{\beta\nu} - g_{\alpha\nu}g_{\beta\mu} \\ & - 2(u_\alpha u_\mu g_{\beta\nu} - u_\alpha u_\nu g_{\beta\mu} - u_\beta u_\mu g_{\alpha\nu} + u_\beta u_\nu g_{\alpha\mu})]\langle u^\lambda \theta^g_{\lambda\sigma} u^\sigma\rangle. \end{aligned} \tag{12}$$

We should choose a structure from the $\Pi^{\text{theo}}(q,T)$, then using the coefficients of this structure and applying the Borel transformation we can extract the sum rules. At this point, substituting thermal versions of expressions in Eq. (10) and performing standard manipulations that we mention above one obtains analytic equalities which relates the parameters of the QCDSR with hadronic mass and decay constant.

$$f_{\pi_2}^2(T) = \frac{\int_{s_{min}}^{s_0(T)} ds\ \rho(s)\exp(-s/M^2) + \tilde{B}\tilde{\Gamma}(q,T)}{m_{\pi_2}^6(T)\exp(-m_{\pi_2}^2(T)/M^2)}, \quad (13)$$

$$m_{\pi_2}^2(T) = \frac{\int_{s_{min}}^{s_0(T)} ds\, s\, \rho(s)\exp(-s/M^2) + \frac{d}{d(-1/M^2)}\tilde{B}\tilde{\Gamma}(q,T)}{\int_{s_{min}}^{s_0(T)} ds\, \rho(s)\exp(-s/M^2) + \tilde{B}\tilde{\Gamma}(q,T)}. \quad (14)$$

3. RESULTS

We explored the effects of high temperatures on hadron features employing a thermal model foreseeing the existence of the QGP. The phase transition from the hadronic to the quark phase is expected at about $T_c \simeq 155$ MeV (Andronic, 2018) as a smooth crossover. In this manner we try to compute the mass and decay constant of light pseudotensor mesons modifications in hot medium. However to perform our calculations we need to have the temperature-dependent quark and gluon condensates, and the energy density expressions as well. TQCDSR have some handicaps such as uncertainty in how to define the continuum, which is more and more serious point as the temperature is increased. In this context we employed the Lattice results (Dominguez and Hernandez, 2016) from the literature and fit these data according to the below prediction:

$$\frac{s_0(T)}{s_0(0)} = \left(\frac{<q\bar{q}>_T)}{<q\bar{q}>_0}\right)^{\frac{2}{3}}. \quad (15)$$

In this connection we may write the thermal quark condensate using the following fit parameter which is consistent with the Lattice data (Bali et al., 2012):

$$<q\bar{q}>_T = <q\bar{q}>_0 (Ae^{\alpha T} + B)^{\frac{3}{2}}, \quad (16)$$

where $\alpha = 0.0412\ \text{MeV}^{-1}$, $A = -6.444 \times 10^{-4}$ and $B = 0.994$. The energy-momentum tensor is parametrized (Azizi and Bozkır, 2016) fitting the Lattice data (Cheng et al., 2008) in the following form:

$$<u^\mu\, \theta_{\mu\nu}^f u^\nu>_T = <u^\mu\, \theta_{\mu\nu}^g u^\nu>_T = T^4 e^{(\lambda_1 T^2 - \lambda_2 T)} + CT^5, \quad (17)$$

here $\lambda_1 = 113.867\ \text{GeV}^{-2}$, $\lambda_2 = 12.190\ \text{GeV}^{-1}$ and $C = -10.141\ \text{GeV}^{-1}$. In the end we arrive the theoretical part of the correlator and selecting a Lorentz structure, we can equalize both physical and theoretical part's coefficients belonging to this structure.

Meanwhile we should define the working region for the Borel mass parameter M^2 and continuum parameter s_0. Now we need that not only the contributions of the higher states and continuum are satisfactorily suppressed but also the portion of perturbative part exceeds the non-perturbative contributions and the series of the OPE converge. This yield to the working window of the Borel mass parameter as $1.6\ \text{GeV}^2 \leq M^2 \leq 1.8\ \text{GeV}^2$. We employ the threshold parameter s_0 to avoid the contaminations of the higher resonances and continuum states since QCDSR is used for the low-lying resonances. In this work, the energy gap $\sqrt{s_0} - m_{\pi_2} = (0.3 - 0.5)$ GeV, i.e $4\ \text{GeV}^2 \leq s_0 \leq 4.7\ \text{GeV}^2$, is involved for the contributions of the ground states.

For the sake of the best result, our data sets from TQCDSR on the mass and decay constant are well reproduced with a fit function as in the below, respectively:

$$y = y_0 + D\exp\left(\frac{x - x_0}{t_1}\right)$$

here $y_0 = 0.99954$, $x_0 = 0.14262$, $D = -2.94706 \times 10^{-4}$ and $t_1 = 0.13291$,

$$z = z_0 + E\exp\left(\frac{x - x_0}{t_2}\right),$$

where $z_0 = 1.00059$, $x_0 = 0.11719$, $E = -1.68201 \times 10^{-4}$ and $t_2 = 0.15118$ and x denotes the ratio of the temperature T to the critical temperature T_c, namely and y symbolizes both normalized mass $y = \frac{m(T)}{m(0)}$ or normalized decay constant $z = \frac{f(T)}{f(0)}$. Finally using the following input parameters in Table 1, we get the numerical value of mass and decay constant of $\pi_2(1670)$ as shown in Table 2 at $T = 0$. Let us note that the vacuum mass of $\pi_2(1670)$ state is well described in our model.

Table 3. Input Parameters.

Parameter	Numerical Value
m_u (Tanabashi et al. 2019)	$(2.16^{+0.49}_{-0.26})$ MeV
m_d (Tanabashi et al. 2019)	$(4.67^{+0.48}_{-0.17})$ MeV
$\langle 0\|uu\|0\rangle = <0\|\bar{d}d\|0>$ (Shifman et al., 1979)	$-(0.24 \pm 0.01)^3 \text{GeV}^3$
m_0^2 (Dosch et al., 1989)	(0.8±0.2) GeV^2

Table 2. Mass and Decay Constant of $\pi_2(1670)$ Meson at $T = 0$.

Available data in the literature and our results	Mass (GeV)	Decay constant $\times 10^2$
Experiment (Tanabashi et al. 2019)	$1.642^{+0.012}_{-0.001}$	-
Our Results	1.654 ± 0.06	$3.76^{0.02}_{-0.01}$
GI Model (Godfrey and Isgur, 1985)	1.680	-
Three Body Model (Roca, 2011)	1.660	-

Our results denotes that pseudotensor meson π_2 mass decrease dramatically with temperature by some 25%, while decay constant decreases slightly by 8% as compared with the vacuum values. Also when we replaced the $T = 0$ in our expressions we get the vacuum values of the mass and decay constant of π_2 state as presented in Table 2 and compare with other models and experimental data available in the literature. Such behaviour may provide evidence for the quark-gluon deconfinement, and is in qualitative consistency with results obtained in the light-quark sector (Türkan et al., 2019).

4. DISCUSSION

We hope that the pseudotensor $\pi_2(1670)$ meson, in which we examine its behavior in extreme thermal conditions, will contribute to both the properties of the pseudotensor mesons and the formation of the hadron spectrum. According to our evaluation it is possible to interpret π_2 state as the ground-state $q\bar{q}$ pseudotensor meson. The mass of π_2 agrees well with the Relativistic quark-model prediction (Godfrey and Isgur, 1985) for being the ground state. From the experimental side, new results and determinations of the pseudotensor mesons are required to confirm the standard basic quark-anti-quark scenario and the existence or not of an enhanced mixing in the isoscalar sector. Precise experimental studies of the hadron excitation spectrum and the dynamics of hadrons help to improve theoretical models and to test effective theories and lattice QCD simulations. The future experiments GlueX and CLAS12 experiments at Jefferson laboratory are expected to provide results in this direction.

5. CONCLUSION

Briefly $\pi_2(1670)$ resonance is investigated in the framework of the two-point TQCDSR in the temperature regime of the chiral crossover $T_c \simeq 155$ MeV. Considering the thermal condensate contributions, the relevant mass and decay constant are estimated and compared with the obtained data with other approaches. Our results give support to the notion that the fireball produced in the central nucleus-nucleus collisions at the LHC (Aamodt et al., 2008) is of thermal origin and exhibit characteristic features expected in QCD at the transition from a quark-gluon plasma to a hadronic phase.

REFERENCES

Aamodt K et al. [ALICE Collaboration] 2008. The ALICE experiment at the CERN LHC. JINST 3, S08002.

Abreu MC et al. [NA50 Collaboration] 2000. Evidence for deconfinement of quarks and gluons from the J/ψ suppression pattern measured in Pb + Pb collisions at the CERN SPS. Phys. Lett. B 477, 28-36.

Adare, A et al. [PHENIX Collaboration] 2007. J/ψ production vs centrality, transverse momentum, and papidity in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV. Phys. Rev. Lett. 98, 232301.

Adolph C et al., [COMPASS Collaboration] 2014. Measurement of radiative widths of $a_2(1320)$ and $\pi_2(1670)$. Eur. Phys. J. A 50, 79.

Andronic A, Braun-Munzinger P, Redlich K and Stachel J. 2018. Decoding the phase structure of QCD via particle production at high energy. Nature 561 (7723) 321.

Azizi K and Bozkır G. 2016. Decuplet baryons in a hot medium. Eur. Phys. J. C 76 (10) 521.

Azizi K and Süngü JY. 2019. On the mass and decay constant of the P-wave ground and radially excited h_c and h_b axial-vector mesons J. Phys. G 46 (3), 035001.

Bali GS, Bruckmann F, Endrodi G, Fodor Z, Katz SD and Schafer A. 2012. QCD quark condensate in external magnetic fields. Phys. Rev. D 86, 071502.

Bochkarev AI and Shaposnikov ME. 1986. Spectrum of the hot hadronic matter and finite temperature QCD sum rules. Nucl. Phys. B 268, 220.

Cabibbo N and Parisi G. 1975. Exponential hadronic spectrum and quark liberation. Phys. Lett. B, 59, 67–69.

Cheng M et al. 2008. The QCD equation of state with almost physical quark masses. Phys. Rev. D 77, 014511.

Collins JC and Perry MJ. 1975. Superdense Matter: Neutrons or Asymptotically Free Quarks? Phys. Rev. Lett., 34, 1353.

Dominguez CA and Loewe M. 1995. Comment on current correlators in QCD at finite temperature. Phys. Rev. D 52, 3143.

Dominguez CA, Hernandez LA. 2016. Determination of the temperature dependence of the up- down-quark mass in QCD. Mod. Phys. Lett. A31 (36) 1630042.

Dosch H G, Jamin M and Narison S. 1989. Baryon masses and flavor symmetry breaking of chiral condensates. Phys. Lett. B 220, 251.

Godfrey S and Isgur N. 1985. Mesons in a relativized quark model with chromodynamics. Phys. Rev. D 32, 189–231.

Mallik S. 1998. Operator product expansion at finite temperature. Phys. Lett. B 416, 373.

Matsui T and Satz H, 1986. J/ψ suppression by quark-gluon plasma formation. Phys. Lett. B 178, 416.

Narison S. 2010. Gluon condensates and c, b quark masses from quarkonia ratios of moments. Phys. Lett. B, 693, 559 Erratum: [Phys. Lett. B, 705, 544 (2011)].

Reinders LJ, Rubinstein H and Yazaki S. 1985. Hadron properties from QCD sum rules. Phys. Rept. 127, 1.

Roca L. 2011. Pseudotensor mesons as three-body resonances. Phys. Rev. D 84, 094006.

Shifman MA, Vainshtein AI and Zakharov VI. 1979. QCD and resonance physics. Theoretical foundations. Nucl. Phys. B, 147, 385.

Süngü JY, Türkan A, Dağ H, Veliev E Veli. 2018. Hidden-beauty broad resonance $Y_b(10890)$ in thermal QCD. Adv. High Energy Phys. 2019, 8091865.

Tanabashi M et al. [Particle Data Group] 2019. Review of particle physics. Phys. Rev. D 98, 030001.

Türkan A, Dağ H, Süngü JY, Veliev E Veli. 2019. Light D-wave axial-tensor $K_2(1820)$ meson at finite temperature. Europhysics Letters 126 (5), 51001.

VERİTABANINDA İNDEXLEMENİN ÖNEMİ

Öğr. Gör. İsmail SARI
Pamukkale Üniversitesi / Denizli Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu / Bilgisayar Teknolojileri Bölümü
ismailsari@pau.edu.tr

Özet
Teknolojik gelişmelere bağlı olarak, bilgi teknolojilerinin kullanılması eğitim ve üretim alanında bilgilerin depolanmasının önemini artırmaktadır. Bilgilerin depolanması programlama tekniği açısından veritabanı konusunun incelenmesini ve analiz edilmesini zorunlu kılmaktadır. Veritabanı, birbirleriyle ilişkisi olan verilerin tutulduğu, kullanım amacına uygun olarak düzenlenmiş veriler topluluğunun mantıksal ve fiziksel olarak tanımlarının olduğu bilgi depolarıdır. Bir veritabanından beklenen özellikler, verileri koruması, onlara erişilmesini sağlaması, başka verilerle ilişkilendirilmesi gibi temel işlemleri yapabilmesidir. Veritabanı kullanılarak, verilerden daha kolay yararlanılabilir., istenilen veriye çok kolay erişilebilir.

Bir veritabanının değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken en önemli yapılardan biri indexlemedir. İndexleme, veritabanı ortamında tablo gibi bir nesnedir ve ilişkili olarak kullanıldığı tablonun indexleme alanı (primary key) olarak kullanılan kolondaki verilere göre sıralanmış biçimde işleme sokulmasını sağlar. Bir tablo indexlenmiş ise bu tablo içinde gerçekleştirilecek bir arama ya da koşullu listeleme işlemi çok daha hızlı biçimde gerçekleştirilebilecektir. CREATE INDEX belirtilen bir tablo üzerinden bir indeks oluşturur. İndekslerin birincil kullanım amacı veritabanı başarımını arttırmaktır. İndexlemenin amacına uygun olarak kullanılmaması veritabanında sıkıntılara neden olur.

Bu çalışmada, bilgi, veri, veritabanı ve veritabanı yönetim sistemleri kavramları temel alınarak bunların uygulama alanlarından olan indexleme konusunun önemi, programlama örnekleri üzerinden inceleyeceğiz. Çalışma sistemlerindeki doğru ve yanlış örnekler üzerinden indexleme konusu incelenecektir. Amacmız, indexleme uygulamalarının veritabanı tabloları üzerindeki kayıtlar arasında çalışma sistemlerini gösterebilmektir. Veritabanında kayıtların sayısı arttıkça kayıtlara ulaşmadaki zorluğu doğru tablolardaki indexler yardımıyla en aza indirerek kullanım kolaylığını sağlamaktır. Örnek uygulama kodları ile anlatımımızı güçlendireceğiz. Örneklemler sonucunda elde edilen bilgiler sonuç raporu olarak bildirilecektir. Makale örnek üzerinde elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi, incelenmesi ve analiz sonucunun paylaşılmasını anlatmaktadır.

Anahtar kelimeler: Bilgi, veri, veri tabanı, veritabanı yönetim sistemleri, indexleme

IMPORTANCE OF INDEXING IN DATABASE

Abstract
Depending on technological developments, the use of information technologies increases the importance of storing information in the field of education and production. The storage of information necessitates the examination and analysis of the database subject in terms of programming technique. A database is a repository of information in which logical and physical definitions of a collection of data are organized in accordance with the intended use, in which the data in relation to each other is kept. What is expected from a database is that it can perform basic operations such as protecting data, making them accessible, and associating them with other data. By using the database, the data can be used more easily.

Indexing is one of the most important structures to be considered in the evaluation of a database. Indexing is an object, such as a table, in a database environment, and allows the table in which it is used to be processed in the order of the data in the column used as the index key (primary key). If a table is indexed, a search or conditional listing in this table can be performed much faster. CREATE INDEX creates an index through a specified table. The primary use of indexes is to increase database performance. Improper use of indexing causes problems in the database.

In this study, we will examine the importance of indexing which is one of their application areas based on information, data, database and database management systems concepts and programming examples. The topic of indexing will be examined through the right and wrong examples in working systems. Our aim is to show the working systems between the records on the database tables of indexing applications. As the number of records increases in the database, it is easy to use by minimizing the difficulty in reaching the records with the help of indexes in the correct tables. We will strengthen our narration with sample application codes. Information obtained as a result of the samples will be reported as a final report. The article describes the evaluation, examination and sharing of the results obtained on the sample.

Keywords: Information, data, database, database management systems, indexing

1.GİRİŞ

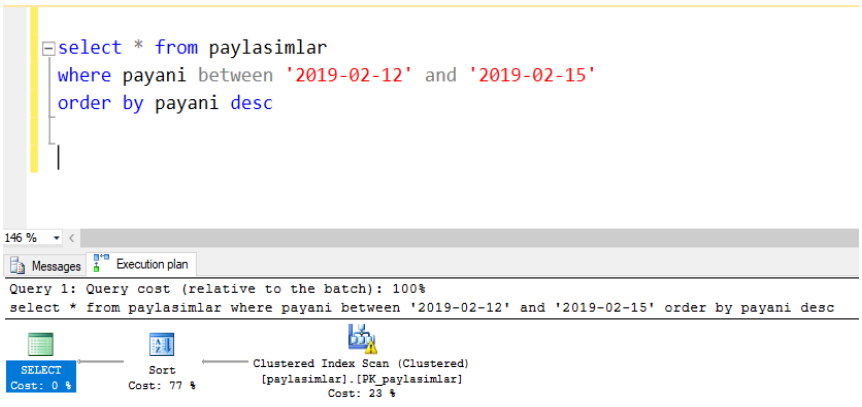
Günümüzde teknolojinin son derece hızlı bir şekilde gelişmesiyle beraber verilerle çalışmak ve bu verilere hızlı ulaşmak programcılık açısından hayati önem taşımaya başlamıştır. Programların verilerle çalışması veritabanı yönetimini daha da önemli kılmaktadır. Bugün verilerin yönetilmesini sağlayan çeşitli veritabanı yönetim sistemleri bulunmaktadır. (Oracle,SQL Server,MYSQL vs.)(Özer,2019) Veritabanı yönetim sistemleri birbirine güçlülükleri açısından rakiptirler. Doğru veritabanı yönetimini seçmek elbetteki çok önemlidir. Fakat taktir edersiniz ki veritabanının analizi, normalizasyon ve veritabanının diğer yönetim argümanlarını doğru şekilde, doğru yerde ve doğru zamanda kullanmak doğru veritabanı yönetimini seçmekten çok daha önemli hale gelmiştir (Özer,Sarı,2008).

2.UYGULAMA

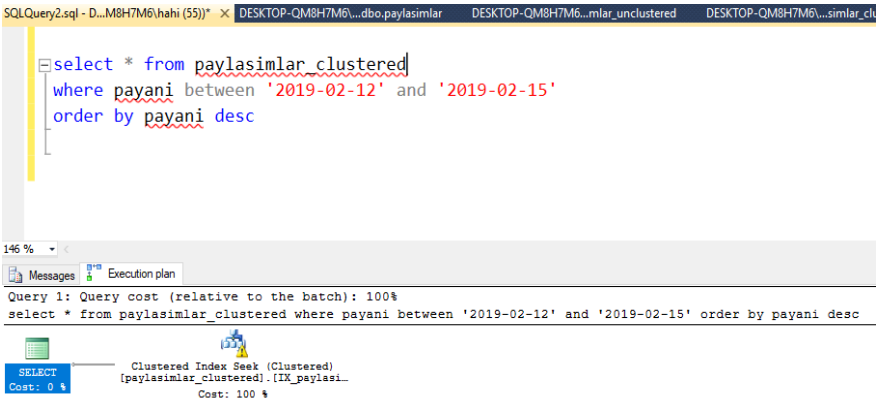
Aşağıda bir sosyal paylaşım sitesi veritabanında aktif olarak kullanılan paylaşımlar tablosunu kullanan bir örnek vardır. İçerisindeki verilerle beraber birbirinin kopyası olan bu tabloların birbirinden tek farkları “payani” kolonuna tanımlanan indexlerdir. Birinci tabloda “payani” kolonunda herhangi bir index yoktur. İkinci tabloda (paylasimlar_clustered) “payani” kolonuna tanımlanmış clustered (desc) bir index vardır. Son tabloda da (paylasimlar_unclustered) “payani” kolonuna tanımlanmış unclustered (desc) bir index vardır. İlgili tablolarda aynı SQL sorgusunu çalıştırıp çalıştırma planlarını (Execution Plan) incelediğimiz zaman sorgu sonucu aynı olsa dahi indexli tablolarda sorguyu çalıştırmak için harcanan kaynak ve plan şemasının ve doğal olarak sorguya cevap verme süresinin olumlu yönde oldukça farklı olduğu görülmektedir. Clustered index kullanılan tablonun ilgili kolon kullanıldığında çok daha hızlı cevap döndüğü unclustered indexli tablonun da clustered index kullanılan tabloya göre daha yavaş fakat index kullanılmayan tabloya nazaran daha hızlı cevap döndüğü görülmektedir.

Tabi index tanımlanan kolonlar “select” cümlelerinin cevap süresini olumlu yönde etkilemekle beraber gereksiz kullanılan indexler “insert”,”update” ve “delete” sorgularının cevap dönme süresini olumsuz yönde etkiler. Bundan dolayı kar zarar hesabı iyi yapılmalı ve tablonun üzerinde çalışan sorgu tipleri iyi analiz edildikten sonra ihtiyaç dahilinde indexler tanımlanmalıdır. Çok sık ekleme silme ve güncelleme yapılan tablolarda index tanımlamak sistemi hantallaştırabileceği gibi where koşullarında sıklıkla kullanılan kolonlara index tanımlamak da sistemin cevap dönme performansını bir o kadar arttırabilmektedir.

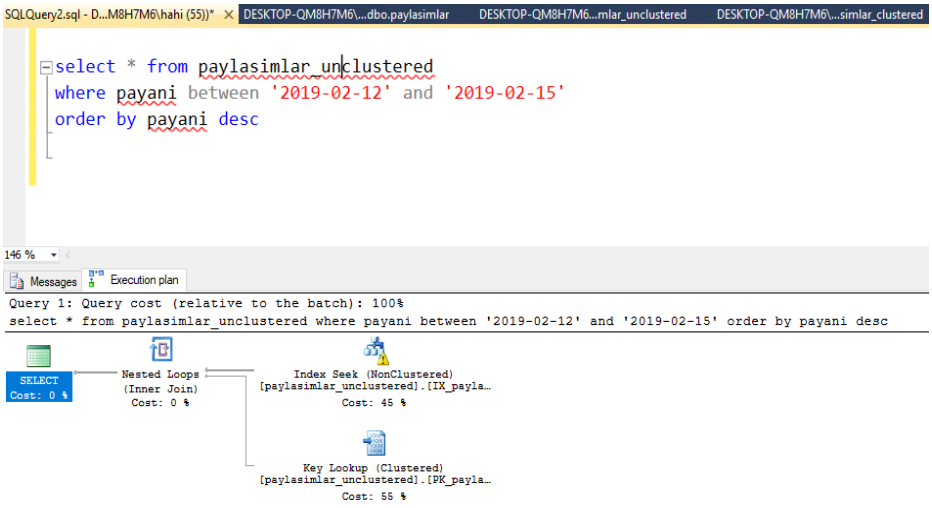
Tanımlanan indexin clustered index veya unclustered index olup olmaması kararı da yine ilgili kolonun projedeki önemine göre değişir. Zira bu iki index arasındaki fark iyi anlaşılmalıdır. Çünkü clustered index, bizzat tablonun kendisinde ilgili kolona göre sıralarken unclustered index, sanal bir kopya tablo oluşturup onun üzerinde sıralar ve sorgularda bu sanal tablolardan yardım alır.



Şekil 1. İndex tanımlanmayan tablodaki sorgu ve çalıştırma planı



Şekil 2. Clustered İndex tanımlanan tablodaki sorgu ve çalıştırma planı



Şekil 3. Unclustered İndex tanımlanan tablodaki sorgu ve çalıştırma planı

3.SONUÇ

Yapılan incelemeler ve uygulamalar sonucunda unclustered indexlerin "select" performansını arttırdığı fakat "insert, update, delete" performanslarını olumsuz etkilediği görülmektedir. Bundan dolayı unclustered index ler tanımlanmadan önce tanımlanan tablonun meşguliyeti ve projedeki rolü dikkatli bir şekilde analiz edilmeli ve veritabanı yönetim sistemlerinin çalışma mantıkları hiçbir zaman göz ardı edilmemelidir. Zira bu makaledeki basit tablo ve sorgularda dahi net bir şekilde görünen performans farklarının içerisinde milyarlarca kayıt barındıran tablolarda ve projelerde ne gibi sorunlara yol açabileceği unutulmamalıdır.

Kaynaklar

Bağcı, Ö. (2018) *İleri Excel* Ankara; Seçkin Yayınları

Özer, İ. (2019). *Veritabanı ve SQL*. Ankara: Seçkin Yayınları.

Özer, İ., (2019). Unclustered Index Kullanmanın Sorgulara Etkisi . I. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi Tam Metin Bildiri Kitabı, 26-29 Ağustos 2019, Pamukkale, Denizli/Türkiye . (pp.389-392).

Özer, İ., (2019). Veritabanı Yönetiminde Clustered Index Kullanmanın Önemi . III. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi Tam Metin Bildiri Kitabı, 5-6 Ekim 2018, Kiev/Ukrayna . (pp.112-115).

Özer, İ., Sarı, İ., Normalizasyon ve Basit Düşünmek, Akademik Dizayn Dergisi, Cilt:2, Sayı:2, Sayfa:68-72, Denizli, Mayıs, 2008

LYAPUNOV TİPİ BİR GÖZLEMLEYİCİ KULLANARAK ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DEĞİŞKEN MOMENTLERDEKİ KARARLILIĞININ SAĞLANMASI

Müh. Umut KİTİŞ
Akdeniz Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektrik – Elektronik Mühendisliği
kitisumut@gmail.com

Dr. Yavuz ÜSER
Akdeniz Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektrik – Elektronik Mühendisliği
yavuzuser@gmail.com

Özet
Otomobilin geleceği hiç şüphesiz elektrikli araçlardır. Hemen her otomobil üreticisi artık petrol kullanmadan çalışan konseptler tasarlamıştır. Bu alanın her geçen gün önem kazanması elektrikli araçlarla ilgili yapılan çalışmaları artırmıştır. Bu çalışmada elektrik aracın değişken yol şartlarında davranışları incelenmiştir. Elektrikli araçlarda en çok tercih, edilen uzay vektör kontrollü asenkron motorun kontrolü için geliştirilmiş Lyapunov tipi bir gözlemleyici ile hız ve tork kontrollerinin yapılması amaçlanmıştır.

Araçta kullanılan yöntemin diğer yöntemlere göre uygunluğu ve araca kazandıracağı avantajlar ortaya konacaktır. Çalışmada tasarlanan gözlemleyici ile elektrikli araçlarda anlık moment ihtiyacının tespit edilmesi ve kontrolü amaçlanmıştır. Bu sayede araç içerisindeki sürücü daha konforlu bir sürüş yaşayacak ve yol etkilerinden bağımsız hareket edebilecektir. Doğrudan Moment Kontrolü, Uzay Vektör Modülasyonu, Lyapunov Teoremi, Gözlemleyici ile elektrikli araçlarda değişken yük momentlerinin kontrolü gibi konulara değinilerek mevcut kullanımda oluşan problemlere çözümler üretilmeye çalışılacaktır.

Bu çalışmada günümüz elektrikli otomobillerin hız ve tork kontrollerinin geliştirilmesi, Lyapunov teoremi ile bir gözlemleyici yapılması ve bu gözlemleyicinin kontrol mekanizmasının elektrikli otomobile entegresi, bu uygulamalar sonunda elektrikli otomobillerde farklı yol koşulları için daha keyifli sürüş deneyimi yaşanması, olumlu diğer bir etki olarak da kullanılan enerji miktarının azalmasıyla finansal verimin artması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli Araçlar, Gözlemleyici, Doğrudan Moment Kontrolü, Uzay Vektör Modülasyonu

STABILITY OF ELECTRIC VEHICLES IN VARIABLE MOMENTS BY USING A LYAPUNOV TYPE OBSERVATOR

Abstract
The future of the car is undoubtedly electric vehicles. Almost every automobile manufacturer has now designed concepts that run without oil. The importance of this field with each passing day has increased the studies on electric vehicles. In this study, the behavior of electric vehicle under variable road conditions was investigated. It is aimed to perform speed and torque controls with a Lyapunov type observer developed for the control of the most preferred space vector controlled asynchronous motor in electric vehicles.

The suitability of the method used in the vehicle compared to the other methods and the advantages it will gain will be revealed. The purpose of this study is to determine and control the instantaneous torque requirement of electric vehicles. In this way, the driver in the vehicle will experience a more comfortable ride and can move independently of the road effects. Direct Moment Control, Space Vector Modulation, Lyapunov Theorem, Observer and control of variable load moments in electric vehicles will be discussed and solutions will be tried to be produced for the problems in the current use.

In this study, aimed to development of speed and torque control of today's electric cars, making an observer with Lyapunov theorem and integration of this observer's control mechanism into electric car, the more enjoyable driving experience for different road conditions in electric cars, the reduction of the amount of energy used as a positive effect together to increase financial efficiency.

Keywords: Electric Vehicles, Observer, Direct Torque Control, Space Vector Modulation

1. GİRİŞ

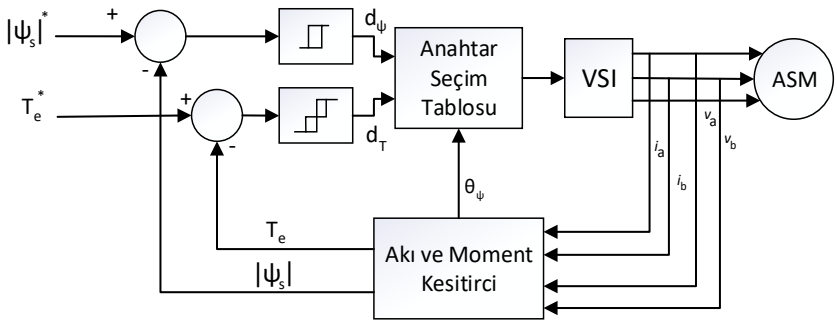
Günümüzde teknolojinin gelişmesi ve petrol kaynaklı yakıtların kullanımının çevreye ve doğaya yaptığı olumsuz etkiler nedeniyle elektrikli araçlara olan ilgi yüksek seviyelere ulaşmıştır. Çünkü elektrikli kaynakların kullanımı diğer kaynaklara göre daha çevre dostudur ve kullanımı daha kolaydır. Bu nedenle otomobillerin geleceğinin elektrikli otomobiller olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Hemen her otomobil üreticisi artık petrol kullanmadan çalışan konseptler tasarlamaktadır.

Elektrikli araçlarda asenkron motorlar kullanılmaktadır ve elektrikli araçlar için çeşitli kontrol yöntemleri mevcuttur. Bunlar Skaler Kontrol (V/f Kontrol), Vektörel Kontrol (Dolaylı Moment Kontrolü, FOC) ve Doğrudan Moment Kontrolü (DTC)'dür. Elektrikli araçlarda en çok kullanılan yöntemlerin başında Doğrudan Moment Kontrolü gelmektedir. Doğrudan Moment Kontrolünün kullanılmasının temelde 2 ana sebebi vardır. Bunlardan ilki basit bir yapısının olması, ikincisi ise diğer yöntemlere nazaran daha hızlı oluşudur. Elektrikli araçlarda kullanılan asenkron motorlarda, yolun düz veya eğimli olmasına göre değişiklik gösteren yük momenti değerleri motor kontrolünde kararsızlıklara yol açmakta ve akımda dalgalanmalara neden olmaktadır. Doğrudan Moment Kontrolünün yapısına Uzay Vektör Modülasyonu (SVM) eklenmesiyle akımdaki dalgalanmalar minimuma indirilebilmektedir.

2. DOĞRUDAN MOMENT KONTROLÜ

Doğrudan Moment Kontrolünün temelinde akı ve momentin anlık değerlerinin hesaplanması yatmaktadır. Fakat Doğrudan Moment Kontrolünde anlık değişkenler sadece stator değişkenlerinden hesaplanabilmektedir. Sistem genel olarak birkaç ana bölümden oluşur. Bunlar, stator akı ve moment kestirici, histerezis akı ve moment karşılaştırıcıları ile optimum anahtarlama vektör tablosu olarak sıralanabilir.

Doğrdudan Moment Kontrolü sistem girdilerinden faydalanılarak akı ve momenti tahmin etmemize olanak sağlar. Frekans kontrollü bir tekniktir. İstenirse motor hızı, geri besleme yoluyla kontrol şemasına dahil edilerek, kapalı çevrim yoluyla daha iyi bir kontrol mekanizması elde edilebilir.



Şekil 1. DTC Akış Diyagramı
(Haddoun ve Ark., 2007)

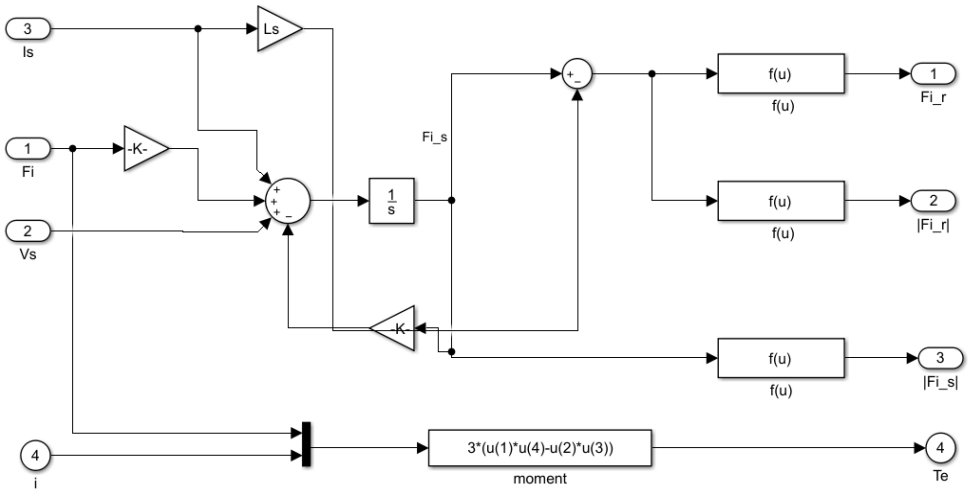
3. UZAY VEKTÖR MODÜLASYONU

Elektrikli araçalrda kullanılan asenkron motorlarda gerilim vektörleri kullanılmaktadır. Ancak bu gerilim vektörleri 3 fazlıdır. 3 fazlı olan bu gerilim vektörlerini tek bir vektöre dönüştürmek için Uzay Vektör Modülasyonunu kullanırız. 3 fazlı sinüs dalgaları Gerilim Beslemeli PWM Inverter tarafından uygulanabilir. Uzay Vektör Modülasyonunun çeşitli avantajları ve dezavantajları vardır. Avantajlarını saymak istersek PWM anahtarlama frekansındaki çıkış harmoniklerinin daha iyi bir harmonik içeriğe

sahip olması ve dijital olarak daha kolay gerçekleştirilebilmesini söyleyebiliriz. Bu tekniğin en önemli dezavantajları ise karmaşık denklemlerin gerekmesi ve DC gerilimin tam olarak değerlendirilememesidir.

4. GÖZLEMLEYİCİ

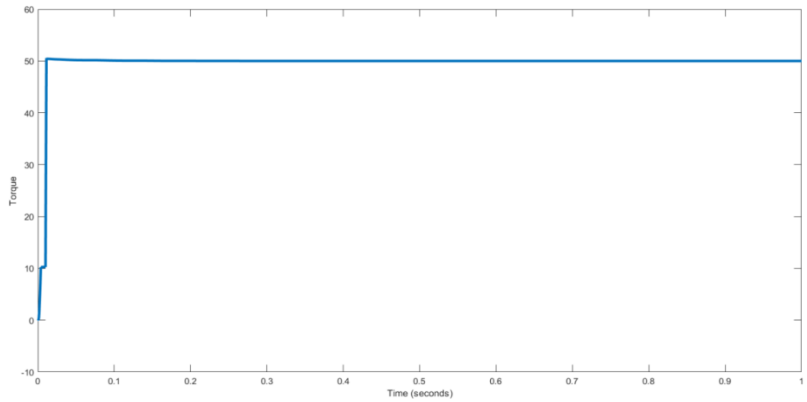
Gözlemleyici, dikkate aldığımız sisteme bağlı olarak çalışan ve görevi orijinal sistemin durum alanı değişkenleri hakkında iyi tahminler üretmek olan, sistem değişkenlerini tahmin eden bir kontrolcüdür. Günümüzde bazı zamanlarda, durum uzayındaki tüm değişkenlerin birlikte ölçülmesi uygun olmayabilir veya değişkenlerin hepsini birden ölçmek pratik değildir. Üstelik tüm durum uzayı değişkenlerini ölçmek maliyet bakımından da çok pahalı olabilmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için kontrol sistemlerinde geri besleme yöntemi kullanılmaktadır. Ancak geri besleme yöntemini bir sisteme uygulayabilmek için, tüm durum değişkenlerinin her zaman erişilebilir olması gerekmektedir. Ayrıca, bazı kontrol sistemi uygulamalarında, herhangi bir zamanda sistem değişkenleri hakkında bilgi sahibi olmak büyük avantajlar sağlamakta ve sistem değişkenlerini tahmin etme problemi ortadan kaldırılabilmektedir. Aşağıda görülen gözlmeleyicidde Lyapunov'um Kararlılık Teoremi baz alınmıştır ve system kontrolü bu gözlmeleyici ile sağlanışmtır.

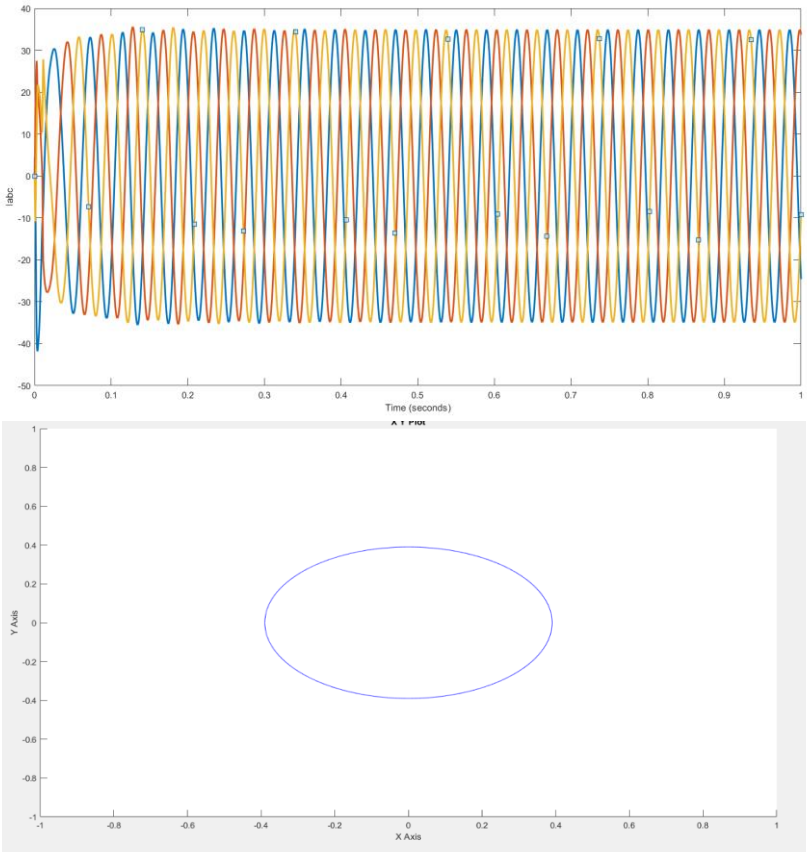


Şekil 2. Lyapunov Tabanlı Gözlemci Modeli

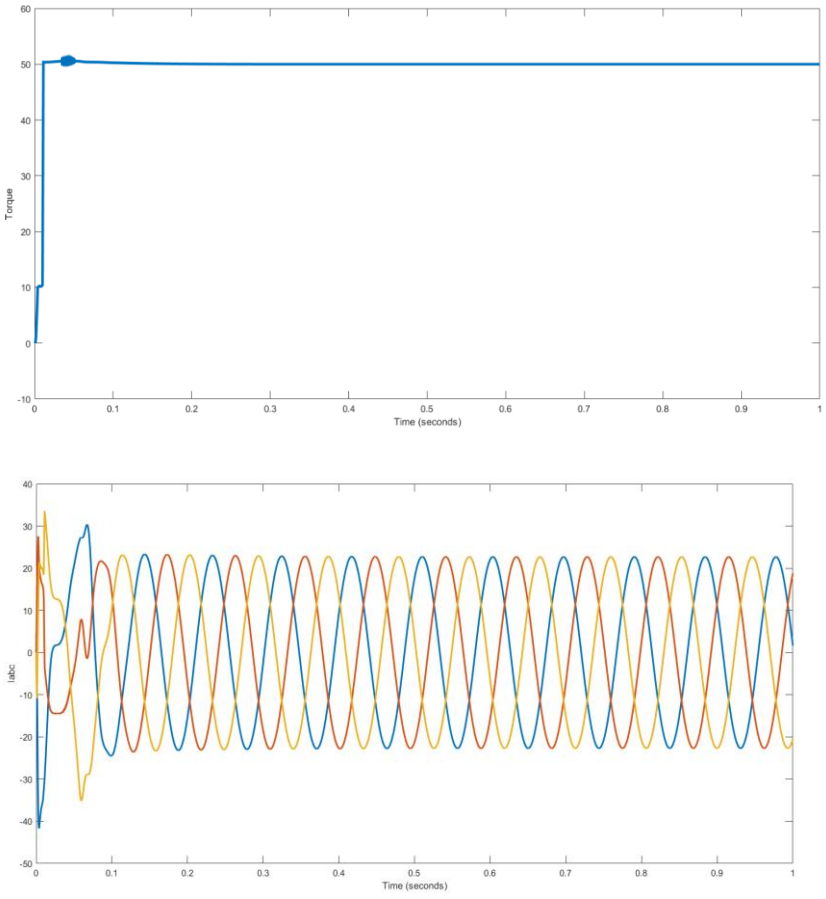
5. SİMÜLASYON SONUÇLARI

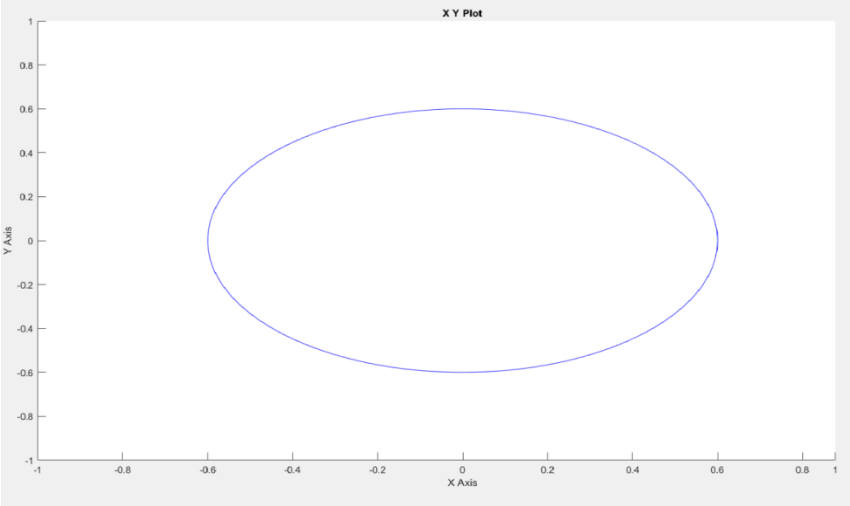
5.1. Lyapunov Observer Sonuçları





5.2. DTC Sonuçları





6. SONUÇ

Sonuç olarak doğrudan moment kontrolüne, uzay vektör modülasyonu eklenerek Lyapunov tabanlı bir gözlemleyici ile sadece doğrudan moment kontrolü kullanılan sisteme göre çok daha iyi sonuçlar alınmıştır. Sonuçlardaki gelişim akım, tork ve flux çemberi değerlerine bakılarak gözlemlenebilmektedir.

7.TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonunda elektrikli otomobillerde farklı yol koşulları için daha keyifli sürüş deneyimi yaşanması ve enerji miktarının azalmasıyla finansal verimin artması amaçlanmıştır.

REFERANSLAR

Ahriche A., Kidouche M., Idir A., 2016, Combining Sliding Mode And Second Lyapunov Function For Flux Estimation, Yacine Deia, Rev. Roum. Sci. Techn.– Électrotechn. et Énerg.

Belkacem S., Naceri F. And Betta A., 2006, Speed Sensorless Dtc For Induction Motor Based On An Improved Adaptive Flux Observer, Acta Electrotehnica

Haddoun A., Benbouzid M.E.H., Diallo D., 2007, A Loss-Minimization Scheme for EV Induction Motors, IEEE Transactions On Vehicular Technology

Jezernik K., 2000, Nonlinear Torque Control for PMSM, Melecon 2010 - 2010 15th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference

Ouassaid M., Cherkaoui M., Nejmi A. and Maaroufi M., 2005, Nonlinear Torque Control for PMSM: A Lyapunov Technique Approach, World Academy of Science, Engineering and Technology

Sangrody R., Shariatmadar S., 2016, Lyapunov Function for Vector Control Drives in Induction Machines, Engineering, Technology & Applied Science Research

Usta M.A., Okumus H.İ., Guven S. And Durak E.S., 2015, Speed Sensorless Direct Torque Control For Three-Level Diode-Clamped Inverter Fed Induction Motor Using Adaptive Flux Observer, 9th International Conference On Electrical And Electronics Engineering,

ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA ENERJİ DEPOLAMA VE ŞARJ TEKNOLOJİSİ

Büşra ÖZEN[a], Şule KUŞDOĞAN[b]
[a]Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Kocaeli/Türkiye
[b]Kocaeli Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Kocaeli/Türkiye
Sorumlu Yazar:busrakoca01@hotmail.com

Özet
Enerji depolama işlemleri, bir enerjiyi üretmek kadar önemli bir kavramdır. Dünya üzerinde gelişmekte olan elektrikli araba teknolojisi ile en zorlu sürecin bu enerjiyi depolayıp kullanmak olduğu görülmektedir. Dünya nüfusundaki artış ulaşım sorununu da beraberinde getirmekte ve trafiğe çıkan araç sayısı her geçen gün artmaktadır. İçten yanmalı motorlara sahip araç sayısındaki artış çevreye salınan zararlı gaz miktarlarını da arttırmaktadır. Bu durum çevre kalitesini olumsuz yönde etkilemekte ve araç performansı için farklı enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmasına sebep olmaktadır. Bunlara, gelecekteki petrol rezervlerinin tükenecek olması da eklenince elektrikli araçlara olan talep hızlanmaktadır. Ayrıca, elektrikli araçlar, fosil yakıtlı araçlardan farklı olarak bazı teknik özellikler içermektedir. Günümüzde elektrikli taşıtlar için birçok farklı şarj tipi ortaya çıkmış olup, bunların kullanılabilirlikleri test edilmektedir. Yapılan bu çalışmada elektrikli araçların enerji depolama ve yönetim sistemleri, batarya şarj istasyon tipleri ve kullanılan şarj teknolojileri değerlendirilmektedir. Ayrıca elektrikli taşıtlarda kullanılan depolama sistemleri karşılaştırılarak, sistemlerin geleceği ile ilgili beklenti ve öngörüler ortaya koyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araç (EA), hibrit elektrikli araç (HEA), batarya, süperkapasitör, volan, şarj istasyonları, şarj standartları.

ENERGY STORAGE AND CHARGING TECHNOLOGY IN ELECTRIC VEHICLES

Abstract
Energy storage processes are as important as generating an energy. With the developing electric car technology in the world, the most challenging process is to store and use this energy. The increase in the world population brings with it the problem of transportation and the number of vehicles increasing in traffic increases day by day. The increase in the number of vehicles with internal combustion engines increases the amount of harmful gases released into the environment. This affects the quality of the environment negatively and leads to the need for different energy sources for vehicle performance. Adding to the fact that future oil reserves will be exhausted, the demand for electric vehicles accelerates. In addition, electric vehicles, unlike fossil fuel vehicles, have some technical features. Today, many different types of charge have emerged for electric vehicles and their usability is being tested. In this study, energy storage and management systems of electric vehicles, battery charging station types and charging technologies are evaluated. Furthermore, by comparing the storage systems used in electric vehicles, expectations and predictions about the future of the systems are revealed.

Keywords: Electric vehicle (EV), hybrid electric vehicle (HEV), battery, supercapacitor, flywheel, charging stations, charging standards.

1.GİRİŞ

Son yıllarda, çevre koruma ve sera gazı emisyonları, fosil yakıt azlığı ve fiyat değişiklikleri veya gelişmiş şehirlerde yüksek kirlilik gibi birçok faktör nedeniyle sosyal ve politik ajanlar ve bilim topluluğu için ana kaygılardan biri haline gelmiştir. Bu faktörler daha verimli, sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji sistemlerinin gelişimini hızlandırmaktadır. Ulaşım, sera gazı emisyonlarına en fazla katkıda bulunan sektörlerden biridir. Geleneksel araçların katkıda bulunduğu çevresel ve enerji krizi sorunlarının üstesinden gelmek için, son yıllarda elektrikli araçlar geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Elektrikli araçların piyasada yer almasıyla birlikte de batarya sistemlerinin ve şarj teknolojisinin gelişmesi gerektiği öngörülmektedir. Bu çalışmada elektrikli araçlardaki depolama teknikleri ve şarj teknolojileri konuları incelenmektedir.

2.ELEKTRİKLİ ARAÇ ÇEŞİTLERİ

Elektrikli araç terimi, motoru elektrikli olan tüm araçları kapsamaktadır. Bu araçlar genel olarak 4 kategoride incelenebilir:

- Hibrit Elektrikli Araçlar (Hybrid Electric Vehicles)
- Dışarıdan Şarj Edilebilir Hibrit Elektrikli Araçlar (Plug-in Hybrid Electric Vehicles)
- Bataryalı Elektrikli Araçlar (Battery Electric Vehicles)
- Yakıt Pilli Elektrikli Araçlar (Fuel Cell Electric Vehicles)

3. ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA DEPOLAMA YÖNTEMLERİ

3.1.Bataryalar

Bataryalar kimyasal enerjiden elektrik enerjisi üreten cihazlardır. Elektrikli araçlarda motorun dönmesi için gerekli olan enerji bataryalarda depo edilir. Bu nedenle elektrikli araçlardaki bataryalar hayati önem taşır ve pek çok çeşidi vardır.

Elektrikli araçlarda yaygın kullanılan başlıca batarya teknolojileri; Kurşun-Asit, Nikel-Demir, Nikel-Kadmiyum, Nikel-Metal Hidrür, Lityum-İyon, Lityum-Polimer, Lityum-Demir, Sodyum-Sülfür, Sodyum-Metal-Klorid bataryalardır. Son zamanlarda bunlara ilave olarak Alüminyum-Hava ve Çinko-Hava bataryaları geliştirilmiştir. Bataryalar yaklaşık 160 yıllık bir geçmişe sahip olmalarına rağmen elektrikli araçlar için alternatif batarya tipleri sürekli olarak geliştirilmektedir. Bataryaların performans kriterleri; özgül enerji, enerji yoğunluğu, özgül güç, nominal voltaj değeri, amper-saat verimi, enerji verimi, ticari üretilebilirliği, maliyet, çalışma sıcaklığı, deşarj oranı, ömrü (kaç kez şarj edilebildiği) ve şarj süresidir. Tablo 1'de elektrikli araçlara ait batarya tiplerine ait bazı özellikler verilmektedir.

Tablo 1.Elektrikli Araçlarda Kullanılan Bataryaların Başlıca Karakteristikleri(Tubitak,2003)

Batarya Tipi	Azami Enerji Yoğunluğu (Wh/kg)	Azami Güç Yoğunluğu (W/kg)	Çalışma Sıcaklığı	Çevrim Sayısı (%80 Deşarj Durumunda)	Maliyet (S/kW/h)
Kurşun-Asit	35	150	Ortam	1000	60
Nikel-Demir	50	100	Ortam	2000	150-200
Nikel-Çinko	70	150	Ortam	300	150-200
Nikel-Kadmiyum	50	200	Ortam	2000	300
Nikel-Metal Hidrür	70	200	Ortam	2000+	250
Sodyum-Sülfür	110	150	350 °C	1000	150
Sodyum-Nikel Klorür	100	150	300 °C	700+	250
Lityum-Demir Sülfat	150	300	450 °C	1000	200
Lityum-Katı Polimer	200	350	80°C-120 °C	1000	150
Lityum-İyon	120-150	120-150	Ortam	1000+	150
Alüminyum-Hava	220	30	Ortam	Veri yok	Veri yok
Çinko-Hava	200	80-140	Ortam	200	100

3.1.1.Kurşun Asit Bataryalar

Tüm içten yanmalı motorlarda ilk hareket bataryası olarak kullanılan düşük maliyet versiyonları negatif kurşun elektrotu, pozitif kurşun dioksit elektrotu ve de sülfürik asit elektrolit çözeltisinden oluşmaktadır. Genelde 6 tane hücre yaklaşık 12 voltu sağlamak için seri bir şekilde bağlanmaktadır. Bu batarya 100 yıllık bir gelişme süreci geçirmesine rağmen 25-35 Wh/kg gibi düşük bir enerji yoğunluğuna sahiptir. Buna karşın güç yoğunluğu ise 150 W/kg gibi yüksek bir değerdir. Kurşun asit bataryaları düşük çevre sıcaklıklarından şiddetli bir şekilde etkilenmektedir. Özellikle 10°C"nin altındaki çalışma koşullarında hem enerji hem de güç yoğunluğunda belirgin ölçüde düşüş görülmektedir. Bu batarya tipini kullanan elektrikli araçların daha düşük ortam sıcaklıklarına maruz

kalması durumunda yardımcı bir batarya ısıtmasına ve izolasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Kurşun asit bataryalarının ömrü yaklaşık %80 derin deşarj koşulunda 1000 çevrimdir. Bu yaklaşık 3 yıla karşılık gelmektedir.

3.1.2.Nikel-Demir Bataryalar

Nikel demir bataryaları 1901 yılında Thomas Edison tarafından elektrik araçlarının daha uzun yol kat edebilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Nikel demir bataryaları güvenilir, uzun ömürlü, fakat pahalı bir bataryadır. Bataryada nikel pozitif elektrot, demir negatif elektrot ve potasyum hidroksit ise sıvı elektrolittir. Süre gelen geliştirme çalışmaları sayesinde enerji yoğunluğu 50 Wh/kg mertebesine ulaşmıştır. Bu gelişme aktif malzeme oranının arttırılması ve pasif batarya bileşenlerinin ağırlıklarının azaltılması ile sağlanmaktadır. Nikel demir bataryalar –20°C‟de dahi nispeten performanslarını korumaktadır. Azami güç yoğunluğu 100 W/kg'dır ve bu değer ivmelenme için iyi bir değerdir. Bununla beraber güç yoğunluğu deşarjın derinliği ile önemli bir biçimde etkilenmektedir. Bu bataryaların yaklaşık 6 yıla karşılık gelen, 2000 derin deşarj çevrimine kadar kullanım ömrü bulunmaktadır.

3.1.3.Nikel-Çinko Bataryalar

Şarj edilebilen nikel çinko bataryalar ilk olarak 1899 yılında icat edilmiştir. Şarj esnasında çinko plakanın üzerinde dendritler kullanım ömrünü kısalttığından, bu bataryalar kullanımı yaygınlaşmamıştır. Son dönemde yüksek güç ve enerji yoğunluğu sayesinde elektrikli araçlarda kullanım imkanı ortaya çıkmıştır. Enerji yoğunluğu 70 Wh/kg ve güç yoğunluğu 150 W/kg olmasına rağmen bu bataryalarda temel problem dendrit oluşumu nedeniyle kullanım ömrünün 300 çevrim kadar kısa olmasıdır. Bataryanın geniş bir çalışma sıcaklığı toleransı vardır (-39 ile +81°C arası). 30 günlük kullanım sonrası % 60 şarj azalması görülmektedir. Son zamanlarda bataryaların ömürlerinin uzatılabilmesi için bazı çalışmalar yapılmasına karşın nikel-çinko bataryaların gelişimi konusundaki araştırmaların yoğunluğu gittikçe azalmaktadır.

3.1.4.Nikel-Kadmiyum Bataryalar

Son yıllarda nikel-kadmiyum (NiCd) bataryalar özgül enerji, özgül güç, çevrim ömrü ve güvenilirlik bakımından en iyi dengeyi sağlayan bataryalar olarak kabul edilmektedir. Nikel kadmiyum batarya sinterlenmiş pozitif nikel elektrot, negatif kadmiyum elektrot ve sulu elektrolit olarak potasyum hidroksitden oluşmuştur. Nikel kadmiyum bataryaları kurşun asit bataryalarına göre birim ağırlık başına bir miktar daha fazla enerji depolamaktadır. Bataryanın enerji yoğunluğu 50 Wh/kg ve güç yoğunluğu 200 W/kg'dır. Bu bataryalar yüksek şarj ve deşarj oranlarına sahip olduklarından elektrikli araçlarda kullanılabilmektedir. Derin deşarj çevrim sayısı 2000 civarındadır. Kadmiyumun toksik ve çevreye zararlı olmasından dolayı, nikel-kadmiyum bataryaların geri kazanımı oldukça önemlidir. Çevreye verdikleri zarardan dolayı kullanımları azaltılmıştır.

3.1.5.Nikel-Metal-Hidrür Bataryalar

Nikel-metal hidrür (NiMH) bataryalar, toksik özelliği olmayıp daha iyi performansa sahip olduklarından son zamanlarda birçok elektrikli araç uygulamalarında nikel kadmiyum bataryanın yerini almaktadır. NiMH, nikel kadmiyum bataryalara göre daha fazla enerji depolamaktadır. Batarya metal hidrür karışımı olan negatif elektrot, potasyum hidroksit elektroliti ve de aktif malzemesi nikel hidroksit olan pozitif elektrottan oluşmaktadır. Negatif elektrot olarak hidrojen içeren metal alaşım kullanılır. NiMH bataryası 70 Wh/kg‟dan fazla enerji yoğunluğuna ve 200 W/kg dan daha fazla güç yoğunluğuna sahiptir. Batarya %80 derin deşarj durumunda 600'ün üzerinde tam şarj/deşarj çevrimine sahiptir ve hızlı bir şekilde % 80 tekrar şarj olması yaklaşık 35 dakikadır. NiMH bataryalar, kurşun asit bataryalardan yaklaşık 5 katı kadar daha pahalıdır.

3.1.6.Sodyum-Sülfür Batarya

Sodyum sülfür batarya, ilk olarak 1960'lı yıllarda Ford Araştırma Laboratuvarında elektrikli araçlar için gerekli enerji ve güç yoğunluğunu sağlamak için geliştirilmiştir. Birçok Avrupa, Amerika ve Japon şirketinde ticari prototiplerde kullanılmaktadır. Batarya negatif sodyum elektrotundan ve pozitif sülfür elektrotundan oluşmaktadır. Batarya yüksek sıcaklıklarda (350°C) çalışmaktadır ve her iki elektrot bileşenleri de sıvı durumdadır. Sodyum sülfür bataryalar, 110 Wh/kg gibi yüksek enerji

yoğunluğu ile 150 W/kg gibi yüksek güç yoğunluğu ve 1000 derin deşarj çevrimi sağlamaktadır. Bataryanın optimum çalışma sıcaklığı 350°C'dir ve 200°C'nin altında çalışması durmaktadır. Bu sıcaklığın altında sodyum elektrolit donmaktadır. Sodyumun donması reaksiyonu yavaşlatarak, mekanik gerilmelere yol açması nedeniyle bataryaya zarar vermektedir.

3.1.6.Sodyum-Nikel Klorür Batarya

Sodyum-nikel klorür bataryasında, nikel klorür pozitif elektrot sodyum ise negatif elektrottur. Sodyum tuzu elektroliti yerine sodyum klorür elektrotu yer almaktadır. Bu elektrodun donma noktası daha düşük olup 160 °C civarındadır. Bu batarya türü, sodyum sülfür bataryasına göre bir miktar düşük sıcaklıklarda çalışmakta (300 °C) olup, benzer enerji (100 Wh/kg) ve azami güç yoğunluğuna (150 W/kg) sahiptir.

3.1.7.Lityum-Demir Sülfat Batarya

Elektrikli araçlarda potansiyel kullanım alanı bulunan üçüncü yüksek sıcaklık bataryasıdır. Lityum, özellikle üstün enerji depolama yeteneği sağlayan yüksek elektrot potansiyeline sahip olmasından dolayı bataryalarda kullanılması uygundur. Bataryanın demir sülfat pozitif elektrotu ve alüminyum lityum negatif elektrotu vardır. Çalışma sıcaklıkları 450°C civarındadır. Azami enerji yoğunluğu 150 Wh/kg, güç yoğunluğu 300 W/kg ve derin deşarj çevrimi 1000 mertebesindedir.

3.1.8.Lityum-Katı Polimer Batarya

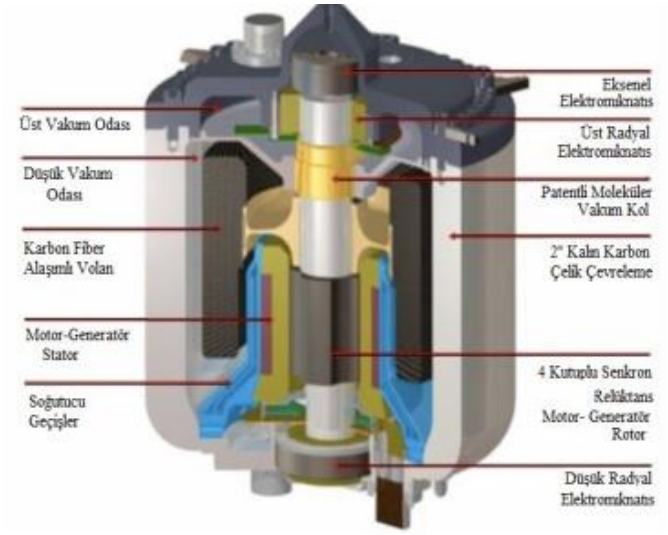
Lityum-katı polimer bataryada diğer yüksek sıcaklık bataryalarından farklı olarak, erimiş tuz elektroliti yerine iletken polimerler kullanılmaktadır. 150 Wh/kg enerji ve 300 W/kg güç yoğunluğuna sahiptir. Bataryanın düşük güçte dış ortam sıcaklıklarında çalışması mümkün olmakla birlikte, optimum çalışma sıcaklığı 80°C ve 120°C aralığındadır.

3.1.9.Lityum İyon Batarya

Lityum-iyon bataryalar yaklaşık 120 Wh/kg enerji yoğunluğuna ve 1000 çevrimlik derin deşarj çevrimine sahiptirler. Bu bataryalar, %80 şarj durumuna 1 saatten daha kısa sürede tekrar şarj edilebilmektedir. Bu bataryayı, elektrikli araç uygulamalarında kullanılabilecek maliyet ve özelliklere getirebilmek için Japonya (Sony ve Panasonic), Avrupa (SAFT ve Varta) ve ABD'de (Duracell) çeşitli çalışmalar sürdürülmektedir. Sony, 3500 derin deşarj çevrimli 35 kWh kapasite ve 120 Wh/kg enerji yoğunluğuna sahip bir lityum-iyon batarya yaptığını bildirmiştir. Lityum-katı polimer bataryalar ve lityum-iyon bataryalar yüksek enerji yoğunlukları nedeniyle, elektrikli araç uygulamaları için en uygun potansiyele sahip bataryalar olarak değerlendirilmektedir. Gelecek 15-20 yıl içinde lityum-iyon bataryanın henüz yüksek olan maliyetlerinin düşerek elektrikli araçlarda kullanılabilecek ekonomik seviyeye inebileceği öngörülmektedir.

3.2.Volanlar (Flywheel)

Volan (flywheel) veya diğer adıyla magneto-dinamik enerji depolama (MDS) sistemi, bir kinetik enerji depolama ünitesidir. Volanlar, dönen bir ağırlık sayesinde kinetik enerjiyi depo etmektedir. Günümüzdeki volanlar, İYM'li araçlarda enerjinin depolanabilmesi için kullanılmaktadır. İYM'li araçlarda kullanılan mevcut volanlarda depolanan enerji miktarı oldukça düşüktür. Volanlar özellikle HEA'larda İYM ile birlikte yardımcı güç ünitesi olarak kullanılır. Alternatif olarak volanlar, EA'larda bataryaların yerine veya bataryalarla birlikte de kullanılabilir. Mevcut volanların, karmaşık, büyük ve ağır olmalarından dolayı özgül enerji yoğunlukları düşüktür. Ancak çevrim ömrü, güç yoğunluğu, enerji depolama verimi doldukça yüksektir.



Şekil 1.Volan Yapısı

Volan sistemlerinin en önemli avantajları yüksek çevrim ömrü, yüksek güç yoğunluğu, iyi depolama verimi ve tekrar şarj zamanının kısa olmasıdır. Teorik olarak volanların özgül gücü 5-10 kW/kg kadardır. Bir volanın enerji depolama verimi %90'nın üzerindedir. Saniyeler mertebesinde tam şarja ulaşmaktadırlar. Volanlar toksik emisyonlar ve atık malzemeler açığa çıkarmaz ve çevreye karşı duyarlıdır. Şekil 1'de volan yapısı verilmektedir. Volan enerji depolama sisteminin uygulanmasındaki en büyük zorluk, sistemin çalışması için gerekli ekstra donanıma ihtiyaç duyulmasıdır. Ekstra donanımlar araca ek ağırlık getirmektedir.

3.3.Süperkapasitörler (Ultrakapasitörler)

İki katmanlı veya ultrakapasitör olarak da adlandırılan süperkapasitör; çok yüksek bir kapasitansa sahip olduğu için normal kondansatörlerden çok farklıdır. Kondansatörler, elektrokimyasal tepkimeye karşılık statik bir şarj vasıtasıyla enerjiyi depolarlar. Pozitif ve negatif plakalara bir gerilim uygulanması kapasitörü şarj eder. Kapasitörler enerji depolama seviyelerine göre 3 çeşide ayrılırlar. Bunlardan ilki, en temelinde kuru bir ayırıcı katman bulunan elektrostatik kapasitörlerdir. Bu klasik kapasitör çok düşük bir kapasiteye sahiptir ve esas olarak radyo frekanslarını ve filtrelemeyi ayarlamak için kullanılır. Enerji depolama boyutları birkaç picofarad (pf) ile birkaç mikrofarad (uF) arasında değişir. İkinci grupta elektrolitik kondansatörler bulunur. Elektrolitik kondansatör, elektrostatik kondansatörlere göre daha yüksek kapasitans sağlar ve bir picofarad'dan milyon kat fazla olan mikrofarad (uF) derecesine kadar enerji depolayabilirler. Bu kondansatörler nemli bir ayırıcı katman kullanırlar ve filtreleme, tamponlama ve sinyal bağlama için kullanılırlar. Üçüncü grup ise; farad derecesinde enerji depolayabilen süperkapasitörlerdir. Süperkapasitör yüksek akımlar ile kısa ve sık sürelerde şarj ve deşarj döngülerine giren enerji depolaması için kullanılmaktadır. Süperkapasitörler günümüzde ivmelenme ve yokuş çıkma gibi ani güç gereksinmelerinde bataryalara yada yakıt piline yardımcı enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Tablo 2'de kurşun asit batarya, volanın ve süperkapasitörün karşılaştırılması verilmektedir.

Tablo 2.Kurşun-Asit Batarya, Volan ve Süperkapasitör Karşılaştırılması (Tubitak,2003)

	Kurşun Asit	Volan	Süperkapasitör
Özgül enerji (Wh/kg) (kJ/kg)	 50 180	 5-15 18-55	 3-5 11-18
Özgül güç(W/kg)	150	500	300-500
Depolama verimi (%)	77	93	80-90
Normal şarj zamanı (saat)	8	Çok kısa	Çok kısa
Çevrim ömrü	600-1200	>1 000 000	>100 000

Süperkapasitörlerin yaklaşık 1 milyon şarj döngüsü onlara çok iyi bir ömür sağlamaktadır. Çalışma sıcaklıkları -50 dereceden 70 dereceye kadar olup bataryalarla elde edilen gücün 50 kat fazlasını verebilirler. Ayrıca bataryalarla karşılaştırıldığında bakım gerektirmezler.

4.ŞARJ TEKNOLOJİSİ

Hibrit elektrikli araçlar, elektrik motoruna ve geleneksel içten yanmalı motora sahip olan araçlar olup, araç içerisinde bulunan bataryalar, sürüş sırasında şarj edilerek gerektiğinde elektrik motorunun devreye alınması esasına göre çalışmaktadır. Bu tür elektrikli araçların bataryaları dışarıdan harici bir kaynak yoluyla şarj edilmezler. Bataryalı elektrikli araçlar ise sadece elektrik motoruna sahiptir ve gerekli gücü bünyesinde barındırdığı bataryalardan almaktadır. Bu araçlar tamamen (%100) elektrikli araçlar olup, menzilleri sahip oldukları bataryaların kapasitesiyle orantılıdır. Bataryaları bitince muhakkak şarj edilmeleri gerekmektedir. Dışarıdan şarj edilebilen hibrit araçlar, geleneksel hibrit araçların, harici bir elektrik kaynağından şarj edilebilir olan bir çeşididir. Bu araçlar bir içten yanmalı geleneksel motor ile hareket ederler ve elektrik motoru ona destek sağlamaktadır. Yakıt pilli araçlar da bir elektrik motoruna sahiptirler. Ancak bu elektrik motoru tahrik için gerekli gücü bataryalardan değil, hidrojen enerjisinden elektrik üreten yakıt pillerinden (fuel-cells) alırlar. Bu araçlarda hidrojen tankları boşaldığında, bu tanklar değiştirilerek veya tekrar hidrojen ile doldurulmaktadır.

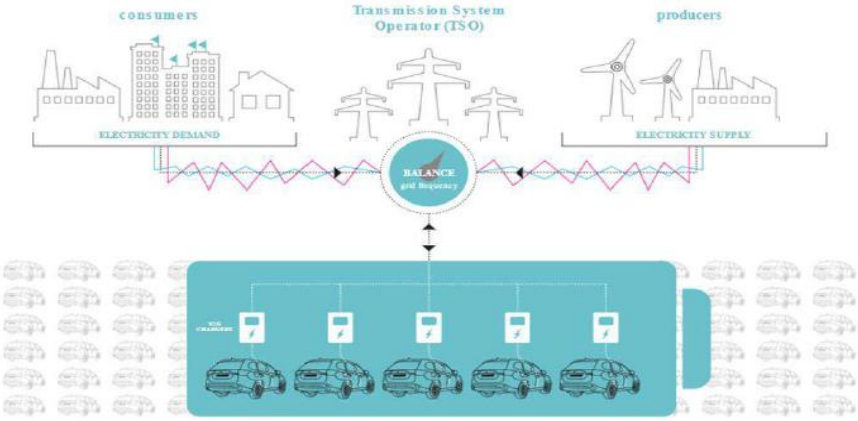


Şekil 2.Türkiye'deki Şarj İstasyonu Noktaları

Ülkemizdeki elektrikli araçların kullanabileceği şarj istasyonları incelendiğinde şarj istasyonu sayısı ve ağının oldukça yetersiz olduğu belirgin bir gerçektir. Mevcut bu güncel durum için şehir içi ve şehirlerarası otoparkların aynı zamanda birer elektrikli araç şarj istasyonu olarak kullanılması, şarj istasyonu sorununun çözümü için en uygun önerilerden birisi olarak gösterilmektedir. Şekil 2'de Türkiye'deki şarj istasyonu noktaları verilmektedir. Fakat elektrikli araçlar için şarj istasyonlarının şehrin trafik yoğunluğu göz önünde bulundurularak konumlandırılması gerekmekte ve bu yüzden ilk aşamada şarj istasyonu olabilecek en uygun otoparklar belirlenmelidir. İlerleyen yıllarda artacak elektrikli araç sayısıyla birlikte tüm otoparkların aynı zamanda birer şarj istasyonu olacağı öngörülmektedir

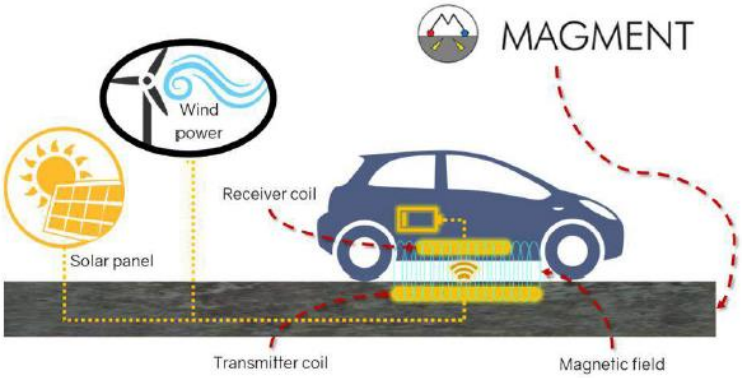
4.1.Şarj Yöntemleri

"V2G (Taşıttan şebekeye) teknolojisi" şekil 3'te gösterildiği gibi özel olarak tasarlanmış iki yönlü şarj istasyonları ile çalışmaktadır. Bu şarj istasyonları elektrikli araç sahiplerinin araçlarını şarj etmelerine ve aynı zamanda aracın bataryasının deşarj edilmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 3.V2G Teknolojisi

"Kablosuz Şarj" olarak nitelendirilen sistemde elektrik, şekil 4'de gösterildiği gibi şarj cihazındaki bir bobinden araca takılı ikinci bir manyetik bobinden bir hava boşluğuna aktarılmaktadır. Tek yapılması gereken aracı doğru yere park etmektir. Bu şekilde bobinler hizalanarak şarj işlemi başlamaktadır.



Şekil 4.Kablosuz Şarj

4.2.Şarj İstasyonu Tipleri

Şarj istasyonu tipleri genel olarak seviye 1, seviye 2 ve seviye 3 olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Seviye 1 olarak bilinenyavaş şarj istasyonları genellikle konutlarda ve araç park süresinin uzun olduğu yerlerde kullanılmaktadır. Seviye 2 normal şarj istasyonları otoparklar, alışveriş merkezleri ve araç park sürelerinin 3-6 saat arasında olduğu yerlerde kullanılmaktadır. Seviye 3 hızlı şarj istasyonları ise trafiğin yoğun olduğu yerlerde, acil enerji ihtiyacı duyulacak noktalarda kullanılmaktadır. Tablo 4, şarj istasyonlarının tiplerine göre kullanıldıkları yerleri göstermektedir. Tablo 5 ise, mevcut elektrikli taşıt şarj istasyonlarının sınıflandırılması ve teknolojilerini sunmaktadır.

Tablo 4. Tiplerine Göre Şarj İstasyonlarının Kullanıldıkları Yerler (Kerem,2014)

Yerleşm Birimleri		Şarj İstasyon Tipi		
		Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Konutlar	Müstakil Evler	✓	✓	-
	Apartmanlar	✓	✓	-
Ticari/iş Merkezleri	Özel Mülkler (Ofisler, iş yerleri)	✓	✓	-
	Perakende/ Ticari (Filo ve dağıtım hizmetleri)	✓	✓	-
	Kamu Alanları (Havaalanları, Oteller, Marketler, Hastaneler,Alışveriş Merkezleri vb.)	✓	✓	✓
	Hükümet, Üniversiteler, Belediye Tesisleri	✓	✓	-
	Bağlantı Geçiş Noktaları	-	✓	✓
	Benzin İstasyonları	-	✓	✓
Topluma Açık Alanlar	Park Alanları	✓	✓	✓
	Cadde	-	✓	✓
	Şehirlerarası Yollar, Otobanlar	-	-	✓

Tablo 5. Mevcut EV şarj istasyonlarının sınıflandırılması ve teknolojileri.(Tie ve Tan,2013)

Sınıflandırma	Yerleşik Yöntem Yerleşim/ Seviye 1				Kamu/Seviye 2	Yerleşik Yöntem Hızlı ya da Ultra Hızlı/Seviye 3
	Mod 1		Mod 2		Mod 3	Mod 4
Elektriksel Özellikler	1 Faz 120/240 Vac 16A 3.3kW	3 Faz 400 Vac 16A 10kW	1 Faz 240 Vac 32A 7kW	3 Faz 400 Vac 32A 24kW	3 Faz 400 Vac 63A 43kW	DC 50-700 Vdc 100-125A 50-300 Kw
Şarj Süresi	6-8 saat	2-3 saat	3-4 sa.	1-2 sa.	20-30 dk.	<20 dk.
Emniyet	Aşırı yüke karşı koruma için devre kesici		Kablo içi koruma cihazı ile temel koruma		Kontrol sistemi ile temel koruma	Kontrol sistemi ile temel koruma
Standart	NF-C-15100		IEC 61851-1 IEC 60309		IEC 61851-1	IEC 62196 IEC 61851-1
Priz	Ev Soketi		İç Soket		Özel devre soketi	DC bağlantı soketi

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Gelişen elektrikli araç teknolojileriyle birlikte düşen maliyetler nedeniyle yakın gelecekte elektrikli araçlar trafikte daha sık yer alacaktır. Elektrikli araçların düşük menzile sahip olması ve şarj edilme gerekliliği yeterli miktarda ve kapasitede şarj ünitesi kurulumunu ve ayrıca batarya sistemlerindeki yenilikleri gerekli kılmaktadır. Elektrikli araçların şarj süresi, şarj ünitesinin gücüne bağlı olmakla birlikte, şarj boyunca şebekeden yüksek miktarda gücü uzun süreli olarak talep edilmektedir. Şehirlerde var olan otoparklar ve yeni yapılacak otoparklar elektrikli araçlar için şarj ünitelerine sahip

olma gerekliliği ortaya çıkarmaktadır. Bu durum, geleneksel otopark planlamasında ele alınan parametrelerle birlikte elektrikli araçların şarj ünitelerinin ve bu ünitelerin şebekeye olan etkilerinin de göz önünde bulundurularak bütüncül bir yaklaşımla planlama yapılmasını gerekli kılmaktadır. Bu nedenle multidisipliner bir yaklaşımla bu noktadaki çalışmalar daha verimli sonuçlar verecektir.

KAYNAKLAR

YAĞCITEKİN B.,UZUNOĞLU M. ,KARAKAŞA.2011 "*Elektrikli Araçların Şarjı ve Dağıtım Sistemi Üzerine Etkileri*", Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu

KUZU Z. (2017) "*Elektrikli Araçlar İçin Batarya ve Ultrakapasitörden Oluşan Hibrt Enerji Depolama Sisteminin Yönetimi*" ,Yüksek Lisans Tezi

ÜNLÜ N. , KARAHAN Ş. , TÜR O. , UÇARAOL H. , ÖZSU E. , YAZAR A. , TURHAN L. , TIRIS M. , AKGÜN F. , (2003) TUBİTAK Marmara Araştırma Merkezi , "*Elektrikli Araçlar*", Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü, GEBZE

KOCAMAN B.(2013) "*Akıllı Sebekeler ve Mikro Sebekelerde Enerji Depolama Teknolojileri*" BEÜ Fen Bilimleri Dergisi

LOPPEZ I. , IBARRA E.,MATALLANA A., ANDREU J., KORTABARRIA I. (2019) "*Next generation electric drives for HEV/EV propulsion systems: Technology, T trends and challenges* ", Renewable and Sustainable Energy Reviews

LI Z., KHAJEPOUR A., SONG J.(2019)"*A comprehensive review of the key technologies for pure electric vehicles*"

SHAUKAT N.,KHAN B., ALİ S.M., MEHMOOD C.A., KHAN J., FARID U., MAJID M., ANWAR S.M.,JAWAD M., ULLAH Z. (2018) "*A survey on electric vehicle transportation within smart grid system*"

TIE S. , TAN C. (2013) , "*A review of energy sources and energy management system in electric vehicles*"

KEREM A. , (2014) , Elektrikli Araç Teknolojisinin Gelişimi ve Gelecek Beklentileri: *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 5(1),1-13

GÜÇ SİSTEMLERİNDE FARKLI YÖNTEMLER İLE FAZÖR ÖLÇÜM BİRİMİNİN OPTİMAL BAĞLANTI YERLERİNİN BELİRLENMESİ

Öğr. Gör. Beytullah BOZALİ
Düzce Üniversitesi/ Düzce Meslek Yüksekokulu/ Elektrik ve Enerji Bölümü
beytullahbozali@duzce.edu.tr

Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK
Düzce Üniversitesi/ Mühendislik Fakültesi/ Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
aliozturk@duzce.edu.tr

Cenk ANDİÇ
Düzce Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Elektrik Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği
cnkandic@gmail.com

Özet
Güç Sistemlerinde kararlılık ve kontrol çalışmalarının güvenilir yapılabilmesi için gözlenebilirlik olması önemlidir. Güç sistemlerini gözlemlemek için Fazör Ölçüm Birimlerinin (FÖB) kullanılmaktadır. FÖB'lerin maliyetleri yüksek olduğu için, güç sistemindeki baralara optimum şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Sistemi gözlenebilir kılan en az sayıdaki FÖB'lerin saptanması için farklı metotlar kullanılmaktadır. Önerilen metotların amacı, güç sistemi veri yollarındaki toplam FÖB sayısını minimize etmek ve böylece FÖB'lerin kurulum maliyetini en aza indirmektir. Bu çalışmada, optimal çözüm için benzetimler Matlab yazılımı üzerinde çalışan PSAT Toolbox ara yüzü ile gerçekleştirilmiştir. Uygulamada Derinlik Arama Metodu, Graf Teorisi Metodu, Benzetilmiş Tavlama Metodu, Yinelemeli N-1 Güvenlik metotları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu metotlar, 5 baralı iletim sistemi, IEEE 6-bara, IEEE 9-bara, IEEE 24-bara, test sistemleri üzerinde uygulanmıştır. Çalışmada en az sayıda FÖB kullanılarak güç sistemindeki hangi baralara yerleştirilmesinin uygun olacağı araştırılmıştır. Elde edilen simülasyon sonucunda hem maliyeti azaltmak hem de güç sisteminin tamamının gözlenmesinin sağlamak için optimum sayıda FÖB'leri hangi baralara yerleştirilmesi gerektiği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fazör ölçüm birimi, optimal FÖB yerleşimi, gözlenebilirlik, PSAT, algoritmaların tanıtımı.

DETERMINATION OF POWER SYSTEMS IN DIFFERENT METHODS CONNECTION WITH PHASE MEASUREMENT UNIT OPTIMAL PLACE

Abstract
Observation has important for stability and control of power systems. Phasor Measurement Units (PMUs) are used to observe power systems. Because the costs of PMUs are high, they must be optimally placed in the busbars in the power system. Different methods are used to detect the least number of PMUs that make the system observable. The aim of the proposed methods is to minimize the total number of PMU in the power system data paths and thus to minimize the cost of the PMUs. In this study, simulations for optimal solution were performed with PSAT Toolbox interface working on Matlab software. In the application, Depth First Method, Graph Theory Method, Simulated Annealing Method, Recursive N-1 Security methods were performed. These methods was applied on the IEEE 24-bus, IEEE 6-bus, IEEE 9-bus test systems also was applied example 5 bus transmission system. In this study, it was researched which buses should be placed in the power system by using the minimum number of PMUs. As a result of the simulation, it was found out which busbars should be placed in the optimum number of PMUs in order to both reduce the cost and ensure the monitoring of the whole power system.

Keywords: Phasor measurement unit, optimal pmu placement, observability, PSAT, İntroduction of algorithms.

1. GİRİŞ

Fazör Ölçüm Birimi (FÖB), ayrık Fourier dönüşümü ilkesiyle çalışan ortak zamanlı senkronizasyon kaynaklarını kullanarak elektrik şebekesi üzerindeki elektrik dalgalarını ölçen gelişmiş bir akıllı izleme cihazıdır (Phadke ve Thorp, 2008). Küresel konumlandırma sisteminin (GPS) kullanılması, bilgisayar geçişi uygulamaları için örneklenmiş veri işleme tekniklerine ek olarak, Fazör Ölçü Birimi'nin gelişmesine yardımcı olmuştur. GPS'in senkronizasyon hassasiyetinin ve simetrik bileşenlerin ölçülebilme tekniğinin birleşimi, Fazör Ölçüm Birimi (FÖB) olgusunun ortaya çıkmasını sağlamıştır. İlk FÖB'leri Vircinia Technology tarafından 1990 yıllarında geliştirilmiştir (Var ve Türkay, 2016). Bu yeni ölçüm araçlarının kullanımında pratiksel olarak tecrübe kazanabilmek için birçok bara merkezine monte edilmiştir. İlk kez 1995 yılında IEEE FÖB birimi standartını yayınlamış. Bu standart 2005 yılında C37.118-2005 olarak güncellenmiştir (IEEE, 2006). İlgili standart, FÖB'leri güç sistemlerinin modern gözleme, koruma ve kontrol sistemlerinde kullanılan geniş alan ölçüm sistemleri olarak tanınmamıştır (Phadke, 2008). FÖB'ler son yıllarda artan kullanımı ile, durum tahmini, güç sistemi kararlılık analizi ve güç ağlarının tıkanıklık yönetimi gibi gelişmiş izleme, koruma ve kontrol uygulamalarında kullanılmaktadır (Manousakis ve ark., 2012).

FÖB, SCADA'dan alınan ölçümlere göre örnekleme sayısının fazla olması ve ölçüm doğruluğu bakımından, SCADA'dan çok daha üstündür (Jyoti, 2015). Ayrıca, bir baraya yerleştirilen FÖB'ler komşu baralardan da ölçüm alabilirler (Deebiga ve Raqib Hussain, 2015). Fazör Ölçüm Birimleri gerçek zamanlı akım ve gerilim fazörlerinin senkronize bir şekilde ölçme kabiliyetlerinden dolayı güç sistemleri için çok önemlidir (Rani Sandhya, 2015). Bununla birlikte, bu birimleri tüm güç sistemi baralara yerleştirmek mümkün değildir, çünkü FÖB'ler ve iletişim hizmetleri çok maliyetlidir. Bu nedenle, en uygun FÖB sayısının ve bağlı güç ağının genel olarak gözlenebilirliği için yerleştirilecek baranın belirlenmesi çok önemlidir. Literatürde normal koşullarda farklı durumlar için güç sisteminin optimal gözlenebilmesi için çeşitli teknikler ve algoritmalar önerilmiştir. Sistemin herhangi bir koşul altında gözle görülür bir şekilde gözlenebilmesi ve FÖB'lerin yerleşimi belirlemek için yeni bir algoritma önermiştir (Rakpenthai ve ark., 2007). Güç sisteminde optimal FÖB yerleşimini belirlemek için yeni bir optimizasyon modeli tanımlamıştır (Aminifar ve ark., 2011). Optimum sayıda FÖB yerleşimi ve tüm sistemi gözlemlemek için sezgisel ve sezgisel olmayan yöntemler kullanılarak genelde IEEE bara sistemiyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada FÖB'lerin güç sistemine optimum yerleştirilmesi bir optimizasyon problemi olarak ifade edilmiştir. Optimal çözüm için benzetimler Matlab yazılımı üzerinde çalışan PSAT Toolbox ara yüzü ile gerçekleştirilmiştir. Uygulamada Derinlik Arama Metodu, Graf Teorisi Metodu, Benzetilmiş Tavlama Metodu, Yinelemeli N-1 Güvenlik metotları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu metotlar, 5 Baralı iletim sistemi, IEEE 6-bara, IEEE 9-bara ve IEEE 24-baralı test sistemleri üzerinde uygulanmıştır. Hem maliyeti azaltmak hem de güç sisteminin tamamının gözlenmesinin sağlamak için en az sayıda FÖB'leri hangi baralara yerleştirilmesinin uygun olacağı araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Fazör Ölçüm Birimi ve Yapısı

Fazör ölçüm birimi güç sistemlerinde ani gerilim akım fazörlerinin gerçek zamanlı ve zaman etiketli olarak yüksek hassasiyette ölçmek yapabilmek için geliştirilmiş cihazlardır (İpek, 2008). Şekil 1'de bir bölgede fazör ölçüm senkronizasyonuna dayanan temel bir ölçüm birimi gösterilmektedir.



Şekil 1. FÖB senkronizasyonuna dayalı geniş alan ölçüm birimi

Şebekeye uygun olan ve birbirinden uzakta olan her bir noktasına FÖB'lerin yerleştirilmesi ile GPS'den gelen ortak senkronize sinyal ile senkronize olmuş aynı zaman örneklemeli akım ve gerilim dalga şekillerinin eş zamanlı olarak ölçülebilmektedir. Ayrıca şebekenin detaylı olarak gözlemlenmesi, güç sistemleri arızasının önceden görülmesi, sistemin daha dikkatli kontrol edilmesi, sistemin yük akış durumunun akıcı ve anlık olarak izlenmesi, sağlamaktadır (Sarıtaş, 2013). Güç sisteminin her barasından fazör ölçümü almak yerine özellikle yüksek dinamiklerin görüldüğü, anlık değişimin en yoğun olduğu baralardan ölçüm alınması fazör ölçüm sistemin ekonomik ve kullanılabilir olmasına açısından önemlidir (Varan ve ark., 2018). Her baraya FÖB yerleştirilmesinin maliyetli olması ve bazı trafo merkezlerinde iletişim durumunun uygun olmamasından dolayı uygun değildir (Nuqui, 2001). İletim güç şebekesinin tüm bara sayısının 1/5 ile 1/4 arasına FÖB yerleştirmekle, şebeke tümüyle gözlenebilir hale gelebileceğini belirtmiştir (Baldwin ve ark., 1993). FÖB'lerin yerleştirilmesindeki temel amaç, mevcut sınırlamalar altında sistemi topolojik olarak gözlenebilir kılacak yerleştirilmesi gereken en az sayıdaki FÖB'nin sayısının ve bu FÖB'lerin hangi baralara yerleştirilmesi gerektiğinin bulunmasıdır (İpek, 2008).

2.2. Fazör Ölçüm Biriminin Analizi İçin Kurallar

FÖB'lerin hat fazör akımlarını ölçmesi ve Ohm kanununun kullanılması ile diğer bir uçtaki gerilim hesaplanabilmektedir. Düğüm noktasındaki gerilim direkt olarak ölçülebiliyorsa ya da bilinen diğer akım ya da gerilim fazörü kullanılarak hesaplanabiliyorsa, bu nokta gözlenebilir bir noktadır.

1. Bir daldaki iki uçtan birinin akım ve gerilim fazörleri biliniyorsa, diğer uçtaki gerilim fazörü Ohm kanunu kullanılarak hesaplanabilir.
2. Bir dalın her iki ucundaki gerilim fazörü biliniyorsa, dal akımı hesaplanabilir.
3. Fazör Ölçüm Birimi olmayan ve giden akımların biri hariç bilinen bir sıfır injeksiyonlu bara varsa, bilinmeyen o akım Kirşof akım kanunu kullanılarak hesaplanabilir (Schlunz ve Van Huuren, 2013).

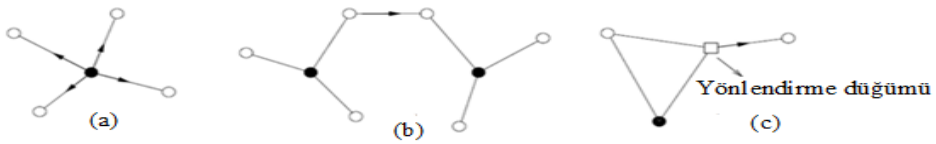
Denklem 1'de görüleceği üzere FÖB'lerin yerleşiminde temel amaç, güç sistemine minimum sayıda FÖB yerleştirerek şebekenin tamamen gözlenebilir hale gelmesini sağlamaktır.

$$\Sigma_i^n w_i \cdot x_i \quad f(x) \geq i \tag{1}$$

w_i: i barasındaki FÖB maliyeti
Xi: 0 veya 1 (Barada FÖB var ya da yok)
F(x): Fonksiyon
i: Tüm girdileri 1'e eşit olan vektör

2.3. FÖB'lerin Yerleşim Kuralları

Kural-1: FÖB'nin yerleştirildiği baranın gerilimi ile bu baraya bağlı her kolun akım ölçümü biliniyor olsun. Şekil 2.a
Kural-2: FÖB'nin yerleştirildiği baraya gelen her bir kolun diğer ucundaki gerilim değeri biliniyor olsun.
Kural-3: Gerilim değeri bilinen iki bara arasındaki hattın akım değeri biliniyor olsun. Şekil 2.b. Bu, gözlemlenen bölgelerin birbirine bağlanmasını sağlar.
Kural-4: Kirşofun akım yasası ile dolaylı olarak hesaplanabilen, her hattın akım değeri biliniyor olsun. Bu kural, düğüm noktasına gelen farklı kollardan yalnızca birisinin akım değeri biliniyorsa uygulanabilir. Şekil 2.c (Milano, 2008).
FÖB'lerin ölçümlerde büyük bir doğruluğa sahip olması şebekenin durum tahmininde ve güç sisteminin gözlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Xu ve Abur, 2004).



Şekil 2. FÖB yerleşim kuralları

2.4. FÖB'lerin İlk Yerleşim Yerinin Tespit Edilmesi

Güç sistemi iletim şebekesinde FÖB'nin ilk yerleşim yerinin tespiti, graf teorisi mantığı kullanılarak yapılır. Tüm düğümlerin birbirleri ile bağlantılı hale getirilmesi için düğümdeki tüm kolların akım fazörlerinin ölçülebilmesi veya hesaplanabilmesi amaçlanmaktadır (Sarıtaş, 2013).

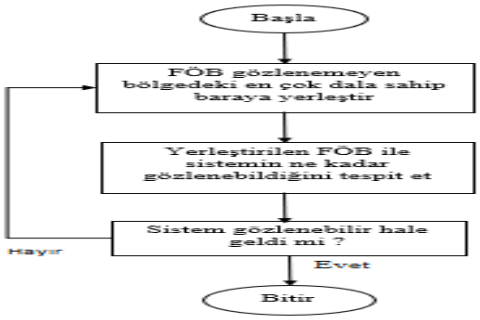
Kural-1: FÖB bağlanmış her dala bir akım fazör ölçümü ata.
Kural-2: Bilinen gerilim değerine sahip iki barayı birbirine bağlayan her dala hesaplanmış akım fazörü ata.
Bu kurallar ile prosedür sistemin gözlenebilir kısmından geriye kalan gözlenemeyen kısmına bir ağaç oluşturarak adım adım genişler.
Prosedür şu şekilde gerçekleşir:
Prosedür 1. FÖB yerleştirilmiş kök olarak tanımlanan bir baradan başlanır ve bir düğümden diğer bir komşu düğüme ilerlenir.
Prosedür 2. Her adımda, gözlenemeyen kısımda en fazla dalı olan baraya bir FÖB eklenerek sistemin gözlenebilir kısmı genişletilir. Bu durum FÖB'nin o baraya bağlı bütün hatlardaki akım fazörlerinin ölçebilmesi avantajını ortaya çıkarır (İpek, 2008).
Prosedür 3. Ağaç, verilen bir yol boyunca daha fazla genişletilemiyorsa, bir önceki düğüm noktasına dönülerek yeni bir yol seçilir.
Prosedür 4. Prosedür tamamlandığında yani sistemin bütünü gözlenebilir olduğunda, yerleştirilen FÖB'ler sayılır. Bu FÖB kümesi başlangıç tahmini olarak kabul edilir ve benzetim yolları ile bu kümenin büyüklüğü azaltılmaya çalışılır (İpek, 2008).

2.5. FÖB'lerin Güç Sistemine Yerleştirilme Metotları

FÖB'ler yerleştirildikleri baralardaki akım ve gerilim fazör ölçümlerini sağladıkları için, amaç verilen kısıtlamalar altında, sitemi topolojik olarak gözlenebilir biçimde yerleştirilmesi, gereken en az sayıdaki FÖB ve bu FÖB'lerin hangi baralara yerleştirilmesi gerektiğinin bulunmasıdır (İpek, 2008). FÖB'lerin optimal şekilde yerleştirilmesi için bazı metotlar önerilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları, derinlik metodu, minumum kapsayan ağaç metodu, benzetilmiş tavlama metodu ve graf metodu, Begovic ve Phadke tarafından önerilen, sistemdeki uyumlu bölgelerin Doğrusal Vektör Tanımlanması metodu (Begovic, (1989); Begovic ve Phadke, (1990)) ; Schlueter tarafından savunulan Zayıf Dal Eliminasyon metodu (Schlueter ve ark. (1990); Schlueter, (1989)). Literatür taranması yapıldığın da FÖB yerleşimi için sezgisel yöntemler ve sezgisel olmayan yöntemler kullanılmaktadır. Çalışmamız da Derinlik Arama Metodu, Graf Teorisi Metodu, Benzetilmiş Tavlama Metodu, Yinelemeli N-1 Güvenlik metotları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu metotlar, 5 Baralı iletim sistemi, IEEE 6-bara, IEEE 9-bara, IEEE 24-bara, test sistemleri üzerinde uygulanmıştır. Çalışmamızda kullanılan algoritmaların tanıtımı aşağıda verilmiştir.

2.5.1. Derinlik arama metodu

Bu algoritma en çok kullanılan FÖB yerleştirme metotlarından biridir. Bu metot FÖB yerleşim kurallarından 1'den 3'e kadar olan kuralları kullanır. Sistemdeki düğümlerin dal sayıları incelenir, en çok dala sahip düğüm bulunur (Milano, 2008). İlk FÖB en çok kola sahip olan bu baraya yerleştirilir. Eğer bu özelliğe sahip birden çok bara var ise, bir tanesi rastgele seçilir. Diğer FÖB'ler ise şebeke tamamıyla gözlenebilir hale gelinceye kadar aynı şekilde yerleştirilir. Şekil 3'te derinlik metodu iş akış şeması verilmektedir (Sarıtaş, 2013). Şebekede ölçülemeyen bir dal akımı ya da gerilimi kaldığı zaman, geriye dönüş yapılarak yeniden süreç başlatılır. Algoritmanın temel çalışma mantığı, bütün olası düğüm noktalarının FÖB yerleşim kurallarına göre test edilmesi ve bu işlemin sistemin gözlenebilir hale gelinceye kadar devam ettirilmesidir (İnternet, 2005).



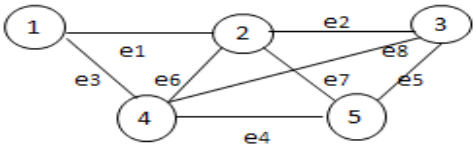
Şekil 3. Derinlik metodu iş akış şeması

2.5.2. Graf teorisi metodu

Graf teorisi metodu, derinlik metoduna benzemektedir. Tek farkı, Kirşofun akım yasası ile dolaylı olarak hesaplanabilen, her hattın akım değeri biliniyor varsayımını da dikkate alarak işlem yapmasıdır. Köşe adı verilen düğümlerden ve kenar adı verilip köşeleri birbirine bağlayan bağlantılardan oluşan veri yapısına graf denir. Graf, noktalar ve bu noktaları birleştiren çizgilerden meydana gelir. Şekil 4'te Graf köşe ve kenar gösterimi verilmektedir.

Düğüm {1, 2, 3, 4, 5}

Kenar = {(1, 2), (1, 4), (2, 3), (2, 4), (2, 5), (3, 4), (3, 5), (4, 5)} = {e1, e3, e2, e6, e7, e8, e5, e4}



Şekil 4. Graf köşe ve kenar gösterimi

Graf teorisi metodunun iş akış şeması şekil 3'te verilmekte olan derinlik metodu iş akış şeması ile aynıdır. Dallarında akım ölçümleri veya hesaplanan ölçümler olan alt grafa ölçüm grafı denir. FÖB yerleştirilmiş olan bir baranın dallarının akım fazör ölçümleri yapılırken, gerilim değeri bilinen iki barayı birbirine bağlayan dalın akım fazör değerleri hesaplanır ve bunlara hesaplanan akım fazör ölçümü denir (İpek, 2008).

2.5.3. Benzetilmiş tavlama metodu

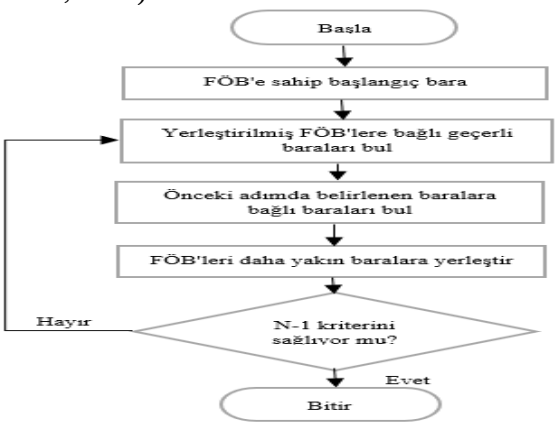
Benzetilmiş tavlama metodu algoritması, şebekeyi minimum FÖB ile maksimum gözlenebilir hale getirmek için, graf teorisi ile yerleşimi yapılan ilk FÖB'den başlayarak, herhangi bir FÖB'e rasgele bir baradan alıp başka bir baraya yerleştirir. Daha sonra, şebekenin gözlenebilirlik durumu yeniden gözden geçirilir ve ölçülmeyen ya da hesaplanmayan akım ve gerilim bilgisi kalmadığının anlaşılması halinde bütün sistemin gözlenebilir olduğu anlaşılır ve algoritma durur. Yöntem ile aynı problem için birden fazla çözüm bulunabilir. Bu yöntemde daha kötü bir değişim, hesaplama prosedürünü kısaltacağı varsayımıyla kabul edilir. Bu metot, FÖB'lerin sistem boyunca dağınık yerleşimini ve gözlenen ve gözlenemeyen bölgeler arasındaki mesafenin az olmasını garanti etmektedir (Manousakis ve ark., 2011). Bu metot, mevcut bir çözümü daha iyi hale getirmek için gelişigüzel varyasyonları dener. Birçok durumda çözümü bulmasına rağmen, çok fazla zamana ihtiyaç duyan bir yöntem olması, bu metodun dezavantajıdır (Begovic, and Milosevic, 2003).

2.5.4. Yinelemeli N-1 güvenlik metodu

Yenilemeli N-1 güvenlik metodunda minimum FÖB yerleşimi için kurallar, sabit bir ağ topolojisi ve ölçüm cihazlarının tam güvenilirliğini var saymaktadır. Hat kesintileri (N-1 güvenliği) durumunda tam bir gözlemlene bilirlik sağlayan basit kriterler önerilmiştir. Aşağıdaki iki koşuldan en az biri geçerli olduğunda bir veri yolunun barası olduğu söylenebilir.

Kural 1: Düğüme bir FÖB yerleştirilir;

Kural 2: Düğüm bir FÖB ile donatılmış en az iki düğüme bağlanır. Eğer bara tek uçlu hatta bağlıysa, kural 2 yok sayılır. Şekil 5'te önerilen N-1 güvenlik yerleşimini elde etmek için algoritmaları göstermektedir (Denegri ve ark., 2002).



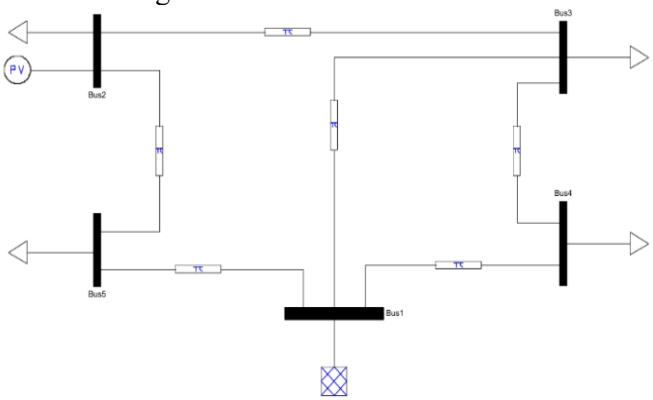
Şekil 5. Yinelemeli N-1 güvenlik method iş akış şeması

3. SONUÇLAR

Sistemi gözlenebilir kılan en az sayıdaki FÖB yerleşimi, Derinlik Arama Metodu, Graf Teorisi Metodu, Benzetilmiş Tavlama Metodu ve Yinelemeli N-1 Güvenlik metotları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu metotlar, 5 Baralı iletim sistemi, IEEE 6-bara, IEEE 9-bara, IEEE 24-bara, test sistemleri üzerinde uygulanmıştır. Uygulamalarda kullanılan test sistemlerin tek hat şemaları aşağıda sırası ile verilmiştir. Test işlemleri Intel i7-8550u 1.8 Ghz işlemci ve 8GB RAM'a sahip bilgisayar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar Matlab 2017a programın kullanılarak PSAT programı ile yapılmıştır.

3.1. Uygulama 1. Beş Baralı Örnek Sistemi

Aşağıda şekil 6'da uygulamamızda kullandığımız beş baralı iletim sistemi verilmiştir. İletim sisteminde 5 bara, 6 iletim hattı ve 2 generatör bulunmaktadır.



Şekil 6. 5 baralı sistem PSAT modeli (Uğur, 2002).

Tablo 1. 5 baralı sistem uygulama sonuçları

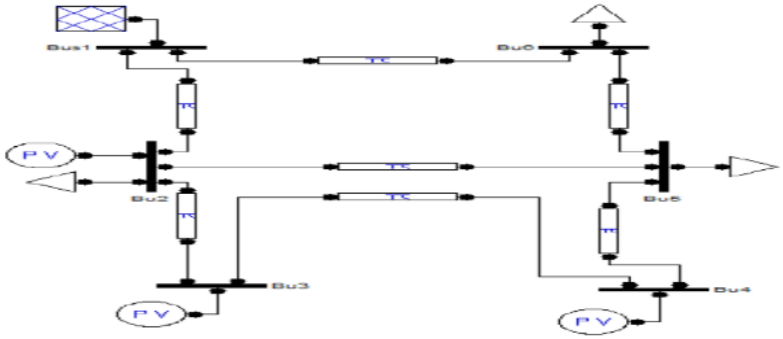
Kullanılan Metotlar	FÖB Sayısı	Geçen Süre	FÖB Yerleştirilmesi Gereken Baralar
Derinlik Metodu	2	0.10066s	3, 5
Graf Teorisi Metodu	2	0.082151s	3, 5
Benzetilmiş Tavlama Metodu	2	0.11616s	3, 5
Yinelemeli N-1 Güvenlik Metodu	3	0.13128s	1, 2, 3

Tablo 1'de 5 baralı sistemine uygulanan benzetim metotlarının karşılaştırılması görülmektedir. En uzun benzetim süresine sahip Yinelemeli N-1 Güvenlik metodu en fazla sayıda FÖB birimi ile sistemi

gözlenebilir kılmıştır. Diğer yöntemlerde sisteme yerleştirilen FÖB sayıları aynı olmakla birlikte yerleşme süreleri farklıdır.

3.2. Uygulama 2. IEEE 6 Baralı Test Sistemi

Aşağıda şekil 7'de uygulamamızda kullandığımız IEEE 6 baralı test sistemi verilmiştir. İletim sisteminde 6 bara, 7 iletim hattı ve 3 generatör bulunmaktadır.



Şekil 7. IEEE 6 baralı sistem PSAT modeli (Nitve and Naik, 2014)

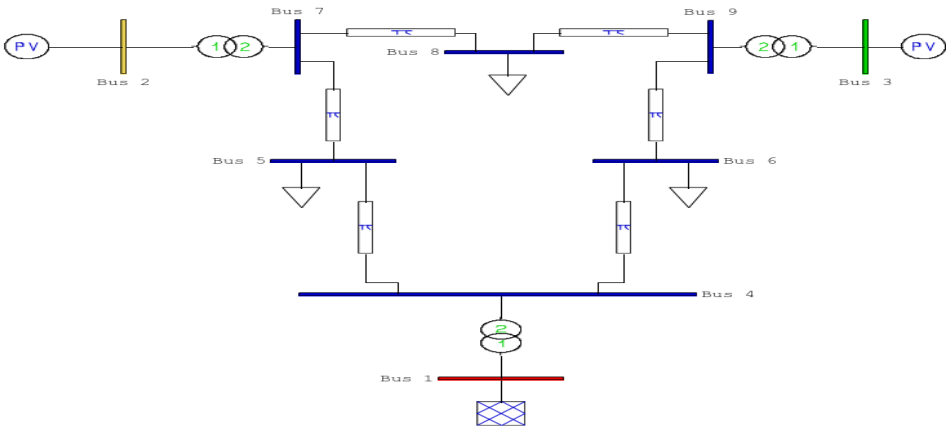
Tablo 2. 6 baralı sistem uygulama sonuçları

Kullanılan Metotlar	FÖB Sayısı	Geçen Süre	FÖB Yerleştirilmesi Gereken Baralar
Derinlik Metodu	3	0.072811s	1, 3, 5
Graf Teorisi Metodu	3	0.07801s	1, 3, 5
Benzetilmiş Tavlama Metodu	2	0.38128s	3, 6
Yinelemeli N-1 Güvenlik Metot	3	0.13549s	1, 3, 5

Tablo 2'de IEEE 6 baralı test sistemine uygulanan benzetim metotlarının karşılaştırılması görülmektedir. En uzun benzetim süresi 0.38128s ile Benzetilmiş Tavlama metodu olmasına rağmen en az sayıda FÖB birimi ile sistemi gözlenebilir kılmıştır.

3.3. Uygulama 3. IEEE 9 Baralı Test Sistemi

Şekil 8'de IEEE 9 bara test sisteminin PSAT modeli verilmektedir. Sisteminde 9 bara ve 3 generatör bulunmaktadır. Bu test sisteminde 3 adat güç trasnformatör, 6 iletim hattı ve 3 adet yük mevcuttur. Transformatör gerilim seviyeleri 13.8 kV, 16.5 kV, 18 kV ve iletim hattı gerilim seviyesi 230 kV 'tur. IEEE-9 bara sistemi'nin tek hat şeması şekil 8'de görülmektedir (Anderson, and Fouad, 2003).



Şekil 8. IEEE-9 bara sistem PSAT modeli

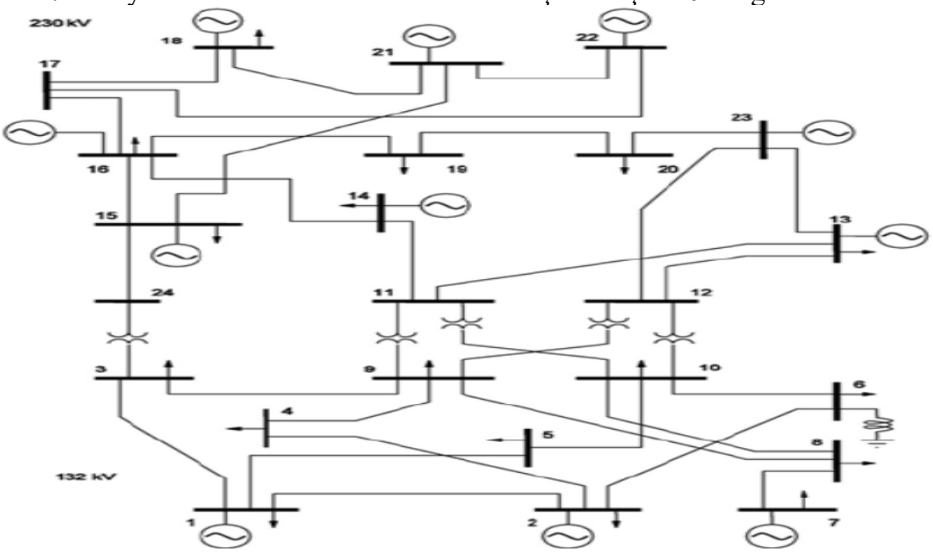
Tablo 3. IEEE 9 baralı sistem uygulama sonuçları

Kullanılan Metotlar	FÖB Sayısı	Geçen Süre	FÖB Yerleştirilmesi Gereken Baralar
Derinlik Metodu	3	0.080511s	4, 7, 9
Graf Teorisi Metodu	3	0.08047s	4, 7, 9
Benzetilmiş Tavlama Metodu	2	0.26562s	4, 8
Yinelemeli N-1 Güvenlik Metodu	3	0.11741s	4, 7, 9

Tablo 3'te IEEE 9 baralı test sistemine uygulanan benzetim metotlarının karşılaştırılması görülmektedir. En uzun benzetim süresi 0.26562s ile Benzetilmiş Tavlama metodu olmasına rağmen en az sayıda FÖB ile sistemi gözlenebilir kılmıştır. Bu durumda IEEE 9 baralı test sisteminin en az maliyetle Benzetilmiş Tavlama metodu ile gözlenebilir olduğunu söyleye biliriz.

3.4. Uygulama 4. IEEE 24 Baralı Test Sistemi

Şekil 9'da sisteminde 24 bara, 11 generatör ve 5 transformatör bulunmaktadır. Bu test sisteminde 38 iletim hattı ve 17 adet yük mevcuttur. Sistemi'nin tek hat şeması şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. IEEE 24 baralı sistemi'nin tek hat şeması (Ordoudis ark., 2018)

Tablo 4. IEEE 24 baralı sistem uygulama sonuçları

Kullanılan Metotlar	FÖB Sayısı	Geçen Süre	FÖB Yerleştirilmesi Gereken Baralar
Derinlik Metodu	8	0.18737s	2, 7, 9, 10, 16, 21, 23, 24
Graf Teorisi Metodu	8	0.13381s	2, 7, 9, 10, 16, 21, 23, 24
Benzetilmiş Tavlama Metodu	6	4.1876s	2, 8, 10, 15, 18, 20
Yinelemeli N-1 Güvenlik Metodu	12	0.63815s	1, 2, 3, 9, 10, 13, 14, 15, 17, 19, 21, 23,

Tablo 4'te IEEE 24 baralı test sistemi, uygulanan benzetim metotlarının karşılaştırılması görülmektedir. En uzun benzetim süresi 4.1876s ile Benzetilmiş Tavlama metodu olmasına rağmen en az sayıda FÖB birimi ile sistemi gözlenebilir kılmıştır. Bu durum sistemi en az maliyetle gözlenebilir kılmayı sağlamaktadır. Yukarıdaki tabloda sistemin gözlenebilir olması için hangi baralara FÖB'lerin yerleşmesi gerektiği verilmektedir.

Tablo 5. Çalışmada kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması

Kullanılan Metotlar	Uygulanan Sistemlerin FÖB Sayısı			
	5 Baralı Sistem	IEEE-6 Bara	IEEE-9 Bara	IEEE-24 Bara
Derinlik Metodu	2	3	3	8
Graf Teorisi Metodu	2	3	3	8
Benzetilmiş Tavlama Metodu	**2**	**2**	**2**	**6**
Yinelemeli N-1 Güvenlik Method	3	3	3	12

Tablo 5'te tüm uygulama metotlar ile uygulaması yapılan sistemlerin FÖB sayılarının karşılaştırılması tablo olarak verilmiştir. Bu sonuçlara bakarak bara sayısı artıkça en az sayıda FÖB ile sistemi gözlenebilir kılan metot benzetilmiş tavlama metodu olduğu söylenebilir.

4. TARTIŞMA

Sistemin herhangi bir kararsızlık durumuna gelmeden gerekli önlemler alınarak karalılığı ve güvenirliği sağlanması gerekir. Bu nedenle, sistemin tüm akım ve gerilim fazör bilgilerini ölçen ya da hesaplayabilen FÖB'lerin minimum sayıda sisteme yerleştirilmesi ile sistemi maksimum gözlenebilir kılan metotların kullanılması ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı bu çalışmada şebekeye çeşitli fazör ölçüm birimi yerleştirme metotları önerilmiştir. Bu metotlar kullanılarak, şebekeye yerleştirilecek minimum sayıda FÖB sayısı ile yerleştirme süreleri ve FÖB'lerin yerleştirilmesi gereken baralar belirlenmiştir. Yapılan çalışmalara sezgisel yöntemler uygulayarak optimal FÖB sayısı ve FÖB'lerin yerleştirilmesi gereken baraları bulabiliriz.

KAYNAKLAR

Aminifar, F., Fotuhi-Firuzabad, M., Shahidehpour, M., and Khodaei, A., (2011), "Probabilistic Multistage PMU Placement in Electric Power Systems", *IEEE Trans. Power Del.*, 26, (2), pp. 841-849.

Anderson, P. M., and Fouad, A. A., (2003) "Power System Control and Stability", 2nd ed. New York: IEEE Press.

Baldwin, T.L., Mili, L., Boisen, M.B., and Adapa, R., (1993), "Power System Observability with Minimal Phasor Measurement Placement", May, *IEEE Transactions on Power Systems*, 8(2):701-715.

Begovic, M.M. and Phadke, A.G. (1990), "Voltage Stability Assessment through Measurement of a Reduced State Vector", IEEE Transactions on Power Systems, PWRS-5(1):198-203.

Begovic, M.M. (1989), "Analysis Monitoring and Control of Voltaae Stability in Electric Power Systems", Ph.D. Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, July.

Begovic, M., and Milosevic, B., (2003), "Nondominated Sorting Genetic Algorithm for Optimal Phasor Measurement Placement" IEEE Transactions on Power, 18(1):69-75.

Deebiga, K. and Raqib Hussain, A. (2015), "Optimal Placement of Phasor Measurement Unit for Better Power System Observality", *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering*, Vol. 14, No. 2.

Denegri G. B., Invernizzi M., and Milano F., (2002), "A Security Oriented Approach to PMU Positioning for Advanced Monitoring of a Transmission Grid," in Proc. of PowerCon 2002, Kunming, China, Oct.

"Electric power systems Analysis & Nature Onspired Optimization Algorithms", https://al-roomi.org/power-flow/9-bus-system, 4 February (2015). [Erişim tarihi: 7 Ekim 2019]

IEEE (2006), "IEEE Standart for Synchro phasors for Power Systems", IEEE StdC37.118-2005, April.

Internet, (2005),The University of New South Wales, "Power System Analysis Toolbox Documentation for PSAT version 1.3.4", http://seit.unsw.adfa.edu.au/staff/sites/hrp/research/PSAT/psat-1.3.4.pdf.

İpek, M.A.M. (2008), "Elektrik Güç Sistemlerinde Geniş Alan Ölçüm Sistemi ve Fazör Ölçüm Birimi Yerleşiminin İncelemesi", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 5-20, 53.

Jyoti, P. (2015), "Phasor Measurement Unit Deployment Approach for Maximum Observability Considering Vulnerability Analysis", pp. 4.

Manousakis, N. M. Korres, G.N. and Georgilakis, P.S. (2012), "Taxonomy of PMU Placement Methodologie"s, *IEEE Trans. Power Syst.*, 27, (2), pp. 1070-1077.

Milano, F. (2008), "Power System Analysis Toolbox Documentation for PSAT" version 2.0.0, February 14, pp. 89-98.

Manousakis, N. M., Korres G. N., and Georgilakis P. S., (2011)., "Optimal Placement of Phasor Measurement Units: A Literature Review", 16th International Conference, Hersonissos, 1-6.

Nitve, B., and Naik, R., (2014) "Steady state analysis of IEEE-6 Bus System Using PSAT power toolbox", International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT), Volume 3, Issue 3, pp. 199-200, May.

Nuqui, R.F. (2001), "State Estimation and Voltage Security Monitoring Using Synchronized Phasor Measurements", Phd Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 3-7.

Ordoudis, C., Pinsona, P., Moralesb, J.M., and Zugnob, M., (2018), "An Updated Version of the IEEE RTS 24-Bus System for Electricity Market and Power System Operation Studies", Downloaded from orbit.dtu.dk on: Nov 29, pp.1-4.

Phadke, A. G. and Thorp, J.S. (2008), "Synchronized Phasor Measurements and Their Applications", New York, *Springer*.

Phadke, A.G. (2008), System of Choice, "Phasor Measurements for Real Time Applica- tions" *IEEE Power and Energy Magazine*, Vol.6, Issue 5, p. 20-22.

Rani Sandhya, G. (2015), "Optimal PMU Placement Using Lineer Integer Programming Technique" IJISET–International Journal of Innovative Science, *Engineerin & Technology*, Vol. 2 Issue 4, April.

Rakpenthai, C. Premrudeepreechacharn, S., Uatrongjit, S., and Watson, N.R. (2007), "An Optimal PMU Placement Method against Measurement Loss and Branch Outage", *IEEE Trans. Power* Del.,22, (1), pp. 101-107.

Sarıtaş A. (2013), "Akıllı Şebekeler Ve Fazör Ölçüm Birimlerinin Şebekeye Optimal Yerleşimi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 62-74.

Schlunz, E.B. and Van Huuren, J.H. (2013), "An investigation into the effectiveness of simulated annealing as a solution approach for the generator maintenance scheduling problem", *Electrical Power and Energy Systems*, 53: 166–174.

Schlueter, R.A., Hu, I., Chang, M.W., and Lo, J.C., Costi, A., (1990), "Methods for Determining Proximity to Voltage Collapse", IEEE Winter Meeting, Atlanta, 90-96.

Schlueter, R. A., (1989), "Voltage Collapse Dynamic Security Assessment using Structural Stability Analysis", May, Proceedings of the 1988 EPRI/CRIEPI Symposium on Dynamics and Control.

Uğur, A., (2002). "Güç Sistemlerinin Bilgisayar Destekli Analizi", Alfa Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti, Bursa: sayfa (243-260).

Var, H. ve Türkay, B. E. (2016), *Akıllı Şebekelerde Durum Kestirimi için Fazör Ölçüm Birimlerinin Optimum Yerleştirilmesi,* https://ieeexplore.ieee.org/iel7/7836072/7851840/07851940.pdf, pp 1.

Varan M., Haidary S., ÖYLEK İ., ve CANAY Ö., (2018), "Akıllı Şebekelerde Güvenli Haberleşme Tabanlı Güç Akışı Analizi", *Journal of New Results in Engineering and Natural Science*, No:8 pp. 68.

Xu, B. and Abur, A. (2004), "Observability analysis and measurement placement for system with PMUs," Proc. IEEE Power System Conf. Expo, 2:943–946.

CLASSIFICATION OF DIABETIC RETINOPATHY IMAGES WITH MATLAB PARALLEL PROGRAMMING

M. AKÇAY
Kutahya Dumlupinar University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department
makcay26@gmail.com

S. ERGIN
Eskişehir Osmangazi University, Electrical and Electronics Engineering Department,
Meselik Campus, 26480, Eskişehir/Turkey
sergin@ogu.edu.tr

A. SEZGIN
Eskişehir Osmangazi University, Electrical and Electronics Engineering Department,
Meselik Campus, 26480, Eskişehir/Turkey
ahmetsezginorjin@gmail.com

Abstract
DiaretDB0 database consists of 130 color fundus medical images. 20 of these images are normal and the remaining 110 images are fundus images of the disease with symptoms of diabetic retinopathy. In this study, 64 of 130 images were selected. Four classes of 16 were created from the selected images. Of these 16 images, 15 were used for training and 1 for testing. This procedure was repeated 16 times and included in the study. Finally, Matlab's parallel computating toolbox was used for faster results. The processes were obtained by repeating 1, 2 and 4 cores. The durations of repeated results were measured using 1, 2, 4 processors. As the number of processors increased, the running time of the program decreased.

Keywords: Diabetic ratinopathy, SVM, multicore.

1. Introduction

Diabetes has become one of the rapidly increasing health threats worldwide. Regular diabetic control is an important way to prevent diabetes or slow down the progression of diabetic problems (complications) / symptoms. Because late treatment of diabetes is very expensive, early and accurate medical diagnosis and treatment of diabetes is very profitable and cost effective. For example, in Finland, only 10% of the total health care costs of diabetes are due to 70% of early diagnosed patients, and the remaining 90% to late treatment (30%). Therefore, research on automated diagnostic methods for diabetic patients has been encouraged, particularly in countries with larger populations.

Diabetic retinopathy is the most common diabetic eye disease and has an important role in the early diagnosis of diabetic retinopathy. Because the occurrence of retinal abnormalities is common in diabetes. However, because the fundus of the eye is susceptible to vascular diseases, fundus imaging is considered a candidate for the diagnosis of diabetic retinopathy. Diagnosis performance depends on both accurate and well-captured fundus images and efficient and reliable image processing algorithms. Although many algorithms have been proposed by many researchers, it is not possible to compare the accuracy of the algorithms due to the lack of a widely accepted and represented fundus image database.

There are many image processing algorithms proposed in the literature. Vel and Aeberhard (1999) used random linear line segments of 2D images. Line segments are less sensitive to lighting changes and local variations because they combine internal structural features with the spatial information of an image. Shinohara and Otsu (2004) proposed a method of image recognition using weight maps and High Local Automatic Correlation (HLAC) features. They combined local feature-based and image-vector-based approaches with a more unified perspective. Shih and Chuang (2004) have proposed a new approach, called the double-threshold method for the removal of image properties. Wang and Ahuja (2003) proposed a new approach for image decomposition, Higher Order Singular Value

Decomposition (HOSVD), a natural SVD matrix, as well as Support Vector Machine (SVM) algorithms, an effective way to calculate nonlinear properties of samples. SVM is also a very popular method for face recognition problems.

Scientific and commercial applications require faster and more complex calculations and should deal with large amounts of data. These applications include database management tools, data mining, oil exploration, web search engines, web based business services, and medical imaging and diagnostics, financial and economic modelling, advanced graphical visualization, networked video, and so on. These computers require supercomputers. Because supercomputers are very expensive and play a role for very specific applications, parallel computers have been developed instead of using supercomputers. Parallel calculation is a form of calculation in which all processes are executed simultaneously. The entire process can be divided into smaller processes and performed at the same time. Parallel computers must be made up of many process elements and storage components, because they can take advantage of all possible calculations and storage volumes for a process simultaneously. Performing multiple calculations at the same time reduces the total elapsed calculation time by using multicore arch. Therefore, parallel computing methods should be developed in order to obtain maximum efficiency from parallel computers (Gao et al., 2009). Matlab has a Parallel Computing and Distributed Computing toolbox for multicore and cluster architectures.

2. Diabetic Retinopathy

Diabetes is a type of disease that occurs when the pancreas (a gland behind the stomach) does not produce the required amount of insulin hormone for a human body. This disease can also occur if a human body cannot properly use the insulin hormone produced by the pancreas organ. The main symptoms of diabetes are excessive fatigue, unexplained weight loss, blurred vision, increased thirst, frequent urination (especially at night). If a person is left untreated, diabetes can cause a number of health problems, including heart disease.

The disease of diabetic retinopathy has four different stages. The first stage is mild nonproliferative retinopathy. This stage is the earliest stage, and microevrisms occur at this stage. Microaneurysms are small balloon-like swellings in the small blood vessels of the retina. As the disease progresses to diabetic retinopathy, the second stage with moderate proliferative retinopathy of the name is encountered. At this stage, some blood vessels that feed the retina are blocked. After many blood vessels are occluded, diabetic retinopathy disease reaches the third stage with severe nonproliferative retinopathy. At this stage, the blood vessels are deprived of various regions of the retina. These regions of the retina send signals to the body to enlarge new blood vessels for feeding. The last and most advanced stage of diabetic retinopathy is proliferative retinopathy and signals sent by the retina for feeding trigger the growth of new blood vessels. These new blood vessels are abnormal and fragile. Although these blood vessels do not cause problems (complications) or loss of vision, they have thin, fragile walls. Therefore, blood leaks from these vessels are easy. If leaks begin, intense vision loss and blindness may occur. In some countries, people in dedicated diabetic clinics may be offered early diagnosis by performing retinopathy screening for patients. Figure 1 shows a scene by a person with normal vision (a) and a person with diabetic retinopathy (b).



Figure 1. (a) Perspective of a healthy person. (b) Perspective of a person with diabetic retinopathy.

3. Diagnosis Method

In this study, primarily, the conventional (ordinary) Support Vector Machine (SVM), a well-known pattern recognition method, was performed for the diagnosis of diabetic retinopathy. After the experimental results were obtained by applying SVM to the evaluation database, the parallel version of the SVM algorithm was transferred to the same database for faster implementation of the SVM algorithm.

Support Vector Machine (SVM) is proposed as a binary classifier and determines the most appropriate hyperplane. This maximizes the distance between the optimal hyperplane and the sample closest to the hyperplane. So it is also called the maximum margin classifier (Burges, 1998). The support vectors correspond to data samples closest to the optimal hyperspace. If a problem is investigated in two classes, it is shown as a training set. If a two-class problem is investigated, the training set is denoted as $\mathrm{TS} = \{(\mathbf{x_1}, L_1), (\mathbf{x_2}, L_2), \ldots, (\mathbf{x_M}, L_M)\}$. In the set, $\mathbf{x_i}$ ($i = 1, 2, \ldots, M$) is the data sample and L_i ($L_i \in \{-1,1\}$) is the class label (either negative or positive class.). Any vectorial test data ($\mathbf{x_{test}}$) can be classified using the decision function as follow:

$$f(\mathbf{x_{test}}) = \sum_{i=1}^{M} \left\{ \alpha_i L_i \left(\mathbf{x_i^T x_{test}} \right) + b \right\}$$

Here, ($\mathbf{x_i}$), are the solution to the quadratic programming problem, are the vertical distance from the optimal hyperplane. The SVM classifier described above is a classifier of two classes. It is possible to create classifiers to deal with multi-class problems (S classes) (Ruiz-Pinales et al., 2006). In this study, the linear SVM classifier is preferred and implemented using the Pattern Recognition Toolbox (PRTools) in MATLAB (Heijden et al., 2004).

4. Experimental Study

In this section, experimental studies carried out for diabetic retinopathy in diaretDB0 database are described. First, some concise information about the DiaretDB0 database is given. Diagnostic results are then presented using conventional SVM realization. The method of performing parallel SVM and calculation details are given in the last subsection for comparison.

5. Database

A database accepted by experts in diabetic retinopathy disorder was selected for reliable evaluation and comparison between the usual occurrences of the parallel and SVM algorithm. DiaretDB0 database is preferred for this purpose due to its proven reliability in medical image processing literature. The database consists of 130 color medical images. These pictures are called fundus images. Twenty of these pictures are normal fundus images and 110 are fundus images including the disease. Images were taken from the Kuopio University Hospital in Kuopio, Finland. The entire distribution images do not correspond to any typical population, so no prior knowledge can be obtained. This data set is called the fund calibration level 0 fundus image".

Images contain an unknown amount of imaging noise and optical distortion. Therefore, images of retinopathy with a high value variance relative to the different visual appearance should be considered. Despite the disadvantages of the database, all medical images are true fundus images and no synthetic rearrangements have been performed; that is, the database can be used reliably to compare the computational performance of two different SVM implementations.

In this study, several pretreatment operations were performed on fundus images. First, all fundus images were converted to gray scale. The grayscale images were then resampled to a size of 60 × 46 to save some calculation time. The pupil portions of the fundus images were cropped and resized to a size of 40 × 30 with pupil images. Subsequently, all matrices were converted to matrices with zero-averages subtracting the average pixel value from each pixel. Finally, an integer value of 128 was added to each pixel of each image. During the experimental study, all matrices were converted to column vectors, and the resulting column vectors were 1200 in size. Sixty-four fundus images with

normal and different stages of diabetic retinopathy were selected for the experiments. All of the medical images, which are representatives of selected Normal and diseased persons, constitute a high quality array.

6. Matlab Parallel Computing Toolbox

The main contribution of this study is to diagnose rapid automatic diabetic retinopathy by paralleling SVM, one of the widely used pattern recognition algorithms. The parallelism in the SVM algorithm not only provides a fast image processing technique, but also reduces the need for memory. Therefore, using parallelization on SVM in diabetic retinopathy diagnosis problem is more advantageous in terms of both processing power and memory requirement. In the experimental studies, DIARETDB0 evaluation database (Kauppi et al., 2006) was used.

ALGORITHM OF SVM

```
tic
for class_index = 1:num_class
    for pos_indx = 1:4%num_tot_pos
      pos_indx
      im_matrix = rgb2gray(imread(sprintf('%s%03d', filepath_images, cls(class_index,pos_indx)), 'PNG'));
      noisy_image = imnoise(im_matrix,'gaussian',m,var_gauss); %adds Gaussian white noise with mean m and variance of
0.01.
      peaksnr = psnr(noisy_image,im_matrix);
      imwrite(noisy_image,sprintf('%s%03d_%02d.png', filepath_generated, cls(class_index,pos_indx),image_noise));
   end %pos_indx
end %class_index
toc
```

The program above will run on a single kernel. The results are taken in approximately 124 seconds. In the above program, “for loop” images are taken one by one. Since it is a single processor, processing is performed on one image at a time. This results in a long process.

In order to do the same job with more processors, it is necessary to write how many processors are activated first. The following p = parpool (4) command uses 4 cores. Then, the “for” loop, in which these 4 cores will operate, is changed with the for “parfor” command. In this case, the program images are taken in groups of 4. It can receive one image for each processor at a time. This results in faster results. With Matlab R2015a's parallel toolbox, the program can be obtained faster than the number of processors in the computer. The command that allows several processors to work together is for “parfor“.

```
numCores = feature('numcores');
p = parpool(4);
parfor class_index = 1:num_class
   for pos_indx = 1:4%num_tot_pos
```

The program returns the results in approximately 72 seconds after running. This process was tested with 2 cores to see if an intermediate value can be obtained. For this purpose, the number of cores was reduced to 2 and the program was run again. In this case, the program images in groups of 2 by taking the process was done.

```
numCores = feature('numcores');
p = parpool(2);
```

The results were taken in about 92 seconds. The system also did not allow us to use the “parfor” command for each of the nested "for" loops. As a result, the most important point in parallel programming is that the operations of the kernels to be used are independent of each other. Loops that work interdependently will not help. For a result, it will prevent the other processor to get the fast results we want.

Table 4. Results

Number of cores	Execution time (sec)
1	124
2	92
4	72

Conclusions and Future Work

There will be less execution time for an algorithm by using more than one CPU or core**.** There will be less memory requirement by using multicore architecture. As long as a possible parallelization solution for an algorithm, using multiple core architectures will execute faster than a single core execution. Novel research should be focused developing optimal parallel algorithms and architectures. Parallelization of other classification algorithms should studied and compared for performance.

References

Burges C. J. C., (1998). A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition. Data Mining and Knowledge Discovery 2, pp. 121-167.

Gao, W., Kemao Qian, Wang Haixia, Lin Feng, and Seah, Hock. (2009). Parallel computing for fringe pattern processing: A multicore CPU approach in MATLAB environment. Optics and Lasers in Engineering. 47, pp. 1286-1292.

Heijden van der F., Robert P.W. Duin, Dick de Ridder and David M.J. Tax, (2004). Classification, parameter estimation and state estimation, an engineering approach using Matlab. John Wiley & Sons, ISBN 0470090138.

Kauppi, T., Kalesnykiene, V., Kamarainen, J.-K., Lensu, L., Sorri, I., Uusitalo, H., Kälviäinen, H., Pietilä, J., (2006). DIARETDB0: Evaluation Database and Methodology for Diabetic Retinopathy Algorithms, Technical report.

Ruiz-Pinales J., J. J. Acosta-Reyes, A. Salazar-Garibay and R. Jaime-Rivas, (2006). Shift invariant support vector machines face recognition system, Proc. of World Academy of Science, Engineering and Technology, vol.16, pp.167-171.

Shih F. Y. and C.-F. Chuang, 2004. Automatic extraction of head and face boundaries and facial features, Information Sciences, vol.158, pp.117-130.

Vel O. De and S. Aeberhard, 1999. Line-based face recognition under varying pose, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.21, no.10, pp.1081-1088.

Wang H, Ahuja N (2003). Facial expression decomposition. In: Proc. of the 9 th IEEE Int. Conf. on Computer Vision, pp. 958-965.

Yusuke S. and N. Otsu, 2004. Facial Expression Recognition Using Fisher Weight Maps. Proceedings - Sixth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 499-504.

TİP-2 DİYABET HASTALARI İÇİN MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA İLE MENÜ PLANLAMA

Büşra Yavuz
Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
busrayavuz9339@gmail.com

Aslı Sebatlı-Sağlam
Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
aslisebatli@gmail.com

Doç. Dr. Fatih Çavdur
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
fatihcavdur@uludag.edu.tr

Doç. Dr. Yasemin Şahan
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
yasemins@uludag.edu.tr

Özet
Menü planlama; enerji, besin öğesi çeşitliliği, besin öğesi ihtiyacı, maliyet gibi birçok etmenin dikkate alınması ve eşzamanlı gerçekleştirilmesi gereken birden fazla amacın olduğu karmaşık bir süreçtir. İşyeri, okul, hastane gibi toplu beslenme alanlarında menü bileşenlerinin gerekli enerji ve besin öğelerini karşılayacak şekilde planlanması gerekmektedir. Ayrıca, farklı bir beslenme şekli uygulaması gerektiren sağlık problemlerine (diyabet, hipertansiyon, çölyak v.b.) sahip kişiler için özel menü planlaması yapılması gerekmektedir. Günümüzde, diyabet dünyanın her yerinde çok yaygın olarak görülmekte ve ölümcül birçok hastalığın oluşumunda da birinci sırada rol oynamaktadır. Diyabette, en az tedavi kadar önemli olan konu hastaların uygun, dengeli ve yeterli beslenmesinin sağlanmasıdır. Birçok farklı çeşidi bulunan diyabet hastalığının en yaygın görülen türü tip-2 diyabettir. Bu çalışmanın amacı, ülkemizde de sıklıkla karşılaşılan tip-2 diyabet hastalarına yönelik olarak, toplu tüketim yerlerinde kullanılmak üzere, matematiksel programlama kullanılarak uygun menülerin oluşturulmasıdır. Böylece, hem menü planlarının oluşturulmasında zaman ve kaynakların etkin kullanımının sağlanması hem de insan kaynaklı hataların önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla çalışma kapsamında geliştirilmiş olan matematiksel programlama modeli, Mathematical Programming Language (MPL) ortamında Gurobi çözücüsü ile çözdürülmüştür. Sonuç olarak, tip-2 diyabet hastalarının beslenme kurallarına uygun, enerji miktarı, yemek grupları, menü maliyeti gibi özellikleri dikkate alınarak aylık yemek planı oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar çeşitli kriterler açısından analiz edilmiştir. Geliştirilen model kullanılarak, insan kaynaklı menü planlama hatalarını azaltan sistematik bir yapı ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar kelimeler: Menü planlama, diyabet, matematiksel programlama, tamsayılı programlama

MENU PLANNING USING MATHEMATICAL PROGRAMMING FOR TYPE-2 DIABETES

Abstract
Menu planning is a complex process requiring the consideration of many factors such as energy amounts, nutritional diversity and cost as well as multiple objectives that need to be taken into account simultaneously. Menu components need to be planned to meet the necessary energy and nutritional element requirements in public nutrition as in workplaces, schools and hospitals. Additionally, it is necessary to prepare special menu plans for people with different nutritional requirements due to some health problems (i.e., diabetes, hypertension, coeliac etc.). In today's world, diabetes is commonly observed and acts as a primary cause for many fatal diseases. In diabetes, it is as important as the treatment to provide appropriate, balanced and sufficient nutrition. Although different types of

diabetes are observed, the most common type is the type-2 diabetes. The aim of this study is to create appropriate menu plans using mathematical programming in public nutrition for the people with type-2 diabetes as a common disease also in our country. It is thus aimed at both using time and resources efficiently and eliminating human-caused problems in creating menu plans. The mathematical programming model developed in this study is implemented using Mathematical Programming Language (MPL) and Gurobi solver. As a result, an appropriate monthly menu plan for type-2 diabetes is created considering the parameters of menu items such as energy amounts, food groups and cost. The results are analyzed in terms of some problem criteria. A systematic approach is created minimizing the human-caused errors by using the developed model.

Keywords: Menu planning, diabetes, mathematical programming, integer programming

1.GİRİŞ

İnsanın hayatını sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmesi, her şeyden önce yeterli ve dengeli beslenmesine bağlıdır (Oruç, 2014). Hatalı beslenme alışkanlıkları; şişmanlık, kalp-damar hastalıkları, hipertansiyon, kanser ve diyabet gibi hastalıklara yakalanma riskini arttırmaktadır. Hastalıklardan korunmak uzun ve sağlıklı bir yaşam şansını artırmak için mutlaka yeterli ve dengeli beslenmek gerekmektedir (Tokgöz ve ark., 1995).

Çok sayıda kişiye ev dışında, çalıştıkları, yaşadıkları veya kaldıkları yerlerde, dışarıya çıkmadan yiyecek ve içecek ihtiyaçlarının istenen şekilde hazırlanması ve sunulması olarak tanımlanan toplu beslenme; menü hazırlanmasını ve planlanmasını gerektiren bir sistemdir (Oruç, 2014). Bugün ileri sanayi ülkelerinde nüfusun %70'inden fazlasının, ülkemizde ise nüfusun onda birinin en az bir öğününü dışarıda tükettiği görülmektedir (Oruç, 2014). Menü, detaylı yiyecek listesi olup yiyecek ve içecek işletmeleri için hem planlama, uygulama, denetleme ve satın alma gibi hizmetleri yerine getirmekte kullanılabilen kapsamlı bir yönetim sistemi hem de işlemenin imajını ve karakterini yansıtan temel ve etkili bir satış ve pazarlama aracıdır (Kotschevar ve Withrow, 2008; Rızaoğlu ve Hançer, 2013).

Diyabet yaşadığımız yüzyılın en önemli sağlık problemlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Dünya'da her yıl bulaşıcı olmayan kronik hastalıklardan en önemlileri arasında yerini alan Diabetes Mellitus (DM) tüm dünyada önemli bir sağlık sorunu haline gelmiştir (Zimmet ve William, 2002). Küresel olarak, 20-79 yaş arasındaki diyabetli kişilerin yaklaşık %50'si hastalığından habersiz olmakla birlikte, bu oran bölgelere göre değişmektedir. Dünya çapında yetişkinlerde 2017'de 425 milyon (%8,8) olan diyabet prevalansının, 2045 yılında 629 milyon'a (%10,1) çıkması öngörülmektedir (Forouhi ve Wareham, 2018). Diyabet hastalarının yaklaşık %90-95'ini tip-2 diyabetliler oluşturmaktadır. Tip-2 diyabet tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de çok önemli bir sağlık sorunu olup, yıllar içinde diyabet görülme oranlarındaki dramatik artış bu konuda acil önlemler almayı gerektirmektedir (Coşansu, 2015). Tip-2 diyabet, düzenli fiziksel aktivite, sağlıklı kiloya sahip olmak, kan basınıcını ve kolestrol seviyesini yönetme, uygun yemek seçimi ve sigara içmeyerek %44-58 oranlarında önlenebilir ya da geciktirilebilir (Anonim, 2019; Lindström ve ark., 2006). Tip-2 diyabetli kişilerin beslenmesinde tavsiye edilen diyet içerikleri Tablo 1'de görülmektedir. Buna ek olarak, diyabeti olmayan insanın alması gereken günlük kalori değeri ortalama1500 kcal-2500 kcal iken, diyabeti olan kişiler için ise 800-1500 kcal arasında değişmektedir (Matboli ve ark., 2018).

Menü planlama, çoğu zaman sezgisel ya da deneme yanılma süreci ile öğrenilen bir süreçtir. İyi eğitimli bir profesyonel, düzenli menü planlamanın karmaşıklığıyla başa çıkabilir. Öte yandan bu süreç uzunluğu 30 dakika ile 3 saat arasında değişen zaman almaktadır. Bu nedenle, menü planlamada rutin kararları kolaylaştıran bilgisayar tabanlı yöntemler yararlıdır (Seljak, 2009).

Tablo 1. Diyabet hastaları için tavsiye edilen diyet içerikleri (Sanz-Paris ve ark., 2017)

Bileşen	ADA	CDA	EASD
Karbonhidrat	İdeal miktar yok	Günlük toplam kalorinin %45-60'ı	Günlük toplam kalorinin %45-60'ı
Lif	Genel miktar için en az 14 g/1000 kcal	25-50 g/d	40 g/d (çözülebilir lif %50 olmalı)
Toplam yağ	Toplam miktarından toplam kalitesi daha önemli	Günlük toplam kalorinin %25-30'u	Günlük kalori miktarının <%35
Protein	İdeal protein yüzdesi yok	Günlük toplam kalorinin %15-20'si	Günlük toplam kalorinin %10-20'si

ADA: American Diabetes Association (Amerikan Diyabet Derneği), CDA: Canadian Diabetes Association (Kanada Diyabet Derneği), EASD: European Association for Study of Diabetes (Avrupa Diyabet Araştırmaları Birliği)

Literatürde, menü planlama için matematiksel modellemenin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar genel olarak hedef kitlenin enerji ve besin gereksinimini karşılayan, kısa zamanda, düşük maliyetli menülerin oluşturulabileceğini göstermektedir (Şenol, 2011). Ayrıca menü planlama da, istenen besin içeriği, kişinin tercihleri, yemek sayısı, beklenen form ve yemek çeşitleri gibi çeşitli kısıtlamaların da aynı anda değerlendirilmesi gerekmektedir (Sterling ve ark., 1996). Balinfy (1964), yapısal, özel beslenme, menü bileşenlerini en iyi karşılayan menü planlarının en iyi kombinasyonlarını bulmak için bilgisayar kodlarını ve tam sayılı programlama yaklaşımını kullanarak Bilgisayar Destekli Menü Planlama Sistemini (CAMP) geliştirmek için alternatif adımlar atan ilk kişidir. Daha sonra Eckstein (1967) menüler için rastgele bir yaklaşım belirleyip programı, tatmin edici ögeler bulunana kadar çalıştırmıştır. Zamana bağlı kayıpları azaltmak için Elazari ve ark. (1985) tarafından hastanede yatan hastalar için simülasyon destekli menü planlama çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışmayla menü planlamadaki risklerin düşürülmesi ve harcanan zamanın azaltılması amaçlanmıştır.

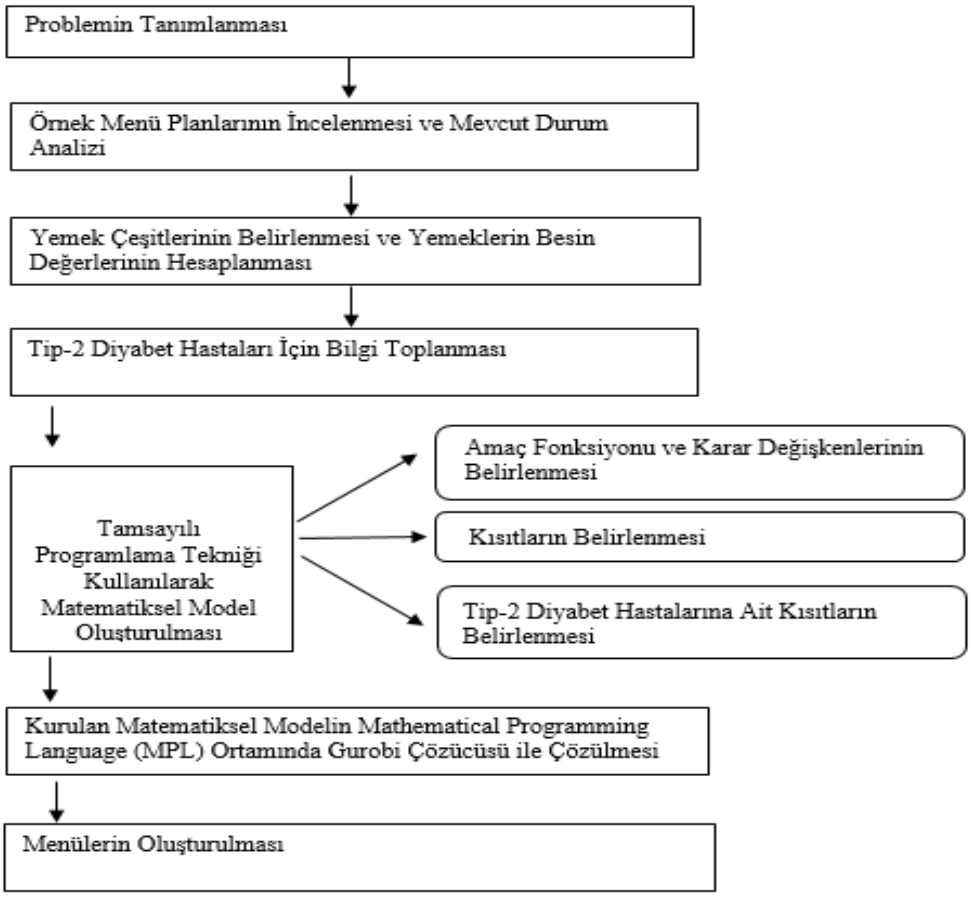
Bu çalışmada, özel diyet gereksinimi olan tip-2 diyabetli kişiler için uygulanabilecek, kalorileri ve diyet içeriklerinin kontrolünün yanında, menülerin kabul edilebilirliğini arttıracak farklı kriterler de dikkate alınarak, matematiksel programlama temelli bir yaklaşım ile menü planlaması yapılması amaçlanmaktadır.

2.MATERYAL ve METOT

Çalışmanın planlanmasında ve uygulama sürecinde izlenen adımlar, Şekil 1'de gösterilmektedir. Menü planlamada, model oluşturulurken dikkat edilen hususlar aşağıda verilmiştir;

- 134 farklı yemek çeşidi ele alınmıştır.
- Her menüde 4 farklı gruptan birer yemek çeşidi olacaktır.
- Beyaz, kırmızı, yeşil, sarı, siyah olarak 5 farklı renk kategorisi mevcuttur. Menüdeki 4 farklı yemek aynı renkte olmamalıdır.
- Bir öğle yemeğinde toplam kalori miktarı 500-750 kcal arasında olmalıdır.
- Öğünde alınan toplam kalorinin %45-60'ı karbonhidrat; %15-20'si protein; %20-35'i yağdan oluşmalı; 12,5-38 g lif olmalıdır.
- Belirli bir zaman aralığında (7 gün) aynı yemek tekrar verilmemeli gibi özellikler değerlendirilerek model oluşturulmuştur.

Bu çalışmada öncelikle kullanılacak veri setinin oluşturulması amacıyla yemeklerin bir porsiyonluk reçeteleri elde edilmiştir. Ardından MS Excel'de (i) reçetelerin olduğu, (ii) reçetelerde yer alan malzemelerin bulunduğu ve (iii) her yemek için çeşitli hesapların yapıldığı üç farklı sayfa oluşturulmuştur. Malzemelerin besin değerleri Türkomp (Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Bankası)'tan yararlanılarak oluşturulmuştur. Yemeklerin MS Excel'de enerji, karbonhidrat vb. değerlerleri bir porsiyon için hesaplanmıştır. Problemdeki veri seti bu şekilde oluşturulmuştur. Ardından menülerin elde edilmesi amacıyla matematiksel programlama modeli geliştirilmiştir.



Şekil 1. Uygulama Süreci Akış Şeması

Çalışma kapsamında geliştirilen matematiksel programlama modelinin bileşenleri aşağıdaki verilmiştir.

İndisler ve tanım kümeleri:

F: Yemek kümesi; $F = \{1, \dots, n_F\}$
G: Grup kümesi; $G = \{1, \dots, n_G\}$
C: Renk kümesi; $C = \{1, \dots, n_C\}$
T: Tekstür kümesi; $T = \{1, \dots, n_T\}$
S: Zaman penceresi kümesi; $S = \{1, \dots, n_S\}$
f: Yemek indisi; $f \in F$
g: Grup indisi; $g \in G$
c: Renk indisi; $c \in C$
t: Tekstür indisi; $t \in T$
s: Zaman penceresi indisi; $s \in S$

Parametreler:

En_f: f yemeğinin birim enerji miktarı (kcal)
Cr_f: f yemeğinin birim karbonhidrat miktarı (kcal)
Pr_f: f yemeğinin birim protein miktarı (kcal)
Ft_f: f yemeğinin birim yağ miktarı (kcal)
Fb_f: f yemeğinin birim lif miktarı (g)
Cs_f: f yemeğinin birim maliyeti (₺)
Gr_{fg}: $\begin{cases} 1, & f \text{ yemeği } g \text{ tipi gruptansa} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$
Cl_{fc}: $\begin{cases} 1, & f \text{ yemeği } c \text{ tipi renkteyse} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$

Tx_{ft}: $\begin{cases} 1, & f \text{ yemeği } t \text{ tipi tekstürdeyse} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$

$En_{min}(En_{max})$: Her bir menü için alınabilecek toplam enerji miktarı alt (üst) limiti

$Cr_{min}(Cr_{max})$: Her bir menü için alınabilecek toplam karbonhidrat miktarı alt (üst) limiti

$Pr_{min}(Pr_{max})$: Her bir menü için alınabilecek toplam protein miktarı alt (üst) limiti

$Ft_{min}(Ft_{max})$: Her bir menü için alınabilecek toplam yağ miktarı alt (üst) limiti

$Fb_{min}(Fb_{max})$: Her bir menü için alınabilecek toplam lif miktarı alt (üst) limiti

B: Her bir menü için kullanılabilir bütçe miktarı

$B_{min}(B_{max})$: Her bir menü için bütçe alt (üst) limiti

Değişkenler:

x_{fgcts}: {g grubundan c renkli t tekstüründe f yemeği s zaman penceresinde atanmışsa 1; aksi durumda 0}

d_s^+, d_s^-: Bütçe sapma değişkenleri

Amaç Fonksiyonu:

$$\min z = \sum_{s=1}^{n_S} d_s^+ \tag{1}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{f=1}^{n_F}\sum_{c=1}^{n_C}\sum_{t=1}^{n_T} Gr_{fg}x_{fgcts} = 1, \qquad \forall s, g \tag{2}$$

$$\sum_{f=1}^{n_F}\sum_{g=1}^{n_G}\sum_{t=1}^{n_T} Cl_{fc}x_{fgcts} \leq 3, \qquad \forall s, c \tag{3}$$

$$\sum_{f=1}^{n_F}\sum_{g=1}^{n_G}\sum_{c=1}^{n_C} Tx_{ft}x_{fgcts} \leq 3, \qquad \forall s, t \tag{4}$$

$$\sum_{g=1}^{n_F}\sum_{c=1}^{n_G}\sum_{t=1}^{n_T}\sum_{s\in S'} x_{fgcts} \leq 1, \qquad \forall f, S' \subset S \tag{5}$$

$$En_{min} \leq \sum_{f=1}^{n_F}\sum_{g=1}^{n_G}\sum_{c=1}^{n_C}\sum_{t=1}^{n_T} En_f x_{fgcts} \leq En_{max}, \qquad \forall s \tag{6}$$

$$Cr_{min} \leq \sum_{f=1}^{n_F}\sum_{g=1}^{n_G}\sum_{c=1}^{n_C}\sum_{t=1}^{n_T} Cr_f x_{fgcts} \leq Cr_{max}, \qquad \forall s \tag{7}$$

$$Pr_{min} \leq \sum_{f=1}^{n_F}\sum_{g=1}^{n_G}\sum_{c=1}^{n_C}\sum_{t=1}^{n_T} Pr_f x_{fgcts} \leq Pr_{max}, \qquad \forall s \tag{8}$$

$$Ft_{min} \leq \sum_{f=1}^{n_F}\sum_{g=1}^{n_G}\sum_{c=1}^{n_C}\sum_{t=1}^{n_T} Ft_f x_{fgcts} \leq Ft_{max}, \qquad \forall s \tag{9}$$

$$Fb_{min} \leq \sum_{f=1}^{n_F}\sum_{g=1}^{n_G}\sum_{c=1}^{n_C}\sum_{t=1}^{n_T} Fb_f x_{fgcts} \leq Fb_{max}, \qquad \forall s \tag{10}$$

$$\sum_{f=1}^{n_F}\sum_{g=1}^{n_G}\sum_{c=1}^{n_C}\sum_{t=1}^{n_T} Cs_f x_{fgcts} + d_s^- - d_s^+ = B, \qquad \forall s \tag{11}$$

$$B_{min} \leq \sum_{f=1}^{n_F}\sum_{g=1}^{n_G}\sum_{c=1}^{n_C}\sum_{t=1}^{n_T} Cs_f x_{fgcts} \leq B_{max}, \qquad \forall s \tag{12}$$

Denklem (1) ile gösterilen amaç fonksiyonu ile bütçe kısıtından sapmalar minimize edilmektedir. Denklem (2) ile her zaman penceresinde (menüde) her gruptan bir çeşit yemek atanması sağlanmaktadır. Denklem (3) ile her zaman penceresinde (menüde) tüm yemeklerin aynı renkte olmaması garantilenirken, denklem (4) ile bu yemeklerin aynı tekstürel yapıda olması önlenmektedir. Denklem (5) ile bir yemeğin belirli bir zaman dilimi boyunca tekrar verilmemesi sağlanmaktadır. Denklem (6)-(10) ise sırasıyla diyabetik hastalar için enerji, karbonhidrat, protein, yağ ve lif miktarı kısıtlarıdır. Bu kısıtlar ile her bir menüde ilgili parametre cinsinden belirli alt ve üst limitlerin dışına çıkılmaması sağlanmaktadır. Denklem (11) her bir menünün maliyetinin belirli bir bütçe değerine yakınsaması beklenmektedir. Denklem (12) ise bu maliyet değerinin belirli alt üst sınırlar arasında kalmasını sağlamaktadır. Denklem (13) ve Denklem (14) genel işaret kısıtlarıdır.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Matematiksel programlama modeli Mathematical Programming Language (MPL) programı Gurobi çözücüsü ile çözülmüştür. Model 28 gün için çalıştırılmıştır. Çalıştırılan model sonucuna göre çıkan menülerin bazıları Şekil 2'de verilmiştir.

ZAMAN	YEMEK ADI	ENERJİ
SALI	Sebze Çorba	92,79
	Köri Soslu Tavuk	260,87
	Bulgur Pilavı	253,71
	Armut	78
	TOPLAM	685,37

(A)

ZAMAN	YEMEK ADI	ENERJİ
ÇARŞAMBA	Tarhana Çorba	82,93
	Kağıt Kebabı	277,76
	Mercimekli Bulgur Pilavı	273,61
	Şeftali	55,2
	TOPLAM	689,5

(B)

ZAMAN	YEMEK ADI	ENERJİ
PERŞEMBE	Yayla Çorba	144,84
	Tavuk Izgara	191,46
	Sebzeli Bulgur Pilavı	268,87
	Zeytinyağlı Taze Fasulye	106,26
	TOPLAM	711,43

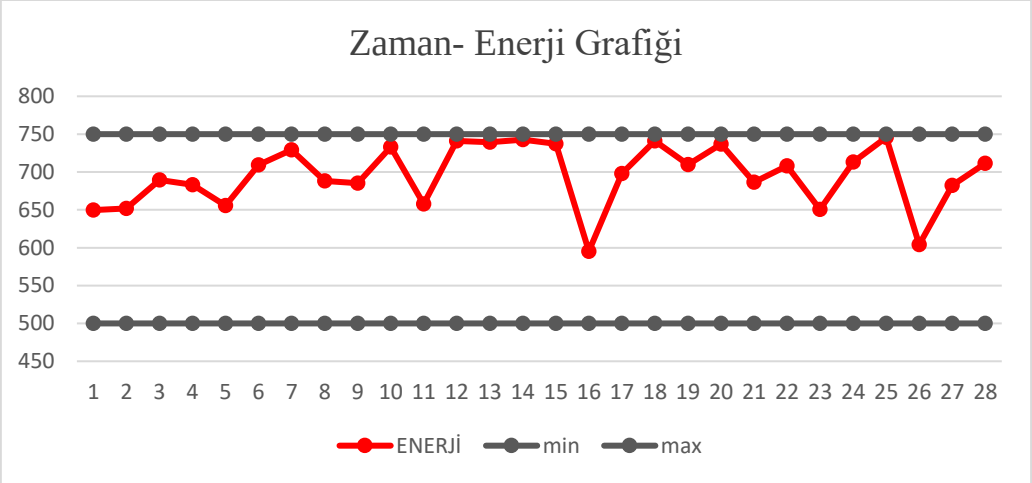
(C)

Şekil 2. Matematiksel model ile hazırlanmış menüler

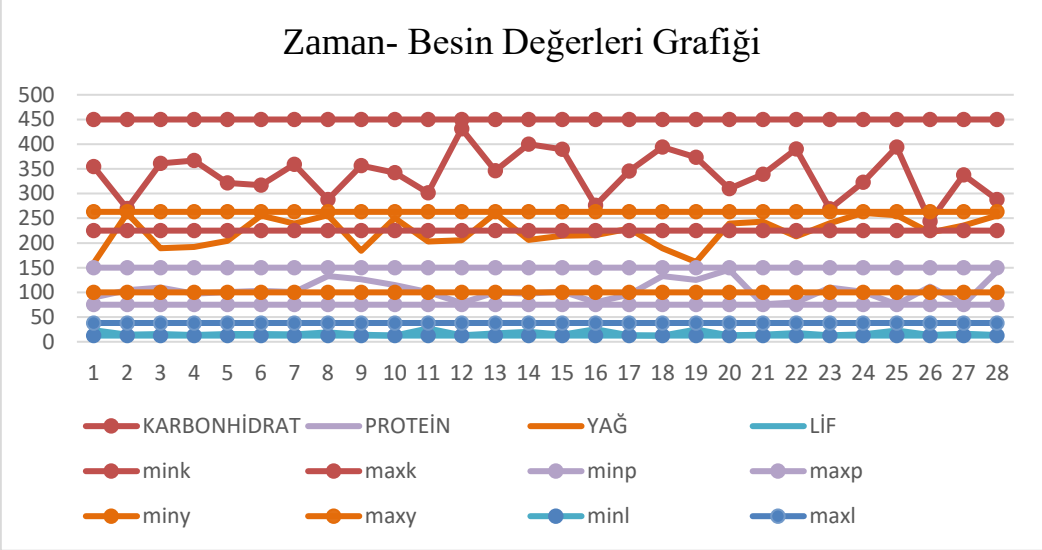
Bu çalışmada tam sayılı programlama tekniği kullanılarak, grup, renk, tekstür, toplam kalori, karbonhidrat, protein, yağ, lif miktarı, maliyet ve zaman periyodu gibi kriterler dikkate alınarak menü planlaması yapılmıştır.

Uygulama aşamasında her bir menü için toplam enerji miktarı alt limiti 500 kcal, üst limit ise 750 kcal olarak ele alınmıştır. Matematiksel programlama modelinin sonuçları incelendiğinde Şekil 3'te görüldüğü gibi 28 gün için elde edilen tüm menülerde toplam enerji miktarı belirtilen limitler arasında kalmış ve ortalama enerji miktarı 695,57 kcal olarak bulunmuştur.

Şekil 4'te Matematiksel programlama modelli ile 28 günlük olarak oluşturulan menülerin, karbonhidrat, protein, yağ ve diyet lif gibi besin içeriklerindeki değişim görülmektedir. Şekil üzerindeki her renk bir ilgili besin değeri için alt ve üst limitleri ve her bir zaman periyodu için ortama değerleri ifade etmektedir. Matematiksel programlama modelinde, ADA , EASD ve CDA'a göre değerlendirildiğinde alt ve üst limitler karbonhidrat miktarı için sırasıyla; 225 ve 450 kcal, protein miktarı için 75 ve 150 kcal, yağ miktarı için 100 ve 263 kcal ve diyet lif miktarı için ise 12,5 ve 38 g olup ortalamaları ise sırası ile 338,87 kcal, 103,88 kcal, 222,78 kcal ve 16,63 g olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak matematiksel programlama modelinde 28 günlük periyot için elde edilen her bir menünün belirtilen besin içerikleri açısından istenen kriterleri sağladığı gözlemlenmiştir.



Şekil 3. Matematiksel programlama modeli ile oluşturulan menülerin zaman ve enerji değişimleri



Şekil 4. Matematiksel programlama modeli ile oluşturulan menülerin zaman ve besin içerikleri değişimleri

Matematiksel programlama modelinin ele aldığımız veri seti için çözüm süresi 1,54 saniyedir. Bu nedenle, matematiksel programlama modeli kullanılarak yapılan menü planlama sürecinin, zaman açısından önemli bir avantaj sağladığı görülmektedir.

Literatürde menü planlama ile ilgili çalışmalar olmasına rağmen, özel bir hastalık grubu olan tip-2 diyabet için birden fazla kısıtın kullanıldığı menü planlaması çalışmasına çok rastlanmamaktadır. Bu nedenle, menü planlama sürecinde tip-2 diyabet hastaları için özel kısıtların dikkate alınmasının bu çalışmanın öne çıkan yanı olduğu söylenebilir. Ayrıca, geliştirilen matematiksel programlama

modeline yeni kısıtlar eklenebileceği gibi büyük boyutlu problemler için algoritmalar geliştirilebilir. Buna ek olarak, menü planlama sürecinin bir karar destek sistemi yapısı altında bütünleşik olarak ele alınması da bir diğer gelecek çalışma alanı olabilir.

KAYNAKLAR

ANONİM (2019). *Type 2 Prevention*: 1 Ekim 2019 tarihinde https://www.diabetesaustralia.com.au/ internet adresinden alındı.

Balintfy, J.L. (1964), Menu planning by computer. The Communications of The ACM,7, 255-259.

COŞANSU, G. (2015), Diyabet: *Küresel Bir Salgın. Okmeydanı Tıp Dergisi*, 31, 1-6.

ECKSTEİN, E. E (1967), Menu planning by computer: The random approach. *Journal of the American Dietetic Association, 51,* 529-533.

ELAZARİ, Y., DORON B.C., and ZİLLA S.S. (1985), Menu planning via computer simulation. *Computers, Environment and Urban Systems*, 10(2), 81-87.

FOROUHİ, N.G., WAREHAM (2018), Epidemiology of diabetes. *Medicine,* 47(1), 22-27.

KOTSCHEVAR L. H., WİTHROW, D., (2008), *Management By Menu*. Hoboken, New Jersey: John Wiley Sons

LİNDSTRÖM J., ILANNE-PARİKKA P., PELTONEN M., AUNOLA S., ERİKSSON JG., HEMİÖ, K. (2006), Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: the follow-up results of the Finnish Diabetes Prevention Study. *The Lancet,* (9548), 1673-1679.

MATBOLİ M., SHAFEİ, A., ALİ M., KAMAL, K.M., NOAH, M., LEWİS. P., HABASHY, A., EHAB, M., GABER, A.I., ABDELZAHER, H. (2018), Emerging role of nutrition and the non-coding landscape in type 2 diabetes mellitus: A review of literature, Gene 675, 54-61.

ORUÇ, K.O. (2014), Bulanık Hedef Programlama ile menü planlama. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 23, 33-51.

RIZAOĞLU, B., HANÇER, M. (2013) . *Menü ve Yönetim*. Ankara: Detay Yayıncılık, 12-13.

SANZ-PARİS, A., ALVAREZ HERN J.,BALLESTEROS, M.D., BOTELLA-ROMERO, F., LEON SANZ, M., MARTIN PALMERO, A., MARTINEZ OLMOS, M.A., OLVEİRA, G. (2017), Evidence-based recommendations and expert consensus on enteral nutrition in the adult patient with diabetes mellitus or hyperglycemia. *Nutrition,* 41, 58–67.

SELJAK, B. K. (2009), Computer-based dietary menu planning. *Journal of food composition and analysis*, *22*(5), 414-420.

STERLING, L., PETOT, G., MARLING, C., KOVACIC, G., ERNST, G. (1996), the Role of Sense Knowledge in Menu Planning. *Expert Systems with Applications*, 11(3), 301-308.

ŞENOL, S., (2011). Menu Planlama Sorununa Karma Tamsayılı Programlama Modeli İle Çözüm Önerisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Isparta.

TOKGÖZ, P., ERTEM, M., ÇELİK, F., GÖKÇE, Ş., SAKA G., HATUNOĞLU R. (1995), Üniversite Öğrencilerinin Beslenme Alışkanlıklarının Saptanmasına İlişkin Bir Araştırma, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 24 (2), 229-238.

ZİMMET, P., WİLLİAMS, J de CM. (2002), "Diagnosis and classification of diabetes mellitus", Wass JAM, Shalet SM, Gale E, Amiel S. Oxford Textbook of Endocrinology and Diabetes, Oxford, New York:University Press, 1635-1646.

MASS DETECTION IN MAMMOGRAMS USING SVM CLASSIFIER

Hatice Aydin
Eskişehir Osmangazi University, Electrical and Electronics Engineering Department,
Meselik Campus, 26480, Eskişehir/Turkey
aydinhatice89@gmail.com

Semih Ergin
Eskişehir Osmangazi University, Electrical and Electronics Engineering Department,
Meselik Campus, 26480, Eskişehir/Turkey
sergin@ogu.edu.tr

Abstract
In this study, mass detection application is developed from mammography images by using support vector machine classifier. During the development of the application, the MIAS database, which is available to the researchers, is used. The MIAS database contains 322, 1024x1024 pixel resolution images of normal, benign and malignant cancer. In the first phase of the study, noise reduction and image enhancement process is performed on the images. The pectoral muscles, which have similar features as ROIs, are decomposed. After the decomposition process, images are enhanced by contrast to clarify ROIs. From ROIs, statistical and geometric features are calculated and feature vectors are obtained for each image. The features of each image are divided into training and test sets and the labels of test set are predicted with an accuracy of 74.85%. Originality of this study is to find additional features by examining the geometric structure of ROIs after removal of pectoral muscles.

Keywords: Breast mass, pectoral muscle removal, support vector machine, digital mammography.

1. INTRODUCTION

Breast cancer is one of the leading causes of female death but early diagnosis and mortality of breast cancer can be reduced (Jemal et al., 2011). Breast cancer screening methods include self-examination, clink examination, mammography, ultrasound imaging, magnetic resonance imaging and tissue aspiration. During this study, mammography images, which are one of the methods used for cancer diagnosis, are examined. During mammography, not only the breast area, but also pectoral muscles are displayed.

Because of the use of Computer Aided Detection (CAD) and Computer Aided Diagnosis (CAD) systems, it is possible to monitor and review the points that can be overlooked by the specialist. CAD systems determine suspicious areas for breast cancer from mammography images, while CAD systems determine whether ROIs detected are normal or malignant. A CAD system generally consists of four stages. The first of these stages is the postprocessing phase in which images are made for noise reduction, contrast enhancement or structural improvement. In the second stage, ROIs with the possibility of mass inclusion from the enhanced images are identified. In the third stage, features are extracted from these regions for use in the classification and, if necessary, the feature selection is made. Finally, using the extracted attributes, ROIs are classified as normal, good or malignant mass. In these systems, ROIs can be considered as asymmetric regions between microcalcifications, masses, structural defects or two breasts. In addition, the whole breast area can be examined instead of looking at certain sections of the breast area for cancer detection (Zhang et al., 2008).

In this paper, an application that can diagnose breast cancer from mammography images is developed. The application basically consists of four stages. In the first stage of the application, noise is reduced in mammography images, and the labeled data on the mammography are removed. In the second stage of the application, the images segmented from the de-noiseed artificial labeling are removed from the background and all the images are prepared to the left based on the pectoral muscles. In the third stage of the application, pectoral muscles are removed from the left-based images and statistical texture and geometric features are calculated for each image. In the final stage of the application, the prediction

scores are obtained from the features in the train set and the classes of the images in the test set are predicted.

Two problems in the examination of mammography images complicate the interpretation process of radiologists. One of these problems is to prevent low-contrast features on the ROI from being seen by other tissues such as bone, pectoral muscle. Another problem is that noise occurs in images during imaging or because of labeling. For noise removal, images must be subjected to appropriate filtering. The differences in breast tissue are the differences in the grayscale of the mammography image. In mammography images, the use of regions that are suspected to contain only anomaly instead of whole breast image is more efficient in terms of reliability and time in the feature extraction stage.

In the feature extraction stage, the minimum change in the class and the maximum number of changes between classes, and minimum extraction in the number of feature is taken as the basis. This step is of great importance as the extent to which the classification success depends on how well expressed feature vectors represent the classes. In the process of obtaining feature vectors from mammography images, not only statistical methods, model based methods and pixel characteristics or signal processing methods that calculate texture features according to the frequency spectrum of the image can be used, but also mammographic features such as shape, distribution, size, contour, density and brightness.

The classifiers selected during the classification stage, which is the last step of the classification problem, also affect the sensitivity of the classification considerably.

2. MATERIALS AND METHODS

The MIAS database includes 322 mammography images with 106 fat, 104 glandular, and 112 fatty tissue types, and 330 diagnoses of these images, including 207 normal, 69 benign and 54 malignant cancers (Suckling et al., 1994). Images in the database are images of 1024x1024, 8 bit/pixel resolution, mammographic images in .pgm format. The right and the left breast, breast tissue density, the presence of anomaly, the type and location of the anomaly are labeled. One example from each class in the database is shown in Figure 1.

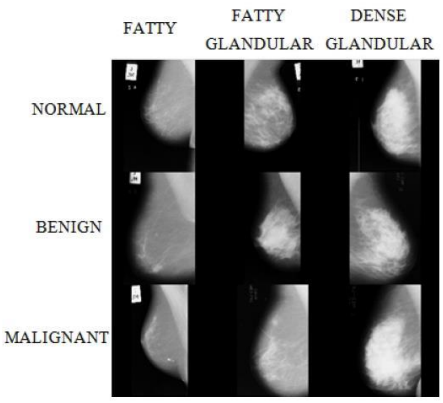


Figure 9. Sample mammography images from the MIAS database (Esener et al., 2017)

Since mammography images in the MIAS database cover the entire breast, ROIs from these images must be identified for cancer diagnosis. ROI detection is performed by considering the differences in intensity levels of pixels with the reason that ROI regions are brighter than breast parenchyma. As shown in Figure 2, speckle noise that occurs in images during imaging, and left / right breast, CC / MLO shots of low and high intensity artificial shine in the background make the ROI detection difficult.

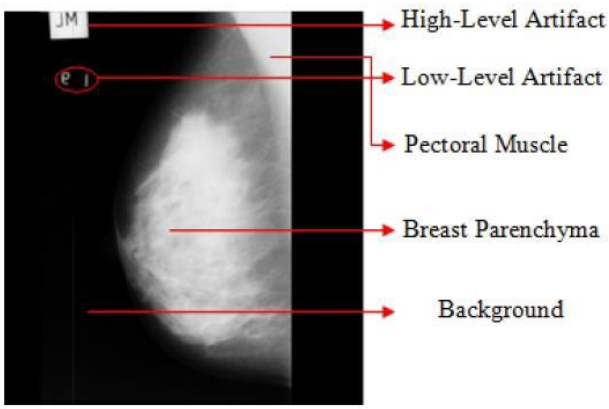
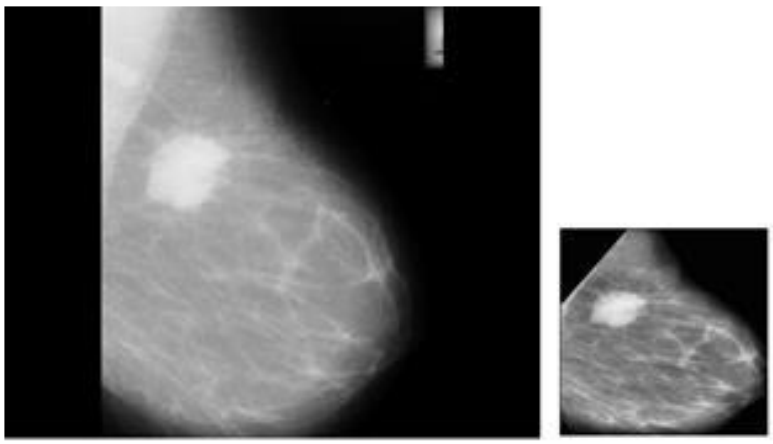


Figure 10. Mammography image (Esener et al, 2017)

The mammography images are filtered through the median filter to eliminate noise generated during imaging. The median filter is often used for noise removal between non-linear filters (Neal et al., 1981). With this filtering, the center pixel of the floating window that is navigated on the image is assigned to the median value of the intensity levels in that window. In this way, the large differences between the neighboring pixels are removed while the edge information is preserved.

After the noise reduction step, the images are morphologically processed and the low and high intensity artifacts shown in Figure 2 are removed. In this respect, when converting mammography images to binary level, the region with the largest area is determined. Because the breast area is larger than the artificial shine. The images are then crop to include the breast area and are free of background. Finally, the direction-free mammography images are determined and all images are left justified. So, the pectoral muscles are positioned in the upper left corner of the image. In the algorithm used for direction determination, sum of the first five and last five columns of the background-free binary level mammography images are calculated. If the first five columns sum is smaller than the last five columns sum, the breast region is determined to the right justified and is rendered to the left by the mirroring process (Nagi et al., 2010).

Noise and artifact removal are provided, background-free and left justified mammography images are shifted on a 5x5 floating window in the algorithm used for pectoral muscle detection. If sum of the matching pixels intensity with the floating window are greater than a threshold, the region is marked as a pectoral muscle region. In this paper, threshold is taken as 3200 because this threshold value gives the best results. In Figure 3, a sample is given that shows pectoral muscle removal process result.



(a) (b)

Figure 11. (a) Original image (b) pectoral muscle removed image

For the detection of ROI, the most recent 1000 pixel area is selected. Selected area is taken as a mask and pectoral removed image is segmented using this mask. In Figure 4, detected ROIs is shown.

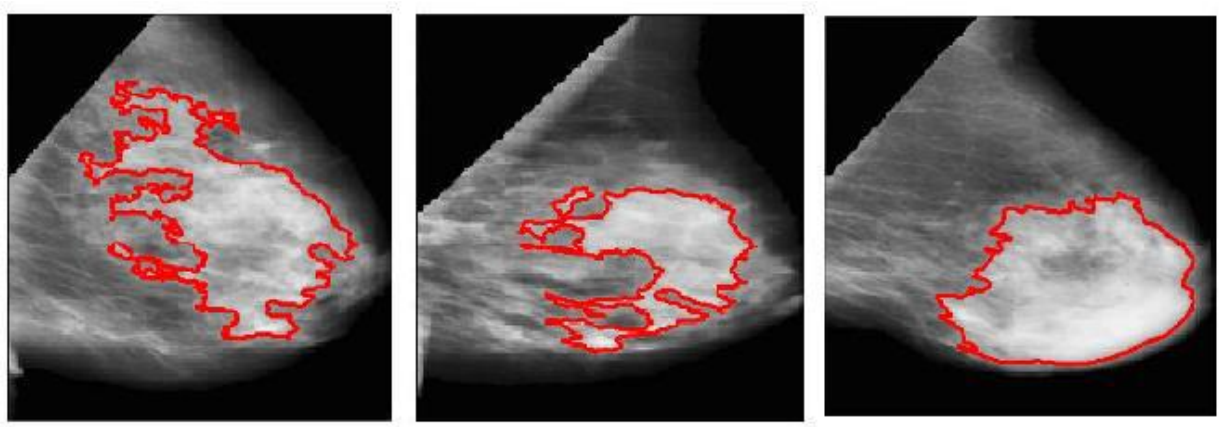


Figure 12. ROI detection from the pectoral removed image

In this paper, gray-level co-occurrence matrix (GLCM) in which is obtained mammography images is used to extract texture statistical features (Haralick et al., 1973) (Soh and Tsatsaulis, 1999) (Clausi, 2002). In Figure 5, mathematical representation of GLCM texture features is shown. On the other hand, geometrical features as compactness, circularity, eccentricity and convexity is calculated to add feature vector. In Figure 6, convex areas enclose the ROI is shown. Finally 26 dimensional feature vector is constructed. Originality of this study is to find additional features by examining the geometric structure.

After obtaining feature vectors of each image, mammography images divided into training and test sets and the labels of test sets are predicted.

Feature No	GLCM Texture Features: Feature Name	GLCM Texture Features: Mathematical Representation
		$p(i,j):GLCM=\begin{matrix} p(1,1) & \cdots & p(1,N_g) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p(N_g,1) & \cdots & p(N_g,N_g) \end{matrix}$
		$p_x(i)=\sum_{i=1}^{N_g} p(i,j) \quad , \quad p_y(i)=\sum_{j=1}^{N_g} p(i,j)$
		$p_{x+y}(k)=\sum_{i=1}^{N_g}\sum_{j=1}^{N_g} p_{i+j=k}(i,j), \quad k=2,3,\cdots,2N_g$
		$p_{x-y}(k)=\sum_{i=1}^{N_g}\sum_{j=1}^{N_g} p_{\lvert i-j\rvert=k}(i,j), \quad k=0,1,\cdots,N_g-1$
		$\mu_x=\sum_i\sum_j i \;\; p(i,j) \quad , \quad \mu_y=\sum_i\sum_j j \;\; p(i,j)$
		$\sigma_x=\sum_i\sum_j (i-\mu_x)^2 \;\; p(i,j) \quad , \quad \sigma_y=\sum_i\sum_j (i-\mu_y)^2 \;\; p(i,j)$
f1	Autocorrelation (Soh and Tsatsaulis, 1999)	$\sum_i\sum_j (i \;\; j) p(i,j)$
f2	Contrast (Haralick et al; 1973, Soh and Tsatsaulis, 1999)	$\sum_{n=0}^{N_g-1} n^2 \sum_{\substack{i=1 \\ \lvert i-j\rvert=n}}^{N_g}\sum_{j=1}^{N_g} p(i,j)$
f3	Correlation (MATLAB)	$\frac{\sum_i\sum_j (i-\mu_x)\cdot(j-\mu_y)\cdot p(i,j)}{\sigma_x\cdot\sigma_y}$
f4	Correlation (Haralick et al; 1973, Soh and Tsatsaulis, 1999)	$\frac{\sum_i\sum_j (i \;\; j) \;\; p(i,j)-\mu_x \;\; \mu_y}{\sigma_x \;\; \sigma_y}$
f5	Cluster Prominence (Soh and Tsatsaulis, 1999)	$\sum_{i=0}^{N_g-1}\sum_{j=0}^{N_g-1}\{i+j-\mu_x-\mu_y\}^4\cdot p(i,j)$
f6	Cluster Shade (Soh and Tsatsaulis, 1999)	$\sum_{i=0}^{N_g-1}\sum_{j=0}^{N_g-1}\{i+j \;\; \mu_x \;\; \mu_y\}^3 \;\; p(i,j)$
f7	Dissimilarity (Soh and Tsatsaulis, 1999)	$\sum_i\sum_j \lvert i-j\rvert\cdot p(i,j)$
f8	Energy (Haralick et al; 1973, Soh and Tsatsaulis, 1999)	$\sum_i\sum_j \{p(i,j)\}^2$

Feature No	GLCM Texture Features: Feature Name	GLCM Texture Features: Mathematical Representation
f9	Entropy (Soh and Tsatsaulis, 1999)	$-\sum_{i=0}^{N_g-1}\sum_{j=0}^{N_g-1} p(i,j)\cdot\log\{p(i,j)\}$
f10	Homogeneity (MATLAB)	$\sum_i\sum_j \frac{1}{1+\lvert i-j\rvert} \;\; p(i,j)$
f11	Homogeneity (Soh and Tsatsaulis, 1999)	$\sum_i\sum_j \frac{1}{1+(i-j)^2}\cdot p(i,j)$
f12	Probability (Soh and Tsatsaulis, 1999)	$\max_{i,j} p(i,j)$
f13	Sum of Squares: Variance (Haralick et al; 1973)	$\sum_i\sum_j (i-\mu)^2\cdot p(i,j)$
f14	Sum Average (Haralick et al; 1973)	$\sum_{i=2}^{2N_g} i\cdot p_{x+y}(i)$
f15	Sum Variance (Haralick et al; 1973)	$\sum_{i=2}^{2N_g}(i-f16)^2\cdot p_{x+y}(i)$
f16	Sum Entropy (Haralick et al; 1973)	$-\sum_{i=2}^{2N_g} p_{x+y}(i)\cdot\log\{p_{x+y}(i)\}$
f17	Difference Variance (Haralick et al; 1973)	varianceof p_{x-y}
f18	Difference Entropy (Haralick et al; 1973)	$-\sum_{i=0}^{N_g-1} p_{x-y}(i)\cdot\log\{p_{x-y}(i)\}$
f19	Information Measure of Correlation1 (Haralick et al; 1973)	$\frac{HXY-HXY1}{\max\{HX,HY\}}$ $HXY=-\sum_i\sum_j p(i,j)\cdot\log\{p(i,j)\}$ $HXY1=-\sum_i\sum_j p(i,j)\cdot\log\{p_x(i)\cdot p_y(j)\}$ HXandHY areentropiesof p_x and p_y
f20	Information Measure of Correlation2 (Haralick et al; 1973)	$(1-\exp[-2\cdot(HXY2-HXY)])^{1/2}$ $HXY2=-\sum_i\sum_j p_x(i)\cdot p_y(j)\cdot\log\{p_x(i)\cdot p_y(j)\}$
f21	Inverse Difference Normalized (Clausi, 2002)	Normalized Homogeneity (MATLAB)
f22	Inverse Difference Moment Normalized (Clausi, 2002)	Normalized Homogeneity (Soh and Tsatsaulis, 1999)

Figure 13. GLCM texture features (Esener at al., 2016)



Figure 14. Convex areas enclose the ROIs

3. CONCLUSION

In this paper, a CAD system detects mass in mammography images using svm classifier is proposed. During the development of the application, the MIAS database, which is available to the researchers, is used. After post processing, pectoral muscles, which have similar features as ROIs, are removed from images to prevent low-accuracy rate in the classification step. After the ROIs are detected,

feature vectors from statistical texture analysis (GLCM) and geometrical analysis are extracted. Finally, using the svm classifier, labels of test images are predicted. 250 images in the MIAS database is used for training and 72 images is used for test images. After the classification, 74.85% classification accuracy, 7.69% classification sensivity, 88.14% classification specifity is achieved.

REFERENCES

Clausi D. A. 2002. An analysis of co-occurrence texture statistics as afunction of grey level quantization. Can. J. Remote Sensing.Vol. 28.No. 1.Pages. 45-62.

Eseer I. I., Ergin S. and Yüksel T. 2016. A Genuine GLCM-based Feature Extraction for Breast Tissue Classification on Mammograms. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering; ISSN:2147-679921

Esener I. I., Ergin S. and Yüksel T. 2017. A novel multistage system for the detection and removal of pectoral muscles in mammograms. Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences; doi:10.3906/elk-1703-272

Harlick R. M., Shanmugam K. and Dinstein I. 1973. Textural features ofimage classification. IEEE Transactions on Systems, Man andCybernetics.Vol. SMC-3, No. 6

Jeml A., Bray F., Center M. M., Ferlay J., Wardand E., Forman D. 2011. Global cancer statistics. CA: A Cancer Journal for Clinicians.Vol. 61.No.2.Pages. 69-90.

Nag J., Kareem SA., Nagi F., Ahmed SK. 2010. Automated breast profile segmentation for ROI detection using digital mammograms. In: IEEE 2010 EMBS Conference on Biomedical Engineering & Sciences; 30 November-2 December 2010; Kuala Lumpur, Malaysia. New York, NY, USA: IEEE. pp. 87-92.

Nea C.,Gallagher Jr. and Wise G.L. 1981. A theoretical analysis of theproperties of median filters: IEEE Transactions on Acoustics, Speech,and Signal Processing.Vol. ASSP-29.No.6.Pages. 1136- 1141.

Soh L. and Tsatsaulis C. 1999. Texture analysis of SAR sea ice imageryusing gray level co-occurrence matrices. IEEE Transactions onGeoscience and Remote Sensing.Vol. 37.No. 2.

Sucling J., Parker J., Dance DR., Astley S., Hutt I., Boggis CRM., Ricketts I., Stamatakis E., Cerneaz N., Kok SL., et al 1994. The mammographic image analysis society digital mammogram database. Exerpta Medica 1994; International Congress Series 1069: 375-378.

Zhang Z., Lu J., Yip J. 2008. Computer aided mammography, School of Computing and Engineering Researchers' Conference, University of Huddersfield, 125-130.

YÜKSEK BAŞARIMLI HESAPLAMANIN DÜNÜ VE BUGÜNÜ

Doç. Dr. Hikmet Hakan Gürel
Kocaeli Üniversitesi/Teknoloji Fakültesi/Bilişim Sistemleri Mühendisliği
h.hakan.gurel@gmail.com

Arş. Gör. Bahadır Salmankurt
Kocaeli Üniversitesi/Teknoloji Fakültesi/Bilişim Sistemleri Mühendisliği
bahadir.salmankurt@kocaeli.edu.tr

Özet
Bilim ve mühendislik süreçlerini anlamanın tek yolu sadece teori ve deney değil, bunların yanında hesaplamalı bilimdir. Hesaplamalı Bilim hızlı gelişmekte olan bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklı disiplinler arası alanları, örneğin uygulamalı matematik, bilgisayar bilimleri ile bilimsel ya da mühendislik uygulamalarını bir araya getirmektedir. Hesaplamalı bilim, yüksek başarımlı hesaplama kaynaklarını kullanarak günlük hayat problemlerine çözüm getirebilecek sayısal yöntemleri geliştirmeye odaklanmıştır. Günlük hayat problemleri, bilgisayar simülasyonları şeklinde ifade edilmekte ve fiziksel problem bu şekilde incelenmektedir. Simülasyonların gerçek duruma ait ayrıntıları içermesi ve gerçekçi olması için ileri seviyede matematiksel modelleme, sayısal analiz, etkili algoritma ve yazılımların geliştirilme ve uygulaması ile bilgisayar mimarisi bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. Yüksek başarımlı hesaplama kaynakları özellikle bilgisayar tabanlı kaynaklar, nanoteknoloji ve malzeme bilimindeki gelişmelere bağlı olarak önemli son yıllarda büyük bir sıçrama göstermiştir. Günlük yaşam problemlerini çözmek üzere kullanılan süper bilgisayar adı verilen donanımlar kullanılmaktadır. Süper bilgisayar, sıradan bilgisayarlara göre çok yüksek seviyede hesaplama gücüne sahip olan bilgisayar altyapılarıdır. Bir süper bilgisayarların başarımı saniyede yaptığı kayar noktalı işlem sayısı ile ölçülür. Aynı zamanda dünya genelindeki süper bilgisayarların başarımları her altı ayda bir liste halinde yayınlanmaktadır. Bu çalışmamızda, yüksek başarımlı hesaplamanın gerekliliği bir günlük hayat problemi üzerinden anlatılacaktır. Geçmişten günümüze hesaplamalı bilim araçlarının nasıl değiştiği açıklanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hesaplamalı Bilim, Yüksek Başarımlı Hesaplama, Dağıtık Hesaplama, Süper bilgisayar, TOP500

PAST AND PRESENT OF HIGH PERFORMANCE COMPUTING

Abstract
To understand problems and processes from science and engineering, we no longer need to depend only on theory and experiment, but can also use high performance computing. Computational Science is a rapidly developing field. It brings together applied mathematics, computer science, and scientific or engineering applications. Computational Science mainly focuses on developing numerical algorithms in a high performance computing environment to simulate daily life problems. In this way, the daily life problems can be represented as a computer simulations to understand and examine the physical problem. The high level of detail and realism in these simulations requires advanced skills in mathematical modelling, numerical analysis, construction of efficient algorithms, understanding of wide variety of computer architectures, software design and implementation of results. High-performance computing resources have shown a major leap forward in recent years due to the advances in nanotechnology and materials science. The so-called supercomputer is used to solve daily life problems. Supercomputers are computer infrastructures that have a very high level of computing power compared to ordinary computers. The performance of a supercomputer is measured by the number of floating point operations per second. The performance of supercomputers around the world is published on a list every six months. In this study, the necessity of high performance computing will be explained through a daily life problem. It is explained how computational science tools have changed from past to present.

Keywords: Computational Science, High Performance Computing, Distributed Computing, Supercomputer, TOP500

1. GİRİŞ

Bilim ve mühendislik problemlerine çözüm getirebilmenin alışılagelmiş iki yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan biri teorik çalışmalar diğeri ise deneysel çalışmalardır. Son yıllarda adından çokça söz ettiren hesaplamalı bilim, bilim ve mühendislik problemlerine çözüm getirebilmenin üçüncü bir yolu olarak adlandırabileceğimiz disiplinler arası olan bir metodolojidir. Hesaplamalı bilim, özellikle günlük yaşam problemlerinin çözümlerine odaklanmıştır. Bu problemleri uygulamalı matematik ve bilgisayar bilimlerinden aldığı destekle yüksek başarımlı hesaplama kaynaklarını kullanarak, kabul edilebilir bir zaman aralığı içerisinde gerçeğe en yakın şekilde çözmeye çalışmaktadır. Günlük hayat problemlerine gerçekçi çözümler bulmanın yolu hesaplamalı bilim metodolojisi ile gerçekleştirilen simülasyonların başarısına bağlıdır. Bu başarı da gerçekleştirilen simülasyonların problemin doğasına ait ayrıntıları ne kadar çok içerdiğine ve ne kadar gerçekçi bir şekilde problemi yansıttığı ile yakından ilişkilidir. Gerçeği en üst seviyede yansıtacak simülasyonlar dizayn edebilmek için, ileri seviyede matematiksel modelleme, sayısal analiz, etkili algoritma ve yazılımların geliştirilme ve uygulaması ile üst düzey bilgisayar mimarisi bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada hesaplamalı bilimin çözüm bulamaya çalıştığı günlük hayat problemleri örneklendirilecek ve yüksek başarımlı hesaplama araçları açıklanacaktır. Bu hesaplama araçlarının gelişiminden bahsedilerek, dünyada ve ülkemizde hesaplamalı bilimin ve yüksek başarımlı hesaplamanın yeri aktarılacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

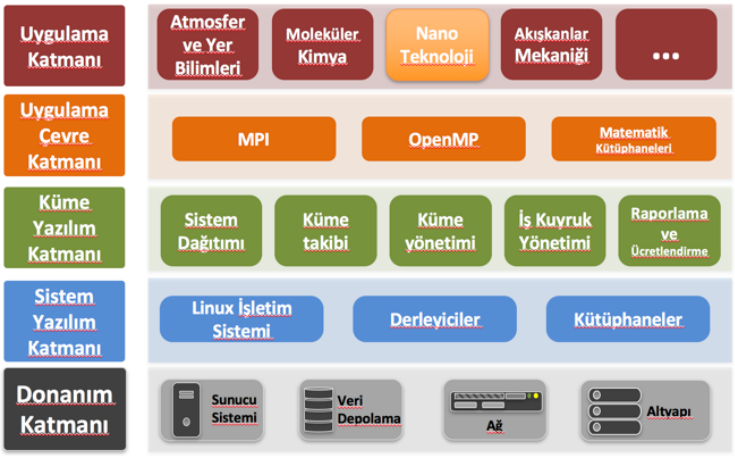
Malzeme bilimi ve nanoteknolojideki gelişmeler ışığında vakum tüpleri kullanan bilgisayarlardan, transistörlere ve oradan da tümleşik devreli ve çok çekirdekli işlemci mimarisine sahip bilgisayar sistemlerine ulaşmış bulunuyoruz. Hızları ve hesap yapabilme kapasiteleri arttıkça bilgisayarlar, yarıiletken teknolojisinde ve tümleşik devre tasarımında yeni gelişmelere daha hızlı ulaşmamızı ve bu da Intelin kurucularından Gordon Moore (Golio, 2015) tarafından 1965 yılından ön görülen yasanın günümüze kadar geçerliliğini korumasını ortaya çıkarmıştır. Aslında bu öngörü ile birlikte sadece transistör sayısının 18 ayda iki katına çıkması değil, aynı zamanda aynı miktar yatırıma karşı yapılabilecek hesaplama sayısının artışını da öngörmektedir. Bu öngörü de bizi 2020 yılına yaklaştığımız şu dönemde hesaplamanın yeni bir çağına bir başka deyişle exaflops (Exa, 2019) hesaplama çağına ulaştırmıştır.

Bilinen fiziksel ilkelere ve etkili sayısal yöntemlere dayanarak günlük yaşam problemlerine yüksek başarımlı hesaplama araçları kullanarak çözümler getirmeyi hedefleyen hesaplamalı bilim (CS, 2019) metodolojisinin bu yeni hesaplama çağına adım atmamızdaki etkisi de yadsınamaz. Hesaplamalı bilimin ilgi alanı içerisinde yer alan günlük hayat problemleri (CS1, 2019) doğası gereği zor, maliyetli, yavaş ve tehlikeli özellikler gösterebilir. Örneğin bir uçak kanadı ya da araç dizaynı için zor ve maliyetli olan rüzgâr türbinleri kullanmanız gerekecektir. İklim modelleri ya da galaktik birtakım gözlemlerin ilerlemesi çok yavaş olabilmekte ve birtakım ilaç tasarımlarının ya da nükleer çalışmaların denemeleri ise tehlikeli sonuçlar doğurabilmektedir. Yukarıda bahsi geçen fen ve mühendislik problemlerinin çözümleri için hesaplamalı bilim daha ucuz ve daha hızlı çözüm yöntemleri sunmaktadır. Disiplinler arası bir çalışma yöntemine sahip olan hesaplamalı bilim ve mühendislik (CS1, 2019), küresel iklim modelleme, protein ve DNA sentezi, ilaç üretimi, astrofiziksel modeller, hesaplamalı kimya, hesaplamalı malzeme bilimi ve nanobilim, yarıiletken cihaz dizaynı, deprem ve yapı modelleme, hesaplamalı akışkanlar mekaniği (Uçak, uzay araçları ve gemi dizaynı), motor (yanma) dizaynı, çarpışma testi, finansal ve ekonomik modellemeler, alım satım işlemleri, web servisleri, arama motorları, nükleer teknolojiler ve kriptoloji gibi birçok farklı alanda kendisine uygulama imkanı bulmaktadır.

3. SONUÇ

Hesaplamalı bilim yüksek başarımlı hesaplama araçlarını kullanarak yukarıda bahsi geçen problemlere çözüm aramaktadır. Yüksek başarımlı hesaplama (HPC, 2019) bir problemi geliştirilen yazılımlar ve

mevcut donanım altyapısı ile en kısa sürede, en verimli şeklide ve en az hata ile çözme işine denir. Yüksek başarımlı hesaplamayı 5 katmanlı bir yapı halinde şu şekilde ele alabiliriz. En altta donanım katmanı dediğimiz katmanda probleme uygun ya da genel amaçlı ve çok çekirdekli sunucu kümeleri, veri depolama için yüksek kapasiteli ve paralel I/O özelliğine sahip donanımlar, düşük gecikme ve yüksek bant genişliğine sahip ağ altyapısından oluşur. Bahsi geçen donanım yapısının etkin çalışabilmesi için uygun elektrik, iklimlendirme (soğutma, nemlendirme), yangın ve fiziksel güvenlik altyapısı yer almalıdır.Sistem yazılım katmanı diye adlandırabileceğimiz bir üst katmanda Linux işletim sistemi, derleyiciler ve kütüphaneler bulunmaktadır. Bir üst katman küme yazılım katmanı olarak yer almaktadır. Bu katmanda küme takip ve yönetimi, sistem dağıtımı, iş kuyruk yönetimi (PBS (PBS, 2019), LSF (LSF, 2019), MOAB (MOAB, 2019), TORQUE (TORQUE, 2019), SLURM (SLURM,2019) vb.), raporlama ve ücretlendirme araçları yer almaktadır. Bu katman bir işin doğru ve istenilen kaynak imkanlarına sahip bir şekilde ve uygun şartlar altında çalışmasının garanti edilmesi açısından önemlidir. Bir üst katman uygulama ve çevre katmanıdır. Bu katmanda donanımın doğasına uygun paralel/dağıtık kütüphaneler (MPI (MPI, 1994), OpenMP (Openmp, 2019) vb.) ile seri paralel/dağıtık mimariye uygun matematik kütüphaneleri (BLAS (Blas, 2019), LAPACK (Lapack, 2019),ScaLAPACK (Sca, 2019) yer almaktadır. En üst katman ise uygulama katmanıdır. Bu katman günlük hayat probleminin yer aldığı katmandır.



Şekil 1.Yüksek Başarımlı Hesaplamanın Katmanlı Mimarisi

Yüksek başarımlı hesaplamanın en alt katmanından yer alan donanım katmanının en önemli bileşeni olan sunucu sistemlerine günlük kullanımda süperbilgisayar adı verilmektedir. Bu kavram sıradan bilgisayarlara göre çok yüksek seviyede hesaplama gücüne sahip bilgisayar altyapısını ifade etmektedir. Bir süperbilgisayarın performansı saniyede yaptığı (kayar noktalı) işlem sayısı (Floating point operations, FLOPs) ile ölçülmektedir. Dünya üzerinde yer alan süperbilgisayarlar 1994 yılından beri her yıl iki defa düzenlenen uluslararası yüksek başarımlı hesaplama konferansı (SC19, 2019) sırasında açıklanan bir liste ile ilan edilirler. Bu liste TOP500 (TOP500, 2019) listesi olarak adlandırılmakta ve saniyede yapabildikleri işlem sayısına göre ilk 500'de yer alan süperbilgisayarlar sıralanmaktadır. Bu süperbilgisayarların performansları elde ettikleri en yüksek LINPACK (LINPACK, 1970) performansı ile ölçülmektedir. LINPACK paketi çeşitli lineer denklem sistemlerini çözecek fonksiyonları içermektedir. En son açıklanan listeye göre (TOP50019, 2019) ilk sırada saniyede 148,6 PetaFLOPS işlem yapma kapasitesine sahip olan DOE/SC/OakRidgeNationalLaboratory'de (DOE, 2019) yer alan Summit isimli sistem yer almaktadır. Ülkemizde de özellikle hesaplamalı bilim eğitimi konusunda 2000'li yılların başlarından beri akademik çalışmalar yüksek lisans ve doktora seviyesinde devam etmektedir. Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik eğitiminin ülkemizdeki öncüsü olan İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik (İTÜ BE HBM) Programı (HMB, 2000) 2000 yılından beri lisansüstü düzeyde akademik ve eğitim faaliyetlerini sürdürmektedir. HBM programının kurulmasını takiben, Türkiye'nin ilk büyük ölçekli yüksek başarımlı hesaplama laboratuarı da 2001 yılında HBM bünyesinde kurulmuştur. Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Merkezi (UHeM) , sahip olduğu yazılım ve donanım altyapısı ile Yüksek Başarımlı Hesaplamaya (YBH) ihtiyaç duyan bilimsel

çalışmalara altyapı hizmeti sağlayan bir kurumdur (Uhem, 2006). 2006 yılında Devlet Planlama Teşkilatı tarafından desteklenen Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Merkezi (UYBHM) projesi olarak başlayan kurum, 2010 yılından beri Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Uygulama ve Araştırma Merkezi (UHeM) olarak faaliyetlerine devam etmektedir. Ulusal Hesaplama Merkezinde yer alan süperbilgisayarlar ile 2006 ve 2007 yıllarında TOP500 listesinde 353, 240 ve 484. sıralarda yer almıştır.

TÜBİTAK ULAKBİM Yüksek Başarımlı ve Grid Hesaplama Merkezi 2003 yılında faaliyete geçmiştir. Ülkemizdeki tüm araştırma kurumları ve araştırmacılarımıza yüksek başarımlı hesaplama ve veri depolama alanı sağlayan ulusal bir merkezdir. Bu merkez, aynı zamanda Türk Ulusal Bilim e-Altyapısı (TRUBA) ismi ile anılmaktadır. TÜBİTAK ULAKBİM Yüksek Başarımlı ve Grid Hesaplama Merkezi'nde bulunan kaynaklar TRUBA'ya dahildir. Günümüzde TRUBA ~17.500 işlemci çekirdeği, 80 adet GPU ve toplamda 4PByte Lustre dağıtık dosya sistemi ile araştırmacılarımıza hizmet vermektedir.

4. TARTIŞMA

Uluslararası ölçekte yapılan açıklamalar ve yatırım planları önümüzdeki iki yıl içerisinde ExaFLOPS sınırının geçilmesi öngörülmektedir ki (CRAY, 2019) bu da saniyede 10^{18} işlem yapabilme kapasitesine sahip bir süperbilgisayarı işaret etmektedir. Her ne kadar süper bilgisayarların üstünlükleri ve hesaplama kabiliyetlerine şu an ki yetenekleri erişemese de, kuantum bilgisayarların devreye girmesi ile sağlayacakları kuantum üstünlük (Martinis, J. M ve diğerleri, 2019) ile yüksek başarımlı hesaplama alanında şu an belki de öngöremediğimiz sınırların da çok ötesine geçmemiz mümkün olabilecek ve özellikle yapay zeka, makine öğrenmesi ve derin öğrenme başlıklarına pozitif anlamda büyük katkıları olacağı düşünülmektedir.

Türkiye'de hesaplamalı bilim ve mühendislik eğitimi 2000'li yıllarda başlamış ve ülkemizin güzide üniversitelerinde lisansüstü seviyede devam etmektedir. Birtakım seçmeli dersler ile yüksek başarımlı hesaplama kavramı lisans seviyesinde de öğrencilerimize kazandırılmaya çalışılmaktadır. TRUBA 2003 yılından beri araştırmacılarımızın ulusal ve uluslararası alanlarda diğer araştırmacıları ile rekabet edebilmeleri için ihtiyaç duyulan hesaplama ve veri depolama kaynaklarını sağlamaktadır.

UHem 2006 yılından bu yana yüksek başarımlı hesaplama ve veri depolama alanlarında hem akademik hem de endüstriyel kullanıcılara hizmet vermekte ve İTÜ BE HBM programı ile birlikte ülkemizde yüksek başarımlı hesaplamanın daha geniş kitlelere ulaştırarak ülkemizin bu alanda daha rekabetçi bir düzey yakalaması için çalışmalarını sürdürmektedir.

KAYNAKLAR

Arute, F., Arya, K., Babbush, R., Bacon, D., Bardin, J. C., Barends, R.,ve Burkett, B. 2019. Quantum supremacy using a programmable superconducting processor. Nature, 574 (7779), 505-510.

CRAY (2019), *Cray Announces Third Exascale Supercomputer Win*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://www.cray.com/blog/cray-announces-third-exascale-supercomputer-win/ sitesinden alındı.

CS (2019), *Journal of Computational Science*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://www.journals.elsevier.com/journal-of-computational-science sitesinden alındı.

CS1 (2019), *Why study Computational Science?*,7 Kasım 2019 tarihinde https://www.uio.no/english/studies/programmes/computational-science-master/why-choose/ sitesinden alındı.

DOE (2019), *Advancing high-performance computing for scientific discovery and continued U.S. technological leadership*, 7 Kasım 2019 tarihinde http://computing.ornl.gov sitesinden alındı.

Dongarra, J. J. (2004), *Basic Linear Algebra Subprograms*, 7 Kasım 2019 tarihinde Tennessee Üniversitesi: http://www.netlib.org/blas/#_history adresinden alındı.

Golio, M. 2015. FiftyYears of Moore'sLaw. Proceedings of the IEEE, 103(10), 1932-1937.

HBM (2000), *What is Computational Science*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://hbm.itu.edu.tr sitesinden alındı.

HPC (2019) , *High Performance Computing*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://en.uhem.itu.edu.tr/index.php/2015/12/04/yuksek-basarimli-hesaplama/ sitesinden alındı.

LAPACK (2019), *Linear Algebra PACKage*, 7 Kasım 2019 tarihinde http://www.netlib.org/lapack/ sitesinden alındı.

LINPACK (1970), *LINPACK*, 7 Kasım 2019 tarihinde http://www.netlib.org/linpack/ sitesinden alındı.

LSF (2019), *IBM Platform LSF V9.1.2* documentation , 7 Kasım 2019 tarihinde https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSETD4_9.1.2/lsf_welcome.html sitesinden alındı.

Messina, P. (2016), *A Path to Capable Exascale Computing*, 7 Kasım 2019 tarihinde Argonne Ulusal Laboratuvarı: https://insidehpc.com/ecp/ adresinden alındı.

MOAB (2019), *Moab HPC Suite*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://www.adaptivecomputing.com/moab-hpc-basic-edition/ sitesinden alındı.

MPI (1994), *Message Passing Interface*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://computing.llnl.gov/tutorials/mpi/ sitesinden alındı.

Openmp (1997), *Openmp*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://www.openmp.org/ sitesinde alındı.

PBS (2019), *Industry-leading workload manager and job scheduler for high-performance computing*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://www.pbspro.org/ sitesinden alındı.

SC19 (2019), *SC19*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://sc19.supercomputing.org/ sitesinden alındı.

Scalapack (2019), *Scalable Linear Algebra PACKage*, 7 Kasım 2019 tarihinde http://www.netlib.org/scalapack/ sitesinden alındı.

SLURM (2019), *Slurm*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://slurm.schedmd.com/documentation.html sitesinden alındı.

Uhem (2006), *Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Merkezi*, 7 Kasım 2019 tarihinde http://www.uhem.itu.edu.tr/index.php/hakkimizda/ sitesinden alındı.

TOP500 (2019), *TOP500 Becomes a Petaflop Club for Supercomputers*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://www.top500.org/ sitesinden alındı.

TOP50019 (2019), *JUNE 2019*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://www.top500.org/lists/2019/06/ sitesinden alındı.

TORQUE (2019), *TORQUE Resource Manager*, 7 Kasım 2019 tarihinde https://www.adaptivecomputing.com/products/torque/ sitesinden alındı.

PVA/PAMPS KATALİTİK MEMBRANLARDA İYON DEĞİŞİM KAPASİTESİ VE ETKİLEŞİM PARAMETRESİ HESAPLAMALARI

Prof. Dr. Nilüfer HİLMİOĞLU.
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi/ Kimya Mühendisliği
niluferh@kocaeli.edu.tr

Doç. Dr. Oğuzhan İLGEN
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Kimya Mühendisliği
oilgen@kocaeli.edu.tr

Nazlı YENİHAN YÜZER
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Kimya Mühendisliği
nazliyenihan@gmail.com

Güler HASIRCI
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Kimya Mühendisliği
hasirciguler@gmail.com

Özet

Bir biyoyakıt olan biyodizel üretimi sırasında yan ürün olarak gliserin oluşmaktadır. Gliserin ile aseton arasındaki reaksiyonla değerli bir yakıt katkısı olan solketal ve su oluşmaktadır. Katalitik membranlar bir reaksiyonu katalizleme ve oluşan yan ürünü gidererek reaksiyonda dönüşümü artırma özelliği gösteren membranlardır. Bu çalışmada katalitik membran geliştirilmiş ve solketal üretiminde kullanımı için uygunluğu incelenmiştir. Bu amaçla katalitik membranın iyon değişim kapasitesi ve etkileşim parametresi deneysel olarak hesaplanmıştır. İyon değişim kapasitesi hesaplanarak katalizörün asitlik değeri belirlenir. İyon değişim kapasitesi katalitik membrandaki asit gruplarının sayısını gösterir. Böylece membranın ilgili reaksiyonu katalizleyebilmesi hakkında bilgi verir. Etkileşim parametresi hesaplanarak membranın ilgi duyduğu, sorpladığı bileşen belirlenir. Pervaporasyon membran prosesi uygulamasında sorplanan bileşen tercihen membrandan taşınacağı için bileşenlerin ayrılmasında kullanılabilirliği belirlenmiş olur. Katalitik membran polivinil alkol(PVA) gibi iyi film oluşturan hidrofilik bir polimerin katalitik özellik gösteren asidik gruba sahip poli(2-akriloamido-2-1-propan sulfonik asid)(PAMPS) gibi bir polimerle harmanlanması ile oluşturulmuştur. İyon değişim kapasitesi asit baz titrasyonu ile bulunmuştur. Kesilen membran parçaları belirli bir süre sabit sıcaklıkta NaCl çözeltisine daldırılmıştır. Şişmiş membran parçaları NaOH ile titre edilerek iyon değişim kapasitesi hesaplanmıştır.Çözücü ve polimer arasındaki termodinamik etkileşim parametresini belirlemek için sorpsiyon deneyleri yapılmıştır. Membranlar küçük parçalar halinde kesilerek tartılmış, kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra membran parçaları gliserin,aseton, solketal, su sıvıları içeren kaplara konulmuştur. Zamanla ağırlık farkı oluşmayana kadar tartım işlemlerine devam edilmiştir. Belirlenen şişme dereceleri ve yoğunluk değerleri ile etkileşim parametreleri hesaplanmıştır.Katalitik membranın iyon değişim kapasitesi hesaplamaları ile hazırlanan katalitik membranın PVA/PAMPS oranı belirlenmiştir. Etkileşim parametresi hesaplamaları ile de reaksiyonda oluşan suyu uzaklaştırma derecesini gösteren katalitik membranın suya ilgisi belirlenmiştir. Sonuç olarak, bulunan iyon değişim kapasitesi ile hazırlanan membranın solketal sentezi için katalitik özelliğinin yeterli olduğu görülmüştür. Bulunan etkileşim parametreleri katalitik membranın suya ilgisinin yüksek olduğunu ve reaksiyon sırasında oluşan yan ürün suyu ayırabileceğini göstermiştir. Atık gliserinden yakıt katkısı solketal üretimi için PVA/PAMPS katalitik membranın uygun olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İyon değişim kapasitesi, etkileşim parametresi, katalitik membran

Ion Exchange Capacity and Interaction Parameter Calculations in PVA / PAMPS Catalytic Membranes

Abstract

Glycerine is formed as a by-product during biodiesel production. The reaction between glycerin and acetone produces solketal and water. Catalytic membranes catalyze a reaction and improve conversion in the reaction by removing the by-product. In this study, catalytic membrane was developed and its suitability for its use in solketal production was investigated. For this purpose, ion exchange capacity and interaction parameters of the catalytic membrane were calculated experimentally.The acidity value of the catalyst is determined by calculating the ion exchange capacity. Ion exchange capacity indicates the number of acid groups in the catalytic membrane. Thus, it provides information about the ability of the membrane to catalyze the reaction. Interaction parameter determines the component that absorbed by membrane. Since the absorbed component is preferably transported through the membrane in the pervaporation membrane process application, its usability in separating the components is determined. The catalytic membrane was formed by blending polyvinyl alcohol(PVA), with poly (2-acryloamido-2-1-propane sulfonic acid) (PAMPS)The ion exchange capacity was determined by acid-base titration. Sorption experiments were performed to determine the thermodynamic interaction parameter between solvent and polymer. Interaction parameters were calculated with determined swelling degrees and density values. The PVA / PAMPS ratio of the catalytic membrane was determined by the ion exchange capacity calculations. Degree of water removal of catalytic membrane was determined by interaction parameter calculations. As a result, it was found that the catalytic property of the prepared membrane is sufficient for solketal synthesis with ion exchange capacity. The interaction parameters showed that the catalytic membrane had a high affinity to water and could separate the water that formed during the reaction. PVA / PAMPS catalytic membrane was found to be suitable for the production of solketal from waste glycerine.

Keywords: Ion exchange capacity, interaction parameter, catalytic membrane

1. GİRİŞ

Günümüzde fosil yakıtların neden olduğu sera gazı emisyonu ve olumsuz etkileri, ülkeleri yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarını kullanmaya yönlendirmiştir. Buna bağlı olarak yenilenebilir bir yakıt olan biyodizel kullanımı dünya çapında her geçen yıl artmaktadır. Artan biyodizel endüstrisi ile bu endüstride yan ürün olarak elde edilen atık gliserolün miktarı da artmaktadır. Atık gliserol toplam biyodizel üretiminin %10'u kadardır (Trifoi ve ark., 2016). Bu fazla miktarda gliserolün değerlendirilip katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi atık gliserolün değerlendirilmesi adına önemli adımlardan biridir. Özellikle gliserolün yakıt katkı maddesine dönüştürülmesi bu adımlardan birine örnek olarak gösterilebilir. Gliserolün asetilizasyonu ile elde edilen solketal, bu yakıt katkı maddelerinden biridir. Yakıt katkı maddesi olarak solketal gliserolün asetonla asidik katalizör eşliğinde reaksiyonundan meydana gelen oksijenli bir bileşiktir (Çakmak ve Özcan, 2018). Solketal benzine eklendiğinde, oktan sayısını arttırır, yakıtın soğuk akış özelliklerini iyileştirir, CO_2 emisyonunu azaltır, oksidasyon stabilitesini arttırır (Nanda ve ark., 2014). Hacimce benzine % 5 eklendiğinde oktan sayısını 2.5 arttırır (Çakmak ve Özcan, 2018). Literatürde farklı yöntemlerle solketal üretimi mevcuttur. Fakat katalitik membranla solketal üretimine pek rastlanmamıştır. Katalitik membranlar hem ayırma hem reaksiyon olaylarını aynı yerde eş zamanlı olarak gerçekleştiren çok fonksiyonlu bir membran türüdür. Reaksiyonda oluşan yan ürünü reaksiyon ortamından uzaklaştırarak reaktant dönüşümünü arttırırlar (Ünlü ve Hilmioğlu, 2017). Polivinil alkol (PVA) beyazımsı, toksik olmayan, suda çözünen, hidrofilik sentetik bir polimerdir (Aslam ve ark., 2018). Hidrofilik yapısına bağlı olarak çeşitli çapraz bağlayıcılarla reaksiyona girmesi PVA'nın membran yapımında kullanımına olanak sağlamıştır. Poly(2-acrylamido-2-methyl-1-propanesulfonic acid) (PAMPS) güçlü sülfonik asit gruplarına sahip suda çözünen bir homopolimerdir (Corzo-Gonza´lez ve ark., 2017). Asidik özelliğinden dolayı PVA ile harmanlanarak katalitik membran üretiminde kullanılıp reaksiyon katalizlemede katalizör görevini görebilir. Üretilen PVA/PAMPS membranın reaksiyonu katalizleme kabiliyeti ve yan ürünü ortamdan uzaklaştırma kabiliyeti iyon

değişim kapasitesi ve etkileşim parametresi hesaplamalarıyla belirlenebilir. Solketal üretim reaksiyonu asidik katalizör eşliğinde gerçekleştiği için membranın asidik özelliği reaksiyonu katalizlemede önemli bir faktördür. İyon değişim kapasitesi membranda bulunan asit grupların sayısını verip membranın asidikliği hakkında bilgi verir (Corzo-Gonza´lez ve ark., 2017). Membranın reaksiyonu katalizlemek için yeterli asidik özellikte olup olmadığına karar vermek için gereklidir. Etkileşim parametresi de membranın reaksiyon sırasında yan ürünü uzaklaştırmak ve bünyesinde taşımak amacıyla yan ürüne duyduğu ilgiyi belirlemek için kullanılır (Huang R.Y.M., 1991). Solketal üretiminde yan ürün olarak su elde edilir. Bu suyun reaksiyon ortamından uzaklaştırılması için kullanılan katalitik membranın hidrofilik, suyu seven bir yapıda olması gerekir.

2. MATERYAL VE METOD

90/10, 80/20, 70/30 oranında üretilen PVA/PAMPS katalitik membranların iyon değişim kapasitesini hesaplamak için membranlar 1cm x1cm oranında kesilmiş ve tartılmıştır. Kesilen membranlar 1M NaCl çözeltisi içinde 48 saat süreyle bekletilmiştir. Daha sonra her biri 0,05 M'lık NaOH ile titre edilmiştir. İyon değişim kapasitesi (IEC) Eşitlik (1) yardımıyla hesaplanmıştır (Ata, 2018). Etkileşim parametresi PVA/PAMPS (70/30) için hesaplanmıştır. Belirli ağırlıkta membran parçası sırasıyla gliserol, aseton, solketal ve saf su ortamında 5 saat tutulmuş ve saat başı membrandaki ağırlık artışı gözlemlenmiştir. Etkileşim parametresi membranların içinde bulunduğu gliserol, aseton, solketal, saf su ortamlarına göre Eşitlik (2) Eşitlik (3) ve Eşitlik (4) ile ağırlık değişimine bağlı olarak hesaplanmıştır.

$$\mathrm{IEC}\left(\frac{\mathrm{mmol}}{\mathrm{g}}\right)=\frac{\mathrm{VNaOH\ (ml)\ x\ NaOH\ molaritesi}}{\mathrm{örnek\ ağırlığı(g)}} \tag{1}$$

$$\Phi_s=\frac{\frac{Q}{\rho_s}}{\frac{Q}{\rho_s}+\frac{1}{\rho_p}} \tag{2}$$

$$\Phi_p=1-\Phi_s \tag{3}$$

$$\chi_{ip}=-\frac{\ln(1-\Phi_p)+\Phi_p}{\Phi_p^2} \tag{4}$$

Burada (Q, g/g): Bir gram membranın tuttuğu gramdır. ρ_s çözücü yoğunluğunu, ρ_p polimer yoğunluğunu göstermektedir. Φ_p Polimer hacim fraksiyonunu, Φ_s ise çözücü hacim fraksiyonunu göstermektedir. Polimer etkileşim parametresi değeri küçük olan bileşene ilgi duymaktadır (Huang R.Y.M., 1991).

3. SONUÇ

90/10, 80/20, 70/30 PVA/PAMPS membranların iyon değişim kapasitesi hesaplama sonuçları tablo 1'de gösterilmiştir. En yüksek iyon değişim kapasitesi en fazla PAMPS içeriği olan 70/30 PVA/PAMPS membranında görülmüştür. 70/30 PVA/PAMPS membranında etkileşim parametreleri hesaplama sonuçları tablo 2'de özetlenmiştir. Tabloya göre üretilen 70/30 PVA/PAMPS katalitik membranın suya diğerlerine kıyasla daha ilgili olduğu ve suyu yüksek miktarda bünyesine çektiği görülmüştür. Daha sonra membran çok az miktarda gliserol sorplamıştır. 5 saat boyunca aseton ve solketali hiç sorplamamıştır.

Tablo 1. İyon Değişim Kapasiteleri

PVA/PAMPS	IEC (mmol/g)
90/10	1.11
80/20	1,85
70/30	2,19

Tablo 2. Etkileşim Parametreleri

5 Saat Sorpsiyon	Etkileşim Parametresi
Su	0,578
Gliserol	2,578
Aseton	5 saat için sorplama gözlemlenmedi
Solketal	5 saat için sorplama gözlemlenmedi

Tablo 3. Literatürdeki İyon Değişim Kapasiteleri

PVA/PAMPS membranlar	İyon Değişim Kapasitesi (IEC) (mmol/g)
Corzo-Gonza´lez ve ark., 2017	1,47
Erkartal ve ark., 2016	1,52
Qiao ve ark., 2005	1,68
Qiao ve ark., 2005	1,71-1,91
Bu çalışma	2,16

4. TARTIŞMA

PAMPS'ın güçlü sülfonik asit gruplara sahip olması ve membrandaki PAMPS içeriği arttıkça asitliğin artması, membranın katalitik aktivitesinin artmasını desteklemiştir. Tablo 3.'de literatürdeki diğer PVA/PAMPS membranlarıyla iyon değişim kapasitesi kıyaslaması verilmiştir. Bu çalışmada 2,19 mmol/g olarak elde edilen iyon değişim kapasitesi diğerlerine kıyasla yüksek bir değerdedir. Etkileşim parametresinin suda diğerlerine daha düşük çıkması, suyun reaksiyon ortamından uzaklaştırılarak reaksiyon dönüşümünü arttıracağına işaret etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi BAP Proje No: Membran Ar-Ge lab 2019 ile desteklenmiştir. Yazarlar olarak Kocaeli Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Çakmak, A. (2018), Benzin için oksijenli yakıt katkıları, *Politeknik Dergisi*, 21(4), 831-840.

Trifoi, A. R. Agachi, Ş. P. Pap, T. (2016), *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 804- 814.

Ünlü, D. Hilmioğlu, N.(2017), Production of Bioadditive Ethyl Levulinate in the Catalytic Membrane Reactor, *JOTCSB*, 1(1), 1-12.

Qiao, J. Hamaya, T. Okada, T. (2005), Chemically Modified Poly(vinyl alcohol)-Poly(2-acrylamido-2-methyl-1-propanesulfonic acid) as a Novel Proton-Conducting Fuel Cell Membrane, *American Chemical Society*, 17, 2413-2421.

Qiao, J. Hamaya, T. Okada, T. (2005), New highly proton conductive polymer membranes poly(vinyl alcohol)–2-acrylamido-2-methyl-1-propanesulfonic acid (PVA–PAMPS), *Journal of material chemistry*, 46(24), 10809-10816.

Ata K. C., Doğrudan Bor Hidrür Yakıt Pilleri İçin Katyon Değişim Membranları Geliştirilmesi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2018, 521115.

Nanda, M. Yuan, Z. Qin, W. Ghaziaskar, H. S. Poirier, M. A. Xu, C.C. (2014), Thermodynamic and kinetic studies of a catalytic process to convert glycerol into solketal as an oxygenated fuel additive, *Fuel*, 117, 470-477.

Aslam, M. Kalyar, M. M. A. Raza, Z. A. (2018), Polyvinyl alcohol: A review of research status and use of polyvinyl alcohol based nanocomposites, *Polymer Engineering and Science*, 58(12), 2119-2132.

Erkartal, M. Usta, H. Citir, M. Sen, U. (2016), Proton conducting poly(vinyl alcohol) (PVA)/ poly(2-acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid) (PAMPS)/ zeolitic imidazolate framework (ZIF) ternary composite membrane, *Journal of Membrane Science*, 499, 156-163.

Huang, R. Y. M. (1991), Pervaporation Membrane Separation Processes, New York: Elsevier.

Corzo-Gonza´lez, Z. Loria-Bastarrachea, M. I. Herna´ndez-Nun˜ez, E. Aguilar-Vega, M. Gonza´lez-Dı´az, M. O. (2017), Preparation and characterization of crosslinked PVA/ PAMPS blends catalytic membranes for biodiesel production, *Polymer Bulletin*, 74, 2741-2754.

ODUN PLASTİK KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİNDE KULLANILAN MALZEMELERLE İLGİLİ TÜRKİYE'DE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Öğr.Gör. Serdar KAÇAMER
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu Teknik Bilimler MYO, Tasarım Bölümü
serdar.kacamer@ibu.edu.tr

Prof.Dr. Mehmet BUDAKÇI
Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü
mehmetbudakci@duzce.edu.tr

Dr. Öğretim Üyesi Tuncay KAP
Düzce Üniversitesi, Düzce MYO, İnşaat Teknolojileri Bölümü
tuncaykap@duzce.edu.tr

Özet
Odun hücre dokusunun sürekli güneş ışını, rüzgâr, yağmur, kar gibi dış etkenlere maruz kalarak hızlı bir şekilde bozulması kaçınılmaz bir sondur. Özellikle ağaç malzemeden üretilen bahçe mobilyalarında, dış cephe kaplamalarında, ıslak zemin döşemelerinde, doğrama vb. uygulamalarda bu etkileri önlemek amacı ile geçmişten günümüze odun plastik kompozit (OPK) malzemeler üretilmiştir. OPK, odun ve yıllık bitkilerden elde edilen lif ya da tozların plastiklerle karıştırılması ile elde edilen yüksek fiziksel ve mekanik dirence sahip ürünlerdir. Bu araştırmada, OPK üretiminde ne tür malzemelerin kullanıldığı, kullanılan malzemelerden ne derece verim alındığı ile ilgili Türkiye'de yapılan çalışmaların derlenerek, konu ile ilgili araştırmacı ve uygulayıcılara kaynak hazırlanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Odun Plastik Kompozit (OPK), Matris, Takviye malzeme, Kompozit malzeme, Lignoselüloz

THE RESEARCHES IN TURKEY ABOUT THE MATERIALS WHICH USED IN THE PRODUCTION OF WOOD PLASTIC COMPOSITE MATERIALS

Abstract
The rapid deterioration of the wood cell tissue by exposure to continuous sunlight, wind, rain, snow and other external factors is an inevitable end. Especially in garden furniture produced from wood material, exterior cladding, wet flooring, joinery and so on. Wood plastic composite (WPC) materials have been produced from past to present in order to prevent these effects especially in garden furniture produced from wood material, exterior cladding, wet flooring and joinery applications. WPC is a product with high physical and mechanical resistance obtained by mixing fibers or powders obtained from wood and annual plants with plastics. In this study, national academic researches about which materials are used in WPC production and how much yield is obtained from these materials are searched in order to create resources for researchers and practitioners.

Keywords: Wood Plastic Composite (WPC), Matrix, Reinforcement material, Composite material, Lignocellulose

1. GİRİŞ
Odun plastik kompozitler (OPK) lignoselülozik malzemeyle plastiklerin karıştırılması sonucunda oluşan kompozitlere verilen genel bir isimdir. Buradaki "odun" kelimesi odun parçası gibi dar bir anlamda değil lifsel yapıya sahip bütün tarımsal atıklar ve odunsu materyali kapsamaktadır. Bu materyaller lifler ya da unlar haline getirilmiş olarak üretimde kullanılmaktadırlar. Diğer taraftan "plastik" kelimesi ise termoplastik veya termoset plastikleri kapsamaktadır (Çavdar 2011).

Odun unu veya lifinin termoplastiklerde dolgu maddesi ve güçlendirici olarak kullanımı son yıllarda plastik uygulamalarında önem kazanmaktadır. Maliyetleri düşürmek ve/veya mekanik performansı geliştirmek için lignoselüloziklerin termoplastiklerde kullanımının belirlenmesi yeni değildir. Ayrıca alınan patentler de hesaba katılırsa 1960–1970'li yıllardan bu güne kadar OPK hakkında yayınlanmış pek çok araştırma bulunmaktadır. OPK'e olan ilginin 1990'lı yıllarda yeniden canlanması, muhtemelen plastik maliyetlerinin yükselmesi ve çevreci görüşlerden (yenilenebilir materyallerin kullanımı) kaynaklanmaktadır (Rowell 2006).

OPK'ların plastik malzemelere göre üstünlükleri; maliyetinin düşük, hammadde teminin kolaylığı olması, doğada nispeten daha çabuk bozulduğu için çevre dostu olmasıdır. Ağaç malzemeye kıyasla üstünlükleri ise; yüksek boyutsal kararlılığa sahip olması, istenilen şekil, farklı renk ve dokuda üretilebilmeleri, fiziksel darbelere, mantar ve böcek tahribatına karşı daha dayanıklı olmaları, bakım ve yenileme masraflarının düşük olması, geri dönüşümlü (atık) malzemelerden üretilebilmeleri sayılabilir (Rowell ve ark., 1993). Son yirmi yıl içerisinde OPK'lerin popülaritesi giderek artmış, günlük yaşantımızın birçok kullanım alanında, yer döşemesi, otomotiv panelleri, çit, bahçe mobilyaları, dış cephe kaplamaları, lambri, kereste, çerçeve, profil vb. yerlerde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Ashori 2008; Clemons 2002).

Ülkemizde de OPK'lere ilgi ve talep son yıllarda artış göstermiş olup, üretim maliyetlerini düşürmek amacı ile bu ürünlerin üretiminde kullanılan alternatif hammaddelerin araştırılması zorunlu hale gelmiştir (Anonim 1 2013). Bu çalışmada, ağaç malzemeden elde edilen odun unu ve son yıllarda tarım alanında üretim yaparken oluşan atık lingoselüloz bitkiler, orman endüstrisinde keresteler hazırlanırken oluşan atıl odunlar ve mobilya sektöründe üretimde sürecinde oluşan lif levha atıkları, kullanım ömrünü tamamlamış atıl hale gelmiş kâğıtların vb. malzemeler ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Ayrıca matris malzeme için kullanılan petrol bazlı plastik malzemelerin OPK malzeme üretiminde kullanım potansiyeli araştırılmıştır.

2. OPK MALZEME NEDİR ve NASIL ÜRETİLİR

Kompozit malzemeler doğada hazır olarak bulunmazlar. İnsan yapımı malzeme sistemleridir ve kendisini oluşturan malzemelerden farklı özelliklere sahip olurlar. Kompozit malzemelerde, malzeme üzerinde oluşacak gerilimi taşıyan ve mukavemeti arttıran bir takviye elemanı ile bu malzemenin çevresinde hacimsel olarak genellikle çoğunluğu oluşturan bir ana malzeme (matris) malzeme bulunmaktadır (Bulut 2014). Kompozit malzemelerde matris olarak kullanılan genelde üç tip plastik mevcut olup bunlar; termoplastikler, termosetler ve elastomerlerdir. Yaygın olarak tekrar eritilip, şekillendirilip kullanılabilen termoplastik reçineler (polietilen (PE), alçak yoğunluklu polietilen (AYPE), yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE), lineer alçak yoğunluklu polietilen (LAYPE), polipropilen (PP), polivinil klorür (PVC), polisitren (PS), poliamid (PA, naylon), polietilentereftalat (PET)) ve tekrar şekillendirilemeyen termoset reçineler (fenolik, epoksi, alkid, polyester, amin, alil reçineleri, poliüretan köpükler) kullanılmaktadır (Caulfield ve ark., 2005).

OPK'lar tipik olarak %30-70 oranında odun ve odunsu materyal içermektedir. Odun plastik kompozit üretiminde en fazla kullanılan materyal odun tozudur. Odun tozu ticari olarak planya talaşı, yonga ve testere talaşı (40 – 60 mesh) gibi işlenmiş materyallerin öğütülmesi sonucu elde edilmektedir. Odun lifi, odun tozuna göre daha zor işlenmesine rağmen, daha üstün özellik verir ve dolgu maddesinden ziyade malzemede güçlendirici madde olarak görev yapmaktadır. Odun lifi hem birincil hem de geri dönüşüm kaynaklarından temin edilebilmektedir. Geri dönüşüm kaynaklarına paletler, tahrip olmuş odun, bina konstrüksiyon atıkları ve eski gazete kâğıtları örnek olarak verilebilir. Odun hammaddesi olarak küçük çaplı ağaçların odunlarından da yararlanılabilir (Anonim 2 2019; Raesi ve Faridi 2002; Winandy ve ark., 2004). Odun plastik kompozit malzeme üretiminde odun partikül ve liflerinin yanında tarımsal bitki atıkları, jüt, kenaf ve kenevir gibi doğal lifler de kullanılmaktadır (Klyosov 2007).
OPK genellikle sıcak karışım-eriyik madde kompozitleri olarak da nitelendirilebilir. Üretim karıştırma ve şekillendirme olarak iki aşamalı işlemden meydana gelmektedir. Karıştırma aşamasında; odun tozu veya lifi ve katkı maddeleri, homojen bir kompozit materyal üretmek için erimiş termoplastik ile karıştırılır. Isıtılmış bu karışım daha sonra şekillendirme (Ekstruder) makinesinden geçirilerek pelet

adı verilen materyal elde edilir (Şekil 1, Şekil 2) (Akbaş ve ark., 2013; Klyosov 2007; Özmen ve ark., 2014; Rowell 2006).



Şekil 1. Şekillendirme (Ekstruder) Makinesi Peletler (Akbaş ve ark., 2013).



Şekil 2. Şekillendirilmiş MDF unu ve PP (Özmen ve ark., 2014).

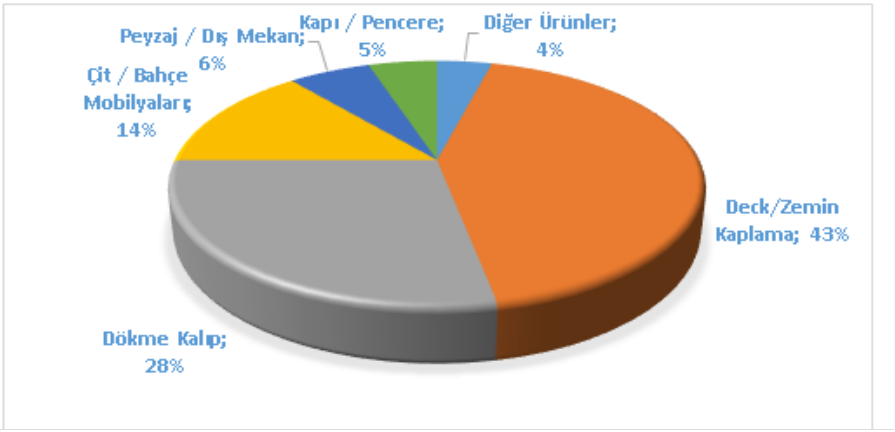
Odun plastik kompoziti üretimi için genel olarak 3 tane şekillendirme metodu bulunmaktadır. Bu metotlar;

1. Ekstrüzyon - erimiş kompozitin bir kalıp içine güç uygulayarak itilmesi,
2. Enjeksiyon kalıplama - erimiş kompozitin soğuk bir kalıp içine güç uygulayarak itilmesi,
3. Basınçla kalıplama - erimiş kompozitin iki kalıp arasında preslenmesi (Anonim 2 2019; Rowell 2006).

3. OPK MALZEMELERİN KULLANIM ALANLARI

OPK'in tarihi 1900'lerden önceye dayanmaktadır. İlk ticari kompozit olan 'bakalit' formaldehit ve odun unundan meydana gelmiştir. İlk ticari kullanımının 1916 yılında otomobiller için vites topuzu olduğu ifade edilmektedir. OPK yaklaşık 30 yıldan bu yana ABD'de endüstriyel olarak üretilmekte ve son yıllarda büyük bir gelişme göstermektedir (Clemons 2002).

OPK kullanım alanları orman ürünleri sektörüne girdiği günden beri gelişim göstermiş, hızlı gelişen alanlardan bir tanesi haline gelmiş ve birçok kullanım alanı bulmuştur. İnşaat sektöründe; kapı, pencere ve çerçeve, havalandırma, çatı, merdiven, bina içinde; dekoratif profiller, raf, yer kaplaması, tırabzan, tabla, otomotivde kapı, iç panel, karoseri, arka raflar, bardak tutacakları, park ve bahçede; çit, park-bahçe mobilyası, kamelya, yürüyüş parkurları, çocuk parkı, bank, ıslak zeminlerde yer döşemeleri endüstriyel olarak ise ambalaj, palet, iskele, uyarı levhaları, sandık olarak kullanım alanı bulmaktadır (Tufan ve Mengeloğlu 2010). 2016 yılı verilerine göre OPK malzemelerin piyasada kullanım yüzdesi Şekil 3'de verilmiştir (Anonim 3 2019).



Şekil 3. 2016 yılı Avrupa'da OPK ürünlerin piyasa yüzdesi (Anonim 3 2019).

4. OPK MALZEMELER ÜZERİNE TÜRKİYE'DE YAPILAN ÇALIŞMALAR

OPK malzemenin üretilmesinde kullanılan farklı malzemeler ile ilgili ülkemizde yapılan akademik çalışmalar gözden geçirilerek özetlerine yer verilmiştir. Bu çalışmalarda elde edilen ve önemli görülen sonuçlar özetlenerek bu bölümde sunulmuştur.

Özmen ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada, orman endüstrisinin ve mobilya fabrikalarının üretim esnasında açığa çıkan lif levha atıklarının OPK üretiminde odun unu yerine potansiyel olarak değerlendirilmesini hedeflemişlerdir. OPK üretiminde polimer matris olarak polipropilen (PP) seçilmiş ve %10 ile %50 arasında lif levha atık unu ile sekiz farklı parametrede çift vidalı ekstrüder kullanılarak pelet üretimi gerçekleştirmiştir. Üretilen peletlerden 25 cm x 25 cm ve 2 mm ebatlarında ASTM D4703-10'a göre sıcak pres kalıplama tekniği yöntemiyle OPK üretmişlerdir. Hazırlanan örneklerin çekme, eğilme ve darbe dayanımı testleri sırası ile ASTM D638, ASTM D6109 ve ASTM256'ya göre tespit etmişlerdir. Kopma yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile karakterize edilmiş, MDF unu katılım oranının artmasına bağlı olarak çekme ve darbe direnç değerlerinde belirgin düşüşler gözlemlemişlerdir.

Narlıoğlu ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada, polipropilen matrise ilave edilen farklı oranlardaki karaçam testere talaşından elde edilen kompozit malzemelerin mekanik özelliklerindeki değişiklikler incelemişlerdir. Kompozit malzeme üretimi için odun unu ve polipropilen çift burgulu ekstruder ile karıştırılarak pelet elde etmişlerdir. Elde edilen peletlerden sıcak pres kalıplama tekniği ile 250x250x2 mm ebatlarında OPK levhalar üretmişlerdir. Daha sonra, üretilen kompozit levhaların ASTM standartlarına göre çekme, eğilme ve darbe direnci testleri yapılmışlardır. Mekanik test sonuçlarına göre en yüksek çekme direnci değeri %10 odun unu ilaveli kompozit örneğinde, en yüksek eğilme direnci ise %50 odun unu ilaveli kompozit örneğinde tespit etmişlerdir. Ayrıca kompozitler arasında en yüksek darbe direnci %20 odun unu ilaveli kompozit örneğinde elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Altuntaş ve ark., (2017) yaptıkları çalışmada, yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) ve % 40-70 aralığında değişen oranlarda odun lifi kullanılarak OPK malzemeler üretmişlerdir. Üretilen bu malzemelerin çekme direnci, eğilme direnci, elastikiyet modülü ve şok direnci gibi mekanik özelliklerine lif oranın etkisini araştırmışlardır. Ayrıca bağlayıcı ajan etkisinin araştırılması için en düşük ve en yüksek odun katkı oranlarına sahip malzemeye maleik anhidrit ile muamele edilmiş polietilen (MAPE) eklemişlerdir. Sonuçlara göre bağlayıcı ajan olmayan örnek grupları için genel anlamda kompozit malzeme içeriğindeki odun lifi oranının artması mekanik özelliklerdeki eğilme, çekme ve şok dirençlerini azaltırken elastikiyet modülü değerlerini arttırmışlardır. Ancak malzeme içeriğine bağlayıcı ajan MAPE eklenmesi mekanik özellikleri önemli ölçüde iyileştirmişlerdir. Özellikle %70 odun lifi ve MAPE içeren kompozit örnekler, bağlayıcı içermeyen tüm örnek gruplarından daha iyi mekanik sonuçlar tespit etmişlerdir.

Akbaş ve ark., (2013) yaptıkları çalışmada, polipropilen (PP) ve atık fındıkkabuklarından elde edilen unlar farklı oranlar kullanılarak polimer kompozit üretmiştir. Ekstrüzyon ve pres kalıplama yöntemleriyle üretilen kompozitlerin; çekme, eğilme, darbe direnci, kalınlığına şişme ve su alma değerlerini incelemişlerdir. En iyi sonucun %30 oranında fındıkkabuğu unu kullanılan kompozitlerde elde edildiğini belirlemişlerdir. Bununla birlikte üretilen kompozitlerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerine bakıldığında ASTM D6662 standardındaki değerleri sağladığını tespit etmişlerdir. Elde edilen veriler ile ülkemizde büyük bir kısmı atıl halde olan fındıkkabukları, polimer kompozit üretiminde değerlendirilebilmesine olanak sağladığını bildirmiştir. Bu sayede fındıkkabuğunun farklı alanlarda kullanılarak üreticilere yeni bir gelir kaynağı oluşturulmasını önermişlerdir.

Tufan ve ark., (2015) yaptıkları çalışmada, geri dönüştürülebilir atık kağıt bardaklar, polimer atıklar (Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE) ve Polipropilen (PP)) kullanılarak dört farklı formülasyonda OPK üretimi gerçekleştirmişlerdir. Kullanılan farklı polimer ve uyum sağlayıcıların OPK'lerin bazı mekanik, fiziksel ve termal özellikleri üzerine etkileri incelemişlerdir. OPK üretiminde atık kağıt bardak kullanımının fiziksel, mekanik ve termal analizler üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Ayrıca atık kâğıt bardaklardan üretilen OPK'lerin uygun mekanik dirençlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Çukur (2016) yüksek lisans tez çalışmasında, geri dönüştürülmüş yüksek yoğunluklu polietilen ve dolgu maddesi olarak Giresun ilinde bol miktarda bulunan fındıkkabuğu kullanılarak odun plastik kompozit üretimi gerçekleştirmiştir. Üretim esnasında bazı grupları uyumlaştırıcı ajan MAPE ilave etmiştir. Yapılan testler sonucunda lignin oranı %45,05, holoselüloz oranı %46,31, α-selüloz oranı % 27,33 olarak tespit etmiştir. Yapılan mekanik testler sonucunda direnç değerlerinin (Çekme, eğilme ve darbe direnci) OPK içerisinde dolgu maddesi oranı artmasıyla olumsuz etkilendiğini bildirmiştir. Ayrıca MAPE kullanımı ile çekme ve eğilme direnci değerlerinde, darbe direncinin aksine iyileşmeler gözlemlemiştir.

Acar ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada, lignoselülozik atık pirinç sapının YYPE eklenmesinin üretilen kompozitlerin mekanik ve fiziksel özelliklerini göreceli olarak iyileştirdiğini tespit etmişlerdir. YYPE'ne eklenen pirinç sapı miktarı arttırıldığı zaman örneklerin çekme direncinin azaldığını, ancak pirinç sapı ve YYPE'ne MAPE eklenerek üretilen örnek gruplarının çekme direncinin arttığını belirtmişlerdir.

Korucu ve Mengenoğlu (2007) yaptıkları çalışmada, Türkiye'de olduğu gibi tarımsal atıklardan termoset esaslı kompozit üretimi dünyanın birçok yerinde gerçekleştirildiğini bildirmişlerdir. Başta Amerika, olmak üzere tüm dünyada çok hızlı endüstriyel üretim artışı gösterdiğini vurgulamışlardır.

Taşdemir ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada, tarımsal bir atık olan hurma çekirdeği kullanılarak polimerik kompozit malzeme üretimi gerçekleştirilmiş ve ahşap malzeme olarak kullanımını incelemiştir. Elde edilen sonuçlar hurma çekirdeği kullanılarak hazırlanan polimerik kompozit malzemenin ahşap malzemelere alternatif olabileceğini tespit etmişlerdir.

Altuntaş ve ark., (2016) yaptıkları çalışmada, yangına dirençli termoplastik esaslı kompozit malzeme üretimi için endüstriyel lifsel atık kullanmışlardır. Bu amaç için lignoselülozik atık olarak mobilya fabrikası atıkları (MDF atıkları) tercih etmişlerdir. Üretilen kompozit malzemelerin mekanik (eğilme direnci, çekme direnci, şok direnci, shore D), fiziksel (su alma testi), termal özelliklerini (TGA) ve yangın testleri (yanma Testi ve LOI) araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre borlu bileşiklerin özellikle çinko borat maddesi odun plastik kompozitlerin yangına karşı direncini artırdığını tespit etmişlerdir.

Karakuş ve ark., (2010) yaptıkları çalışmada, organik dolgu maddesi olarak yerfıstığı kabukları, ceviz kabukları ve tütün atıklarının kullanılma potansiyeli araştırmıştır. Plastik matrisi olarak ise polipropilenden üretilmiş yoğurt kaplarının geri dönüşümü sonucunda elde edilen malzemeler kullanmıştır. Sonuç olarak, yerfıstığı ve ceviz kabuklarının atık polipropilen yoğurt kapları içerisinde dolgu maddesi olarak kullanılması ile polimer kompozit üretiminde değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir.

Kaymakçı (2016) yaptığı çalışmada, polipropilen, çam ahşap unu ve karbon nanotüp kullanılarak üretilen ahşap polimer nanokompozitlerin su alma davranışını incelemiştir. Bu amaç doğrultusunda çam ahşap unu, Polipropilen, karbon nanotüp ve uyum sağlayıcı ajan çift vidalı ekstuder içerisinde homojen bir biçimde karıştırmıştır. Daha sonra elde ettikleri peletleri enjeksiyon kalıplama makinesi kullanılarak fiziksel özelliklerin tespitinde kullanılan numunelerin üretimini sağlamıştır. Elde edilen sonuçlarla karbon nanotüp kullanımının ahşap polimer nanokompozitlerin fiziksel özelliklerini iyileştirdiğini, uyum sağlayıcı ajan MAPP kullanımının ahşap polimer nanokompozitlerin boyutsal stabilizasyonunu arttırdığını bildirmiştir.

Kaymakçı (2016) yaptığı aynı çalışmada, ahşap polimer nanokompozitlerin su alma ve kalınlığına şişme yüzdesi 180 günün sonunda dahi oldukça düşük seviyelerde kaldığını tespit etmiştir. Bu yönüyle odun plastik nanokompozitlerin boyutsal stabilizasyonun oldukça tatmin edici olduğunu ve mühendislik ürünü ağaç malzemelerin kullanım yerine uygun olmayan yüksek rutubetli alanlarda rahatlıkla kullanılabileceğini önermiştir.

Narlıoğlu ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada, potasyum humat maddesinin OPK'ların bazı özelliklerini geliştirmek için bir katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırmışlardır. OPK'ların yangın direnci ve mekanik özellikleri test edilmesi için; orta yoğunluklu lif levha (MDF) tozu ve yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) granülü karışımı paralel ikiz vidalı bir ektrüder kullanılarak pelet haline getirmiştir. Elde edilen kompozit peletleri sıcak presleme işlemi ile levha haline dönüştürdükten sonra bazı mekanik, fiziksel, ısıl ve yangın özellikleri ile kimyasal özelliklerini analiz etmişlerdir. Sonuç olarak potasyum humat eklenmesi malzemenin yangın, termal ve mekanik özelliklerini belirli derecede geliştirdiğini tespit etmişlerdir.

Özmen ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada, orman endüstrisi atığı olarak oluşan MDF unlarının OPK üretiminde değerlendirme potansiyelini araştırmıştır. PP polimer matris içerisine MDF unu katılımı ile üretilen kompozitlerin çekme ve darbe direnci değerleri olumsuz yönde etkilendiğini ve katılım miktarının artışı ile çekme direnç değerleri azalış gösterdiğini tespit etmişlerdir. MDF unu katılım miktarının artmasına bağlı olarak üretilen kompozitlerin elastikiyet modülü değerlerinde kayda değer artışlar gözlemlemişlerdir. MDF unu atıklarının odun plastik kompozitlerin üretiminde değerlendirilmesinin uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Narlıoğlu ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada, karaçam odun ununun PP polimer matrise ilavesiyle elde edilen kompozitlerin çekme direnci değerlerinde giderek azaldığını kaydetmişlerdir. PP polimer matrisine ilave edilen odun unu ile kompozitlerin darbe direnci değerlerinde azalma görmüşler, ancak bu azalmanın odun unu oranı artışı ile doğrusal bir şekilde azaldığı görmemişlerdir. Çalışma kapsamında elde edilen karaçam odunu testere talaşı atığı ilaveli PP kompozitlerin çeşitli kullanım yerleri (kapı-pencere kasaları, yer ve duvar döşemeleri vb.) için uygun olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Altuntaş ve ark., (2017) yaptıkları çalışmada, çekme direnci değerleri sarıçam odun lifi kullanım oranları arttıkça azaldığını tespit etmişlerdir. En düşük sonuçları %70 oranında lignoselülozik madde içeren levhalardan elde edildiğini, odun lifi kullanım oranının artması ile çekmede elastikiyet modülünün arttığını belirtmişlerdir. Darbe (şok) direnci değerleri odun lifi kullanım oranları arttıkça azaldığını, en düşük sonuçların %70 oranında odun lifi kullanılan levhalarda olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmadan alınan sonuçlara göre yapıya eklenen MAPE bağlayıcı ajanının şok direncinde belli miktar olsa dahi diğer direnç özelliklerini geliştirdiğini belirlemişlerdir.

Erkan (2011) yüksek lisans tez çalışması kapsamında, çocuk oyun parkı donatısında odun plastik kompozit malzeme kullanım olanaklarını incelemiş ve bu malzemenin kullanımının sağlayacağı fiziksel üstünlükler, kullanım kolaylığı ve sürdürülebilirlik değerlendirmiştir. Sağladığı üretim kolaylığı, hava koşulları ve darbeye dayanıklılık, kaymazlık, küflenmezlik ve antibakteriyel özellikler, temizleme kolaylığı, düşük bakım maliyeti, uzun ömürlülük ve sürdürülebilirlik gibi faydalar sayesinde, odun plastik kompozit malzemenin oyun parkı donatılarında kullanımı uygun görüldüğünü bildirmiştir.

5. TARTIŞMA

Ülkemizde ve dünya genelinde OPK malzemeye olan ilgi, ihtiyaç ve kullanım alanı her geçen gün artmaktadır. İhtiyaçların yeni bir ürünü keşfetme ilgisiyle başlayıp; bulunan bu yeni malzemenin sağlık, çevre, tasarım ve ürünün kullanım yeri göz önünde bulundurularak her bir çalışmada ürün geliştirilmesiyle devam etmektedir.

Elde edilen bilgiler doğrultusunda, genellikle çeşitli OPK kullanılarak ağaç malzemelerin mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi, yanma direncinin arttırılması, su absorbsiyonunun iyileştirilmesi, kullanım alanlarının genişletilmesi, maliyetin azaltılması, atık malzemelerin değerlendirilmesi ve mobilya endüstride alternatif ürün geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Özellikle kullanım alanları ve maliyet/kar ilişkisi göz önünde bulundurularak fiziksel ve mekanik dirençleri arttırılmış bir OPK üretilmek istenildiğinde, içeriğine bağlayıcı ajan olarak %3 oranında MAPE eklenmesi OPK'nın mekanik özellikleri belirgin bir şekilde iyileştirdiği (Altuntaş ve ark., 2017; Çukur 2016) ifade edilmiştir.

Araştırmalarda, ağaç malzemenin ıslak ve nemli mekanlarda kısa zamanda deforme olması dezavantajı, OPK ile neredeyse imkansız hale getirilip (Acar ve ark., 2014) nem sebebiyle oluşan deformasyonun ortadan kaldırmasıyla önemli bir avantaja dönüştürdüğü tespit edilmiştir. OPK'nın ağaç malzeme yerine yüksek rutubetli alanlarda rahatlıkla kullanılabileceği önerilmiştir (Kaymakcı 2016). Ayrıca OPK malzemelerde karbon nanotüp kullanımı ile su alma davranışında azalma gözlendiği (Kaymakcı 2016), ancak ahşap esaslı takviye malzemesinin artışı ile su absorblama kapasitesinde artış olduğu vurgulanmıştır (Taşdemir ve ark., 2019).

Ağaç malzeme yanmaya karşı olan savunmasızlığı bir dezavantaj iken, OPK malzemenin üretim esnasında karışımına katılan çinko borat (Altuntaş ve ark., 2016) veya potasyum humat (Narlıoğlu ve ark., 2018) sayesinde yanmaya karşı etkili bir direnç artışı göstererek avantajlı bir ürün haline geldiği belirtilmiştir.

Orman endüstrisi atığı olarak oluşan MDF unu (Akbaş ve ark., 2013; Özmen ve ark., 2014) ve testere talaşı atığının (Tufan ve ark., 2015), OPK üretiminde yeniden kullanılabilirliği doğrultusunda yapılan çalışmalarda, odun unu oranındaki artışın OPK'nın eğilme direncini iyileştirirken, azaltılmasının ise çekme direnci ile darbe direncinde artış sağladığı (Narlıoğlu ve ark., 2018) görülmüştür.

Çalışmalarda PP matris ile üretilen OPK'ların her türlü mobilya üretiminde (Narlıoğlu ve ark., 2018) kullanılabileceği, plastik yoğurt kapları ve plastik şişelerin OPK üretiminde yeniden değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Karakuş ve ark., 2010). Fiziksel, mekanik ve termal analizler üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını belirlenen atık kağıt bardakların, OPK üretiminde takviye malzeme olarak kullanılıp geri dönüştürülebileceği ve OPK üretimlerinde faydalanılabileceği görülmüştür (Tufan ve ark., 2015). Bu tür atık ürünler kullanılarak üretilen OPK'ların, mobilya endüstride alternatif bir ürün olarak tercih edilebileceği, dolayısı ile hem çevre kirliliğinin azaltılması hem de atık sektöründeki işletmelere ek gelir imkânı sağlanması gibi toplumsal katma değer sağlanabileceği ifade edilmiştir (Tufan ve ark., 2015).

Tarımsal atıklardan elde edilen odun lifi (lignoselüloz) takviye malzemenin (Korucu ve Mengeloğlu 2007) üretilen OPK'larda malzeme maliyetini düşürmesinin yanında estetik bir görünümde kazandırdığı belirtilmiş (Altuntaş ve ark., 2017), büyük bir kısmı atıl halde bulunan fındık kabuğu (Akbaş ve ark., 2013; Çukur 2016), pirinç sapı (Acar ve ark., 2014), hurma çekirdeği (Taşdemir ve ark., 2019), yerfıstığı ve ceviz kabuklarının (Karakuş ve ark., 2010) OPK malzeme üretiminde değerlendirilebilmesine olanak sağladığı vurgulanmıştır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada OPK üretiminde kullanılan malzemeler ve bu malzemelerden ne derece verim alındığı ile ilgili Türkiye'de yapılan çalışmalar incelenmiştir. Elde edilen bilgiler, araştırmacı ve uygulayıcılara derleme bir kaynak olacak şekilde sunulmuştur. Yukarıda özetlenen araştırmalardan da anlaşılacağı üzere ülkemizde OPK konusunda bugüne kadar yapılan çalışmaların büyük bir bölümü, odun ve odun esaslı tarım ürünü malzemeler, atık malzemeler ile plastik matris malzemelerin birbiriyle olan karışım oranlarının fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine yönelik yapılmıştır.

Sonuç olarak, lignoselüloz malzemelerden ağaç malzeme haricinde, atık kereste, kullanım ömrünü tamamlamış her türlü mobilya ve tarımsal faaliyetler sonucu elde edilen odunsu bitkilerin (mısır sapı, buğday sapı, kenevir, fındıkkabuğu vb.) OPK üretiminde kullanılması önerilmektedir. Bu sayede hem OPK malzeme üretiminin maliyeti düşecek hem de odunsu bitkilerin geri dönüşümü sayesinde çiftçilerin ve üreticilerin kar oranlarının artacağı düşünülmektedir. Ayrıca matris malzeme için kullanılan petrol bazlı plastik maddeler yerine, mobilya üretim tesislerindeki PVC bant artıklarının, günlük tüketilen besinlerin plastik esaslı kapları vb. malzemelerin OPK üretiminde kullanımının çevre kirliliğini önleyeceğini, geri dönüşümü artıracağını ve ülke ekonomisine katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

Önümüzdeki süreçte OPK malzemeden elde edilen mobilya vb. ürünlerin kullanımına ve tercih edilme durumlarına yönelik çalışmalar yapılabilir. Şirket ve marka yöneticilerinin pazar araştırma konuları

içerisinde OPK malzemeli ürünlere yönelik müşteri tercih ve memnuniyet durumları, maliyet ve fiyat ilişkisi, çevreye etkisi gibi konuların da araştırılması önerilmektedir. Bu bağlamda müşterilerin OPK ürünlere yönelik farkındalıklarının artırılmasına yönelik çalışmalar da önerilebilir.

KAYNAKLAR

Acar, Halime, Tufan Salan, Ertuğrul Altuntaş, ve Mehmet Hakkı Alma. 2014. "Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE) ve Atık Pirinç Saplarından Üretilen Kompozitlerin Bazı Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi, II". Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Isparta-Türkiye, pp.808–818.

Akbaş, Selçuk vd. 2013. "Fındık kabuklarının polipropilen esaslı polimer kompozit üretiminde değerlendirilmesi". Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14(1), pp. 50–56.

Altuntaş, Ertuğrul, Tufan Salan, ve Mehmet Hakkı Alma. 2016. "Farklı bor bileşik kullanılarak mdf-aype odun plastik kompozitlerin yangına dayanıklılığının araştırılması". Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(3), pp.19–23.

Altuntaş, Ertuğrul, Esra Yılmaz, ve Tufan Salan. 2017. "Investigation of the effect of high-fibrous filling material on the mechanical properties of wood plastic composites". Türkiye Ormancılık Dergisi, 18(3): 258-63.

Anonim 1. 2013. "Ahşap Plastik Kompozit Nedir?" Komwood. http://www.komwood.com.tr/TR/15/Ahsap-Plastik-Kompozit-Nedir?.htm (05 Ekim 2019).

Anonim 2. 2019. "Forest Products Laboratory, Wood-Plastic Composites". https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/techline/wood-plastic-composites.pdf. https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/techline/wood-plastic-composites.pdf.

Anonim 3. 2019. "WOOD PLASTIC COMPOSITES: US demand to grow by 6.9% per year to 2020 / Higher value products favoured as economy improves / Freedonia report | Plasteurope.com". WOOD PLASTIC COMPOSITES. https://www.plasteurope.com/news/WOOD_PLASTIC_COMPOSITES_t234216/ (05 Ekim 2019).

Ashori, Alireza. 2008. "Wood–plastic composites as promising green-composites for automotive industries!" Bioresource Technology, 99(11): 4661-67.

Bulut, M. 2014. "Türkiyede kompozit malzeme üretimi ve kompozit malzeme sektörünün genel değerlendirilmesi". Yüksek Lisans Bitirme Projesi, Ankara, pp.47–70.

Caulfield, Daniel F., Craig Clemons, Rodney E. Jacobson, ve Roger M. Rowell. 2005. "13 Wood Thermoplastic Composites". Handbook of wood chemistry and wood composites: 365.

Clemons, Craig. 2002. "Wood-plastic composites in the United States : the interfacing of two industries". Forest products journal. Vol. 52, no. 6 (June 2002): pp. 10-18. https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/8778 (05 Ekim 2019).

Çavdar, Ayfer Dönmez. 2011. "Farkli lignoselülozik ve termoplastik maddelerle üretilen odun-plastik kompozitlerin özelliklerinin incelenmesi". Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Çukur, Uğur. 2016. "Giresun ilinde bulunan lignoselülozik materyallerden polimer kompozit üretimi". Yüksek Lisans Tezi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karakuş, Kadir vd. 2010. "Ekstrüzyon yöntemi ile farklı dolgu maddeleri kullanılarak üretilen polimer kompozitlerin bazı mekanik özellikleri üzerine etkisi". Ulusal Polimer Bilim ve Teknolojisi Kongresi ve Sergisi, pp.75.

Kaymakcı, Alperen. 2016. "Karbon Nanotüp ile Güçlendirilen Ahşap Polimer Nanokompozitlerin Uzun Süreli Su Alma Davranışı". Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 16(1).

Klyosov, Anatole A. 2007. Wood-plastic composites. John Wiley & Sons.

Korucu, T., ve F. Mengeloğlu. 2007. "Potentials of agricultural residues as raw materials and their alternative usage possibilities in Turkey". Içinde 24th National Agricultural Mechanization Congress, Kahramanmaras, pp.297–307.

Narlıoğlu, Nasır, Nihat Sami Çetin, ve Mehmet Hakkı Alma. 2018. "Karaçam testere talaşının polipropilen kompozitlerin mekanik özelliklerine etkisi". Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi 1(1): pp.38–45.

Narlıoğlu, Nasır, Tufan Salan, Eyyüp Karaoğul, ve Mehmet Hakkı Alma. 2018. "Evaluation of potassium humate material in wood-plastic composite production". Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 18(2): pp.189–202.

Özmen, Nilgül vd. 2014. "MDF atıklarının odun plastik kompozitlerin üretiminde değerlendirilmesi". Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi 15(1): 65.

Raesi, S., ve F. Faridi. 2002. "Wood-plastic composites: A technical review of materials, processes and applications". Tangram Technology Ltd 34: pp. 78–91.

Rowell, Roger M. vd. 1993. "Results of chemical modification of lignocellulosic fibers for use in composites". Wood Fiber/Polymer Composites: Fundamental Concepts, Process, and Material Options, Forest Product Society, Madison.

Rowell, Roger M. 2006. "Advances and challenges of wood polymer composites". Içinde Proceedings of the 8th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium, Advances and Challenges in Biocomposites: 20-23 November 2006, Kuala Lumper, Malaysia. Kepong, Malaysia: Forest Research Institute Malaysia, c2006: ISBN: 9832181879: 9789832181873: pp. 2-11.

Taşdemir, H. Mehmet, Alpay Şahin, Ahmet F. Karabulut, ve Metin Gürü. 2019. "Investigation of the properties of composite material produced from mint fiber added waste palm kernel". Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 34(1): 409–420.

Tufan, Mürşit vd. 2015. "Atık Bardaklardan Üretilen Odun Plastik Kompozitlerin Bazı Özellikleri". Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi 15(2): 176–182.

Tufan, Mürşit, ve Fatih Mengeloğlu. 2010. "Odun plastik kompozitleri ve ülkemizde odun plastik kompozit üretiminde kullanilabilecek hammaddeler üzerine genel bir değerlendirme". III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi.

Winandy, J. E., N. M. Stark, ve C. M. Clemons. 2004. "Considerations in recycling of wood-plastic composites". Içinde 5th Global Wood and Natural Fibre Composites Symposium, in Kassel, Germany.

DALGA BOYU BÖLMELİ OPTİK SİSTEMLERDE DOĞRUSAL OLMAYAN İLETİM BOZULMALARININ YAPAY ARI KOLONİSİ ALGORİTMASI İLE OPTİMİZASYONU

Öğr. Gör. Vehbi Yolcu
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi / Simav MYO, Bilgisayar Programcılığı Bölümü
vehbi.yolcu@dpu.edu.tr

Prof. Dr. Murat Yücel
Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
muyucel@gazi.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Bahadır Hiçdurmaz
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
bahadir.hicdurmaz@dpu.edu.tr

Doç. Dr. Doğan Aydın
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
dogan.aydin@dpu.edu.tr

Özet
Veri taşıma kapasitesi en yüksek haberleşme sistemi olan fiber optik sistemlerde iletim kapasitesini artırmak, bilim insanları için önemli bir çalışma alanı oluşturmuştur. Kapasiteyi artırmak için iletim uzaklığı optik yükselticilerle artırılmış ancak bu durumda sistem performansını sınırlayan doğrusal olmayan olaylar ciddi sorun olarak ortaya çıkmıştır. Bu sebeple bu çalışmada dalga boyu bölmeli optik sistemlerde (WDM) meydana gelen ve doğrusal olmayan, dört dalga karışımı (FWM) ve yükseltilmiş kendiliğinden yayılma (ASE) etkilerinin en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla FWM ve ASE gürültüsünün bozucu etkisi birleştirilmiş ve optik fibere en uygun giriş gücü belirlenmiştir. Bunun için problem bir optimizasyon problemi olarak tanımlanarak yapay arı kolonisi algoritması ile bu problem çözülmüştür. Elde edilen değerler daha önce OptSim simülasyon programı sonucu elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Bu yöntem sayesinde giriş için gerekli olan kanal güçleri belirlenmiş ve sistem performansı 5 kanallı sistemde ortalama %14, 9 kanallı sistemlerde ortalama %10 olmak üzere önemli derecede artırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: WDM, FWM, ASE, Yapay Arı kolonisi

Optimization of Non-linear Transmission Impairments with Artificial Bee Colony Algorithm in Wavelenght Division Multiplexing Optical Systems

Abstract
Expanding the transmission capacity in fiber optical systems which are communication systems that have the highest data transmission capacity, has been a significant field for the scientists. In order to expand the capacity, transmission distance has been increased by using optical amplifiers, however under these circumstances, non-linear issues restricting the system performance have been risen as serious troubles. Therefore, in this study, it has been aimed to minimise the effects of four-wave mixing (FWM) and amplified spontaneous emission (ASE) which are non-linear and arise in dense wavelenght division multiplexing optical systems (DWDM). For that purpose, disruptive effect of FWM and ASE noise was combined and the most convenient input power for the optical system was determined. Thus, the problem was defined as an optimization problem and solved artificial bee colony algorithm. The obtained data was compared to the results taken from OptSim simulation program. Thanks to this system, the necessary channel power for the input has been determined and the system performance has been increased significantly.
Keywords: DWDM, FWM, ASE, Artificial Bee Colony

1. GİRİŞ

Optik fiberli haberleşme sistemleri son yüzyıldan günümüze uzanan gelişmelerle birlikte iletim kapasitesi alanında büyük gelişmeler göstermiştir. (Gnauck ve ark. 2008). Bu gelişmeler ışığında yaklaşık 1 Gb/s hızındaki tek sinyal işaretinin tek bir optik fiber üzerinden iletildiği sistemlerden, birden çok sinyal işaretinin farklı dalga boylarında ve her biri yaklaşık olarak 550 Gb/s hızında olan 224 adet veri sinyalinin tek bir optik fiber üzerinden iletilebildiği günümüz iletim teknolojisine ulaşılmıştır (Sano ve ark. 2012).

Optik haberleşme sistemlerinde özellikle dalga boyu bölmeli optik sistemlerde doğrusal olarak ölçülemeyen sinyal bozulmaları meydana gelmektedir. Doğrusal olmayan bu bozulmalar, fiber optikte meydana gelen kırılma indisi ve elastik olmayan saçılmaların kendisine gönderilen optik ışın veya ışınların gücüne bağlı olmasını ifade eder. Sinyali bozucu olarak ve doğrusal olmayan bu etkiler fiber optik tabanlı sistemlerde büyük bir araştırma alanı oluşturmuştur. Geçmişten günümüze kadar yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre optik iletişim sistemlerinde doğrusalsızlık neticesinde oluşan etkiler kısaca: Öz-faz modülasyonu (SPM), çapraz faz modülasyonu (XPM), dört-dalga karışımı (FWM), uyarılmış Brillouin saçılması (SBS) ve uyarılmış Raman saçılması (SRS) doğrusal olmayan etkiler olarak sıralanabilir (Agrawal 2007, Toulouse 2005).

Bu alanda yapılan akademik çalışmaların bazısı, fiberin kapasitesini tam ve verimli olarak kullanabilmek ve yüksek bit hızında minimum optik yükseltici kullanarak sinyalin uzun mesafelere elde edebilmek için yapılırken, diğer taraftan da arzu edilmeyen ve doğrusal olmayan etkileşimlerin en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. Doğrusal olmayan etkileşimler çoğullanan optik işaretin fiber boyunca yol alması sırasında bozucu etki göstermektedir.

Bu çalışmada fiber optik sistemlerde sık karşılaşılan dört dalga karışımı (FWM) ve yükseltilmiş kendiliğinden yayılma (ASE) doğrusalsızlıkları analiz edilerek yapay arı kolonisi algoritması ile sistem performansını artırmaya yönelik çalışma yapılmıştır.

Dört Dalga Karışımı (FWM) ve Yükseltilmiş Kendiliğinden Yayılma (ASE)

FWM, dört dalganın veya fotonun üçüncü derece doğrusalsızlığından dolayı birbirleriyle etkileşime girdiği bir optik doğrusal olmayan etkidir. Bu etki ile sinyalin yayılma esnasındaki gerçek sinyal frekanslarının toplamları ve farkları şeklinde yeni işaretler üretilir. Dört dalga karışımı (FWM) komşu kanallarda gürültüye sebep olarak sistem performansını azaltır. FWM etkisi dalga boyu bölmeli (WDM) sistemlerde yer alan ve kanal kapasitesini azaltan en önemli doğrusal olmayan etkilerden birisidir. FWM kaynaklı bileşenlerin WDM sistemlerde meydana getirdiği etkinlik sinyaller arasındaki faz uyumuna son derece bağlıdır. Dispersif olan malzemelerde işaretler arasındaki frekans boşluğu ne kadar büyük olursa sinyal işaretleri arasındaki kırılma indis farkı o denli büyük olur. Dolayısı ile kanallar arası faz uyumsuzluğu daha büyük olur. Böylece FWM 'in etkinliği azalır. Sonuç olarak, dispersif fiberlerde sadece komşu kanallar etkin FWM bileşenleri meydana getirir (Bogono ve Foti, 2004).

WDM sistemlerde meydana gelen ve iletim sinyallerinin güçlerini bozan en önemli etkenlerden biri de Yükseltilmiş kendiliğinden yayılma (ASE) etkisidir. Yükseltici kullanılan WDM sistemlerde sinyal her bir yükselticiden geçerken ASE bozucu etkisine maruz kalır. Bu çalışmada WDM sistemlerde meydana gelen FWM ve ASE etkilerini birleştiren bir deney düzeneği kurularak bu bozucu etkiler optimum seviyeye çekilerek çıkış sinyal gücü en yüksek seviyeye çıkartılmaya çalışılmıştır (Mutafungwa ve Halme, 2001).

1.3.Yapay Arı Kolonisi Algoritması(ABC)

Yaşadığımız ortamda sıkça gördüğümüz zeki davranışlar içeren olaylar ve işlemler bilim insanlarını yeni optimizasyon metotlarının geliştirilmesine sebep olmuştur. Bu bağlamda arıların yiyecek arama davranışı bilgisayar sistemlerine modellenerek Yapay Arı Kolonisi(ABC) algoritması geliştirilmiştir (Karaboğa, 2010). ABC algoritmasında arıların bütün davranışları doğada oldukları gibi bire bir modellenmemiş ve bunun yanında da algoritma ile ilgili bazı ön kabullerde bulunulmuştur. Bu ön kabullerden biri her bir besinin çıkarılmasında sadece bir görevli arının olmasıdır. Bu sebeple

algoritmada yer alan besin sayısı ile görevli arı sayısının birbirine eşit olduğu kabul edilir. Bir diğer ön kabul ise günlük hayattaki sistemden farklı olarak işçi arı ile gözcü arı sayısının birbirine eşit olmasıdır. Böyle bir kabulde bulunulmasına rağmen aslında bir besine gidip gelen arının görevli olduğu besin kaynağı tükendiğinde bu arının kâşif arı olarak görevini sürdürdüğü kabul edilir. Ayrıca bir besinin kalitesi ne kadar yüksekse o kaynağın uygunluk değeri de o kadar iyidir. Yukarıda yer alan bu ön kabuller ışığında ABC algoritması ile en iyi (optimum) çözümün elde edilmesine çalışılır. ABC algoritmasının süreç adımları 3 madde olarak sıralanabilir. Aşağıda ABC algoritmasının süreç adımları verilmiştir (Aydın, 2015).

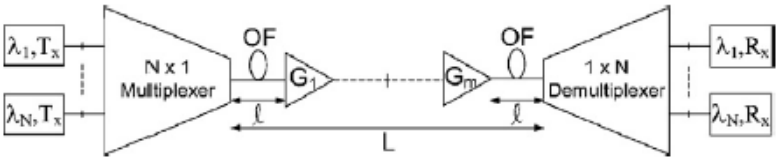
- Besin arama surecinin başlangıcında, kâşif arılar çevrede rastgele arama yaparak besin(nektar) aramaya başlarlar.
- Besin kaynakları bulunduktan sonra, kâşif arılar artık işçi arı olurlar ve buldukları kaynaklardan kovana besin(nektar) taşımaya başlarlar. Her bir görevli arı kovana dönerek getirdiği nektarı boşaltır ve bu noktadan sonra ya bulduğu kaynağa geri döner ya da kaynakla ilgili bilgiyi kovanda bekleyen gözcü arılara iletir. Eğer besin kaynağı tükenmiş ise işçi arı kâşif arı haline gelir ve yeni kaynak arayışına yönelir.
- Kovanda Bekleyen gözcü arılar zengin kaynakları işaret eden dansları izlerler ve yiyeceğin kalitesi ile orantılı olan dans frekansına bağlı olarak bir kaynağı tercih ederler.

Yukarıda ABC algoritmasının süreç adımları verilmiştir. Yukarıda verilen süreç adımlarından yola çıkılarak aşağıda ABC algoritmasının sözde kodu sunulmuştur.

1. Başlangıç popülasyonu oluştur ve değerleri ilkle
2. Bitiş koşulunu sağlayana kadar dön
3. İşçi arı aşaması
4. Gözcü arı aşaması
5. Kaşif arı aşaması
6. Döngü bitiminde hafızaya alınan en iyi değerleri döndür.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmanın temel amacı, doğrusal olmayan etkiler altındaki bir WDM sistemi için en uygun kanal giriş güçlerini belirlemektir. Bu amaçla ilk olarak OptiSim yazılım programı ile çeşitli sistem değişkenleri için performans açısından en uygun değişken değerleri ve kanal giriş güçleri tespit edilmektedir. Ancak, bu yazılım ile en uygun kanal giriş güçlerinin belirlenmesi mümkün olmadığından, analizlerde kanal giriş güçleri eşit olarak alınmaktadır. Bu yazılım sayesinde fiberdeki doğrusalsızlık etkenlerinin birleşik etkisi analiz edilebilmektedir. İkinci olarak, WDM sistemlerinde genellikle diğerlerine göre baskın etkiye sahip olan FWM' in, optik yükselticinin ASE gürültüsünü de hesaba katarak, etkisinin azaltıldığı en uygun kanal giriş gücü değerlerini belirlemek için problem bir optimizasyon problemi olarak tanımlanmış ve yapay arı kolonisi algoritması ile bu problem çözülmüştür.



Şekil1: WDM sistemlerde optik yükseltgeçler kullanılarak elde edilen deney düzeneği

Yukarıda yer alan Şekil 1'de yapılan çalışmanın görseli verilmiştir. Hazırlanan deney düzeneğinde, farklı dalga boylarında n sayıda gönderilen giriş sinyali n+1 sayıda multiplexer kullanılarak sinyalin optik ortamda gönderilmesi sağlanmış ve belirli sayıda optik yükseltici (G1..Gm) kullanarak bu bozucu etkiler (FWM) ve (ASE) noise formülle hesaplanmıştır. Sonrasında sonuçlar optik simülasyon programı kullanılarak sinyal çıkış değerleri elde edilmiştir.

2.1. Denklemler

$$P(f_{ijk}) = \frac{1024\pi^6}{n^4\lambda_{ijk}^2 c^2}(D\chi)^2 \frac{P_i(0)P_j(0)P_k(0)}{A_{eff}^2} e^{-\alpha\ell}\left(\frac{1-e^{-\alpha\ell}}{\alpha}\right)^2 (m+1)^2\eta_{ijk}$$

Şekil 2: WDM sistemlerde FWM etkisinin formülle gösterimi

Yukarıda yer alan Şekil 2'de her bir optik yükselteçte oluşan, Hill ve diğerleri tarafından hesaplanan sinyal çıkış gücü formülü verilmiştir. Burada P_i P_j ve P_k değerleri giriş güç frekans değerlerini, l değeri yükselticiler arası uzaklığı, α ise yükselteç sayısını, c değeri fiber içerisinde ilerleyen hızını, n değeri kırılma indisini(1.45), λ sinyal çıkış gücünde oluşan dalga boyu, A fiberdeki etkin öz alanını(50µm) ifade eder.

$$P_{ASE} = 2n_{sp}hfB_o(G-1)$$

Şekil 3: WDM sistemlerde ASE etkisinin formülle gösterimi

Yukarıdaki şekilde ASE etkisinin çıkış sinyal güç formülü verilmiş olup n_{sp} değeri nüfus dönüşüm etkenini (1.3), f optik sinyalin frekansını, B_0 optik sinyal bant genişliğini(12.5GHZ) ve G ise optik yükseltecin kazanç değerini göstermektedir. Bu sinyal çıkış sinyal güç formülü bir yükselteçte oluşan formül olup kaç yükselteçten geçecekse o sayı ile çarpılacaktır.

$$OSNR = \frac{P_{out}}{P_{FWM} + m \cdot P_{ASE} \cdot e^{-\alpha\ell}}$$

Şekil 4: WDM sistemlerde ASE ve FWM etkisinin toplam çıkış gücüne bağlı olarak formülle gösterimi

Yukarıdaki şekilde WDM sistemlerde kullanılan her bir sinyalin çıkış gücünün sinyalde bozucu etkiye sahip doğrusal olmayan (FWM) ve (ASE) gürültülerine oranını formülle gösterilmiştir. Bu deney düzeneği hazırlanırken 1550 dalga boyu temeli esas alınmış, optik fiberin toplam uzunluğu 100 km olarak hesaplanmış, her 20 km de bir yükselteç olduğu varsayılmıştır.

3. SONUÇLAR

3.1. Optik Simülasyon Programı Kullanılarak Oluşan Sonuçlar

Çalışmada öncelikle optik simülasyon programı kullanılarak elde edilen çıkış güçleri çeşitli frekans bölümlemelerine göre verilmiştir.

Tablo 1: 5 kanallı WDM sistemde 0,2mW sinyal giriş gücü kullanarak elde edilen çıkış gücü değerleri

Dalga boyu(nm)	1548,4	1549,2	1550	1550,8	1551,6
Çıkış Gücü(dB)	38,903	38,946	38,690	38,801	38,923

Tablo 2: 5 kanallı WDM sistemde 0,3mW sinyal giriş gücü kullanarak elde edilen çıkış gücü değerleri

Dalga boyu(nm)	1548,4	1549,2	1550	1550,8	1551,6
Çıkış Gücü(dB)	38,736	40,646	39,965	40,368	38,746

Yukarıda yer alan Şekil 5 ve Şekil 6 incelendiğinde 5 kanallı WDM sistemde 0,2 ve 0,3 mW (miliwatt) giriş gücü verilerek elde edilmiş çıkış gücü değerleri gösterilmiştir.

Tablo 3: 9 kanallı WDM sistemde 0,2mW sinyal giriş gücü kullanarak elde edilen çıkış gücü değerleri

Dalga boyu(nm)	1546,8	1547,6	1548,4	1549,2	1550	1550,8	1551,6	1552,4	1553,2
Çıkış Gücü(dB)	38,868	38,605	38,733	38,467	38,383	38,573	38,442	38,413	38,877

Tablo 4: 9 kanallı WDM sistemde 0,3mW sinyal giriş gücü kullanarak elde edilen çıkış gücü değerleri

Dalga boyu(nm)	1546,8	1547,6	1548,4	1549,2	1550	1550,8	1551,6	1552,4	1553,2
Çıkış Gücü(dB)	38,605	40,126	39,382	39,964	38,984	39,519	39,305	39,430	38,596

Yukarıda yer alan Şekil 7 ve Şekil 8 incelendiğinde 9 kanallı WDM sistemde 0,2 ve 0,3 mW (miliwatt) giriş gücü verilerek elde edilmiş çıkış gücü değerleri gösterilmiştir. Burada 0,2 ve 0,3 mW giriş gücü değerlerinin seçilmesinin nedeni giriş gücü artırılan sinyalin çıkış gücünün doğrusal olarak artış göstermemesidir. Bu sebeple bu sistem üzerinde optimizasyon yapılarak en uygun giriş güçleri elde edilmeye çalışılacaktır.

3.2. ABC Algoritması Kullanılarak Oluşan Sonuçlar

Çalışmanın bu aşamasına kadar, simülasyon programı ile 5 ve 9 dalga boylarına sahip WDM sisteminde 0,2 ve 0,3 mW giriş güçleri verilerek oluşan çıkış güçlerini, her bir dalga boyu için elde edilebilecek en yüksek değerlere optimize ederek sonrasında elde edilen optimum değere göre bulunan kanal giriş gücü değerleri aşağıda sunulmuştur.

Tablo 5: 5 kanallı WDM sistemde dalga boylarına göre elde edilen maximum çıkış gücü değerleri

Dalga boyu(nm)	1548,4	1549,2	1550	1550,8	1551,6
Çıkış Gücü(dB)	40,952	40,952	40,952	40,952	40,952

Tablo 6: 5 kanallı WDM sistemde elde edilen maximum çıkış gücüne göre optimum giriş gücü değerleri

Dalga boyu(nm)	1548,4	1549,2	1550	1550,8	1551,6
Çıkış Gücü(dB)	0,3720	0,4261	0,4996	0,3490	0,3646

Yukarıda yer alan Şekil 9 incelendiğinde 5 kanallı WDM sistemde ABC algoritması kullanılarak tüm kanallar için elde edilebilecek en yüksek çıkış gücü değeri bulunmuş ardından Şekil 10’ da ise bulunan maximum. çıkış güç değerlerine göre elde edilmiş optimum giriş gücü değerleri gösterilmiştir.

Tablo 7: 9 kanallı WDM sistemde dalga boylarına göre elde edilen maximum çıkış gücü değerleri

Dalga boyu(nm)	1546,8	1547,6	1548,4	1549,2	1550	1550,8	1551,6	1552,4	1553,2
Çıkış Gücü(dB)	39,1152	39,1152	39,1152	39,1152	39,1152	39,1152	39,1152	39,1152	39,1152

Tablo 8: 9 kanallı WDM sistemde elde edilen maximum çıkış gücüne göre optimum giriş gücü değerleri

Dalga boyu(nm)	1546,8	1547,6	1548,4	1549,2	1550	1550,8	1551,6	1552,4	1553,2
Çıkış Gücü(dB)	0,2459	0,2788	0,2832	0,2904	0,2999	0,2374	0,2658	0,2363	0,2176

Yukarıda yer alan Şekil 9 incelendiğinde 9 kanallı WDM sistemde ABC algoritması kullanılarak tüm kanallar için elde edilebilecek en yüksek çıkış gücü değeri bulunmuş ardından Şekil 10’ da ise bulunan maximum çıkış güç değerlerine göre elde edilmiş optimum giriş gücü değerleri gösterilmiştir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, WDM sistemlerindeki fiber doğrusalsızlıklarını karakterize eden sistem değişkenleri araştırılıp sistem performansı için en uygun değişken değerleri tespit edilmiştir. Özellikle WDM teknolojisinde yükselticilerin kullanıma geçmesiyle sistem performansını sınırlayan en önemli etkenlerden biri olan fiber doğrusalsızlıklarını karakterize etmenin, optik fiberli iletimin performansını daha yüksek seviyeye çekmek için, önemli olduğu görülmüştür. Ayrıca yapay zeka teknolojisi kapsamında üretilen algoritmaların gelişmesi paralelinde bu çalışmaya benzer optimizasyon problemlerinin optimum sonuçlarının gelişeceği ve bu sayede elde edilen verimin artacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Agrawal, G.P., 2007. Nonlinear Fiber Optics. Fourth Edition. Academic Press, USA.

Aydın, Doğan. 2015. "Composite artificial bee colony algorithms: From component-based analysis to high-performing algorithms". Applied Soft Computing 32:266–85.

Bogoni, A., & Poti, L. (2004). Effective channel allocation to reduce inband FWM crosstalk in DWDM transmission systems. IEEE Journal of selected topics in Quantum Electronics, 10(2), 387-392.

Hiçdurmaz, B., Temurtaş, H., Karlık, S. E., & Yılmaz, G. (2013). A novel method degrading the combined effect of FWM and ASE noise in WDM systems containing in-line optical amplifiers. Optik-International Journal for Light and Electron Optics, 124(19), 4064-4071.

Hill, K. O., Johnson, D. C., Kawasaki, B. S., & MacDonald, R. I. (1978). cw three-wave mixing in single-mode optical fibers. Journal of Applied Physics, 49(10), 5098-5106.

Karaboga, D. (2010). Artificial bee colony algorithm. scholarpedia, 5(3), 6915.

Karaboğa D. Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları, Nobel Yayın Dağıtım, Genişletilmiş 2. Basım, 2011.

Liao, Tianjun, Doğan Aydın, ve Thomas Stützle. 2013. "Artificial bee colonies for continuous optimization: Experimental analysis and improvements". Swarm Intelligence 7(4):327–56.

Mutafungwa, E., & Halme, S. J. (2001). On the use of optical spreading codes to design DWDM systems with reduced FWM crosstalk. Optics communications, 198(4-6), 339-350.

Sano, A., et al, 2012. 102.3-Tb/s (224 x 548-Gb/s) C- and extended L-band all-Raman transmission over 240 km using PDM-64QAM single carrier FDM with digital pilot tone. Optical Fiber Communication Conference, Paper PDP5C.

Toulouse, J., 2005. Optical nonlinearities in fibers: review, recent examples, andsystems applications. Journal of Lightwave Technology, vol. 23, no.11.

İMLEÇ HAREKETLERİNDEN KULLANICI CİNSİYETİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ TABANLI TESPİTİ

Eyyüp Sayılır
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği
eyyup.sayilir@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Orhan Akbulut
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği
orhan.akbulut@kocaeli.edu.tr

Özet
Kullanıcıların bilgisayar ile etkileşimleri genellikle bilgisayar çevre birimleriyle (klavye, fare, dokunmatik ekran vb.) gerçekleşmektedir. Bu etkileşimden yola çıkarak kullanıcıların cinsiyet bilgisi tahminine yönelik çıkarımlar elde edilebilmektedir. Daha spesifik bir şekilde, çevresel aygıtlar üzerinden cinsiyet tespiti sayesinde reklam, pazarlama gibi alanlarda cinsiyete göre öneri sistemleri oluşturulabilmektedir. Ayrıca, web sitelerinde kimlik doğrulama ve siber suçların tespitinde de bu aygıtlar üzerinden cinsiyet tespiti tabanlı güvenlik uygulamasını gerçekleştirmek mümkün olmaktadır. Bu çalışmada, imleç hareketlerini kullanarak makine öğrenmesi tabanlı cinsiyet tespiti yaklaşımı önerilmiştir. İmleç hareketlerinden çıkartılan öznitelikler kullanarak Destek Vektör Makinesi tabanlı ikili bir sınıflandırılma işlemi gerçekleştirilmiştir. Önerilen yöntemin başarımı, farklı çekirdek fonksiyonlarıyla da kıyaslanmıştır. Sınıflandırma sonuçları, imleç hareketleri üzerinden makine öğrenmesi tabanlı cinsiyet tespiti yapılabileceğini açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Cinsiyet Tespiti, İmleç Hareketleri, Sınıflandırma, Makine Öğrenmesi.

MACHINE LEARNING BASED GENDER DETECTION FROM CURSOR MOVEMENTS

Abstract
In Human-Computer interactions, peripheral devices such as keyboard, mouse, and touch screen are generally used. It can be possible to detect the gender of the users in accordance with these interactions. More specifically, thanks to gender detection through environmental devices, it can be devised gender-based suggestion systems in areas such as advertising and marketing. In addition, it is also possible to obtain gender detection based security with these devices for authentication and cybercrime on websites. In this paper, machine learning based gender detection approach which uses cursor movements is proposed. Using distinctive features obtained from cursor movements, Support Vector Machine based binary classification process is carried out. The performance of the proposed method is also compared to different kernel functions. Classification results clearly reveal that machine learning based gender detection using cursor movements can be accomplished.

Keywords: Gender Detection, Cursor Movements, Classification, Machine Learning.

1. GİRİŞ

Bilgisayarların her alanda kullanımı son yıllarda önemli bir artış göstermiştir. Bu durum bilgisayar ve kullanıcısı arasında bir etkileşim zorunluluğu oluşturarak, bu etkileşim çeşitli aygıtlarla sağlanır (klavye, fare, dokunmatik ekran vb.). Her gün bilişim sistemlerinde kullanıcılar mailleri kontrol etme, çevrim içi sosyal ağlarda paylaşım ve yorum yapma, bilimsel araştırma yapma, anketlere katılma, online kitap arama, satın alma vb. birçok işlem yapmaktadırlar (Yamauchi ve ark., 2015). Bu işlemlerdeki hareket etme, işaret etme, seçme ve sürükleme gibi bilgisayar imleci ve fare aktiviteleri bu etkileşimlerin temel parçalarıdır (Yamauchi ve ark., 2015). Ayrıca bu kullanıcıların cinsiyetini bilmek birçok alanda, örneğin çevrimiçi pazarlamada, öneri sistemlerinde veya siber suçluları tespit etmede faydalı olabilir (Pentel,2017). Otomatik cinsiyet tanıma olasılığı yıllardır büyük ilgi görmüştür. Bu konuda kapsamlı birçok çalışmalar yapılmış olup, insan-bilgisayar etkileşimi, gözetim sistemleri, içeriğe dayalı indeksleme ve arama, biyometri, demografik veri toplama, hedefli reklamcılık uygulama

alanlarında gerçekleştirilmiştir (Kolakowska Landowska, 2016). Yine de kadın ve erkeklerin bilgisayar imleçlerini hareket ettirme biçimini nasıl değiştirdikleri bilinmemektedir (Yamauchi ve ark., 2015).

İmleç hareketleri çeşitli alanlarda araştırma konusu olmuştur. Bunlardan bazıları; İnsan-bilgisayar etkileşimi, bilgisayar kullanıcılarının duygularının tespit edilmesi, bilişim güvenlik sistemleri, kullanıcı-modelleme olarak sınıflara ayrılabilmektedir. Son zamanlarda popüler uygulamalardan olan duygu tanıma hem tuş vuruşunu hem de fare hareket özelliklerini içeren sistemlerden sayısız makalede bahsedilmiştir (Kołakowska, 2013). Bununla ilgili yapılan çalışmalarda duygusal durumların veya bu durumların tam olarak belirlenemese bile en azından olumlu mu yoksa olumsuz mu olduğuna karar verilmesinin, bir dereceye kadar bir tanesini veya daha fazlasını tanımanın mümkün olduğu ortaya çıkmıştır (Kolakowska ve Landowska, 2016). Araştırmacılar bilgisayar kullanıcısının duyguları hakkında bilgi edinmek için imleç hareketlerinden yararlanmak istemişlerdir. Bir kullanıcının nasıl hissettiğini belirlemek için birçok yöntem geliştirilmiş ve araştırılmıştır (Kołakowska, 2013). Bu yöntemler farklı veri kaynaklarına dayanmaktadır. Örneğin; görsel (yüz ifadesi, el hareketleri), ses (konuşma, ses), metinsel (anlamsal), fizyolojik (kalp atış hızı, sıcaklık, cilt iletkenliği vb.), giriş cihazları (klavye, fare, dokunmatik ekran) ve bunların bir kombinasyonu olacak şekilde kullanılarak daha doğru bir tespit yapılmaya çalışılmıştır (Kołakowska, 2013). Fakat bu yöntemler pahalı ve zahmetli olabilmektedir (Yamauchi ve Xiao., 2018). Bundan dolayı bu yöntemler günlük uygulamalar için her zaman pratik değildir (Yamauchi ve ark., 2015). Son 15 yılda araştırmacılar, imleç hareketlerinin duygu tanımada etkinliklerini incelediler (Yamauchi ve Xiao, 2018). Yapılan bir araştırmada, film tabanlı bir duygu çıkarma tekniği kullanmış ve bir çevrimiçi alışveriş görevinde uyarılma ve değerliliğin imleç hareketi üzerindeki etkisini araştırmışlardır (Yamauchi ve Xiao., 2018). Yapılan diğer bir çalışmada, akıllı bir özel ders sistemi kullanarak cebir öğrenmesi sırasında EEG sinyallerini ve fare aktivitelerini (fare tıklamaları sayısı, kat edilen mesafe, tıklama süresi) değerlendirmiştir (Yamauchi ve Xiao, 2018). Diğer bir duygu tanıma çalışmasında, duyguların tespit edilmesi için resimler kullanarak kat edilen mesafe, hız ve yön değişikliği gibi ölçülebilen fare imleci hareket özelliklerini kullandılar (Yamauchi ve Xiao, 2018).

Kullanıcı-modelleme, insan-bilgisayar etkileşimi alanı dahilinde, kullanıcı özelliklerinin bir kullanıcı modeli biçiminde tanımlanmasına odaklanmaktadır. Bir kullanıcı modeli, özniteliklerle veya daha karmaşık yapılarla açıklanan bireysel kullanıcı özellikleri kümesi olarak tanımlanabilir. Model oluşturmanın temel amacı, belirli bir kullanıcı profili için sistem işlevselliğini, görünümünü veya davranışını uyarlayabilmek ve özelleştirebilmektir. Kullanıcı modelleri, uygulama alanlarına ve sisteme özgü özelliklere bağlı olarak farklı özellikler kullanır (Kolakowska ve Landowska, 2016). Yapılan çalışmalarda, çevre birimleri kullanımının davranış kalıplarını temel alan otomatik erkek ve kadın tanıma ile ilgilidir. Fare ve klavyenin kullanımında gözlemlenen davranış kalıpları daha önce kişi tanımlamasında (Pusara ve Brodley, 2004; Gunetti ve Picardi, 2005; Clarke ve Furnell, 2006) ve duygu tanımada (Vizer ve ark, 2009; Epp ve ark, 2011; Khanna ve Sasikumar, 2010) kullanılmıştır (Kolakowska ve Landowska, 2016). Kullanıcı profili madenciliği üzerine yapılan çeşitli araştırmalar, reklam tıklama davranışı, e-öğrenmede günlük dosyası analizi ve çevrimiçi sorgu incelemeleri gibi gerçek bilgilere odaklanmıştır (Yamauchi ve Bowman, 2014).

İmleç hareketleri ve tuş vuruş analizi yeni bir çalışma alanı değildir. Bilgisayar sistemlerinin güvenliğini sağlamak için kullanılan yaygın biyometrik teknikler tuş vuruşu dinamikleri ve fare hareketlerinin analizidir. Biyometri, kesin bir kimlik oluşturmak veya doğrulamak için insan davranışsal veya fizyolojik özelliklerini tanımlayan bir dizi faktörün otomatik kullanımı olarak tanımlanır. Biyometrik özellikler fizyolojik (yüz, avuç içi, parmak izi, iris) veya davranışsal (ses, el yazısı imzalar, tuş vuruşları dinamiği, fare hareketleri) olabilir (Kołakowska, 2013). Biyometrik sistemlerin çoğunda en önemli sınırlama, biyometrik veri elde etmek için özel ekipman ve donanım cihazlarına ihtiyaç duyulmasıdır (Ahmed ve Traore, 2007). Fizyolojik biyometrik özellikler için bunları kaydetmek için özel donanımın gerekli olması önemli bir dezavantaj olup davranışsal biyometrik sistemlerde kullanıcı davranışlarını kaydetmek için özel bir donanım gerektirmemesi ayrı bir avantaja sahiptir. Fare dinamiğine dayalı biyometrik sistemlerde tuş vuruşlarına benzer şekilde, fare dinamikleri veri toplama için özel bir donanım cihazı gerektirmez. Mevcut tuş vuruşu

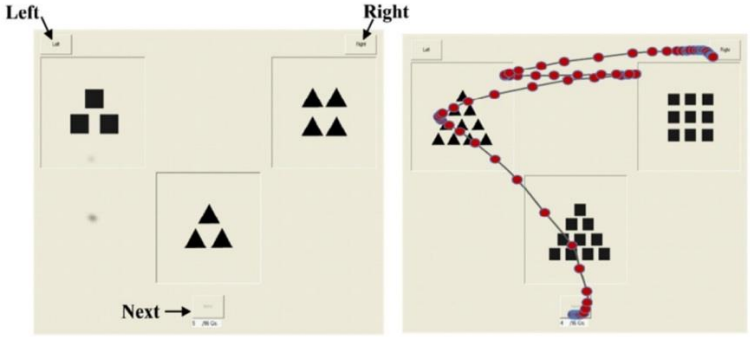
dinamiklerinin aksine, fare dinamikleri pasif olarak toplanır ve oturum boyunca doğrulanır. Fare hareketlerini biyometrik olarak kullanmak, tuş vuruşlarından daha az yaygındır. Bu grubun yöntemleri, fare hızı, hızlanma, yön, tıklama sayısı vb. fare özelliklerini analiz eder (Kołakowska, 2013). Sonuç olarak, fare dinamiği biyometrisi izinsiz giriş tespiti için erişim kontrolüne ek olarak uygun olabilir. (Ahmed ve Traore, 2007). Davranışsal biyometrik sistemler ile çalışmalar tuş vuruş analizi ile başlamış olup daha sonra bu alana fare-imleç hareketleri eklenmiştir. Tuş vuruşu sistemin bazı eksiklikleri ile karşılaşılmıştır. Bunlardan bazıları farklı tip ve tür klavyelerin olması, klavye tabanlı kimlik doğrulama sistemlerinin yeni grafiksel ara yüzlerine uygun olmaması olarak gösterilebilir.

Yukarıda bahsedilen alanlarda fare imleci hareket analizi, araştırmacıların farklı girdi cihazlarının performansını karşılaştırmaya başladıkları 1970'lerin sonlarında ortaya çıktı (Accot ve Zhai, 1997, 1999; Card, English ve Burr, 1978; MacKenzie, Kauppinen ve Silfverberg, 2001; Yamauchi ve Xiao, 2018). Fare hareketi özellikleri, bir farenin hareket şeklini ve fare düğmelerine nasıl basıldığını açıklayanlara bölünebilir. Fare hareketleri genellikle fare hızı, hızlanma ve hareket şekilleriyle bağlantılı bir dizi parametre ile karakterize edilir. Örneğin, fare yolunun düz bir çizgiden nasıl saptığını, yönünün ne sıklıkta değiştiğini, kullanıcının tercih ettiği yönün ne olduğunu saptayabilirler. Tıklama özellikleri, bir düğmeye basma ve basma arasındaki veya çift tıklama durumunda iki baskı arasındaki süreyi ölçebilir. Bir fareyi durdurmak ile hareket durumunda bir düğmeye basmak veya bırakmak ve sırasıyla olayları tıklatmak veya sürükleyip bırakmak arasındaki gecikmeler de dikkate değerdir. Bu özelliklerin çoğunun, kullanılan uygulamaya büyük ölçüde bağlı olduğu açıktır (Kolakowska ve Landowska, 2016). Bununla birlikte, bildiğimiz kadarıyla hiçbir çalışma, bilgisayar fareleri ve imleçlerin hareketlerinde cinsiyet farklılıkları üzerine sistematik bir araştırma yapmamıştır; ancak (Hertzum ve Hornbaek, 2010) yaşlanmanın fare hareketleri üzerindeki etkileri ile ilgili çalışma yapmıştır (Yamauchi ve ark., 2015). Bu çalışma sonunda İmleç hareketleri ile kullanıcıların cinsiyetinin makine öğrenmesi yöntemlerini kullanarak tespit edilmesi hedeflenmektedir. Bu çalışmada doğru cinsiyet tanımlanmasının sağlanması için fare hareketlerinin davranışsal özelliklerinin kullanılmasına odaklanan bir çalışma olacaktır. Hedeflenen fare hareketlerinden türetilmiş hareket profilleri, klavyeden elde edilen verilerden daha zengin bir özellik kümesinin çıkarılmasını sağlar. Bu özellikler, klavye özelliklerinde belirgin olmayan kullanıcının özelliklerini yakalayarak sınıflandırmanın doğruluğunu artırmak için kullanılabilir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

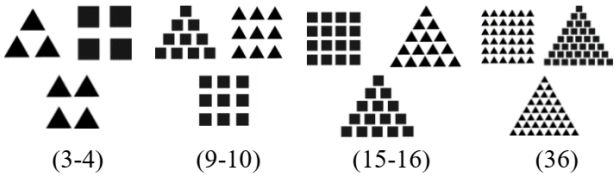
2.1 Materyal

Katılımcılar lisans öğrencilerinden oluşmakta ve bu kullanıcılardan 177 adet veri toplanmıştır. Bu katılımcıların 111 kadın, 66 tanesi erkeklerden oluşmaktadır. Çalışmada, basit şekillerin kullanıcılara gösterilerek bu şekillerin benzer olanlarının yakalanması ile ilgili görsel algı görevlerinden oluşmaktadır. Kullanıcıların imleç hareket verileri, görsel şekilleri eşleme işlemi uygulanan bir program vasıtasıyla elde edilmiştir. Bu görev, bilgisayar ekranında üzerinde 3'lü geometrik şekillerin olduğu bir yazılım ile gerçekleştirlmiştir. Yazılımda, temel şekil ekranın altında gösterilmekte ve kullanıcıdan seçmesi için ekranın üstünde 2 adet şekil gösterilmektedir. Kullanıcıdan üstte gösterilen şekillerden temel şekle benzeyenini seçerek belirlemesi beklenmektedir. Kullanıcılar tercihlerini şekillerin üstüne yerleştirilmiş olan butonlar(sağ ve sol) vasıtasıyla belirtirler. Kullanıcı her denemeyi Şekil-1'de verilen ekranın altında bulanan ileri butonuna basarak başlatır.



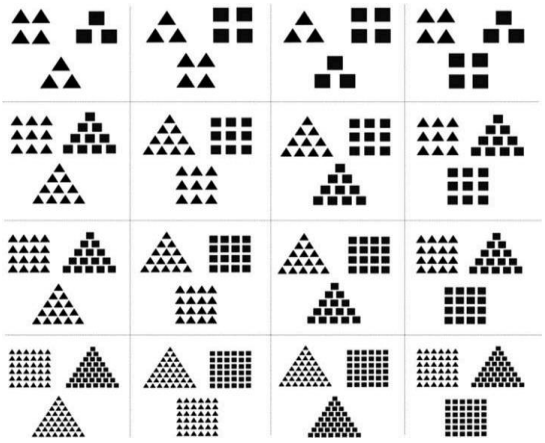
Şekil 1. Veri Toplama Uygulama Ara Yüzü
(Yamauchi ve Xiao., 2018)

Şekil 2'de gösterilen her bir şekil, daha küçük kareler veya üçgenler içeren dört tür şekil içeren genel bir şekilden oluşmaktadır. Bu 3'lü veya 4'lü şekil grupları Şekil 3'te gösterildiği gibi 3-4, 9-10, 15-16 ve 36'lık küçük şekillerden oluşturulmuştur.



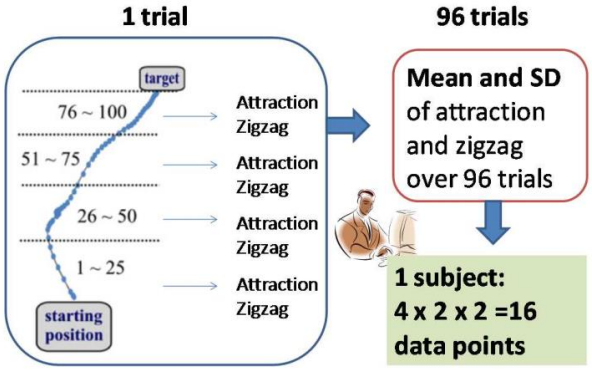
Şekil 2. Örnek Şekil Grupları
(Yamauchi ve ark., 2015)

Toplamda yerel şekillerin sayısı değiştirlerek 16 temel deneme platformu oluşturulur. Çalışmada kullanan şekiller,16 farklı şekil kümesinden 3' lü veya 4 'lü şekil gruplarının rastgele gösterilmesiyle başlar. Deneyde seçim şekillerinin yerlerini değiştirerek 16 temel üçlü şekil grubundan 32 adet ekranda gösterilecek 3'lü şekil grubu üretilir. Bu üretilen 32 adet şekil gurubu her kullanıcı için 3'er kez gösterilimiştir. Böylece, her kullanıcı için 96 adet seçim denemesi elde edilmiştir. Kullanıcı her denemeyi başlatmak için ileri butonuna basarlar ve ekranda yeni bir 3'lü şekil grubu gösterilir. Kullanıcı tabanda gösterilen benzer şekil için seçimini Şekil-1'de verilen üstte gösterilen şekillerin üstünde bulanan sağ-sol butonuna basarak belirlerler. Bu döngü her kullanıcı için 96 kez tekrar edilir. Bu görevde, kullanıcılara doğru/yanlış cevap bulunmadığı ve seçimlerini kişisel algılarına göre yapmaları söylenmiştir. Her denemede, program imleç konumunun x-y koordinatlarını denemenin başlangıcından kullanıcının seçimini yaptığı sağ veya sol tuşuna basana kadar her 20-30 milisaniyede kaydeder. Böylece bu veri kümesinden, 16 imleç hareket özelliği çıkarılmıştır.



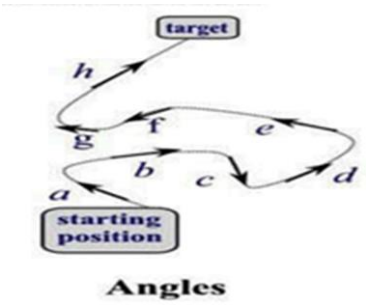
Şekil 3. Tüm Olası Şekiller
(Yamauchi ve Xiao., 2018)

İmleç hareket verileri kullanıcının her göreve başlaması (ileri butona basarak) ile bitirmesi (sağ veya sol butonun seçilmesi) işleminin gerçekleşmesine kadar 100 eşit zaman diliminde toplanmıştır. Her imleç yörüngesi için, 100 zaman dilimi 4 eşit parçaya ayrılmıştır ve bu her 4 zaman dilimi için Şekil 4'te gösterildiği gibi 2 adet öznitelik çıkarılmıştır.



Şekil 4. Özniteliklerin Elde Edilmesi
(Yamauchi ve Xiao., 2018)

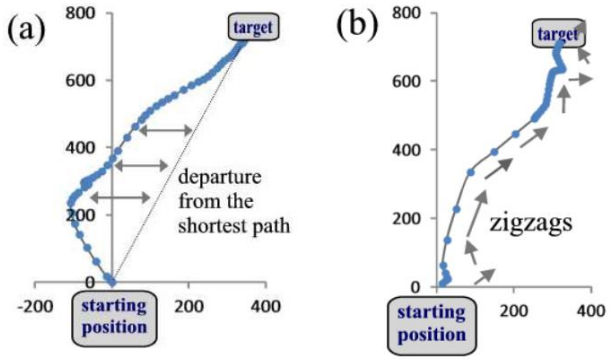
Bu çalışmada 2 tür imleç hareket özelliği incelenmiştir; hedefleme ve kontrol. Hedefleme, imleç yörüngesinin ideal yoldan ne kadar saptığı değerlendirilmiştir. İdeal yol; başlangıç noktasından bitiş noktasına olan düz bir çizgidir (noktalar arası en kısa mesafe). Bu sapma ölçümü ideal yoldan uzaklaşmış ile ideal yola yaklaşmış bölgelerin alanlarının hesaplanması ile gerçekleşmiştir. Diğer bir ifadeyle hedefleme; başalangıç ve hedef arasındaki en kısa yoldan ayrılma alanı olarak beliritilebilir. Kontrol ise; Şekil 5'te gösterildiği gibi yine başlangıç noktası ile bitiş noktasına doğru düz hattaki yön değiştirme miktarı olarak tanımlanır. Kullanıcıların hareketindeki yön değiştirmeler Şekil 6'da verildiği gibi 4 yön sınıfı olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 5. Yön değiştirme
(Yamauchi ve ark., 2015)



Şekil 6. Yön Sınıfları
(Yamauchi ve ark., 2015)



Şekil 7. Hedefleme ve Kontrol Öznitelikleri
(Yamauchi ve Xiao., 2018)

Her kullanıcı için bu eşit zaman dlilimlerdeki değerlerin ortalaması ve standart sapması hesaplanmışıtır. Daha sonra bu ortalama ve standart sapma değerleri 0 ile1 arasında normalize edilmiştir. Böylece her kullanıcı için 16 öznitelik çıkarılmış olur (2 öznitelik x 4 zaman dilimi x 2 istatistiksel özellik (ortalama-standart sapma)). Bu öznitelikler, Şekil 7'de gösterildiği gibi 4 eşit zaman dilimindeki 2 özniteliğin (hedefleme ve kontrol) ortalama ve standart sapma değerlerinden oluşmuştur. Yaplan çalışmalarda bu imleç yörünge özellikleri bilişsel karar vermede önemli olduğunu göstermiştir (Yamauchi ve ark., 2015).

2.2 Yöntem

İmleç hareketlerinden çıkartılan öznitelikler kullanarak Destek Vektör Makinesi tabanlı ikili bir sınıflandırılma işlemi gerçekleştirilmiştir. Önerilen yöntemin başarımı, farklı çekirdek fonksiyonlarıyla da kıyaslanmıştır. Veri Kümesi 111 Kadın ve 66 Erkek katılımcılarından olmak üzere toplam 177 imleç hareketlerinden oluşmuştur. Bu hareket verileri hedefleme ve yön özelliklerinin 4 eşit zaman dilimindeki, ortalama ve standart sapma değerlerinden oluşmaktadır. Böylece her bir cinsiyet için toplam 16 tane öznitelik vektörü elde edilmiştir.Bu 16 öznitelik destek vektör makinası kullanılarak ikili bir sınıflandırma yapılmıştır. Sınıflandırma işleminde Destek Vektör Makinesi için seçilecek çekirdek fonksiyon önemli rol oynadığından dolayı bu çalışmada lineer, polinomiyal ve radyal tabanlı çekirdek fonksiyonları kullanılarak modelin başarımı kıyaslanmıştır. Sınıflandırma işlemi hedefleme ve kontrol özniteliklerinden oluşan toplam 16 öznitelik veri kümesi, sadece hedefleme özniteliğinden oluşan 8 öznitelik kümesi ve sadece kontrol özniteliğinden oluşan 8 öznitelik kümesi için ayrı ayrı yapılmıştır. Oluşturulan veri kümesinin %80'i eğitim (142 veri) ve %20'si test (35 veri) için kullanılmıştır.

Tablo-1'de imleç hareketlerinin sınıflandırma başarımı verilmiştir. Sınıflandırma doğruluk değerleri incelendiğinde 16 öznitelik veri kümesi için; lineer çekirdek fonksiyonu kullanarak yapılan cinsiyet sınıflandırmasında eğitim veri kümesinin %71, test veri kümesinin ise %69 doğrulukla yapıldığı gözlemlenmiştir. Polinomiyal çekirdek fonksiyonu kullanarak yapılan cinsiyet sınıflandırmasında eğitim veri kümesinin %65, test veri kümesinin ise %69 doğrulukla yapıldığı gözlemlenmiştir. Radyal tabanlı çekirdek fonksiyonu kullanarak yapılan cinsiyet sınıflandırmasında eğitim veri kümesinin %100, test veri kümesinin ise %74 doğrulukla yapıldığı gözlemlenmiştir.

Tablo-1'de 8 hedefleme öznitelik veri kümesi için sınıflandırma doğruluk değerleri incelendiğinde; lineer çekirdek fonksiyonu kullanarak yapılan cinsiyet sınıflandırmasında eğitim veri kümesinin %60, test veri kümesinin ise %66 doğrulukla yapıldığı gözlemlenmiştir. Polinomiyal çekirdek fonksiyonu kullanarak yapılan cinsiyet sınıflandırmasında eğitim veri kümesinin %42, test veri kümesinin ise %77 doğrulukla yapıldığı gözlemlenmiştir. Radyal tabanlı çekirdek fonksiyonu kullanarak yapılan cinsiyet sınıflandırmasında eğitim veri kümesinin %92, test veri kümesinin ise %54 doğrulukla yapıldığı gözlemlenmiştir.

Tablo 1'de 8 kontrol öznitelik veri kümesi için sınıflandırma doğruluk değerleri incelendiğinde; lineer çekirdek fonksiyonu kullanarak yapılan cinsiyet sınıflandırmasında eğitim veri kümesinin %59, test veri kümesinin ise %74 doğrulukla yapıldığı gözlemlenmiştir. Polinomiyal çekirdek fonksiyonu kullanarak yapılan cinsiyet sınıflandırmasında eğitim veri kümesinin %76, test veri kümesinin ise %65 doğrulukla yapıldığı gözlemlenmiştir. Radyal tabanlı çekirdek fonksiyonu kullanarak yapılan cinsiyet sınıflandırmasında eğitim veri kümesinin %98, test veri kümesinin ise %71 doğrulukla yapıldığı gözlemlenmiştir.

Tablo 1. Sınflandırma Doğruluğu

Öznitelik Sayı/Tür	**Lineer Çekirdek**		**Polynomial Çekirdek**		**Radyal Çekirdek**	
	Eğitim(%)	Test(%)	Eğitim(%)	Test(%)	Eğitim(%)	Test(%)
16 / Hedefleme + Kontrol	71.4	69.7	65.7	69.0	100	74.2
8 / Hedefleme	60.0	66.1	42.8	77.4	92.2	54.2
8 / Kontrol	59.8	74.2	76.7	65.7	98.5	71.4

3. SONUÇ

Bu konudaki çalışmalar, kullanıcıların cinsiyet farklılıklarını belirlemek için imleç hareket özelliklerinin önemli bir faktör olduğunu göstermiştir. Bilgisayar güvenlik araçlarının geliştirilmesi, kimlik doğrulama prosedürlerini bu farklılıklara odaklayarak bu doğal farklılıklardan yararlanabilir. Bu çalışmalar ışığında cinsiyet, online ortamlarda kötü niyetli amaçları engellemek için kişisel tanımlama olarak kullanılan temel özelliklerden birisi olduğundan özellikle imleç hareketleri ile cinsiyet tespiti, bilişim sistemlerinde kişisel güvenlik sistemlerine yardımcı bir sistem olarak kullanılabilir. Kullanıcıların imleç hareketlerinde belirgin ve güçlü cinsiyet farklılıkları ve imlecin hedeflemesi ve kontrol edilmesinde önemli cinsiyet farklılıklarının tespit edildiğinden dolayı fare-imleç hareketleri, katılımcının cinsiyetini ayırt etmek için kullanılan bir hareket imzası şeklinde tanımlanabilir. Kadın ve erkeklerin fare hareketleri doğal olarak farklılık gösterdiğinden dolayı imleç hareketlerinin özniteliklerinden olan hedefleme ve kontrol özelliklerini kullanarak, bilgisayar kullanıcılarının yalnızca fare hareketlerine dayanarak cinsiyet tespitinin makine öğrenimi algoritmaları ile yüksek doğrulukla sınıflandırılmasını yapılabilmektedir.

4. TARTIŞMA

İmleç hareketlerine dayalı cinsiyet sınıflandırmasında Destek Vektör Makineleri kullanılmıştır. Sınıflandırma farklı çekirdek fonksiyonları altında gerçekleştirilmiştir. Deneysel sonuçlara göre, eğitim kümesi için elde edilen sınıflandırma doğruluğu, test kümesi için elde edilen sınıflandırma doğruluğuna göre yüksektir. Bu durum, modelin aşırı öğrenme evresine girmesi olarak yorumlanabilmektedir. Veri kümesindeki gözlem sayısının az olması, aşırı öğrenmeyle doğrudan ilişkili olup, gözlem sayısının arttırılması durumunda, daha doğru sınıflandırma sonuçlarına ulaşılabileceği öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Veri kümesini çalışmamızda kullanılmak üzere paylaşan Texas A&M Universitesinde öğretim üyesi Dr. Takashi Yamauchi'ye teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Accot, J., & Zhai, S. (1997), Beyond Fitts' law: Models for trajectory-based HCI tasks. In S. Pemberton (Ed.), *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI 1997),* pp.295–302.

Accot, J., & Zhai, S. (1999), Performance evaluation of input devices in trajectory-based tasks: An application of the steering law. In M. G. Williams & M. W. Altom (Ed.), *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI 1999),* pp. 446–472.

Ahmed A., Traore I. (2007), A New Biometric Technology Based on Mouse Dynamics, *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, Vol. 4, No. 3, pp.167-179.

Balen, N. V., Ball, C. Wang, H. (2017), Analysis of Targeted Mouse Movements for Gender Classification, ESA, EAI, DOI: 10.4108/eai.7-12-2017.153395.

Clarke, N. L., Furnell S.M. (2006), "Authenticating mobile phone users using keystroke analysis", *International Journal of Information Security*, Vol. 6 No. 1, pp. 1-14.

Card, S. K., English, W. K., Burr, B. J. (1978). Evaluation of mouse, rate-controlled isometric joystick, step keys, and text keys for text selection on a CRT. *Ergonomics*, 21(8), pp.601–613.

Epp, C., Lippold M., and Mandryk R.L., (2011), "Identifying emotional states using keystroke dynamics", *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2007, pp.715-724.

Gunetti, G., and Picardi, C. (2005), "Keystroke analysis of free text", ACM Transactions on Information and System Security, Vol. 9 No. 3, pp. 312-347.

Hertzum, M., Hornbaek, K. (2010), How age affects pointing with mouse and touchpad: A comparison of young adult, and elderly users. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 26, 703–734. doi:10.1080/10447318.2010.487198.

Khanna, P. and Sasikumar, M. (2010), "Recognising emotions from keyboard stroke pattern", *International Journal of Computer Applications*, Vol. 11 No. 9, pp. 1-5.

Kołakowska A, (2013), "A review of emotion recognition methods based on keystroke dynamics and mouse movements", *6th International Conference on Human System Interactions (HSI)*, Sopot, pp.548-555, doi: 10.1109/HSI.2013.6577879.

Kolakowska, A., Landowska, A., Jarmolkowicz, P., Jarmolkowicz, M., Sobota, K. (2016), "Automatic recognition of males and females among web browser users based on behavioural patterns of peripherals usage", *Internet Research*, Vol. 26, No. 5, pp. 1093-1111. https://doi.org/10.1108/IntR-04-2015-0100.

MacKenzie, I. S., Kauppinen, T., & Silfverberg, M. (2001, March). Accuracy measures for evaluating computer pointing devices. In M. Tremaine (Ed.), *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp.9–16.

Pentel, A. 2017, Predicting Age and Gender by Keystroke Dynamics and Mouse Patterns. *In Adjunct Publication of the 25th Conference on User Modelling, Adaptation and Personalization (UMAP '17)*, pp. 381-385. doi: https://doi.org/10.1145/3099023.3099105.

Pusara, M. and Brodley, (2004), "User re-authentication via mouse movements", Proceeding of the 2004 ACM *Workshop on Visualisation and Data Mining for Computer Security*, pp.1-8.

Tsimperidis, I., Arampatzis, A., Karakos, A. (2018), Keystroke dynamics features for gender recognition, *Digital Investigation*, Vol. 24, pp.4-10.

Vizer, L.M., Zhou, L. and Sears, A. (2009), "Automated stress detection using keystroke and linguistic features", *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 67 No. 10, pp. 870-886.

Yamauchi, T., Xiao K, (2018), Reading Emotion From Mouse Cursor Motions: Affective Computing Approach, *Cognitive Science*, Vol. 42, pp.771–819, DOI: 10.1111/cogs.12557.

Yamauchi, T., Seo, J., Jett, N., Parks, G., Bowman, C. (2015) Gender Differences in Mouse and Cursor Movements, *International Journal of Human–Computer Interaction*, 31:12, pp. 911-921, doi: 10.1080/10447318.2015.1072787.

Yamauchi, T., Bowman, C. (2014), Mining Cursor Motions to Find the Gender, Experience, and Feelings of Computer Users, *IEEE International Conference on Data Mining Workshop*, pp. 221-230, doi: 10.1109/ICDMW.2014.131.

Yamauchi, T., Seo, H., Choe, Y., Bowman, C., Xiao, K., (2015), Assessing Emotions by Cursor Motions: An Affective Computing Approach, *Proceedings of the 37th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, pp.2721-2726.

İNSANSIZ SUALTI ARAÇLARININ KİNEMATİK MODELLENMESİ

Doç. Dr. Serhat YILMAZ
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi / Elektronik ve Hab. Mühendisliği Bölümü
yilmazserhat@gmail.com

Müh. Sadettin Burak KILCI
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektronik ve Hab. Mühendisliği Bölümü
burakkilci1@gmail.com

Özet
Günümüz dünyasında, İnsansız Sualtı Araçlarının(İSAA) toplumlar için kullanım alanı sayısı hızla artmaktadır. Bu nedenle, İSAAlar sektörde çok önemli bir yere sahiptir. Sualtı araçları genellikle askeri ve sivil uygulamalarda kullanılmaktadır. Sualtı araçlarının tasarımı ile ilgili çalışmalar daha ileri ve daha verimli noktalara ulaştıkça, araç daha zor ve tehlikeli koşullar altında çalışabilir. Bu noktada, çalışmaların amacı sualtı araştırmalarında insana olan bağımlılığı azaltmak olmalıdır. İSAAlarin bu amaç için tasarlanması önemlidir ancak aracın sistemsel olarak daha karmaşık bir hale geldiği aşikardır. Bu çalışmada, İSAAnın matematiksel modeli oluşturulmuş ve Matlab ile kinematik denklemleri gösterilmiştir. İSAAların açısal ve doğrusal hızları bilindiğinde, dünya koordinat sistemine göre ileri kinematik denklemlerle, İSAAların konumu ve oriyantasyonları bulunur. Dahası, ters kinematik denklemlerle, taşıtın açısal ve doğrusal hızları yerel koordinat sistemine göre elde edilir.

Anahtar Kelimeler: insansız sualtı aracları(İSAA),kinematik modelleme,isaa kontrol

KINEMATIC MODELLING OF UNMANNED UNDERWATER VEHICLES

Abstract
In today's world, the use of Unmanned Underwater Vehicles(UUVs) for the number of fields of mankind are on the rise. Hence, UUVs have been gaining a crucial prominence in the industry nowadays UUVs are commonly used in military and civilian applications. As the studies on the design of the underwater vehicles reach further and more efficiently , it can work under more difficult and dangerous conditions. At this point, the purpose of studies should be to reduce dependence on human beings in underwater researches. Being designed UUVs for this purpose are becoming more crucial but it leads to more complex systems. In this study the mathematical model of the autonomous UUV is created and the kinematic equations displayed through Matlab. When the angular and linear velocities of the underwater vehicle are known ,thus, its location and orientation are found with forward kinematic equations according to the earth coordinate system. Moreover, from inverse kinematic equations, angular and linear velocities are known in the earth coordinate system.

Keywords: unmanned underwater vehicles, kinematic modelling, uuv control

1. GİRİŞ

Sualtı aracının veya denizaltının ilk kavramsal tasarımı, İngiliz matematikçi William Bourne tarafından yapıldı. Bourne, araç tasarımını 1578'de yayınladı. Genel hacmi azaltılarak su geçirmez deri ile kaplanmış ahşap bir araç suya batırılabilir, yönlendirme ve itiş için bir sualtı kürekleme yöntemi kullanılabilir fikrini ortaya attı. Konsept fikri 1620'de Hollandalı Cornelius Drebbel tarafından gerçekleştirildi [1]. Askeri operasyonlarda ise 1776 yılına kadar bir denizaltı fırlatılmamıştı. David Bushnell tarafından o yıllarda tamamlanan denizaltı, Amerikan Bağımsızlık Savaşı'na katılmak için tasarlandı. Temel çalışma prensibinde, demir kayışlarla bir arada tutulan küçük yumurta şeklindeki ahşap denizaltı, bir kişiyi, balast tankına su vermek için bir valf kullanarak ve suyu çıkarmak için pompalar kullanarak bir iniş yapılabileceği yer aldı [2]. Son otuz yılda, robotik alan, kinematik, dinamik ve kontrol gibi büyük robotik sektörlerindeki gelişmelere bağlı olarak, imalat, tıbbi malzeme gibi alanlarda robotik uygulamaların ani büyümesine yol açtı. Savunma ve askeri kullanımların yanı sıra, uzay araçları, sualtı keşifleri gibi uygulama alanları varlıklarını göstermeye başladı. Kontrolörler

sualtı araçlarının teknolojinin gelişmesiyle beraber başarımını kayda değer şekilde artırdı. Yıllar boyunca çeşitli kontrol modelleri önerilmiştir. Bunlardan bazıları arzu edilen performans gösteren doğrusal kontrolörler[3-8] içerir. Bunlara ek olarak iyi bir sağlamlık ve ayarlanabilirlik kabiliyeti gösteren modeller; SMC kontrolleri[9,10], adaptif kontrol[10-12], bulanık mantık kontrolü[13], prediktif kontrol[14,15], statik geri besleme kontrolü[16] ve sinir ağı tabanlı kontrolüdür[17-19]. Matematiksel model, bir olayı matematiksel terimlerle tanımlayan bir formül dizisidir. Matematiksel denklemlerle fiziksel dünya ifade edilebilir. Bir problemi çözmek için modellemeyi kullanmanın birçok nedeni vardır. Örnek olarak, probleme çözüm bulmada deneysel yöntemlerin maliyeti çok yüksek olabilir veya bazı durumlarda deneysel yöntemlerin kullanılması mümkün olmayabilir. İSAA parametrelerinin belirlenmesi zor bir işlemdir. Analiz edilmeleri iki tank testi[20] veya deniz altındaki telemetri gibi pratik testleri gerektirir[21,22]. Bu sebeple, çeşitli şartlarda davranışını tahmin etmek için sistemin matematiksel olarak formüle edilmesi ,bir başka deyişle ,modellenmesi, en uygun yaklaşım olabilir. Simülasyonda kullanılacak bir model gerçeğe olabildiğince yakın bir sonuç vermelidir. Bu nedenle, bir model kullanılmadan önce güvenilirliği ve tutarlılığı gerçek olaylarla kanıtlanmalıdır. Bir su altı aracına etki eden, özellikle de açık çerçeveli İSAA'lar ile hareket eden birkaç karmaşık ve doğrusal olmayan kuvvetin varlığı, İSAA'ların kontrolünü daha zorlaştırmaktadır. Bazı karmaşık ve doğrusal olmayan kuvvetler; hidrodinamik sürtünme, sönümleme, kaldırma kuvvetleri, Coriolis ve merkezcil kuvvetler, yerçekimi ve yüzdürme kuvvetleri, itici kuvvetler ve çevresel rahatsızlıklardır[23]. Bu çalışmada; otonom bir sualtı aracının kinematik denklemleri anlaşılıp analiz edilmekte ve simüle edilmektedir. Bu da ileri çalışmalar için sualtı aracına uygun en iyi kontrol yönteminin bulunması başarımı tartışmasız arttırması beklenilmektedir.

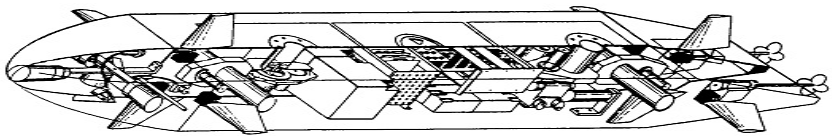
2. KİNEMATİK MODEL

2.1. Koordinat Sistemi Euler Açıları

Kontrol ve konumlandırma uygulamalarında en sık kullanılan kinematik denklem dörtlü grup ve Euler açılarıdır (Tablo.1). Yerel koordinat sistemi, aracın koordinat sistemini gösterir.

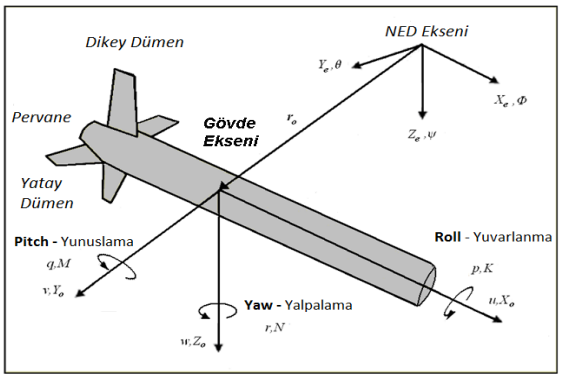
2.2. İSAA'nın Matematiksel Modeli ve Euler Açıları

NPS AUV-II, Naval Post Graduate School tarafından, sualtı aracı modellemesi ve sualtı dinamiği çalışmaları için test altyapısı oluşturmak üzere tasarlanmış, deneysel bir insansız sualtı aracıdır. Şekil 1.'de şematik çizimi verilmiş olan eliptik gövdeli araç, dört çift akuple çalışan dümene ve bir çift ikiz pervaneye sahiptir [24].



Şekil 1. NPS AUV II şematik çizimi [25].

Yerel ve dünya koordinat sistemine göre, eksenel yönler tablo 1 gibi gösterilir [26].



Şekil 2. Kuzey,Doğu,Aşağı (NED) ve Gövde ekseninde bir referans sualtı aracı.

Denklem 1 ve 2 sırasıyla dünya koordinat sistemine göre ve İSAAnın koordinat sistemine göre konum ve yönelimini vermektedir

Tablo 1. SNAME Notasyonu için Eksenel Yol Tarifi

Serbestlik Derecesi(DOF)	Hareketin Tanımı	Lineer ve açısal hızlar	Yer ve Euler açıları
1	x yönünde doğrusal hareket	u	x
2	y yönünde doğrusal hareket	v	y
3	z yönünde doğrusal hareket	w	z
4	x yönünde açısal hareket	p	φ
5	y yönünde açısal hareket	q	θ
6	z yönünde açısal hareket	r	ψ

.

Pozisyon vektörler;

$\eta=[x,y,z,\varphi,\theta,\psi]^T$ (1)

$\chi= [x_B,y_B,z_B,\varphi_B,\theta_B,\psi_B]^T$ (2)

oryantasyon denklemi araçtan dünyaya göre ;

$$ {}^{W}_{B}R = \begin{bmatrix} c\psi & -s\psi & 0 \\ s\psi & c\psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c\theta & 0 & s\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -s\theta & 0 & c\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & c\varphi & -s\varphi \\ 0 & s\varphi & c\varphi \end{bmatrix} \quad (3) $$

$$ {}^{W}_{B}R = \begin{bmatrix} c\psi c\theta & -s\psi & c\psi s\theta \\ s\psi c\theta & c\psi & s\psi s\theta \\ -s\theta & 0 & c\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & c\varphi & -s\varphi \\ 0 & s\varphi & c\varphi \end{bmatrix} \quad (4) $$

$$ {}^{W}_{B}R = J_1 = \begin{bmatrix} J^1_{11} & J^1_{12} & J^1_{13} \\ J^1_{21} & J^1_{22} & J^1_{23} \\ J^1_{31} & J^1_{32} & J^1_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c\psi c\theta & -s\psi c\theta + c\psi s\theta s\varphi & s\psi s\varphi + c\psi s\theta c\varphi \\ s\psi c\theta & c\psi c\varphi + s\psi s\theta s\varphi & -c\psi s\varphi + s\psi s\theta c\varphi \\ -s\theta & c\theta s\varphi & c\theta c\varphi \end{bmatrix} \quad (5) $$

böylece liner hız dönüşüm matrisi elde edilir.

$${}^{W}_{B}R_{(\varphi,\theta,\psi)} = R_Z(\psi_B).R_Y(\theta_B).R_Z(\varphi_B) \quad (6)$$

$$ \vec{\omega}_B = e\text{^}(-B)^T \begin{bmatrix} \dot{\varphi} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + e\text{^}(-B)^T \underline{R_x}(\varphi) \begin{bmatrix} 0 \\ \dot{\theta} \\ 0 \end{bmatrix} + e\text{^}(-B)^T \underline{R_x}(\varphi)\underline{R_y}(\theta) \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} \quad (7) $$

Rotasyon matrisleri yerine koyarsak;

$$\vec{\omega}_B = e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}\dot{\varphi}\\0\\0\end{bmatrix} + e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}1&0&0\\0&c\varphi&-s\varphi\\0&s\varphi&c\varphi\end{bmatrix}^T \begin{bmatrix}0\\\dot{\theta}\\0\end{bmatrix} + e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}1&0&0\\0&c\varphi&-s\varphi\\0&s\varphi&c\varphi\end{bmatrix}^T \begin{bmatrix}c\theta&0&s\theta\\0&1&0\\-s\theta&0&c\theta\end{bmatrix}^T \begin{bmatrix}0\\0\\\psi\end{bmatrix} \quad (8)$$

$$\vec{\omega}_B = e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}\dot{\varphi}\\0\\0\end{bmatrix} + e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}1&0&0\\0&c\varphi&s\varphi\\0&-s\varphi&c\varphi\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0\\\dot{\theta}\\0\end{bmatrix} + e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}1&0&0\\0&c\varphi&s\varphi\\0&-s\varphi&c\varphi\end{bmatrix}\begin{bmatrix}c\theta&0&-s\theta\\0&1&0\\s\theta&0&c\theta\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0\\0\\\psi\end{bmatrix}$$

(9)

$$\vec{\omega}_B = e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}\dot{\varphi}\\0\\0\end{bmatrix} + e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}0\\\dot{\theta}c\varphi\\-\dot{\theta}s\varphi\end{bmatrix} + e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}c\theta&0&-s\theta\\s\varphi s\theta&c\varphi&s\varphi c\theta\\c\varphi s\theta&-s\varphi&c\varphi c\theta\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0\\0\\\dot{\psi}\end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\vec{\omega}_B = e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}\dot{\varphi}\\0\\0\end{bmatrix} + e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}0\\\dot{\theta}c\varphi\\-\dot{\theta}s\varphi\end{bmatrix} + e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}-\dot{\psi}s\theta\\\dot{\psi}s\varphi c\theta\\\dot{\psi}c\varphi c\theta\end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\vec{\omega}_B = e\hat{}(-B)^T \begin{bmatrix}1&0&-s\theta\\0&c\varphi&s\varphi c\theta\\0&-s\varphi&c\varphi c\theta\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{\varphi}\\\dot{\theta}\\\dot{\psi}\end{bmatrix} \quad (12)$$

$$\vec{\omega}_B = \underline{J}_2^{-1}\,\vec{\omega}_W \quad \text{ile} \quad \underline{J}_2^{-1} = \begin{bmatrix}1&0&-s\theta\\0&c\varphi&s\varphi c\theta\\0&-s\varphi&c\varphi c\theta\end{bmatrix} \quad (13)$$

$$J_2 = \begin{bmatrix}J_{11}^2&J_{12}^2&J_{13}^2\\J_{21}^2&J_{22}^2&J_{23}^2\\J_{31}^2&J_{32}^2&J_{33}^2\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1&s\varphi t\theta&c\varphi t\theta\\0&c\varphi&-s\theta\\0&s\varphi/c\theta&c\varphi c\theta\end{bmatrix} \quad \text{(açısal hız dönüşüm matrisi)} \quad (14)$$

J → Dünya Koordinant Sisteminin Araç Koordinant Sistemine Hizalanmasını Sağlayan Koordinant Dönüşüm Matrisi

$$\dot{\eta} = J\dot{\chi} \quad (15)$$

$$J = \begin{bmatrix}J_1&0\\0&J_2\end{bmatrix} \quad (16)$$

$$\begin{bmatrix}\dot{x}\\\dot{y}\\\dot{z}\\\dot{\varphi}\\\dot{\theta}\\\dot{\psi}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}J_{11}^1&J_{12}^1&J_{13}^1&0&0&0\\J_{21}^1&J_{22}^1&J_{23}^1&0&0&0\\J_{31}^1&J_{32}^1&J_{33}^1&0&0&0\\0&0&0&J_{11}^2&J_{12}^2&J_{13}^2\\0&0&0&J_{21}^2&J_{22}^2&J_{23}^2\\0&0&0&J_{31}^2&J_{32}^2&J_{33}^2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}u\\v\\w\\p\\q\\r\end{bmatrix} \quad (17)$$

İSAA'nın Dünya koordinant sistemine göre liner hızının denklemleri;

$$\dot{x} = uJ_{11}^1 + vJ_{12}^1 + wJ_{13}^1 \quad (18)$$
$$\dot{y} = uJ_{21}^1 + vJ_{22}^1 + wJ_{23}^1 \quad (19)$$
$$\dot{z} = uJ_{31}^1 + vJ_{32}^1 + wJ_{33}^1 \quad (20)$$

İSAA'nın Dünya koordinant sistemine göre açısal hızının denklemleri;

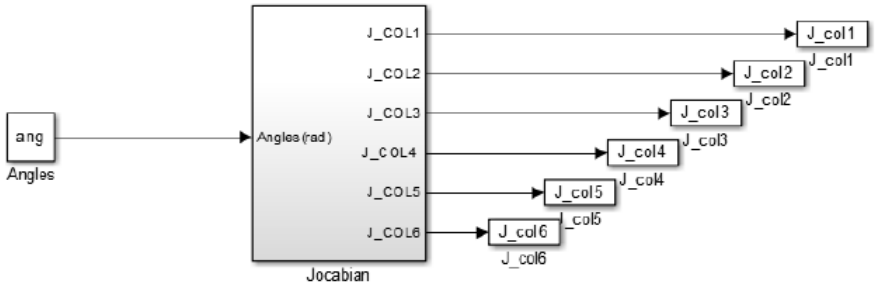
$$\dot{\varphi} = pJ_{11}^2 + qJ_{12}^2 + rJ_{13}^2 \quad (21)$$
$$\dot{\theta} = pJ_{21}^2 + qJ_{22}^2 + rJ_{23}^2 \quad (22)$$
$$\dot{\psi} = pJ_{31}^2 + qJ_{32}^2 + rJ_{33}^2 \quad (23)$$

2.3. Simulink Gösterimi

Aşağıda lineer ve açısal dönüşüm matrisi içeren Jacobian hız dönüşüm matrisi verilmiştir.

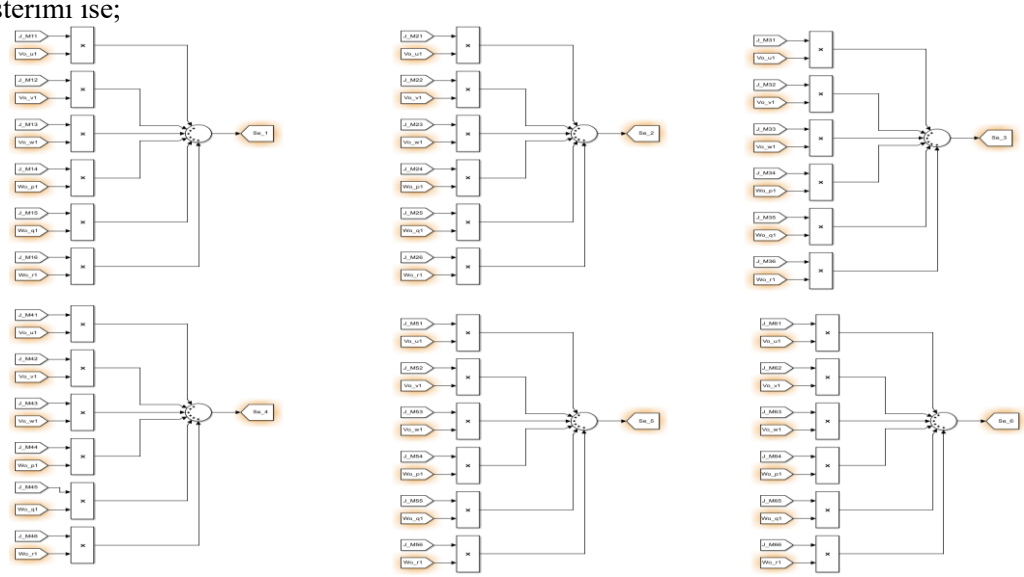
$$J=\begin{bmatrix} c\psi c\theta & -s\psi c\theta + c\psi s\theta s\varphi & s\psi s\varphi + c\psi s\theta c\varphi & 0 & 0 & 0 \\ s\psi c\theta & c\psi c\varphi + s\psi s\theta s\varphi & -c\psi s\varphi + s\psi s\theta c\varphi & 0 & 0 & 0 \\ -s\theta & c\theta s\varphi & c\theta c\varphi & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & s\varphi t\theta & c\varphi t\theta \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c\varphi & -s\theta \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s\varphi/c\theta & c\varphi c\theta \end{bmatrix} \quad (24)$$

Bu doğrultuda yazılım üzerinde modellenmesi sağlamak amacıyla matrisin simülink modeli gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Jacobian hız dönüşüm matrisinin simülink gösterimi.

Alt blok gösterimi ise;



Şekil 4. Alt blok simülink gösterimi.

3. SONUÇ

Hazırlanan Jacobien matrisi kullanılarak araca ait örnek hız girişleri dünya koordinant sistemine göre dönüştürülmüştür.Buradan yola çıkılarak, benzer şekilde konum ve yönelimler hesaplanmış ve çizdirilmiştir.

3.1.İleri Kinematik Sonuçlar

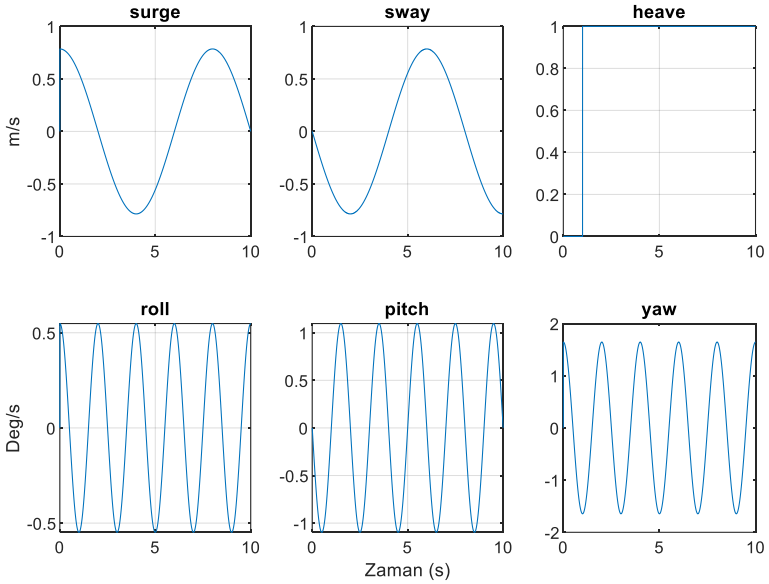
$$\begin{bmatrix} V_w \\ W_w \end{bmatrix} = J(\varphi,\theta,\psi) \begin{bmatrix} V_B \\ W_B \end{bmatrix} \quad (25)$$

İSAA'nın gövde koordinat sistemine göre lineer ve açısal yer değişimini gösteren denklemler her bir eksen için aşağıda verildiği gibidir.

$$X_B = \sin(0.25t) \quad (26)$$

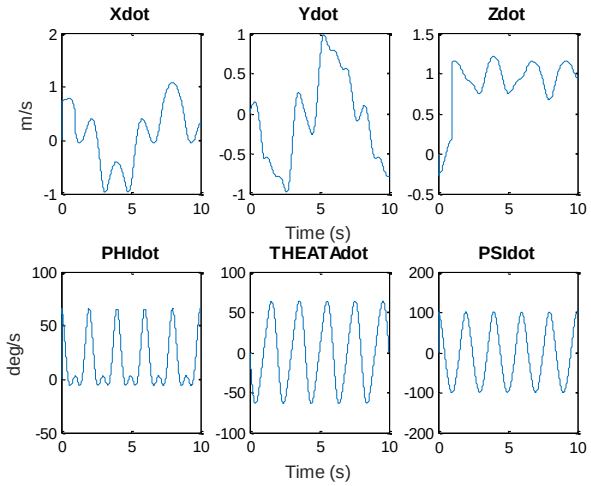
$$Y_B = \cos(0.25t)$$
$$Z_B = \begin{cases} 1 & ,t \geq 0 \\ 0 & ,t < 0 \end{cases}$$
$$\varphi_B = 10\sin(2\pi t)$$
$$\theta_B = 20\cos(2\pi t)$$
$$\psi_B = 30\sin(2\pi t)$$

Yukarıda verilen denklemlere göre İSAA'nın gövde koordinat sistemine göre lineer ve açısal hızları şekil 5'te gösterilmektedir.



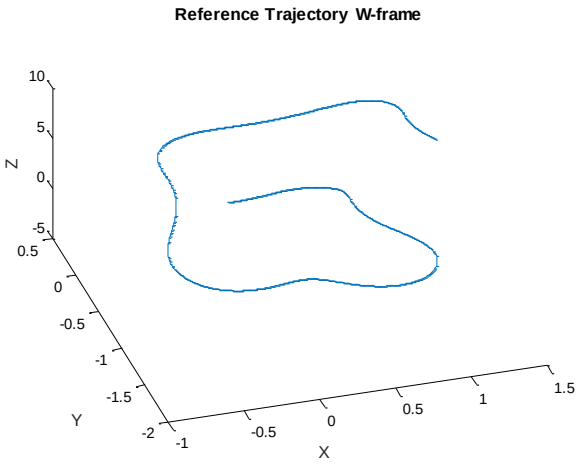
Şekil 5. İSAA'nın Gövde Koordinat Sistemine Göre Hızları

Dünya koordinat sistemine göre İSAA'nın lineer ve açısalhızlarını bulmak için denklem 24 de verilen Jacobian matrisi kullanılır.Bu işlemden sonra dünya koordinat sistemine göre İSAA'nın hız grafiği şekil 6 da gösterilmektedir.



Şekil 6. Dönüşüm Sonrası Aracın Dünya Merkezli Koordinat Sistemine Göre Hızları

Dolayısıyla, İSAA'nın verilen referans konum ve yönelimine göre dünya koordinat sisteminindeki yapmış olduğu yörünge şekil 7 de verilmektedir.



Şekil 7. İSAA'nın Dünya Koordinat Sistemine Göre Yörüngesi

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada; insansız sualtı aracın hız vektörünün dünya koordinat sistemine göre elde edilmesi ve benzetim modelinin gerçekleştirilmesi yapılmıştır. Bu hız vektörünün elde edilebilmesi için İSAA'nın ait Jacobian hız dönüşüm matrisi kullanılmıştır. Böylece dünya koordinat sistemine göre İSAA ya verilen konum ve yönelime bağlı olarak İSAA'nın gerçekleştireceği yörünge elde edilir. İSAAnın bu yörüngeyi doğru bir şekilde takip edebilmesi için kontrolör geliştirilmesi gerekmektedir.Sonuç olarak, bu çalışma herhangi bir İSAA ya ait kinematik denklemlerin genel çıkartımı yapılmıştır.

KAYNAKLAR

Craven P.J, Sutton R. and Burns R.S. 1998. Control Strategies for Unmanned Underwater Vehicles. University of Plymouth.

Richard Blidberg D. 2000. The Development of Autonomous Underwater Vehicles (AUV); A Brief Summary. Autonomous Undersea Systems Institute.

Farrell JA, Pang S, Li W, Arrieta R. 2004. Biologically inspired chemical plume tracing demonstrated on an autonomous underwater vehicle, Man, and Cybernetics Conference, SeptemberHague, Netherlands,

Yildiz O, Gokalp R.B., Yilmaz A.E. 2009. A review on motion control of the Underwater Vehicles. In: Proceedings of electrical and electronics engineering,. ELECO 2009, Bursa, 2009, pp 337–341.

Guo S, Mao S, Shi L, Li M. 2012. Design and kinematic analysis of an amphibious spherical robot. In: Proceedings of 2012 IEEE international conference on mechatronics and automation, pp 2214–2219.

Herman P. 2009.Decoupled PD set-point controller for underwater vehicles. J Ocean Eng 36(6–7):529–534.

Wadoo S, Kachroo. 2010. Autonomous underwater vehicles: modeling, control design and simulation. CRC Press, edn 1.

Yang C. 2007. Modular modeling and control for autonomous underwater vehicle (AUV). Thesis of master of engineering department of mechanical engineering national university of Singapore.

Buckham BJ, Podhorodeski RP, Soylu S. 2008. A chattering-free sliding-mode controller for underwater vehicles with fault tolerant infinity-norm thrust allocation. J Ocean Eng, 35(16):1647–1659.

Zeinali M, Notash L. 2010.Adaptive sliding mode control with uncertainty estimator for robot manipulators. Mech Mach Theory 45(1):80–90.

Qi X. 2014. Adaptive coordinated tracking control of multiple autonomous underwater vehicles. Ocean Eng 91:84–90.

Mohan S, Kim J. 2012. Indirect adaptive control of an autonomous underwater vehicle-manipulator system for underwater manipulation tasks. Original Res Article Ocean Eng 54(1):233–243.

Jun SW, Kim DW, Lee HJ. 2011. Design of T-S fuzzy-model based controller for depth control of autonomous underwater vehicles with parametric uncertainties. In: 2011 11th international conference on control, automation and systems, ICCAS 2011, Gyeonggi-do, Korea, Republic of, 2011, pp 1682–1684.

Medagoda L, Williams SB. 2012. Model predictive control of an autonomous underwater vehicle in an in situ estimated water current profile. Oceans, Yeosu, pp 1–8.

Steenson LV, Phillips AB, Turnock SR, Furlong ME, Rogers E, 2012. Effect of measurement noise on the performance of a depth and pitch controller using the model predictive control method. Autonomous underwater vehicles (AUV), 2012 IEEE/ OES, 1(8):24-27.

Subudhi B, Mukherjee K, Ghosh S. 2013. A static output feedback control design for path following of autonomous underwater vehicle in vertical plane. Ocean Eng 63:72–76.

Kumar N, Panwar V, Sukavanam N, Sharma SP, Borm JH. 2011. Neural network-based nonlinear tracking control of kinematically redundant robot manipulators. Math Compute Model 53(9–10):1889–1901.

Fossen T.I.2002 . Marine Control System .

Xu B, Pandian SR, Sakagami N, Petry F. 2012. Neuro-fuzzy control of underwater vehicle-manipulator systems. J Franklin Institute, 349(3):1125–1138.

Prestero T.2001. Verification of a six degree of freedom simulation model fort he REMUS autonomous underwater vehicle,MSc/ME Thesis,Massachusetts Institute of Technology.

Geisbert JS. 2007. Hydrodynamic modeling for autonomous underwater vehicles using computational and semi-empiricalmethods.Verginia Polytechnis Institute and State University.

Yue C, GuoS ,Li M. 2012.ANSYS fluent-based modeling and hydrodynamic analysis for a spherical underwater robot.In:Proceedings of 2012 IEEE international conference on mechatronics and automation,pp 1577-1581.

Indiveri G. 1998. Modelling and Identification of Underwater Robotics Systems. PhD thesis, University of Genova.

Healey A.J , Lienard D. 1993 Multivariable Sliding Mode Control for Autonomous Diving and Steering of Unmanned Underwater Vehicles IEEE Journal of Ocean Engineering, OE-18 (3) pp. 327-339.

Brutzman Donald P. 1994., A Virtual World for an Autonomous Underwater Vehicle .

Antonelli G.2006. Underwater Robots.

MISIR YAĞI METİL ESTERİ VE DİZEL YAKIT KARIŞIMLARININ ENJEKSİYON BASINCINA BAĞLI OLARAK MOTOR GÜRÜLTÜ EMİSYONLARINA ETKİSİ

Öğr. Gör. Serdar Albayrak
İstinye Üniversitesi / Meslek Yüksekokulu / Uçak Teknolojisi Programı
salbayrak@istinye.edu.tr

Doç. Dr. Suat Sarıdemir
Düzce Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Makine ve İmalat Mühendisliği
suatsaridemir@duzce.edu.tr

Doç. Dr. Fatih Taşpınar
Düzce Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Makine ve İmalat Mühendisliği
fatihtaspinar@duzce.edu.tr

Özet
Yakıtların fiziksel ve kimyasal özellikleri, yanma gürültüsüne etki eden önemli unsurlardan biridir. Yanma kaynaklı gürültüler nedeniyle artan gürültü kirliliğinin canlılar üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Biyodizel yakıtlar, dizel motorlar için alternatif yenilenebilir bitkisel esaslı bir yakıt türüdür. Dünya petrol rezervlerinin sınırlı olması, biyodizel yakıtlara olan ilgiyi artırmaktadır. Bu çalışmada rafine mısır yağından üretilmiş olan biyodizel yakıt ve standart dizel yakıt hacimsel olarak %20 ve %50 oranlarında karıştırılmıştır. Elde edilen yakıt karışımlarının tek silindirli, direkt enjeksiyonlu, hava soğutmalı bir motorun gürültüsüne olan etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Deneyler tam yük altında 1750 d/d-3250 d/d aralığında 175 bar ve 210 bar enjeksiyon basınçlarında yapılmıştır. Her iki enjeksiyon basıncı içinde motor gürültüsü devire bağlı olarak artmıştır. 175 bar enjeksiyon basıncında M20 yakıtı ile, 210 bar enjeksiyon basıncında M50 yakıtı ile tüm devirlerde maksimum gürültü değerleri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mısır yağı metil esteri, Gürültü emisyonu, Enjeksiyon basıncı

The Effect of Corn Oil Methyl Esther and Diesel Fuel Mixtures on Engine Noise Emissions Depend on Injection Pressure

Abstract
The physical and chemical properties of fuels are an important factor affecting combustion noise. Increased noise pollution due to combustion-induced noise has negative effects on living things. Biodiesel fuels are an alternative renewable plant based fuel type for diesel engines. The limited world oil reserves increase the interest in biodiesel fuels. In this study, biodiesel fuel and standard diesel fuel produced from refined corn oil were mixed in 20% and 50% by volume. The effects of the obtained fuel mixtures on the noise of a single cylinder, direct injection, air cooled engine were investigated experimentally. The experiments were carried out at 17550 and 210bar injection pressures in the range of 1750 rpm and 3250 rpm under full load. Within both injection pressures, engine noise was increased depending on the speed. Maximum noise values were obtained with M20 fuel at 175 bar injection pressure and M50 fuel at 210 bar injection pressure.

Keywords: Corn oil methyl ester, noise emission, injection pressure

1. GİRİŞ
Dizel motorlardan kaynaklı emisyonlarla ilgili standartlar gün geçtikçe sıkılaşmaktadır. Bu nedenle emisyonları azaltmak amacıyla yapılan çalışmalar artmaktadır. Alternatif yakıtların dizel motorlarda kullanılması da emisyonların azaltılması üzerine yapılan çalışmalar arasında önemli bir yerdedir. Alternatif yakıtlardan biyodizel, çevreci bir yakıt olması, yakıt özelliklerinin dizel yakıtına benzer olması ve motor üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmadan kullanılabilmesi nedeniyle önem arz etmektedir. Dizel motorlar üzerinde enjeksiyon sistemi üzerinde yapılan değişikliklerle emisyon

değerlerinin azaltılması üzerine çalışmalar da son dönemde artış göstermektedir. Motorlu araçlardan kaynaklanan emisyonlardan biri de gürültü emisyonudur. Teknolojinin ilerlemesi sonucu araç sayısının artmasıyla ortaya çıkan gürültü problemi önemli bir çevre problemi olmasına rağmen, ülkemizde bilinirliği düşüktür (Delikanlı ve ark. 2014). İnsan yaşam kalitesini etkilemesi ve huzursuz etmesiyle beraber zihinsel ve bedenen yapılan çalışma verimini önemli ölçüde düşürmesinden dolayı gürültü, yüksek seviyede ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Balcı 1994). Yakıt enjeksiyon sistemlerinde özellikle püskürtme basıncı ve maksimum yakıt miktarı motor performansı ve emisyonları doğrudan etkileyen parametrelerdendir (Boran 2001). Bunun yanında yakıt karışım ve yanma kalitesidir. Yakıt karışım oranı, yakıtın daha iyi atomize olması ve yanma odasındaki hava ile iyi yanma gerçekleştirecek şekilde karışması ile sağlanabilmektedir (Yavaşlıol 1988). Yakıt karışım kalitesi, yakıt tüketimini, egzoz emisyon değerlerini ve gürültü emisyonu etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Bu nedenle enjeksiyon sistemleri yanma kalitesini etkilemektedir. Ayrıca püskürtme başlangıcı, püskürtme için ayrılan süre, püskürtme basıncı gibi parametreler yanma evresini ve yakıt hava karışım kalitesini etkilemektedir (Acur 2011). Yakıt enjeksiyon basıncının artışı enjektör çıkış hızını arttırmakta, damlacık çapı küçülmekte bu sayede daha homojen tanecikler oluşabilmektedir (Sekmen ve ark. 2004). Bu çalışmada rafine mısır yağından üretilmiş olan biyodizel yakıt ve standart dizel yakıtı hacimsel olarak %20 ve %50 oranlarında karıştırılarak elde edilen yakıt karışımlarının tek silindirli, direkt enjeksiyonlu, hava soğutmalı bir motorun gürültüsüne olan etkileri incelenmiştir. Deneyler tam yük altında 1750 d/d-3250 d/d aralığında 175 bar ve 210 bar enjeksiyon basınçlarında yapılmıştır. Her iki enjeksiyon basıncı içinde motor gürültüsü devire bağlı olarak artmıştır. 175 bar enjeksiyon basıncında M20 yakıtı ile, 210 bar enjeksiyon basıncında M50 yakıtı ile tüm devirlerde maksimum gürültü değerleri elde edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu deneysel çalışmada rafine edilmiş mısır yağından transesterifikasyon yöntemiyle üretilen biyodizel standart dizel yakıtı ile hacimsel olarak %20 ve %50 oranlarında karıştırılması ile elde edilen karışım 175 Bar ile 210 Bar enjeksiyon basıncında test motorunda kullanılarak motor gürültüsüne olan etkileri incelenmiştir. Kullanılan yakıtların özellikleri Tablo 1.'de verilmiştir.

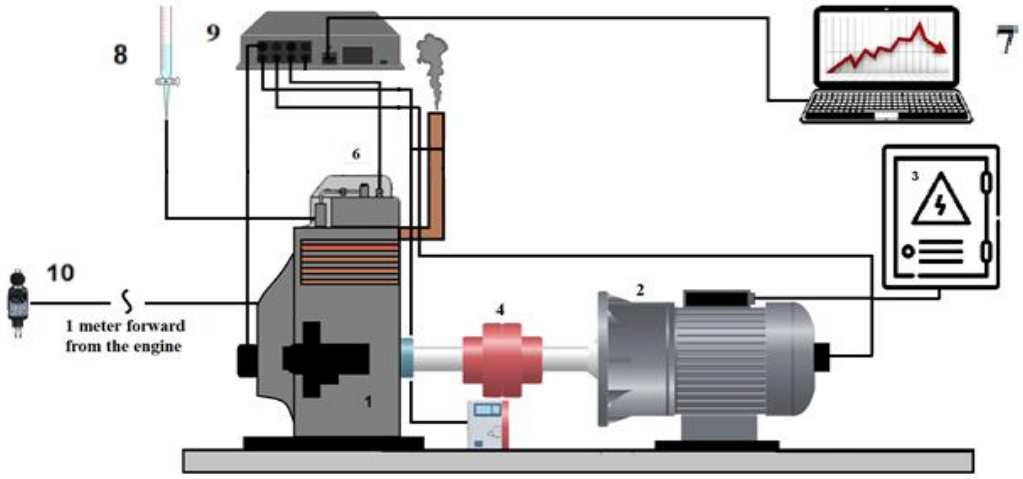
Rafine edilmiş mısır yağından biyodizel üretimi transesterifikasyon yöntemiyle yapılmıştır. Metil ester elde edilme sürecinde katalizör olarak NaOH, alkol olarak ise %99,5 saflıkta metanol kullanılmıştır. Üretilecek biyodizelin 1 litresi için, 200ml metil alkol, katalizör olarak ise 3,5 gr NaOH kullanılarak reaksiyon gerçekleştirilmiştir. Katalizör metil alkol içerisinde 50°C'de 30 dak. Süre ile ısıtılarak çözünmesi sağlanmış ve mısır yağına ilave edilmiştir. Karışım iki saat boyunca 55°C sabit sıcaklıkta 600 d/d'da karıştırılmıştır. Sonrasında ayırma hunisine alınıp gliserinin çökmesi için8 saat beklenmiştir. Gliserinin ayrılmasından sonra elde edilen metil ester 1/1 oranında saf su ile PH 7 olacak şekilde 2 iki saat boyunca yıkanmıştır. Son olarak MYME 2 saat boyunca manyetik karıştırıcı ile 70°C'de ısıtılarak içeriğindeki su ve alkol kalıntılarından arındırılmıştır. Tablo 1'de MYME ve standart dizel yakıtının fiziksel özellikleri görülmektedir.

Tablo 1. MYME ve standart dizel yakıtın özellikleri

Yakıt Tipi	Standart dizel yakıtı	MYME
Yoğunluk (kg/m^3)	840	869
Vizkozite (mm^2/sn)	10(40^{0}C)	4.9
Parlama Noktası (^{0}C)	89	173
Isıl değer (kj/kg)	38840	39468

Motor performans testleri doğal aspirasyonlu hava soğutmalı olan tek silindirli Lombardini 15 LD 350 motorla yapılmıştır. Deney öncesi motorun yakıt pompası ve enjektör ayarları orijinal değerlere göre yapılmıştır. Deneyler motor çalışma sıcaklığına ulaştıktan sonra tam gaz konumunda, 4 farklı motor devrinde (1750 d/d, 2250 d/d 2750 d/d ve 3250) ve 175 Bar ile 210 Bar enjeksiyon basıncında gerçekleştirilmiştir. Tork ve güç ölçümleri için 15 kW güç absorbe edebilen, 0.01 hassasiyetinde yük hücresine sahip Kemsan marka bir elektrikli dinamometre kullanılmıştır. Deneyler 10 ºC ortam sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Yakıt tüketimi, motorun milimetrik ölçekli bir cam büret içerisinde 1 dakikada tükettiği yakıt miktarının ölçülmesi ile belirlenmiştir. Çalışmada, rafine mısır yağından

üretilmiş olan biyodizel yakıt ve standart dizel yakıt hacimsel olarak %20 ve %50 oranlarında karıştırılarak test edilmiştir. Deney motorunun teknik özellikleri Tablo 2'de ve deney düzeneğinin şematik görünümü Şekil 1'de verilmiştir.



1. Test motoru 2. Dinamometre 3. Kontrol Paneli 4. Tork metre 5. Enkoder 6. Silindir basınç sensörü 7. Bilgisayar 8. Yakıt ölçüm düzeneği 9. Kontrol Paneli 10. Gürültü ölçüm cihazı

Şekil 1. Deney düzeneğinin şematik görünümü

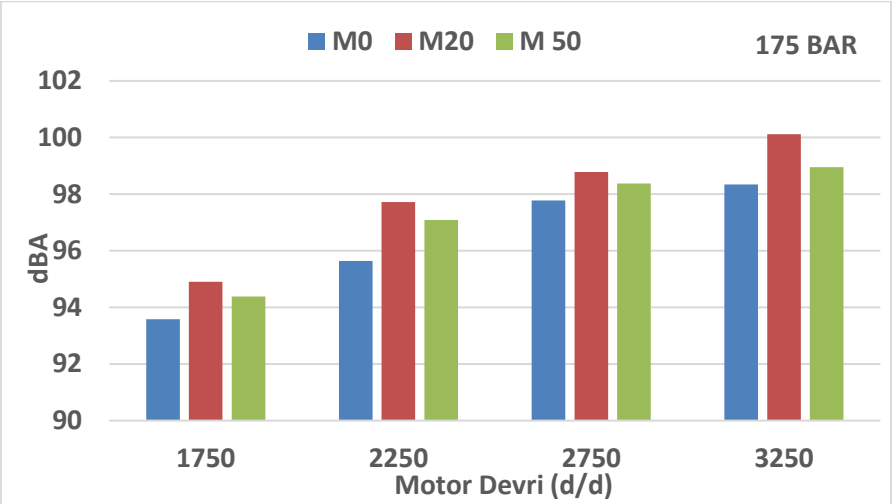
Tablo 2. Deney motorunun teknik özellikleri

Model	Lombardini 15 LD 350
Motor Tipi	Naturally-aspirated, air-cooled, DI diesel engine
Silindir Sayısı	1
Maksimum Güç	7.5 HP/3600 rpm
Maksimum Tork	16.6 Nm/2400 rpm
Kompresyon Oranı	20.3/1
Enjeksiyon Pompa Tipi	QLC type
Enjektör	0.22 × 4 holes × 160°
Enjektör Açılma Basıncı	207 bar

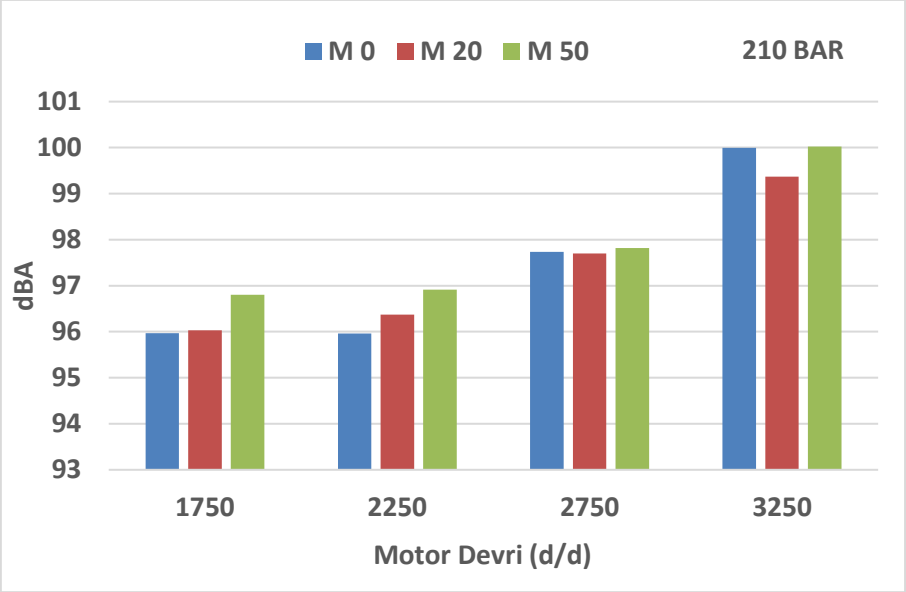
3. SONUÇ

Şekil 2.'de 175 Bar enjeksiyon basıncında M0, M20 ve M50 yakıtlarının 1750 d/d, 2250d/d, 2750 d/d ve 3250 d/d'daki gürültü değerleri görülmektedir. Grafik incelendiğinde motor devri arttıkça gürültü değerleri artmış ve tüm devirler için en yüksek gürüldü değeri M20 yakıtında olduğu görülmektedir. Motor devrinin artması, yanma hızını ve motor parçaları arasındaki sürtünme kuvvetini artırarak gürültüyü de artırmıştır. Yakıt karışımları içeriğindeki biyodizel oranının artması setan sayısını düşürerek tutuşma gecikmesi süresini uzatır. Ayrıca yüksek biyodizel oranı yakıtın alt ısıl değerini düşürür. Tutuşma gecikmesi süresinin uzun olması, yanma öncesi yanma odasında daha fazla yakıtın birikmesine neden olarak yanma sonu basıncını ve basınç artış oranını artırır. M50 ile tutuşma gecikmesi süresi daha fazla olmasına rağmen yakıtın alt ısıl değeri M0 ve M20'ye göre daha azdır. Bu nedenle tüm devirlerde M20 ile daha büyük gürültü değerleri elde edilmiştir. Ayrıca 175 bar enjeksiyon basıncında M50 yakıtının atomize olma oranının M20'ye göre daha az olması, yanmayı olumsuz yönde etkileyerek yanma gürültüsünü de azaltmıştır. Şekil 3'de deney yakıtlarının 210 bar enjeksiyon basıncında motor gürültüsüne olan etkileri verilmiştir: Enjeksiyon basıncının artırılması yüksek vizkoziteye sahip olan M50 yakıtının atomize olma oranını artırmıştır. Bu durum M50'nin

yanma kalitesini artırmıştır. M50'nin en fazla tutuşma gecikmesi süresine sahip olması ve yanma oranının artışı genelde motor gürültüsünü artırıcı yönde etki oluşturmuştur.



Şekil 2. 175 Bar enjeksiyon basıncında gürültü değerleri



Şekil 3. 210 Bar enjeksiyon basıncında gürültü değerleri

4. TARTIŞMA

İçten yanmalı motorlarda kullanılan yakıtların fiziksel ve kimyasal özellikleri motor gürültüsüne etki eden önemli parametrelerdendir. Motor gürültüleri nedeniyle artan gürültü kirliliği insan sağlığı üzerinde zararlı etkileri olmaktadır. Biyodizel çevreci bir yakıt olmasının yanında ülkemizin biyokütle kaynakları potansiyelinin yüksek olması nedeniyle önem arz etmektedir. Enjeksiyon basıncı püskürtme basıncı ve maksimum yakıt miktarı motor performansı ve emisyonları doğrudan etkileyen parametrelerdendir. Enjeksiyon basıncının arttırılması ile yüksek vizkoziteye sahip olan biyodizel katkılı yakıtların atomize olma oranını artırıcı etkisine paralel olarak yanma kalitesini artırdığı ve gürültü emisyonlarını arttırıcı yönde etki ettiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Boran, E.,(2001), Dizel Motorlarında Bazı İşletme Parametreleri-nin İs Oluşumu ve Motor Performansına Etkileri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 5-56,.

Yavaşlıol, İ., (1988), İçten Yanmalı Motorlar, Eğitim Yayınları A.Ş., İstanbul.

ACUR O., (2011), Diesel Motorlarda Enjeksiyon Basıncının Ve Avansının Motor Performansına Ve Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Olarak Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

SEKMEN Y., ÇINAR C., ERDURANLI P., BORAN E., (2004),Dizel Motorlarında Enjeksiyon Basıncı ve Maksimum Yakıt Miktarının Motor Performansı ve Duman Emisyonlarına Etkilerinin İncelenmesi, *Politeknik Dergisi,* 7(4), 321-326.

DELİKANLI N. E., YÜCEDAĞ C.İ KAPDI A. (2014), Bartın Kentinde Araç Trafiğinden Kaynaklı Gürültü Kirliliği Üzerine Bir Ön Çalışma, *Journal of Engineering and Technological Sciences.* 2, 21-40.

A. N. BALCI (1994), Bir Çevre Kirlenmesi Sorunu Olarak Gürültü, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi.* 44(3), 16-34.

KOCAELİ'DE SANAYİNİN VE DOĞA İLE KARDEŞLİĞİ PROJESİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÇEVRE BİLİNCİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

[1]Duygu Alyeşil Kabakçı , [2]Doç.Dr. Esma Buluş Kırıkkaya , [3]Belma Karanlık Tuna [4]Merve Koçer , [5]Aytaç Satıcı ,Nefise Tunalı

[1]İzmit Bilim Ve Sanat Merkezi, matemaduygu@hotmail.com
[2]Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği
bulus@kocaeli.edu.tr
3İzmit Bilim Ve Sanat Merkezi belmakt@gmail.com
[4]İzmit Bilim Ve Sanat Merkezi mervekocerpdr@gmail.com
5İzmit Bilim Ve Sanat Merkezi aytac.stc@hotmail.com
[6]İzmit Bilim Ve Sanat Merkezi izmitbilsem4004@gmail.com

Özet

Ülke ekonomisi için önemli bir girdi olan atıkların; istihdam oluşturma, etkin doğal kaynak kullanımı, ekonomik fayda ve çevresel iyileştirme gibi alanlarda katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Geri dönüşüm ulusal refahın arttırılması için büyük potansiyel oluşturur. Çevre eğitimi ise bu potansiyeli kullanma imkanı sağlar. Gerçekleştirilen projeyle geleceğin sanayicileri olabilecek özel yetenekli öğrencilerin doğa koruma bilincini geliştirmek ve sanayiden uzakta yer alan köyde yaşayan öğrencilerin sanayinin doğa için nasıl kullanıldığını öğrenmelerine olanak sağlamak amaçlanmıştır. Projede, TÜBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları kapsamında 2 köy okulundan 12, sosyoekonomik gelir düzeyi düşük bölge okulundan 6, İzmit Bilim ve Sanat Merkezinden 18 özel yetenekli öğrenci olmak üzere toplam 36 öğrenciden oluşan örneklem grubuyla 6 gün boyunca çalışılmıştır. Gerçekleştirilen projenin 7. Sınıf öğrencilerinin çevre bilinci üzerindeki etkisini incelemek amacıyla uygulama öncesi ve sonrasında geçerliliği ve güvenirliği test edilmiş (α=0,860) çevre tutum ölçeği ve kelime ilişkilendirme testi (KİT) uygulanmıştır. Elde edilen veriler tablo haline getirilerek SPSS programında analiz edilmiş, KİT verileri nitel analiz yöntemlerinden içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Analiz sonuçlarına bakıldığında öğrencilerin proje öncesi çevre tutum ölçeği puanlarının ortalaması 3,34($\bar{x}$=3,34) proje sonrası çevre tutum ölçeği puanlarının ortalaması 4,13 ($\bar{x}$=4,13) e yükselmiştir. Bu da projenin öğrencilerin çevre bilincinde olumlu yönde artış sağladığını ve göstermektedir. Kelime İlişkilendirme Testi (KİT) formunda yer alan "doğa, sanayi, doğa-sanayi ilişkisi, geri dönüşüm, çevre" kavramlarına yönelik öğrencilerden alınan yanıtlar doğrultusunda öğrencilerin cevaplarına öncelikle birer kod oluşturulmuş, daha sonra kodlardan verilen cevaplara göre kategoriler oluşturulmuş ve kategorilerden temalar oluşturularak içerikler analiz edilmiştir.

Cevaplar genel olarak değerlendirildiğinde öğrencilerin projenin amacına uygun kazanımları gerçekleştirdikleri, sanayiyi ve teknolojiyi kullanarak atıkların geri dönüştürülebileceği ve böylelikle kaynakların uzun yıllar kullanılabileceği, doğanın kirletilmeden korunabileceği bilincinin kazandırıldığı söylenebilir. Yapılan proje farklı yaş gruplarında da gerçekleştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Geri dönüşüm, çevre, sanayi, doğa, özel yetenekli öğrenci,

The Impact of the Brotherhood of Industry and Nature Project in Kocaeli on the Environmental Awareness of 7th Grade Students Abstract

Abstract

Wastes are an important input for the country's economy; employment creation, effective use of natural resources, economic benefit and environmental improvement. Recycling creates great potential for increasing national welfare. Environmental education provides the opportunity to use this potential. The project aims to improve the awareness of nature conservation for the talented students who may be the industrialists of the future and to enable the students living in the villages far away from the

industry to learn how the industry is used for nature. Within the scope of TUBITAK 4004, 12 students from 2 village schools, 6 students from regional schools with low socioeconomic income and 18 special talented students from Izmit Gifted and Talented Center were studied for a period of 6 days. In order to examine the impact of the project on the environmental awareness of 7th grade students, validity and reliability were tested before and after the application ($\alpha = 0,860$). The obtained data were tabulated and analyzed in SPSS program. The data of the Environmental Attitude Scale were evaluated with content analysis method which is one of the qualitative analysis methods.

When the results were examined, a significant difference was found between the pretest and posttest results of the Environmental Attitude Scale. When the results of the word association test are considered, it can be said that the students have realized the gains that are appropriate for the purpose of the project, that the wastes can be recycled by using industry and technology and that the resources can be used for long years and that the nature can be protected from pollution. The project can be realized in different age groups.

Key Words: Recycling, environment, industry, nature, gifted students, talented students.

Giriş

Dünya nüfusunun artışına bağlı olarak tüketim oranının da artması çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Kaynakların her geçen gün azalmaya başlaması elde olan kaynaklarında ekonomik olarak kullanabilirliğini gündeme getirmiştir (Akarsu,2009).

Toplumların gelişmesinde ve ekonomik olarak büyümesinde sanayi sektörünün yeri büyüktür. Sanayileşen ülkeler ekonomik olarak büyüyerek dünyada söz sahibi olmaktadırlar. Bu durumda bir ülkenin kalkınabilmesi için sanayinin gelişmesine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.(Yılmaz,2011).1930 'lu yıllardan beri ekonomik gelişmenin sanayi sayesinde olacağı görüşü benimsenmiş ve sanayileşmeye verilen önem artmıştır. (Terzi,H&Oltulular,S.,2004).Sanayini gelişmesiyle üretim artmakta, bu durum da sosyal ve ekonomik hayatı doğrudan etkilemektedir. Ülkenin gelişmişliğini bir nevi sanayinin gelişmişliği belirlemektedir (Yılmaz,2011).

Günümüzün önemli çevre sorunlarından biri katı atıklar olarak nitelendirilen , insanların sosyal, evsel ve endüstriyel faaliyetleri sonucunda oluşan atıklardır. Teknolojinin gelişmesi nüfusun artmasıyla birlikte katı atık çeşidi ve miktarı artmaktadır. Bu atıklar doğada uzun yıllar bozulmadan kaldığından çevre kirliliği ve insan sağlığı açısından tehlike teşkil etmektedir. (Kayranlı&Tankut&Pampal,2003) Bunun yanında katı atıklar sahip oldukları bazı özelliklerden dolayı tekrar kullanılabilir veya başka bir amaç için kaynak teşkil edebilirmektedirler (Beyhan, M,1997). Üretim prosedürüne tabi tutularak atıkların çeşitli amaçlarla yeniden kullanılması geri dönüşüm sayesinde olmakta ve bu sayede atıklar içindeki değerlendirilebilir nitelikteki maddeler ekonomiye kazandırılırılmaktadır. (Kaçtıoğlu&Şengül&Ümran,2010). Gerek evlerden gerek işyerlerinden gerekse endüstrilerden atılan katı atıklar, çevreyi kirletici olmasına karşın aynı zamanda ekonomik bir değerdirler. Bu nedenle endüstrileşmiş gelişmiş katı atıkların çevre sağlığına zarar vermeden ortadan kaldırılması veya geri dönüşüme kazandırılması yönünde pekvçok çalışmalar yapılmakta bilimsel araştırmalarla desteklenmektedirler. (Baştürk ve Gönüllü, 1990). Başta ambalaj atıkları olmak üzere atıkların geri kazandırılan veya değerlendirilebilen malzemelerin, malzeme veya enerji biçiminde geri kazanımı üretim miktarının ve ekonomik maliyetin azaltılması amacıyla önem kazanmıştır (Kaçtıoğlu&Şengül&Ümran,2010) Toplam plastik tüketiminin yaklaşık %60'ını PE, PP, PS ve PVC gibi geleneksel polimerler kapsar. Çevrenin, enerji kaynaklarının korunması ve özelliklerinden yararlanılması için özellikle plastik atıkların geri dönüşümünü sağlamak gerekli ve önemlidir. Plastiğin geri dönüşümü her geçen gün biraz daha artmaya başlamış ve %30 hatta bazı plastiklerde %60 dönüşüm sağlanmıştır. Ülkemizde plastik üreticilerinin %90 oranında geri dönüşüm öğütücüleri mevcuttur. (Akarsu,2009)

Uzun vadede incelendiğinde geri dönüşüm ekonomik bir yatırım olarak görülmektedir. Çevrenin korunması ise ancak etkili bir çevre bilincinin kazandırılması ile mümkündür. Bu da okullarımızda verilecek eğitim sayesinde olacaktır. (Uluçınar& Cansaran&Aslan, 2008) Gamba and Oskamp (1994),

geri dönüşüm ile engellerin en önemlilerin başında ; geri dönüşüm süreci hakkında yeteri karar bilgi sahibi olunmaması ve geri dönüşümlü ürünlerin neler olduğunun bilinmemesi olduğunu belirtmiştir Çimen,O.,Yılmaz,M.(2012). Çevreye karşı olumsuz tutuma sahip bireylerin çevre sorunlarına duyarsız olacağı ve hatta çevreye zarar vereceği bilinen bir gerçektir. Çevreye karşı olumlu tutum ve davranış geliştirilmesinde, sorunların çözümünde çevre sorunlarını çözmede öğrencilere verilecek eğitim oldukça önemlidir. (Uzun ve Sağlam, 2006).

Bu nedenle bu projede belki de geleceğin sanayicileri konumunda olacak özel yetenekli öğrencilere ve sanayiden uzakta yer alan köy ve sosyoekonomik düzeyi düşük olan bölge okulu öğrencilerine Kocaeli'nde sanayinin çevre korunması ve ülke ekonomisinde nasıl bir rolü olduğu, geri dönüşüm atıklarının oluşumundan tüketilip tekrar geri kazandırılma süreçleriyle ilgili üretimden tüketime geri dönüşümün yerinde öğretilmesi amaçlanmıştır.

Kocaeli, Türkiye imalat sanayinden %13 pay sahibidir. 2015 yılı Aralık ayı itibariyle, Kocaeli'nde **229** 'si yabancı sermayeli olmak üzere yaklaşık **2747** sanayi yatırımı bulunmaktadır. İlimizde, **12** adet organize sanayi bölgesi, **2** adet serbest bölge ve biri yapım aşamasında **4** teknopark bulunmaktadır. Kocaeli'de Sanayinin Gelişmesine Katkı Sağlayan Bilim Merkezleri ;Kocaeli Üniversitesi. Gebze Teknik Üniversitesi. Muallimköy Teknoloji Geliştirme Bölgesi (Bilişim Vadisi), TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu).TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (TÜBİTAK- MAM). TUBİTAK UME (TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü) dir. http://www.kocaeli.gov.tr/sanayi-kenti-kocaeli

Bu nedenle projede Kocaeli üniversitesi rektörlüğü ile protol yapılmış, Gebze teknoloji üniversitesi rektör yardımcısıyla görüşülmüş ve uygulamalarda labaratuarlarından ve eğitmenlerinden yararlanılması üzerine destek alınmıştır. .

Uygulamada gezilecek endüstriyel fabrika müze ve tesis yetkilileriyle birebir görüşülmüş projeye destek sözü alınmıştır. Benzer şekilde, açık hava eğitimlerinin yapılması için Türkiye'de bir ilk olan Diriliş kampında etkinliklerin yapılması için Kocaeli Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü , Yenilenebilir enerji ile Kendi enerjisini kendi üreten Ekopark için İzmir Şehir Bölge Planlama Müdürlüğüyle, Organik gübreleme ve organik atık deney ve uygulamaları için Kocaeli İl Tarım Müdürlüğü, Türkiyenin en büyük endüstriyel kağıt müzesi olan Seka Kağıt müzesi için Kocaeli Kültür Daire Başkanlığı yetkilileriyle görüşülerek projeye destek sözü alınmıştır. . (Ekte belirtilmiştir)

Projede tesis gezilerinde tesislerin iş güvenliği uzmanları ve kurumumuzdan iş güvenliği sertifikalı öğretmenlerimiz ve proje süresince gece ve gündüz doktorumuz herhangi bir sağlık problemine karşı öğrencilerin yanlarında olacaktır.

Projede öğrencilere geri dönüşümde sanayinin işlevini bu süreçte malzemelerin hangi aşamalardan geçtiğinin teorik bilgisini gözlemlemeleri için günün bir bölümünde çeşitli geri dönüşüm endüstri tesislerinde eğitim verilecek ardından seçilen açık hava sahalarında ve üniversite labaratuarlarında bu teorik bilgileri uygulama fırsatları verilerek atölye çalışmaları yapılacaktır.

Program çerçevesinde her gün bir tema işlenecektir.

1.gün *Geri dönüşümde sanayinin işlevliği,* geri dönüşümün önemi:
Türki'yede Kocael'i diriliş kampında sanayide geri dönüşüm ,çevre bilinci ve doğanın korunması temalı uygulamalar, akademisyenler ve alanında uzman kişilerden verilecek eğitim panel ve atölyeler ile sanat atölyeleri yer alacaktır. Google driveda günün etkinlikleri arşivlemesiyle etkinlikler son bulacaktır. yer alacaktır.

2. Gün O*rganik ve evsel atıkların* geri dönüşüm süreci ve nasıl değerlendirildiği,
Öğleden önce İzaydaş tesisinde atıkların nasıl geri dönüştürüldüğü, bio gaz üretimi vb konularda gözleme dayalı eğitim ve öğleden sonra tarım il fidanlığında ziraat mühendisleri ve akademisyen uzmanlarca organik gübre yapım aşamalarını(solucan gübresi kompostlaşma vb. deneyimleyecek

organik gübrelerle gübreleme işlemini gerçekleştireceklerdir. Bu konuda deneyimli olan köy çocukları diğer öğrencilere bilgilerini paylaşma imkanı bulacaktır.Ayrıca organik atıklar ile ilgili deney ve atölye çalışmaları yapılacaklardır. Bunun yanında atık malzemelerle sanatı buluşturacaklar ve google driveda günün etkinlikleri arşivlemesiyle etkinlikler son bulacaktır.

3. Gün Ambalaj atıklar ve atık malzemelerden *enerji* üretimi,
Öğleden önce hayvansal ve bitkisel atıklardan bio gaz ve ambalaj atıkların geri dönüşümü ile ilgili iki ayrı tesiste eğitim verilecektir. Öğleden sonra ise Gebze Teknik Üniversitesi Laboratuvarlarında çevre mühendislerince enerji ile ilgili deney ve etkinlikler yapılacaktır. Üniversite dönüşü google driveda günün etkinlikleri arşivlemesiyle etkinlikler son bulacaktır.

4. Gün *Elektronik atıklar*,
Öğleden önce Anel doğa elektronik atıklar ayrıştırma tesisinde öğrenciler elektronik atıkların ayrışması hakkında eğitim alacaklar, öğleden sonra ise İzmitte kendi enerjisini kendi üreten "Ekopark" alanında eğitim atölyeleri ve uygulamaları olacak burada öğrenciler elektronik atıkların geri dönüşümü ile ilgili etkinlikler yapacaklardır. Gün sonunda öğrencilerle Wall e sinema filmi izletilecek ve teknolojik ile ilgili çıkarımlarda bulunacaklardır.

5. Gün *Kağıdın oluşumu ve geri dönüşümü*
Öğleden önce Sekapark Kağıt müzesinde Kağıdın oluşum ve geri dönüşüm aşamaları makinalarda uygulamalı etkinliklerle deneyimlenecek. Uzmanlar tarafından akademik bilgilendirmeler yapılacak öğleden sonra ise kağıt temalı atölyelerde bu bilgileri uygulamaya dökme imkanı bulacaklardır.

6. Gün *Projedeki kazanımlarını kullanacakları uygulamalar* , teknolojinin geri dönüşüm ve doğa için nasıl kullanılacağı ile ilgili eğitimlere ve atölyelere yer verilecektir. Her gün ele alınacak herbir tema için alanında uzman akademisyen ve eğitmenler araştırılmış, konuya ve etkinliklere özel eğitmenler seçilmiştir.

Proje süresince edindikleri deneyimleri karakaritüze edecek, ve afiş tasarımı yapacaklardır. Ayrıca yapılan ürünler sergileyecek Proje öncesinde ve sonrasında geçerliliği güvenirliliği yapılmış olan çevre tutum ölçeği (Uluçınar& Cansaran& Aslan, 2008) ve kelime ilişkilendirme kit testi yapılacaktır. Araştırma sonuçları ulusal kongrelerde bildiri olarak sunulması planlanmaktadır. Proje sayesinde öğrenciler sanayi ile tanıştırılmış atık malzemelerin üretiminden tüketilip geri dönüşümüne kadar hangi aşamalardan geçtiklerini deneyimlemişler, geri dönüşümün önemini kavrayarak sanayinin olumlu yönlerde nasıl kullanılacağı ile ilgili bilgi sahibi olacaklardır. Bu sayede öğrencilerin çevre bilinçleri geliştirilmiş ve gelecekte seçecekleri mesleklerde bu deneyimlerini olumlu yönce kullanarak ülke ekonomisine ve çevreye yararlı projeler geliştirmeye teşvik edilmiş olunacaktır.

BULGULAR VE SONUÇLAR:
Projede uygulama öncesi ve sonrasında geçerliliği ve güvenirliği test edilmiş (α=0,860) çevre tutum ölçeği ve kelime ilişkilendirme testi (KİT) uygulanmıştır. SPSS t testi sonuçları Tablo1,tablo2 ve tablo3'de verilmiş, veriler tablo 4 de biraraya getirilerek yorumlanmıştır.

Tablo 1 : Eşleştirilmiş örneklem istatistiği

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ontestort	3,3429	35	,63269	,10694
	sontestort	4,1333	35	,47856	,08089

Tablo 2: Eşleştirilmiş örneklem korelasyonu

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ontestort & sontestort	35	,076	,666

Tablo 3 : Eşleştirilmiş örneklem testi

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
ontestort - sontestort	-,79048	,76392	,12913	-1,05289	-,52806	-6,122	34	,000

Tablo 4 : Çevre Tutum Testi SPSS Öntest Ve Sontest Puan Ortalamaları T Testi Sonuçları

Ölçüm	**N**	**$\bar{X}$**	**Sd**	**t**	**p**
Ön test	35	3,34	34	-6,12	0,000
Son test	35	4,13			

Çevre tutum ölçeği ön-test, son-test sonuçları SPSS programında testi ile analiz edilmiş Ve Tablo 1ve tablo 2 deki veriler elde edilerek ön test ve son test arasında anlamlı düzeyde artış olduğu görülmüştür. t(34), =-6,12 p<0,01

Öğrencilerin proje öncesi çevre tutum ölçeği puanlarının ortalaması 3,34 iken $(\bar{x} = 3{,}34)$ proje sonrası çevre tutum ölçeği puanlarının ortalaması 4,13 e yükselmiştir.$(\bar{x} = 4{,}13)$

Sonuç olarak proje öğrencilerin çevre bilincinde olumlu yönde artış sağlamış ve onları çevreye karşı daha duyarlı hale getirmiştir.

Proje kapsamında öğrencilere yapılan öntest ve sontestin yanı sıra son testlerle birlikte öğrencilerin proje sürecince sık karşılaştıkları kavramlara ve bu kavramlara yönelik algılarını ölçmek amacıyla Kelime İlişkilendirme Testi (KİT) uygulanmıştır. Test 5 maddeden oluşmaktadır. Formda "doğa, sanayi, doğa-sanayi ilişkisi, geri dönüşüm, çevre" kavramlarının kendileri için ne ifade ettiğini belirtmeleleri istenmiştir. Uygulanan KİT verileri nitel analiz yöntemlerinden içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. İçerik analizi yöntemi kapsamında öğrencilerin cevaplarına öncelikle birer kod oluşturulmuş, daha sonra kodlardan verilen cevaplara göre kategoriler oluşturulmuş ve kategorilerden temalar oluşturularak içerikler analiz edilmeye çalışılmıştır.

1.maddeye bakıldığında "doğa"nın ne ifade ettiğini yazmışlardır. 14/33 ü ağaç/yeşil/çiçek olarak ifade etmektedir. 4/33 ü değerli/önemli/güzel olarak ifade etmektedir. 4/33 ü doğanın kendisine temizliği ifade ettiğini belirtirken 3/33ü de korunacak bir şey olarak ifade etmektedir. Diğer öğrencilerine verdiği "oksijen kaynağı, yenilenen hayat" gibi kavramlar kategorilendirilememiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar genel olarak değerlendirildiğinde doğaya karşı olumlu bir tutum içerisinde oldukları ifade edilebilir.

2. maddeye bakıldığında "sanayi bizler için……..." ile başlayan bir cümleyi tamamlamaları istenmiştir. Verilen cevaplardan oluşturulan temalara bakıldığında 16/33 ü sanayiyi hayatımızdaki yararlı/önemli kavram olarak görmektedir. 8/33 ü sanayiyi doğayı kirleten olarak nitelendirmektedir. 3/33 ü ise hem faydalı hem zararlı olarak nitelendirmektedir. "ışık, fabrika" gibi gelen cevaplar ise kategorilendirilememiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde öğrencilerin çoğunluğu projenin amacına uygun bir şekilde sanayinin doğru kullanılırsa doğayla kardeş olabileceği bilincinin kazandırıldığı ifade edilebilir.

3.maddede ise "Doğa sanayi ilişkisi denilince aklıma……..geliyor." cümlesini tamamlamaları istenmiştir. 11/33 ü geri dönüşüm/çevreyi korumayı ifade ederken bir diğer

11/33 ü ise doğayı kirletmeyen fabrikalar temasında cevaplar vermektedir. 4/33 nün verdiği cevaplar ise kardeşlik temasındadır. "mekanik, zıtlık" gibi cevaplar ise kategorilendirilememiştir. Verilen cevaplardan doğa ve sanayinin de kardeş olabileceği sanayi eğer iyi yönde kullanılırsa doğayı korumaya da yardım edeceği amacının öğrencilere kazandırıldığı düşünülebilir.

4. maddede "geridönüşüm"ün ne ifade ettiğine dair cümleyi tamamlamaları istendiğinde 7/33 ü döngü temasında cevaplar vermektedir. 6/33 ü atıklar temasında cevaplar verirken 3/33 ü teknoloji temasında cevaplar vermektedir. "para, kalemtıraş, tırtıldan kelebeğe" gibi cevaplar ise kategorilendirilememiştir. Verilen cevaplara göre oluşturulan temalardan yola çıkılarak öğrencilere teknolojiyi kullanarak atıkların dönüştürebileceği bilincinin kazandırıldığı düşünülebilir.

5. maddede ise "çevre denilince aklıma……..geliyor." cümlesindeki boşluğu doldurmaları istenmiştir. 16/33 ü doğa temasına yönelik cevaplar vermektedir. 6/33 ü de temizlik temasına yönelik cevaplar vermektedir. "piknik, korunacak değer, insan" gibi cevaplar ise kategorilendirilememiştir. Verilen cevaplar değerlendirildiğinde çevrenin temiz tutularak doğanın korunmasının hedeflendiği düşünülebilir.

Kelime İlişkilendirme testine verilen cevaplar genel olarak değerlendirildiğinde öğrencilerin projenin amacına uygun kazanımları gerçekleştirdikleri, sanayiyi ve teknolojiyi kullanarak atıkların geri dönüştürülebileceği ve böylelikle kaynakların uzun yıllar kullanılabileceği, doğanın kirletilmeden korunabileceği bilincinin kazandırıldığı düşünülebilir. Ayrıca projede uygulamasında ilk gün yapılan doğaçlama drama etkinliklerinde öğrencilerin genellikle tek düze ve aynı örnekler verdikleri, bu konuyla ilgili çok fazla fikir üretemedikleri görülürken uygulamalar sonunda yapılan karikatür çizimi etkinliğinde pek çok geri dönüşüm malzemesini. geri dönüşüm logosunu ve geri dönüşümün ülke ekonomisine katkılarını kullandıkları, geri dönüşümün önemini vurgulayıcı karikatürler çizdikleri görülmüştür.

Kazanımlarını değerlendirmek amacıyla son gün yapılan afiş tasarım etkinliğinde öğrencilerin proje süresince arkadaşlarıyla olan sosyal paylaşımları, birlikte geçirdikleri zaman zarfında yaşadıkları, eğlenceli anları, etkinliklerde neler öğrendikleri ve geri dönüşümün önemiyle ilgili yazılar yazdıkları görülmüştür.

Etkinlikler süresince öğrenciler geri dönüşüm malzemeleriyle, elektronik araçlar tasarlamış, plastik düğme atık kutu vb malzemelerle özgün tasarımlar yapmış, müzik aleti oluşturarak çevre ile ilgili şarkı bestelemiş ve seslendirmişlerdir. Ayrıca ısı enerjisiyle çalışan kayıklar ve hareket enerjisiyle çalışan yel değirmenleri tasarlamış bu tasarımlarını yarıştırmışlardır. Bu sayede kendi ürünlerini tasarlayarak yaratıcılıklarını kullanmış tasarladıkları ürünlerin artı ve eksi yönlerini değerlendirmiş bilimsel sonuçlara ulaşmışlardır.

Üniversitede ve Tarım il fidanlığında yapılan deneylerde bilimsel araştırma yöntemlerine göre deneyleri uygulamış, gözlemlemiş, deneyde elde ettikleri bulguları analiz ederek sonuçlara ulaşmış, başarısız olan deneylerdeki hataları, başarılı olan deneylerdeki doğruları bilimsel açıdan ele almışlardır. Bu sayede bilimsel araştırma yöntemi basamaklarını uygulamış olmuşlardır.

Proje süresince değerler eğitimi üzerinde de durulmuş, her gün davranışlarıyla örnek teşkil eden öğrencilerimiz ödüllendirilmiştir. Ve kapanışta onlarda hissedilen olumlu davranış değişikliklerinden ötürü hepsine madalyalar sunulmuştur. Projenin son günü yapılan kapanış programında proje ile ilgili görüşlerini belirtmek üzere katılımcı iki öğrencimiz ve bir velimiz konuşma yaparak duygularını paylaşmıştır. Velilerimizin biri çocuklarının projeye katılmadan önce endişeli olduklarını fakat proje süresince onların çok mutlu olduklarını görünce bu endişelerinin kaybolduğunu belirtmiş, diğer velimiz ise daha önce hiç ailesinden ayrılmamış ve sürekli ailesine bağlı olan kızının eve dönmek istemediğini proje katılımcılarıyla paylaşımlarının onun sosyalleşmesinde oldukça yararlı olduğunu belirtmişlerdir. Yine aynı velimiz akademisyenlerin ve alanında uzman bir kadronun eşliğinde çocuğunun böyle bir eğitim alınmasından dolayı mutluluk duyduğunu belirtmiştir. Konuşma yapan öğrencilerden biri proje öncesi Doğa Ve Sanayi nasıl kardeş olabilir ki? Diye düşündüğünü, projede

geri dönüşüm ile fabrikaların da doğa için kullanılabileceğini gördüğünü belirtmiştir. Diğer öğrencimiz ise proje süresince gittikleri tesislerin ilgi çekici olduğunu, gerek bireysel gerekse arkadaşlarıyla grup çalışmasıyla yaptıkları etkinliklerin eğlenceli ve öğretici olduğunu, projede yer almış olmaktan dolayı mutluluk duyduğunu belirtmiştir.

Sonuç olarak projede öğrenciler etkinliklerle elde ettikleri teorik alt yapıyı yaptıkları atölyelerle uygulama imkanı bulmuş, üretimden tüketime sanayiyi ve geri dönüşümü yerinde uygulamalı ve etkileşimli öğrenmiş, sanayiyle tanışmış, sanayinin doğa için nasıl kullanılabileceğini deneyimlemiş, çevre bilinci ve geri dönüşüm konusunda hassasiyet kazanmışlardır. Projede öğrenciler atıkların geri dönüşümden sonra nasıl yararlı hale getirilerek imal edildiği ile ilgili de eğitim alarak bilgilerini uygulamalı olarak deneyimlemişlerdir.

Kaynakça :

[1]. Aslan,O.,Uluçınar,S. Cansaran, A.(2008). Çevre Tutum Ölçeği Uyarlanması Ve İlköğretim Öğrencilerinin Çevre Tutumlarının Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi Sayı: 25, Sayfa 283 -295.

[2]. Baştürk, A. ve Gönüllü, M.T., (1990), "Evsel ve Endüstriyel Katı Atıkların Düşündürdükleri", İnsan ve Çevre Sempozyumu, İstanbul, 171-179.

[3]. Çimen,O.ve Yılmaz, M.(2012). İlköğretim Öğrencilerinin Geri Dönüşümle İlgili Bilgileri ve Geri Dönüşüm Davranışları.Eğitim Fakültesi Dergisi 25 (1), 2012, 63-74.

[4]. Kaçtıoğlu, S. Şengül., Ümran.(2010). Erzurum Kenti Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü İçin Tersine Lojistik Ağı Tasarımı Ve Bir Karma Tamsayılı Programlama Modeli .Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 24, Sayı:

[5]. Kayranlı, B., Tankut, İ. ve Pampal, S. 2003. Endüstriyel Katı Atıklar ve Atık Geri Dönüşüm Borsasının İşletilmesi. 5. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Adana.

[6]. Akarsu,S.(2009). Yapısal Atıkların Yeniden Değerlendirilebilirliği Sulukule Örneği. Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü,Gebze. İlköğretim Öğrencilerinin Geri Dönüşümle İlgili Bilgileri ve Geri Dönüşüm Davranışları. Uludağ üniversitesi Eğitim fakültesi dergisi Eğitim Fakültesi Dergisi 25 (1), 2012, 63-74.

[7]. Terzi,H. Oltulular,S.(2004). Türkiye'de Sanayileşme Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik. Doğuş Üniversitesi Dergisi, 5 (2) 2004, 219-226

[8]. Uzun, N. ve Sağlam, N. (2006). Ortaöğretim Öğrencileri İçin Çevresel Tutum Ölçeği Geliştirme ve Geçerliliği. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 240-250.

[9]. Yılmaz,H.(2011). Organize Sanayi Bölgeleri'nin Kent Ekonomisine Katkısı: Malatya Örneği.Yüksek Lisans Tezi İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü http://www.kocaeli.gov.tr/sanayi-kenti-kocaeli

ARK FLAŞ ANALİZİ HESAPLAMALARI NEDİR NASIL YAPILIR

Fikret KIR * Necmi Özdemir **
* Yangın Güvenlik Uzmanı – Demofire Yangın Ltd Şti.
** Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Bölümü

Özet
Ark flaş analizi temel olarak açık yada kapalı ortamlarda meydan gelen elektrik arkalarının , ekipmanlara ve özellikle insanlara olan etkisini hesaplamak demektir.Çalışma sırasında yada yakınlarında bulunulduğu esnada elektrik pano içinde yada açık şalt sahalarında meydana gelebilecek olan DC yada AC ark sonucunda ortay çıkacak olan enerjini TNT cinsinden şiddeti hesaplanır. Yapılan ark flaş enerji hesabına göre ise bu panoda yada sahada çalışırken giyilmesi gereken kişisel koruyucu ekipman ve elbise belirlenir. Yine ark flaş enerji hesabına göre bu panodaki çalışma , yaklaşma mesafeleri belirlenir.Panoların güvenli olup olmadığı , pano ve sistemlerde kullanılan koruyucu ekipmanların (Kesici , Sigorta , MCB , TMB v.b) uygunluğu - uygunsuzluğu da bu hesaplar ile anlaşılır.Ark flaş hesapları ile ilgili çalışmalar 1980 'li yıllarda yapılmaya başlanmıştır çünkü 1980 yılında ilk defa Ralph Lee düşük gerilim tesisler için kullanılabilecek olan açık hava ark (open in air arc calculation) hesaplamalarını geliştirdi , yine aynı yıllarda Du- pont firması nomex ticari isimi ile bilinen yanmayı geciktiren , zor yanıcı bir ürünü geliştirdi , Nomex, ısıya ve aleve karşı koruma sağlayan elyaf teknolojisidir, özel moleküler yapısı sayesinde alev almaz ve alev taşımaz bir malzemedir.Bu özelliği sayesinde petrol, kimya, metal, ulaşım, enerji ve elektrik endüstrilerinde faaliyet gösteren işletmelerde ark flaş etkileridne korunmak için kullanılan bir ürün olmuştur. Sonrasında 1998 yılında IEEE komite üyesi 3 kişi ilk defa kutu içi ark hesaplarını (arc in box calculation)geliştirdi. 2002 yılında NFPA Elektrik Çalışmalarında Uyulacaklar standardına NFPE 70E , Ark flaş etkilerinden korunma ile ilgili Hazard Risk Category Levels - HRC kategorilerini belirleyerek yayınlandı ve 2012 yılında NFPA 70E revizyon ek baskısında bunu tamamen zorunlu hale getirdi. NFPA 70E Madde 130.3, çalışanların "elektrikli olarak güvenli bir durumda" olmayan ekipmanların üzerinde veya yakınında çalıştıklarında uygun şekilde korunmasını sağlamak için bir elektrik flaş tehlike analizinin yapılmasını gerektirir.Bu flaş tehlike analizi, bir elektrik arkının neden olduğu enerjinin serbest kalmasıyla bağlantılı tehlikelere karşı çalışan güvenliği sağlamaya yardımcı olur demektedir.

Ark parlaması hesapları prosedürü IEEE 1584 Standardına ve IEEE Std 1584a ve IEEE Std 1584b-2011 dahil olmak üzere herhangi bir değişikliğe uygun olarak yapılır. Çalışmadaki ekipmanın, üreticinin talimatları veya endüstri tarafından kabul edilmiş standartlara uygun olarak kurulduğu, işletildiği ve sürdürüldüğü varsayılmaktadır. IEEE Standard 1584 kapsamı dışındaki üç fazlı AC devreleri, IEEE 1584'te de tanımlanan Lee denklemleri gibi kabul edilen yöntemler kullanılarak analiz edilebilir. Ülkemizde ise ark flaş etkileri , ark flaşı sonucunda ne tür zararlar oluşacağı ile ilgili durumlar ve bu tür durumlarda ne tür önlemler alınması gerekliliği çok fazla bilinmemekte – önemsenmemektedir. Gelişen endüstrimiz ve bunula beraber iş güvenliği gereklilerinin de artması ile beraber elektrik enerjisi ihtiva eden tüm tesislerde ark flaş analiz hesaplarının yapılması bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Elektrik ark parlaması, personel yaralanması, ekipman hasarı ve iş kaybı için potansiyeli olan ciddi bir tehlikedir. Ülkemizde ark flaşından kaynaklanan kişilerin yaralanma riskini ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için farkındalığın arttırılması ve daha fazla eğitime ihtiyaç duyulduğu görülmüştür.

Ülkemizde iş yerlerindeki ark parlaması tehlikelerinin ortadan kaldırılması veya en aza indirgenmesine ilişkin bir kılavuz veya pratik bir uygulama sistemi mevcut değildir. Şu anda bu konuda ulusal bir standart mevcut değildir. Sadece uluslararası standart ve kuruluşları ve ekipman üreticileri tarafından yayınlanan çok sayıda teknik döküman bulunmaktadır. Bununla birlikte, elektrik arkı tehlikesi bilgisi ve deneyimini içeren bir konsolide kılavuza ve herkes tarafından kolayca erişilebilen kolay anlaşılır bir uygulama kılavuzuna ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler : Elektrik Ark , Ark Flaş , Ark Analizi

1. GİRİŞ

Ark flaş analizi neden yapılmalı ? Ark flaş analizi bir çok sebep ve sonuç dolayısı ile yapılmalıdır. Ark flash analizi öncelikle tesiste çalışan kişilerin can güvenliğini korur.Tesis içerisindeki yanma kaynakları ile yangını başlatma ihtimali olan elektrik kaynakları arasındaki güvenli mesafeleri belirlemenize yardımcı olur. Yine tehlikeli bölgelerde kullanacağınız elektrik panolarının özelliklerini ve sınıflarını belirlemenizi sağlar.Tesislerde uygulanacak olan yangın güvenliği konseptin için temel kriterleri belirlemenize yardımcı olur. Tesiste elektrik kaynaklı yangın riskleri için önlem almanız kolaylaşır.

İnsan derisi 80 C üzeri ısılara maruz kaldığında 2.ci derece yanıklar oluşmaktadır , Ralph Lee hesaplamalarına insan derisinde 96 C üzerinde ısıya 0,1sn maruz kalınınca de 3 cü derece çok kötü yanıklar meydana geldiği sonucuna varılmıştır. Ark flaş parlaması neticesinde 3m uzaklıktaki bir kişiyi öldürebilir

Ülkemizde elektrik kazaları ve bu kazaların ne kadarının ark flaşından kaynaklandığı ile ilgili ciddi bir istatistik bulunmamaktadır.Bilinen bir gerçeklik olarak elektrik kazalarında ölümlerin %80'i elektrik çarpması değil ark patlaması sonucu meydana gelmektedir.Çoğunlukla arkın oluşturduğu plazma tozu magnetik alandan etkilenerek tek yönlü olarak dışarıya doğru çok şiddetli olabilir. Plazma tozu , sıcak gazdan ve CuO - Bakır oksit dumanından oluşan bir toz bulutudur.Yine ark elbiselerin üzerinden yürüyerek ve elbisenizin içine girerek iç çamaşırlarınızı da yakarak cildinizde önemli yanıklara sebep olur. Özetle bir elektrik ark flaş analizi hesaplamaları sonucunda aşağıdaki verilere ve sonuçlara ulaşılır.

- Ark flaş sonucunda oluşacak enerji hesaplanır .(cal/cm2 veya kjoule/m2)
- Çevreye ve insanlara olabilecek tehlikeler belirlenir ve bu tehlikeleri azaltma önlemleri alınır.
- Ark flaş oluşturacak olan ekipmanlara yaklaşım mesafesi hesaplanır.
- Her bir ekipman için özel Uyarı etiketleri oluşturulur ve çalışanlar bilgilendirilir.
- Ölçüm değerlerine ve uyarı etiketlerine uygun KKD lerin seçimi yapılır.
- Ölçüm değerlerine göre ekipmanlarda çalışma şartları belirlenir.

2. ELEKTRİK ARK NEDENLERİ

Elektrik arkları aşağıdaki sebeplerden dolayı oluşabilir ;
Toz ve kirler : İzolasyon yüzeylerindeki toz ve kirler elektrik akımı için bir yol sağlayabilir, böylece parlamaya ve yüzey üzerinde ark boşalmasına neden olabilir. Bu ark daha büyük arklara dönüşerek ortaya çıkan kimyasalların dumanları veya buharları havanın bozulma gerilimini azaltabilir ve ark parlamasına neden olabilir.

Korozyon: Ekipman parçalarının korozyonu, yalıtım yüzeylerinde kirlilikler oluşturur , korozyon ayrıca iletken terminaller arasındaki temas – iletimi zayıflatır, oksidasyon temas direncini arttırır bunun sonucunda Terminal bağlantı noktalarında ısı üretilir ve kıvılcımlar oluşabilir farklı fazlarda açıkta bulunan iletkenler arasında yada faz işle toprak arasında ark olabilir.

Buhar ve damlayan suyun yoğunlaşması, yalıtım malzemelerinin yüzeyinde izlemeye neden olabilir. Bu, toprağa doğru bir flashover ve faz-faz arası ark oluşmasına sebep olabilir.

Kazayla dokunma: Canlı elektrik olan kısımlara yanlışlıkla temas edilmesi arklara neden olabilir.

Düşen aletler: Yanlışlıkla düşürülen aletler anlık kısa devreye, kıvılcım çıkmasına ve arkların başlamasına neden olabilir.

Dar aralıklardaki aşırı voltajlar: Farklı fazlardaki iletkenler arasındaki hava boşluğu çok dar olduğunda (zayıf işçilik veya yalıtım malzemelerinin zarar görmesi nedeniyle), aşırı voltajlar arka sebebiyet verebilir.

Yalıtım malzemelerinin arızası.Kablo , bara vb yalıtımlarda meydana gelen hasarlar arka sebebiyet verebilir.

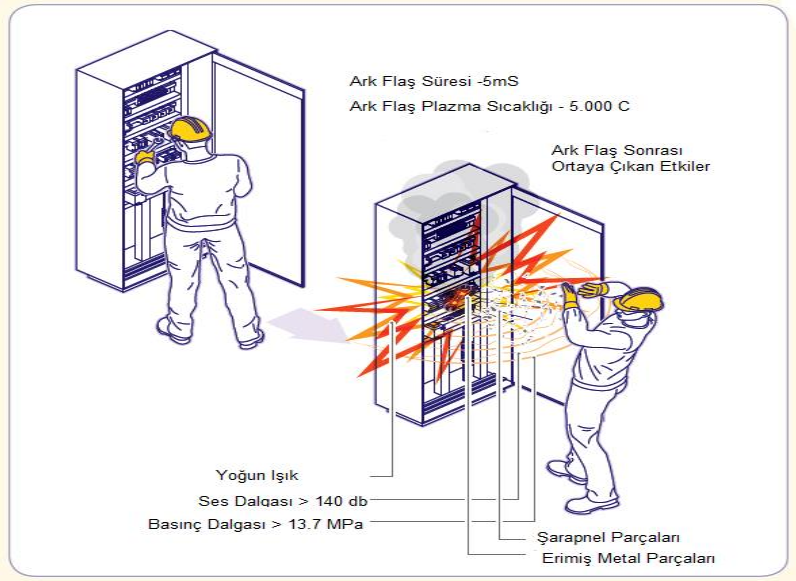
Yine yukarıdakilere ek olarak Elektrik arkları aşağıdakilerden de kaynaklabilir.

Yanlış tasarlanmış veya kullanılmış ekipman.

Uygun olmayan iş prosedürleri.

3. ELEKTRİK ARKLARININ DOĞASI ve ETKİSİ

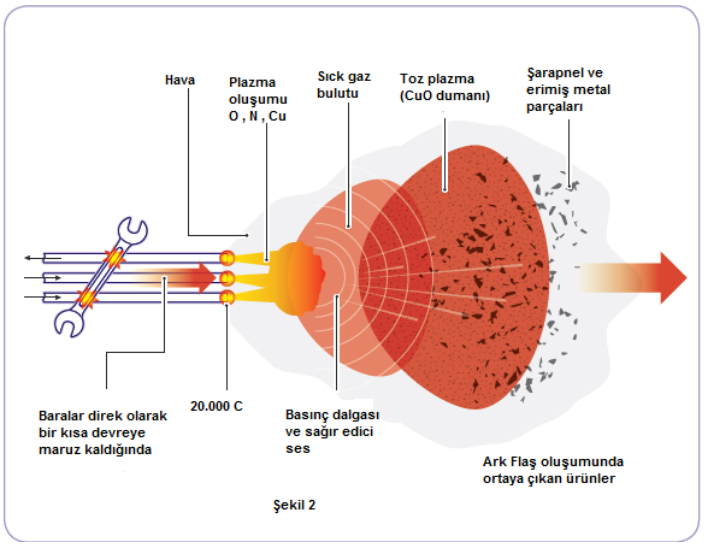
Aşağıdaki şekil 1 de 5mS lik bir ark flaş sonucunda ortaya çıkacak olan etkiler görülmektedir.



Şekil 1

• Elektrik arkları, dünyada meydana geldiği bilinen en yüksek sıcaklıkların bir kısmını üretir – bu sıcaklıklar 35.000 F – 20.000 C kadar çıkar ki bu, güneşin yüzey sıcaklığının dört katıdır.Bu tür yanmalara çekirdek yanması da denir.
• Elektrik ark sonucu meydana gelen yoğun ısı ani havanın genişlemesine neden olur. Bu, çok güçlü hava basıncı ile patlama ile sonuçlanır (yıldırım doğal bir elektrik arktır).
• Şu ana kadar bilinen - kulanılan tüm malzemeler bu sıcaklıkta buhar olur. Malzemeler buharlaştığında, hacim olarak genişler (bakır - 67.000 kez, su - 1.670 kez). Hava akımı erimiş metali büyük bir kuvvetle uzun mesafelere yayabilir.
• Düşük voltajlı bir sistemde (480/277 V), 3 ila 4 inçlik bir ark "stabilize edilebilir" ve uzun bir süre boyunca devam eder.
• Serbest kalan enerji, sistem voltajı, arıza akımı büyüklüğü ve arıza süresinin bir fonksiyonudur.
• Motor kontrol merkezi (MCC) veya şalt cihazı gibi muhafazalardaki arklar, patlama muhafazanın açık tarafına ve işçiye doğru zorlandığı için iletilen patlamayı ve enerjiyi büyütür.
Ark flaş oluşumundan ortay çıkan ürünlerden dolayı ise aşağıdaki etki ve tehlikeler ortaya çıkar ;
• Isı: Ark flaşına maruz kalan birkaç metre uzakta olduğunda ölümcül yanıklar meydana gelebilir. Ciddi yanıklar 10 feet- 3 metre mesafede yaygın olarak görülür , yapılan testler bu mesafelerde 437 ° F / 225 C dan yüksek sıcaklıklar oluştuğunu göstermiştir ki bu kişiler için ölümcül sonuçlar meydana getirebilir.
• Nesneler: Arklar erimiş metal damlacıklarına yüksek hızda basınç uygular ve patlama şarapnel parçalarını insan gövdesine saplayacak kadar kuvvetlidir.
• Basınç: Patlama basıncı dalgaları, ark flaşına maruz kalanları fırlatacak veya yere düşürecek kadar güçlüdür. Ortaya çıkan basınç 13.7 MPa dan daha yüksek olabilir.
• Günlük çalışma kıyafetleri birkaç metre uzakta tutuşabilir ve maruz kalan kişide ciddi yanıklar olur
• Ses patlamalarından duyma kaybı. Ses, elektrik arklarında 2 ft/ 60 cm mesafede 140 dB daha büyük olabilir ki buda ciddi işitme kayıplarına sebep olur.

Aşağıdaki şekil.2 de kısa devre sonucu oluşan bir arkın ve sonucunda nasıl bir tepkimenin oluştuğunu görebilirsiniz. Bu tepkimede oluşan en önemli sonuç plazmadır.



Şekil 2

Ark Plazması, buradaki tepkimenin dördüncü halidir denebilir (katı, sıvı, gaz, plazma) ve en anlaşılabilir olarak "süper ısıtılmış iyonize gaz" olarak tanımlanır.Bir elektrik ark arızası tarafından atılan ark plazması, 5000 dereceden (C) daha yüksek sıcaklıklarda olabilir ve bazen bir ark arızasından meydana gelen bir "ateş topu veya plazma topu" olarak tanımlanmaktadır.Bu 5000 derecelik (C) plazma “ateş topu” ile temas ciddi yanıklara neden olabilir. Daha da önemlisi, bu tür temas ayrıca KKD ile birlikte sınıflandırılmamış günlük çalışma kıyafetlerini ve diğer Kişisel Koruyucu Donanımı (KKD) da yakar.Kıyafet ve KKD sıklıkla yanmaya devam eder ve ark ve plazma ile teması kesildikten sonra bile yanmaya devam eder.Ark plazması ile ilgili bir çok gerçek ve test videolarını internette izleyebilir ve değerlendirme yapabilirsiniz.

4. ARK FLAŞ HESAPLAMALARI İÇİN KURALLAR

Ark parlaması hesapları prosedürü IEEE 1584 Standardına ve IEEE Std 1584a ve IEEE Std 1584b-2011 dahil olmak üzere herhangi bir değişikliğe uygun olarak yapılır. Çalışmadaki ekipmanın, üreticinin talimatları veya endüstri tarafından kabul edilmiş standartlara uygun olarak kurulduğu, işletildiği ve sürdürüldüğü varsayılmaktadır. IEEE Standard 1584 kapsamı dışındaki üç fazlı AC devreleri, IEEE 1584'te de tanımlanan Lee denklemleri gibi kabul edilen yöntemler kullanılarak analiz edilebilir. IEEE 1584 “Ark-Flaş Tehlikesi Hesaplamalarını Yapmak İçin IEEE Kılavuzu” olarak adlandırılmıştır ve muhtemel ark parlaması tehlikelerini hesaplamak için bir metodoloji sunmaktadır. Test verilerine dayanarak, IEEE 1584 komitesi AC sistemler için ark flaşı olay enerjisini hesaplamak için ampirik denklemler geliştirmiştir. IEEE 1584 denklemlerinin sadece test verilerinin değerlendirildiği koşullar için geçerli olduğunu anlamak önemlidir. Bu koşullar aşağıdaki Tablo 1'de özetlenmiştir.

TABLO 1

PARAMETRE	KABUL EDİLEN DEĞERLER
Sistem Voltajı (kV)	0,208 -15 kV
Frekans (Hz)	50 -60 Hz
Bağlantı Arıza Akımı (kA)	0,7 - 106 kA
Elektrodlar arasındaki boşluk (mm)	13 - 152 mm
Ekipman muhafaza tipi	Açık hava , Kutu , MCC , Panel , Kablo , şalt
Topraklama tipi	Topraklı , Topraksız , Yüksek dirençli topraklı
Aıza tipi	Sadece 3 Fazlı arızalar

5. ARK FLAŞ HESAPLAMALARINDA NFPA YÖNTEMLERİ

NFPA yöntemleri kullanılarak hesaplamalar aşağıdaki adımlar izlenerek yapılır.

Adım 1: Ark Akımı Tahmini , IEEE 1584 hesaplama yöntemi, hesaplanan cıvatalı (sıfır empedans) hataların tahmini ark arızası akımlarına dönüştürülmesi için ampirik denklemlere sahiptir. Arkın direnci nedeniyle, ark akımı, aynı lokasyonda sıfır empedans hatasından daha az olacaktır.Sistem voltajı ne kadar düşük olursa, ark direncinin hesaplanan ark akımı üzerindeki etkisi o kadar büyük olur.Düşük voltajlı sistemler için (<1 kV), aşağıdaki ark akımı hesaplama denklemi kullanılır.

$$I_a = 10^{\{K+0.662\log(I_{bf})+0.0966V+0.000526G+0.5588V*\log(I_{bf})-0.00304G*\log(I_{bf})\}}$$

Adım 2: Normalleştirilmiş Olay Enerjisinin Tahmini : 0.2 saniye ark süresi ve arktan 610 mm mesafeye dayanan normalize edilmiş enerji hesabı için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$E_n = 10^{\{K_1+K_2+1.081*\log(I_a)+0.0011G\}}$$

Adım 3: Olay Enerjisinin Tahmini : Normalize edilmiş olay enerjisi, tahmini olay enerjisini belirli bir mesafede normal bir yüzeyde ve denklem ile arklanma zamanında elde etmek için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$E = 4.184\,C_f\,E_n\left(\frac{t}{0.2}\right)\left(\frac{610}{D}\right)^x$$

Adım 4: Ark Flash Koruma Sınırı : Ark Flaş koruma sınırı, kişisel koruyucu donanıma (KKD) sahip olmayan bir kişinin tedavi edilebilir bir ikinci derece yanık alabileceği mesafedir. Bu hesaplama için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$D_B = 610*\left[4.184C_fE_n\left(\frac{t}{0.2}\right)\left(\frac{1}{E_B}\right)\right]^{\frac{1}{x}}$$

Ark flaş hesaplamalarında NFPA 70E yayınlanmış olan EK D detaylı tanımlamalar ve bilgiler vermektedir.

5.1 NFPA 70E EK – D (D2-D3)

NFPA 70E EK-D , olay enerjisinin ve ark flaş sınırının nasıl hesaplanması gerektiği konusunda spesifik olmasa da, bazı tanınmış hesaplama yöntemlerini açıklar.Bununla birlikte, Eklerin asıl NFPA 70E gerekliliklerinin bir parçası olmadığı, sadece bilgi için sağlandığı unutulmamalıdır.

EK-D de verilen yöntemlerden biri Ralph Lee Hesaplama Yöntemidir ,Ek D'de, Lee yöntemi ark flaş sınırını hesaplamak ve ayrıca 600 V'nin üstünde sistemler için olay enerji seviyelerini hesaplamak için kullanılır. 600 V veya daha az olan sistemler için, EK- D "Doughty Neal Paper" yöntemini kullanır. Ralph Lee Yöntemi ve EK- D'de açıklanan Doughty Neal Paper yönteminin birleşimi, Arc Flash hesaplanmasında "NFPA 70E-2015, D2, D3" olarak adlandırılır. Lee yönteminin temeli, belirli bir cıvatalı arıza akımı için mümkün olan maksimum ark enerjisinin belirlenmesidir. Klasik devre teorisine dayanarak maksimum güç belirtilebilir. Ek D, Doughty Neal Paper yöntemi "600 V Güç Dağıtım sistemlerinde Elektrik Ark Tehlikesini Daha İyi Yönetmek İçin Olağan Enerjiyi Öngörmek" için kullanılır. 600 V ve altındaki sistemler için olay enerjisini hesaplamak. Ek D.3, "Bu denklemlerin sonuçları, her durumda en kötü durumu temsil etmeyebilir. Denklemlerin yalnızca denklemler altında gösterilen değişken tanımlarında belirtilen sınırlamalarla kullanılması esastır.

Denklemler yalnızca nitelikli mühendislik gözetimi altında kullanılmalıdır. Bu yöntemde kullanılan denklemler IEEE 1584'te olduğu gibi açık havadaki arklar ile bir koruma kutusundaki yaylar arasında ayrım yapar. Hata akımları 16 kA ile 50 kA arasında sınırlıdır.

5.2 NFPA 70E EK – D5 - DC ARK FLAŞ HESABI

Ek D'deki D.5 Kısmı, DC sistemler için ark parlaması kaynaklı enerjinin hesaplanması hakkında bilgi içerir. D.5.1'de, teorik maksimum güç aktarımı yaklaşımına dayanan DC ark flaş enerjisinin hesaplanması için denklemler gösterilmiştir. Bu denklemler Dan Doan'ın "DC Sistemlere Maruz Kalma için Ark Parçalı Hesaplamaları" adlı bir makalesine dayanmaktadır.

5.3 ARK PATLAMA BASINCI

Bir elektrik arkı ile ilişkilendirilen bir diğer madde de patlama enerjisi veya basıncıdır. Bu tehlike şu anda NFPA 70E veya IEEE Std 1584'te kapsanmamaktadır. Bu güç önemli olabilir ve çalışanları yanıklardan daha ağır olabilecek düşmelere ve yaralanmalara neden olacak şekilde etkiler.Arktan uzaklaştırılmak, elektrikçileri ısı radyasyonuna , erimiş bakıra ve plazma etkilerine maruz kalmasını azaltır, ancak basınç çalışanın düşmesine veya çarpmalar sonucu yaralanmasına neden olabilir. 24 inçteki – 60 cm deki yaklaşık başlangıç darbe kuvveti gibi yaklaşık 260 lb / ft2 olarak hesaplanmıştır.

5.4 ELEKTROD YÖNLENDİRME

IEEE 1584 testleri, dikey düzlemdeki ark elektrotlarına ve bu düzlem için 90 ° 'de ayarlanan kalorimetrelere dayanmaktadır. Test sonuçları ark parlaması tehlikesinin, kalorimetreyi veya bunun yerine bir yalıtım bariyeriyle sonlandırılan dikey elektrot uçlarını gösteren elektrot yatay yönü ile daha kötü olduğunu göstermektedir. Dikey yönelimden gelen olay enerjisinin% 267'si ve 1 kV'den yüksek voltaj için% 300 olacaktır.

5.5 AKIM SINIRLAYICI SİGORTALAR

IEEE 1584-2002, akım sınırlayıcı sigortalarla temizlenmiş ark arızası için ark flaş enerjilerini hesaplamak için alternatif bir yöntem sağlar. Bu alternatif denklemler, tek bir sigorta üreticisinden 2000 A'ya kadar Sınıf A ve Sınıf RK1 sigortaları için yapılan sınırlı testlere dayanmaktadır. Bu bölümün önceki bölümlerinde yer alan IEEE Std 1584-2002 bölümünün 4. Adımında açıklanan denklemlerin aksine, 18 "çalışma mesafesindeki olay enerjisinin belirlenmesi yalnızca sigortadaki mevcut cıvatalı arıza akımına dayanır ve aşağıdakileri içermez:ark akımı, ark zamanı veya ark boşluğunu belirleme faktörleri. Tüm testler belirli bir muhafaza boyutunda yapıldı. Ek olarak, bu denklemler yalnızca her bir boyut aralığı ve sigorta türü için verilen minimum değerlere eşit veya onlardan daha büyük mevcut akımlar için geçerlidir:

Class L 1601-200 A 22.6 kA minimum
Class L 601-1600 A 15.7 kA minimum
Class RK1 401-600 A 8.5 kA minimum
Class RK1 201-400 A 3.16 kA minimum
Class RK1 101-200 A 1.16 kA minimum
Class RK1 1-100 A 0.65 kA minimum

5.6 ARK SÜRESİ

IEEE 1584b-2011 gereksinimlerine göre arkların süresini belirlenir.
Modele dahil edilmeyen sigortalar için üreticinin zaman-akım eğrisi bilgisi kullanılmalıdır. Bu eğriler hem erime hem de clearing zamanını içerebilir. En kötü vakayı temsil eden clearing zamanını kullanılır. Eğri yalnızca ortalama erime süresine sahipse, toplamı belirlemek için bu süreye % 10 artı 0.004 saniye ekleyin. Ark arızası akımındaki toplam clearing süresi 10 milisaniyeden azsa, süre için 0,01 saniye kullanılır. Anlık bölgelerinde çalışan röleler için 60 Hz sistemlerde 16 milisaniyede çalışmasına izin verilir varsayılan süre 0.016 sn'dir.

5.7 AÇIK HAVA SİSTEMLERİNDE TAHMİNİ OLAY ENERJİSİ

NESC'nin 2007 (Ulusal Elektrik Güvenliği Kodu - ANSI C2)'de, bir işçinin ark flaş tehlikelerine özellikle maruz kalmasına yönelik yeni bir kural eklenmiştir ve bu kural 410.A.3 sayılı Kuralda bulunabilir. Enerjili elektrik üzerinde veya yakınında çalışırken ekipmanları NESC kuralını belirtir: "1

Ocak 2009 tarihinden itibaren geçerli olmak üzere, işveren, enerji verilmiş parçalar veya ekipman üzerinde çalışan veya yakınında çalışanlar için bir elektrik arkına maruz kalma olasılığını belirlemek için bir değerlendirme yapılmasını sağlayacaktır. Eğer değerlendirme 2 cal / cm2'den daha büyük potansiyel bir çalışan maruziyetinin bulunduğunu belirler işveren, çalışanlarından beklenen düzeyde düşük bir değerde olmayan etkili bir ark değerine sahip bir giysi veya bir giysi sistemi giymelerini ister. ark enerjisi. Bir elektrik arkına veya aleve maruz kaldığında, aşağıdaki malzemelerden yapılmış giysiler giyilmemelidir: asetat, naylon, polyester veya polipropilen. Kıyafetlerin veya 1000 V ve daha yüksek voltajlarda giyilecek olan bir giysi sisteminin etkili ark değerleri, Tablo 410-1 ve 410-2 kullanılarak veya bir ark-tehlike analizi yapılarak belirlenir.

Bir ark tehlikesi analizi yapıldığında, mevcut hata akımına, ark süresine (çevrimler) ve arkdan çalışana olan mesafeye dayanarak tahmini ark enerjisinin hesaplanmasını içerecektir. ”

6. ARK FLAŞ HESAPLAMALARININ ADIMLARI

Ark flaş hesaplamaları için çeşitli yöntemleri bir önceki bölümde açıklamaya çalışmıştık , bu bölümde ark flaş hesaplamaları için pratik adımları değerlendireceğiz.Bir ark flaş analizi çalışmasında aşağıdaki adımlar ayrıntılı olarak yer almaktadır.Ark flaş analiz çalışması yapmak için temel olarak aşağıdaki adımları izlemek gereklidir.

Adım 1. Ark parlaması tehlikesi değerlendirmesi için tüm konumları ve ekipmanı tanımlayın.
Adım 2. Verileri Toplayın:
a. Kısa devre analizi için ekipman verileri :: Gerilim, Güç (MVA / kVA), empedans, X / R oranı, vb.
b. Koruyucu cihazın özellikleri için ekipman verileri: cihazın tipi, röleler, kesiciler ve açma üniteleri için mevcut ayarlar, amper değerleri, zaman-akım eğrileri ve toplam clearing süresi.
c. Ark flaş çalışması için ekipman verileri: ekipman tipi, muhafaza tipi (açık hava, kutu vb.), İletkenler arasındaki boşluk, topraklama tipi, faz sayısı ve ekipman için yaklaşık çalışma mesafesi.
d. Tüm güç sistemi donanımları, mevcut bağlantıları ve olası alternatif bağlantılar.
Adım 3. Sistemin bir tek hat şemasını hazırlayın.
Adım 4. Kısa devre hesabı çalışması yapın:
a. Her ekipman için cıvatalı (mevcut) 3 fazlı arıza akımını hesaplayın.
b. Her katkıda bulunan şube ve yük için akımı hesaplayın.
Adım 5. Beklenen ark akımını belirleyin:
a. Ark akımını hesapla.
b. Her daldan ark akımına katkıda bulunan dallanma akımlarını hesaplayın.
6. Koruyucu cihazın özelliklerinden kaynaklanan ark süresini ve ark hatasına önemli ölçüde katkıda bulunan her dal için bu cihazdan geçen ark akımını tahmin edin.
7. Ekipman için gelen enerjiyi verilen çalışma mesafelerinde tahmin edin.
8. Ekipman için ark flaş sınırını belirleyin.
9. Değerlendirmeyi raporlarda, tek hat şemalarda ve ekipmandaki uygun etiketlerle belgelendirin.

Adım 1 - Arc Flash İçin Tüm Konumları ve Donanımı Belirleyin , Tehlike Değerlendirmesi :
Ark parlaması tehlikesi değerlendirmesi, yalnızca çalışanların riske maruz kaldığı yerler için gereklidir. Bu nedenle, güç sistemindeki her ekipman için değerlendirme yapılması gerekli olmayabilir. Servis transformatörü 125 kVA'nın altındaysa, 208 volt veya daha az olan paneller ve santraller genellikle göz ardı edilebilir.Ark, düşük voltajlarda ve daha küçük mevcut arıza akımlarında sürdürülebilir olmayacaktır.

Bu IEEE 1584-2002 önerilerinden geliyor. Önemli ark parlama yaralanması potansiyeli varsa, kesicilere ve sigortalara sahip tüm paneller değerlendirmeye dahil edilmelidir. Kesiciler çalışırken veya sigortalı bağlantı kesildiğinde, kapı kapalı bile olsa olaylar oluşabilir. Değerlendirme gerektiren ekipmanı belirlemek için mevcut tek hat şemalarına başvurabilirsiniz. Eğer böyle bir şema yoksa tek hat şeması oluşturulmalıdır.

Adım 2 – Verilerin toplanması : Bazı ekipmanların ark flaş tehlikesi değerlendirmesi gerektirmemesine rağmen, bu ekipmanla ilgili veriler kısa devre analizinde gerekli olabilir. Çalışma

için gerekli olan tipik veriler Tablo 2 'de gösterilmektedir. Kısa devre analizi, tesisler ve üreticiler hakkında veri gerektirir.
Transformatörler, kablolar, iletim hatları, motorlar, vb. Cihazın etiketi, gerekli verilerin çoğunu sağlayabilir. Belirli bir veri yokluğunda, bilgileri üreticiden veya temsilcilerinden elde etmek mümkün olabilir.

TABLO 2	
AÇIKLAMA	DEĞER
Ekipman Tipi	
Voltaj	
Güç (MVA/KVA)	
Empedans	
X/R Değeri	
Faz / Bağlantı	

Koruyucu cihaz özellikleri için ekipman verileri toplayın, ark süresini belirleyen çeşitli koruyucu cihazlar hakkında veri alın. Bu veriler mevcut çizimlerden, röle kalibrasyon verilerinden, koordinasyon çalışmalarından ve saha incelemesinden elde edilebilir.Bu cihazların zaman-akım karakteristiklerini (TCC) üreticiden temin edin. Koruyucu cihazın yeterince güvenilir olup olmadığını belirleyin. Bu, operatörlere sorarak veya gerekirse test ederek yapılabilir. Bazı şirketler periyodik röle test programlarına sahiptir. Koruyucu cihaz bozulursa, üretici tarafından sağlanan veriler geçerli olmayabilir. Arıza kesintisi beklendiği gibi gerçekleşmezse, ark parlaması değerlendirmesi doğru olamaz. Bu tür ekipmanın onarımı veya değiştirilmesi gerekecektir.

Arc flash çalışması için ekipmanların verilerini toplayın , seçilen hesaplama yöntemine bağlı olarak, bir ark flaş tehlike analizi çalışması için aşağıdaki tablo 3 teki ekipman verileri gereklidir.

TABLO 3	
AÇIKLAMA	DEĞER
Muhafaza türü (açık hava, kutu vb.)	
Açık iletkenler arasındaki boşluk	
Topraklama tipi	
Faz/ Bağlantı	
Çalışma mesafesi	

Olası tüm çalışma koşullarını belirleyin ,diyagramları ve tabloları kullanarak tüm olası bağlantıları (sistem çalışma modları) not edin. Devre kesici, anahtar veya sigorta durumları anormal işlemler sırasında değişebilir. Paralel beslemeler mevcut hata akımını ve bunun sonucunda ark parlaması tehlikesini büyük ölçüde artırabilir. Bağlı motorların hataya katkısı da tehlikeyi artıracaktır. Değerlendirme hem normal çalışma koşullarını hem de mümkün olan en kötü ark flaş senaryosunu içermelidir. Genel olarak, mevcut hata akımı arttıkça, ark flaşı enerjisi de artar. Ancak, ark flaş enerjisinin bir fonksiyonudur. Ark süresi ve ark akımı, otomatik olarak en yüksek arıza akımının her zaman en kötü durumdaki ark parlaması tehlikesi olacağı varsayılamaz.

Adım 3 - Sistemin Tek Hat Şeması Hazırlayın ,Tek hat diyagramlar, güç sistemleri hakkındaki bilgileri belgelemek ve iletmek için önemlidir. Tek hat şemaları okumak kolaydır, ekipmanın bağlantılarını ve durumunu gösterirler ve analiz için gereken verileri içerirler. Kısa devre çalışmaları ve ark parlaması tehlikesi değerlendirmesi gibi analiz sonuçları kolaylıkla diyagramlara yerleştirilebilir. Mevcut tesislerin çoğu zaten tek hat şemalarına sahip olmalıdır. Tek hat şemaların güncel olduğu, değerlendirmeye başlamadan önce doğrulanmalıdır.

Adım 4 - Kısa Devre Çalışması Gerçekleştirin ,Burada kısa devre çalışmaları hakkında tam bir bilgi vermeyeceğiz , ancak kısa devre çalışmaları yaparken ark parlaması tehlikeleriyle ilgili ek hususlar aşağıdaki bölümlerde kısaca açıklanmıştır.
Katkıda Bulunan şube Akımlarını Hesaplayın.

Bolted/Cıvatalı Arıza Akımını Hesaplayın , Tüm olası her çalışma modu için simetrik RMS amperinde 3 fazlı cıvatalı arıza akımını hesaplayın. İlgili ekipmandaki çeşitli bağlantıları dikkate alırken aşağıdakileri kontrol edin:
•• Hizmete dönüştürülebilen veya hizmet dışı bırakılabilen birden fazla yardımcı kaynak.
•• Sistem yapılandırmasına bağlı olarak paralel çalışan veya izole edilmiş çoklu yerel jeneratör kaynakları.
•• Acil çalışma koşulları. Bu sadece küçük yedek üreticilerle olabilir.
•• Kısa devre akımlarının düşük olduğu ancak ark süresinin uzun olduğu bakım koşulları.
•• Paralel geçiş veya MMC'lere beslemeler.
•• Açık veya kapalı olarak çalıştırılabilen kesiciler.
•• Çalışmayan büyük motorlar veya diğer işlem bölümleri.

Adım 5 - Beklenen Ark Akımını Belirleyin , yukarıdaki bölümlerde açıklanan ampirik formüllerden birini kullanarak gerekli her ekipman veya veri yolu için ark akımını hesaplayın. Seçilen hesaplama yöntemi ,
IEEE 1584'e Dayalı Rastgele Değişimden Kaynaklanan Bir Dizi Akım Toleransını Göz önünde bulundurun
1. Beklenen cıvatalı/bolted arıza durumunu hesaplayın.
2. Ark akımı, yukarıdaki durum için IEEE 1584 tahmininin% 100'ünde hesaplayın.
3. Ark akımı, yukarıdaki durum için IEEE 1584 tahmininin% 85'inde hesaplayın.
4. Bu iki ark akımında, ark flaşı olay enerjisini hesaplayın ve KKD'yi seçmek için olay enerjilerinin en yüksek seviyesini kullanın. Minimum arıza akımının clearing süresi daha uzun sürebilir ve maksimum arıza akımı koşulundan daha yüksek bir ark flaşı olay enerji seviyesi ile sonuçlanabilir. Ana arıza akımı kaynağındaki arıza akımı, bu cihazdaki akımın ark parlaması olay enerjisinin büyük kısmı için arıza giderme süresini belirleyin.

Yay Akımına Katkıda Bulunan Dalgalı Akımları Hesaplayın , Bu, önceki adımda elde edilen cıvatalı arıza akımına branş akımı katkıları kullanılarak yapılır .Ark hatasına katkıda bulunan akımları hesaplamak için aşağıdaki denklemi kullanın. Ix, ark = Ix, BF * Iarc / IBF Ix, arc = Ark hatası için x dalı üzerinden akım

Ix, BF = Cıvatalı hata için x dalı boyunca akım IBF = Cıvatalı arıza akımı
Ark akımının, doğrusal olmayan ark direncinden dolayı sinüzoidal olmadığı gözlenmiştir. Farklı dalların harmonik katkısı değişkenlik gösterebilir, ancak temel bileşen yukarıda açıklanan yöntem kullanılarak hesaplanabilir.

Adım 6 – Ark Zamanını Tahmini ,Ark arızasına önemli ölçüde katkıda bulunan her dal/şube için koruyucu cihaz özelliklerinden kaynaklanan arklanma süresini ve bu cihazdan geçen ark akımını tahmin edin. Tek bir değer yerine bir dizi ark akımı düşündüğümüz için, her bir ark akım değeri için açma süresini - üst sınır, alt sınır ve NFPA 70E veya IEEE 1584 denklemlerinden hesaplanan değeri saptamamız gerekir.

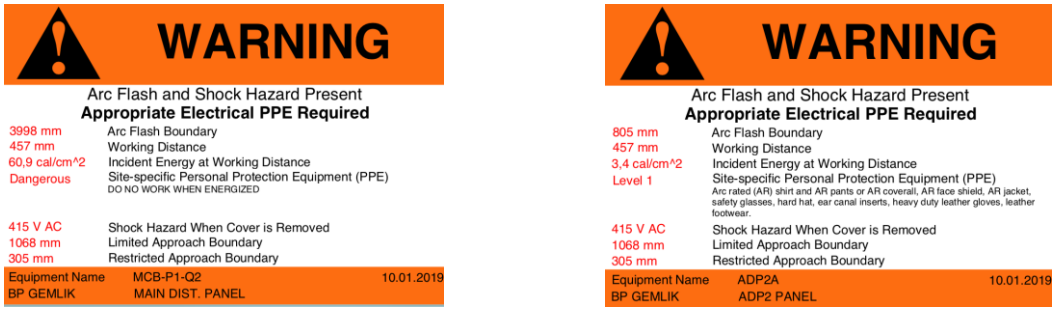
Koruyucu Cihaz Performansını Değerlendirin ,Herhangi bir koruyucu cihaz tarafından görülen hesaplanmış dallanma akımları, cihazın toplayıcı akımına yakın olduğunda özel dikkat gereklidir. Dal akımı akımdan düşükse, cihaz açmaz. Tipik olarak, koruyucu cihazlar, aşağı akım cihazı, aynı akım (veya aynı gerilim tabanına dönüştürülen eşdeğer akım) için yukarı akış cihazından önce açılacak şekilde koordine edilir. Bununla birlikte, uygun koordinasyon olmadığında, aşağı akış cihazı belirli bir arıza akımında açılmazsa, yukarı akış cihazı açılabilir. Bu nedenle, hangi cihazın ark hatasını keseceğini belirlemek gerekir.

Çoklu Beslemeler için Trip/Açma Süresi , Bir veri yolu, birden fazla kaynaktan beslendiğinde, veriyolundaki bir hata, bir dizi açma işlemine neden olabilir.Fiili arıza akımı, kesiciler açıkken değişecektir, çünkü güç kaynakları arızalı veri yolundan sırayla kaldırılacaktır. Röleler tarafından görülen akım zaman içinde değişeceğinden, her kesicinin fiili açma süresini belirlemek için daha fazla hesaplama yapılması gerekir.

Adım 7 - Olay Enerjisini Hesaplayın , Verilen çalışma mesafelerinde ekipman için olay enerjisini tahmin edin. Ark flaşı olay enerjisini belirleme denklemleri yukarıdaki bölümlerde verilmiştir. Olay enerjisi, ark akımının, yayılma zamanının, mahfaza tipinin, yaydan olan mesafenin ve elektrotlar arasındaki boşluğun bir fonksiyonudur , çeşitli senaryolar göz önüne alınarak seçilen yöntemi kullanarak hesaplamaları yapın.
Her senaryo için olay enerjisi hesaplarken aşağıdaki durumların değerlendirildiğinden emin olun:
•• IEEE 1584 standardına ve ilgili açma zamanına bağlı ark akımı.
•• Rasgele değişiklikler ve bununla ilişkili açma/trip süresi nedeniyle ark akımının alt sınırı.
•• Rasgele değişimler ve bununla ilişkili açma/trip süresi nedeniyle ark akımının üst sınırı.
•• Çoklu besleme senaryoları:
•• Adım 4'te belirtildiği gibi olası her bağlantı türü için olay enerjisini değerlendirin.
•• Adım 6 da açıklandığı gibi, kesici operasyon serileri boyunca ark akımı değişimi için olay enerjisini değerlendirin.
Adım 8 - Ark Flaş Sınırını Belirleyin , Ark flaş sınırı, ark flaşına maruz kalan kişilerin, uygun KKD olmadan, ikinci dereceli yanıklara maruz kalabilecekleri mesafedir. Ark flaş sınırı, ark flaşı olay enerjisinin bir fonksiyonudur. Ark parlaması enerjisi ne kadar yüksek olursa, sınır o kadar uzak olur.
Adım 9 - Ark Parlaması Tehlikesi Değerlendirmesini Belgeleyin , Ark parlaması tehlikesi değerlendirmesi ayrıntılı raporlarda, tek hat şemalarında ve ekipman üzerinde belgelenmelidir. Mümkün olduğunca ayrıntılı bilgi verin.

7. ARK FLAŞ ETİKETLEME

Enerjilendirilmiş çalışma sırasında ortaya çıkabilecek muhtemel ark flaş tehlikesinin uyarısını sağlamak için ekipmanın üzerine ark flaş etiketleri yerleştirilmelidir. Ark flaş etiketleri, belli bir mesafeden kolayca görülebilir ve okunabilir bir yere yerleştirilmelidir. Örnek ark flaş etiketleri aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 3

8. ARK FLAŞ TEHLİKESİNİ ÖNLEMEK VE KORUNMAK

Ark flaş ile ilgili çalışmaları yaptıktan sonra ortaya çıkan sonuçlara- raporlara göre , ark flaş tehlikesini önlemek ve meydana geldiğinde korunmak için aşağıdaki adımları izlemek gereklidir.



Şekil 4

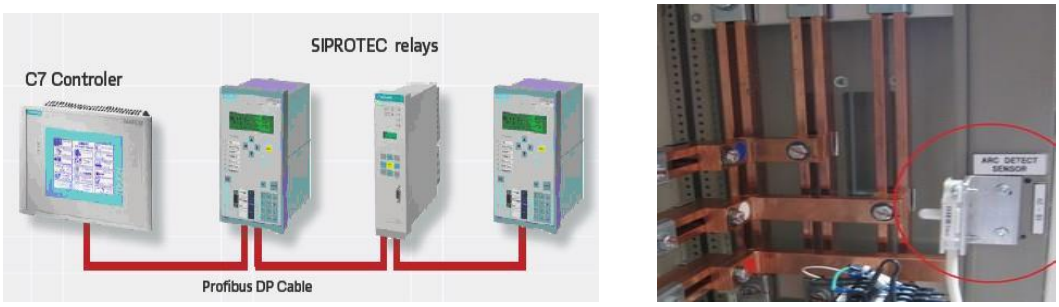
Adım 1. Tehlikeyi ortadan kaldırmak , çalışma sonucuna göre çok yüksek tehlike arz eden yerlerdeki tehlikeyi tamamen ortadan kaldırmak gereklidir.

Adım 2. Tehlike arzeden ekipmanı daha güvenli ekipman ile değiştirin .Sistemlerde arızalı yetersiz yada standartlarsa uymayan ekipmanlar ile değiştirin , varsa sistemi daha güvenli bir sistem yöntem ile değiştirin.
Adım 3. Tehlikeyi insanlardan ayırın , bariyer koyun , sahaya yetkisiz kimsenin girmesine engel olun , uyarıcı bariyerler kullanın ve gerekiyorsa sahayı kilitleyin.



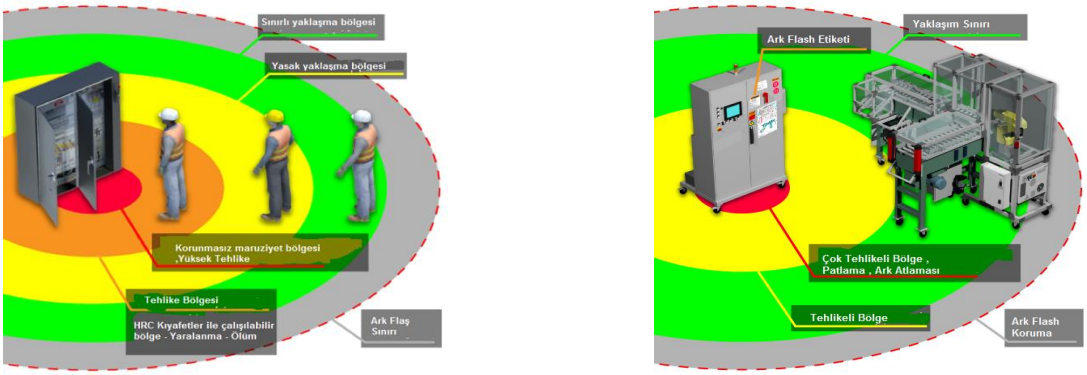
Şekil 5

Adım 4. Mühendislik yenilemeleri , revizyonlar ve ekipmanlar ile riski azaltın , koruma ekipmanlarının açma sürelerini düşürün , Ark flash Röleleri kullanın , yüksek tehlike bölgelerinde gücü bölüm (Trafo sayısını arttir) ,ZSI röleleri kullanın , UFGS kullanın , Dual setting yapın v.b



Şekil 6

Adım 5. İnsanların çalışma şeklini değiştirin / kontrol edin , çalışanları eğitin , çalışma prosedürleri kontrol listeleri belirleyin , güvenli çalışma mesafelerini iyi tanımlayın , uyarı etiketleri koyun , diğer makine ve ekipmanların birbirine olan mesafelerini ayarlayın.



Şekil 7

6. İşçiyi , çalışanı koruyun , çalışma sonucuna göre çalışanların uygun HRC kıyafetleri giyerek çalışmasını sağlayın.




Şekil 8

9. SONUÇ

Ark flash analizi (AFB) ülkemizde genelde pek bilinmiyor , işgüvenliği , yangın güvenlik uygulamalarında pek yapılmıyor , belki ne olduğu yada önemi pek bilinmediğinden dolayı henüz ciddi biçimde uygulanmamakta . Ark flash analizi öncelikle tesiste çalışan kişilerin can güvenliğini korur.Tesis içerisindeki yanma kaynakları ile yangını başlatma ihtimali olan elektrik kaynakları arasındaki güvenli mesafeleri belirlemenize yardımcı olur.Yine tehlikeli bölgelerde kullanacağınız elektrik panolarının özelliklerini ve sınıflarını belirlemenizi sağlar.Tesislerde uygulanacak olan yangın güvenliği konseptin için temel kriterleri belirlemenize yardımcı olur.Tesiste elektrik kaynaklı yangın riskleri için önlem almanız kolaylaşır.

REFERANSLAR

[1] NFPA 70E ed 2015 Standart For Electrical Safety Works

[2] IEEE 1584-2018 - IEEE Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations

[3] Low Voltage Circuit Breakers , Arc flash hazards , ABB

[4] Arc Flash Calculation Methods , Velimir Lackovic, Char. Eng.

[5] IEEE 1584 Arc Flash Calculations , Dr. Mohammed A. Ali

[6] Electrical Arc Flash Hazard Management Guideline , Australia Energy Council (AEC)

[7] Practical Solution Guide to Arc Flash Hazards , Conrad St. Pierre ,Satish Shrestha, PE

Afshin Majd PhD, PE David Castor, PE Chet Davis,Robert Luo PhD, Mike Koch

[8] İnternet üzerinden herkese açık üreticilerin kullanıcı kılavuzları

VİCKERS SERTLİK DENEYİNDE ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİ HESAPLAMASI VE SAYISAL UYGULAMASI

Doç.Dr.Bülent AYDEMİR
TÜBİTAK UME / Kuvvet Laboratuvarı
bulent.aydemir@tubitak.gov.tr

Özet
Ölçümleri içeren deneylerden bahsedildiğinde, ölçüm belirsizliği önemli bir unsur olarak karşımıza çıkar. Çünkü elde edilen sonuçların müşteri tarafından istenen sınır değerlerini başarabilmesi ve ölçüm içerisindeki sistem elemanlarının bu sonuçlar üzerindeki etkisi ölçüm belirsizliği ile belirlenebilir. Bu çalışmada, Vickers sertlik ölçümü deneyi sonuçlarının EN ISO 6507-1 göre belirsizlik hesaplaması ve sayısal olarak uygulaması gerçekleştirilmiştir. Makale içeriği üç ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, Vickers sertlik deneyi genel bilgileri verilmiştir. İkinci bölümde, sertlik deneyinde EN ISO 6507-1 göre ölçüm belirsizliği hesabının genel kuralları ve formülleri tanımlanmıştır. Son bölümde ise Vickers sertlik deneyi sonuçlarına göre belirsizlik hesabının sayısal uygulaması verilmiştir. Bu sayede, konu ile ilgili kişilere sertlik deneyinde belirsizlik hesaplamaları hakkında detaylı ve doğru bir bilgi iletilmesi hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Belirsizlik hesabı, Vickers, EN ISO 6507-1, Sertlik deneyi

CALCULATION OF MEASUREMENT UNCERTAINTY IN VICKERS HARDNESS TESTING AND NUMERICAL APPLICATION

Abstract
When talking about tests that include measurements, measurement uncertainty is an important element. Because the obtained results can achieve the limit values requested by the customer and the effect of the system elements in the measurement on these results can be determined by the measurement uncertainty. In this study, uncertainty calculation and numerical application were performed according to EN ISO 6507-1 of Vickers hardness test results. The content of article consists of three main sections. In the first part, general information of Vickers hardness test is given. In the second part, general rules and formulas of calculation of measurement uncertainty according to EN ISO 6507-1 in hardness test are defined. In the last chapter, numerical application of uncertainty calculation according to Vickers hardness test results is given. In this way, it is aimed to provide detailed and accurate information about uncertainty calculations in hardness test to related persons.

Keywords: Uncertainty calculation, Vickers, EN ISO 6507-1, Hardness test

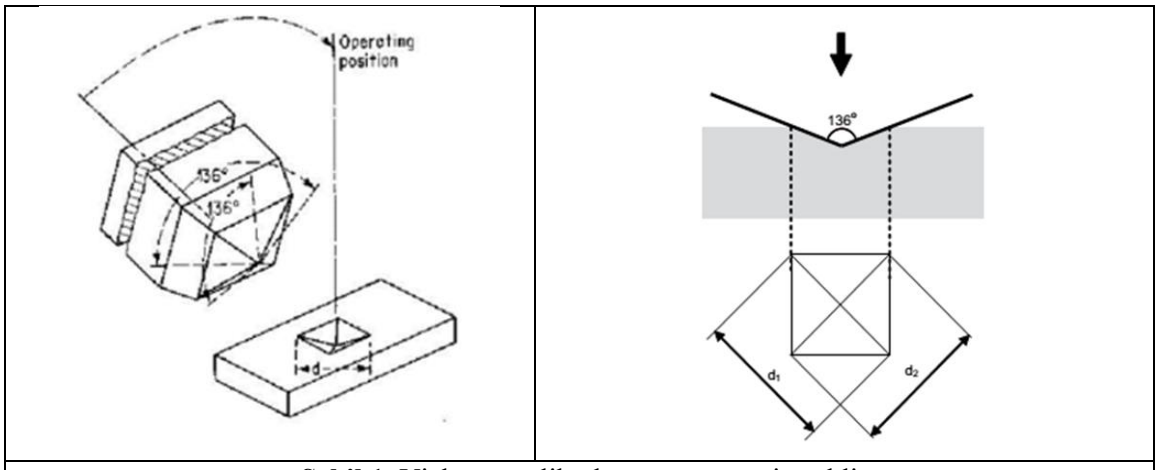
1. GİRİŞ

Sertlik, malzemenin plastik deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanır. Bu tanıma göre malzemenin şekil değiştirmeye, çizilmeye, sürtünmeye veya kesmeye karşı gösterdiği dirence sertlik denir. Sertlik, Uluslararası Birimler Sistemi SI'da yer almayan konvansiyonel bir büyüklüktür. Sertlik değerleri, "maksimum çekme dayanımı" gibi tasarım aşamasında doğrudan kullanılamamaktadır; ancak, elde edilen sonuçlar diğer mekanik özelliklerin tahmininde veya malzemeler ya da imalat usulleri arasında bir mukayese yapmak için kullanılabilir.

Sertlik ölçümü için pek çok metot vardır. Bunlardan en bilinenleri Rockwell, Brinell, Vickers statik sertlik ölçüm yöntemleridir. Bu çalışmada Vickers sertlik ölçüm yöntemi sonucunda elde edilen sertlik değerleri için belirsizlik hesabı örneği verilecektir. Temel olarak Vickers yönteminde kare tabanlı, karşılıklı yüzeyleri arasındaki açı değeri 1360 olan dik piramit biçimindeki elmas bir batıcı ucun deney parçasının yüzeyine belirli bir kuvvet ile bastırılır ve ortaya çıkan izin köşegen uzunluğu ölçülür (Şekil 1). Daha sonra aşağıda verilen formül yardımı ile Vickers sertlik değeri hesaplanır (Tablo 1). Yada EN ISO 6507-4 standardında verilen tablolar kullanılarak sertlik değeri belirlenebilir. Vickers sertlik

ölçme yöntemi EN ISO 6507-1 standardında detaylı olarak tanımlanmıştır. Vickers sertlik ölçüm deneyinde uygulanan kuvvet değerleri ise Tablo 2 de verilmiştir.

Bu çalışmada, Vickers sertlik ölçümünde belirsizlik hesaplaması açıklanacaktır. Çalışmada Vickers sertlik ölçümleri için belirsizlik hesabı EN ISO 6507-1 standardı Ek D kısmına uygun şekilde açıklanmıştır. Ayrıca, pratikte yapılmış olan bir vickers sertlik deneyi ölçüm sonucu için belirsizlik hesaplaması ve değerlendirmesi örnek olarak verilmiştir.



Şekil 1. Vickers sertlik ölçümü ve prensip şekli

Tablo 1. Vickers sertlik değeri hesabı

Sembol/ Kısaltma	Açıklama
α	Piramit şekilli basma ucunun tepe noktasında karşılıklı yüzler arasındaki açı (136°)
F	Deney kuvveti, N
d	Iki köşegenin (d_1 ve d_2) aritmetik ortalaması (Şekil 1'e bakınız)
HV	Vickers sertliği = Sabit X $\frac{Deney\ kuvveti}{İzin\ yüzey\ alanı} = 0{,}102\frac{2FSin\frac{136^\circ}{2}}{d^2} \approx 0{,}1891\frac{F}{d^2}$
Sabit = 0,102 ≈ 1/9,80665, burada 9,80665 kgf'den N'a çevrim faktörü	

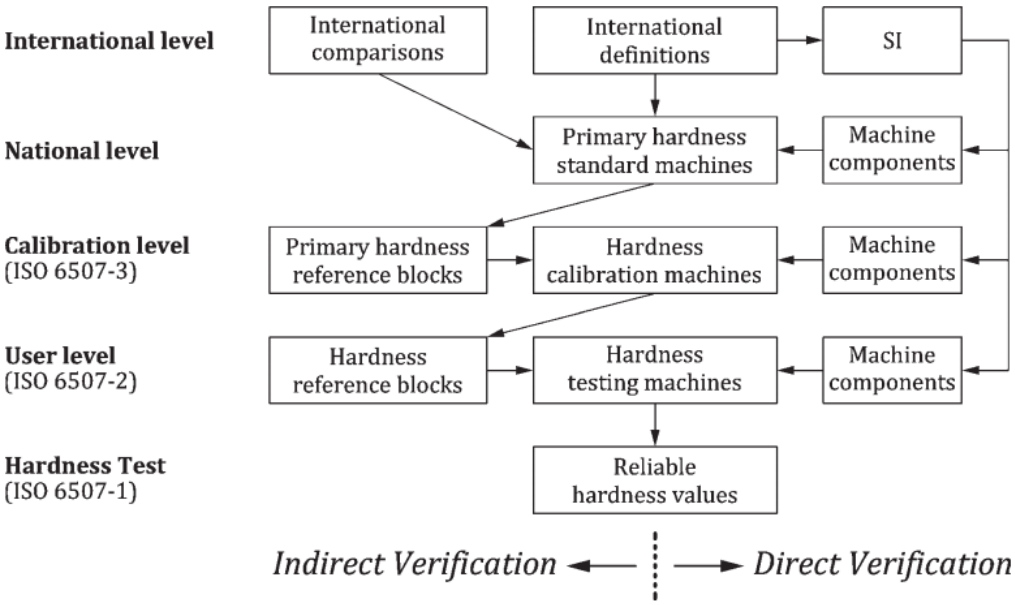
Tablo 2. Vickers sertlik deneyi kuvvet değerleri

Sertlik deneyi [a]		Düşük-kuvvet sertlik deneyi		Mikrosertlik deneyi	
Sertlik sembolü	Deney kuvveti anma değeri *F* N	Sertlik sembolü	Deney kuvveti anma değeri *F* N	Sertlik sembolü	Deney kuvveti anma değeri *F* N
HV 5	49,03	HV 0,2	1,961	HV 0,01	0,09807
HV 10	98,07	HV 0,3	2,942	HV 0,015	0,1471
HV 20	196,1	HV 0,5	4,903	HV 0,02	0,1961
HV 30	294,2	HV 1	9,807	HV 0,025	0,2452
HV 50	490,3	HV 2	19,61	HV 0,05	0,4903
HV 100	980,7	HV 3	29,42	HV 0,1	0,9807
a 980,7 N'den büyük anma deney kuvvetleri uygulanabilir.					

2. SERTLİK DENEYİNDE BELİRSİZLİK HESABI

Sertlik alanındaki izlenebilirlik zinciri Şekil 2 de dört kademede olduğu gösterilmiştir. Zincir, uluslararası karşılaştırmaları yapmak için birçok tanımları kullanan uluslararası seviye ile başlar. Bir çok birincil (primer) standart sertlik cihazları, kalibrasyon laboratuvarları seviyesi için birincil sertlik

referans bloklarının kalibrasyonunda kullanılırlar. Bu cihazlar ilgili sertlik ölçeği standardında tanımlanan en iyi doğruluğu sahip cihazlardır.



Şekil 2. Sertlik ölçümlerinde izlenebilirlik zinciri

Sertlik deneyinde belirsizlik hesabı Vickers sertlik skalası için EN ISO 6507-1 standardının ek D kısmında detaylı olarak tanımlanmıştır. Burada 2 yaklaşım verilmektedir. Sapmasız metot (metot 1-M1) ve sapmalı metot (Metot 2-M2) şeklindedir.

Bu metotları ifade etmeden önce cihazın sapmasını tanımlamak gereklidir. Sertlik cihazının sapması (hata olarak da adlandırılır) b sembolü ile ifade edilir. Hesaplaması ise sertlik deney cihazının kalibrasyonundaki beş adet sertlik ortalama değeri ile sertlik referans bloğunun kalibrasyon değeri arasındaki farktan türetilir ve belirsizliğin tayininde birçok şekilde kullanılabilir.

$$b = \bar{x} - H_{CRM} \quad (1)$$

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots x_1}{n} \quad (2)$$

Burada,
b: sapma değeri
$x_{1,\ldots,n}$: sertlik ölçüm değerleri
$\bar{x}$: ortalama sertlik değeri
H_{CRM}: Referans sertlik bloğu değeri

Sapmasız metot, Metot 1 (M1 olarak kısaltılan), sertlik deney cihazının sistematik hatasını değerlendirmeye almadan kullanılan basitleştirilmiş bir metottur. M1'de, hata sınırı (cihazın referans standartlardan sapma bırakılan aralık anlamına gelir) belirsizliğin kaynağını tanımlamak için kullanılır. Sertlik değerlerinin, hataya göre düzeltmesi yoktur. Belirsizlik (U_{M1}) formülü aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

$$U_{M1} = k.\sqrt{u_x^2 + u_H^2 + 2\,.\,u_{ms}^2 + u_{HTM}^2} \quad (3)$$

Burada;
k: genişletme faktörü (k=2 alınır)
u_X: ölçümlerin tekrarlanabilirlik standart belirsizliğini
u_H: tekrarlanabilirlik eksikliğinin standart belirsizliğini

u_{ms}: Sertlik ölçüm cihazı çözünürlüğünün standart belirsizliğini
u_{HTM}: Sertlik test makinasının hatasının standart belirsizliğini ifade eder

$$u(x) = \frac{t.s_x}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

$$u_H = t \times s_H \quad (6)$$

$$u_{ms} = -\frac{2x}{d} \cdot \frac{\delta_{ms}}{2\sqrt{3}} \quad (7)$$

$$\delta_{ms} = \sqrt{\delta_{OR}^2 + \delta_{IR}^2} \quad (8)$$

$$u_{HTM} = U_{HTM} / 2 \quad (9)$$

Burada,
s_H: Ölçülen sertlik değerlerinin standart sapması
n: ölçülen sertlik sayısı
t: dağılım katsayısı
$x_{1,\ldots,n}$: sertlik ölçüm değerleri
$\bar{x}$: ortalama sertlik değeri
x: referans sertlik bloğunun sahip olduğu sertlik değeri
d: referans sertlik bloğunun sahip olduğu sertlik değerine karşılık gelen köşegen ortalama değeri
δ_{ms}: sertlik cihazı çözünürlük değeri
δ_{OR}: sertlik cihazı büyütme sisteminin çözünürlük değeri
δ_{IR}: sertlik cihazı ölçme sistemi göstergesinin çözünürlük değeri

Sonuç olarak hesaplanan belirsizlik değeri ise aşağıda verilen iki şekilde gösterilir.

$$X_{corr} = (x - b) \pm U_{M1} \quad (10)$$

$$X_{ucorr} = x \pm (U_{M1} + |b|) \quad (11)$$

Burada,
X_{corr}: Ölçülen sertlik değerlerinin düzeltilmiş değeri
x: Ölçülen sertlik değeri
X_{corr}: Genişletilmiş düzeltilmiş belirsizlik değeri
X_{ucorr}: Ölçülen sertlik değerlerinin düzeltilmemiş değeri

Sapmalı metot (Metot 2), M1'e alternatif olarak, Metot 2 (M2 olarak kısaltılan) kullanılabilir. Bu metot bir kontrol çizelgesi ile birlikte kullanılır. M2 daha küçük belirsizlik değerlerine yol açabilir. Ayrıca hesaplanan belirsizlik değeri 13 nolu formül şekilde gösterilir.

$$U_{M2} = k.\sqrt{u_x^2 + u_H^2 + 2\,.u_{ms}^2 + u_E^2} \quad (12)$$

$$X = x \pm U_{M2} \quad (13)$$

$$u_E = b_E / \sqrt{3} \quad (14)$$

Burada,
k: genişletme faktörü (k=2 alınır)
u_H: tekrarlanabilirlik eksikliğinin standart belirsizliğini

u_{ms}: Sertlik ölçüm cihazı çözünürlüğünün standart belirsizliğini
u_E: standartta tanımlanan sapma miktarı standart belirsizliğini
b_E: EN ISO 6507-2 standardında tanımlanan maksimum sapma değerini ifade eder

3. VİCKERS SERTLİK DENEYİ BELİRSİZLİK HESABININ SAYISAL UYGULAMASI

Bu çalışmada verilen örnek için EN ISO 6507-1 standardının Ek D bölümünde verilen sayısal veriler kullanılmıştır. Bir sertlik test makinasında Vickers skasında test numunesi üzerinden alınan tek sertlik değeri x = 410 HV 30 ya da tablo 3 de verildiği şekilde test numunesi üzerinden alınan değerleri ortalaması 410 HV 30 olan bir numune için belirsizlik değeri hesabı aşağıdaki şekildedir. Sertlik test cihazının çözünürlük değeri δ_{IR} = 0,0001 mm ve mikroskop objektifinin çözünürlüğü ise δ_{OR} = 0,0005 mm ve olarak verilmiştir.

Tablo 3. Sertlik test numunesi üzerinden alınan ölçüm değerleri

Ölçülen Sertlik değerleri, HV 30					Ortalama, $\bar{x}$	Standart sapma, s_x	Belirsizlik, u (x)
1	2	3	4	5	HV 30	HV 30	HV 30
408,0	412,0	416,0	406,0	408,0	410,0	4,0	2,0

Tablo 3 deki hesaplamalar aşağıda verilmiştir. Ortalama değer 5 adet ölçüm değerinin aritmetik ortalaması formül 2 kullanılarak hesaplanır. Standart sapma değeri 5 nolu formül ile aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{5-1}((408-410)^2 + (412-410)^2 + (416-410)^2 + (406-410)^2 + (408-410)^2}$$

s_x = 4,0 HV 30

u(x) değeri için 4 nolu formül kullanılır. n değeri sertlik ölçümü sayısı olup 5 olarak, t değeri de EN ISO 6507-1 Ek D standardında belirtildiği şekilde t = 1,14 (n=5 için) alındığında,

$$u(x) = \frac{t.s_x}{\sqrt{n}} = \frac{1{,}14\,.\,4}{\sqrt{5}}$$

u(x) = 2,0 HV 30 belirlenir.

Sertlik test makinasının kalibrasyon sertifikasında bulunan dolaylı (indirect) kalibrasyonunda ölçülen referans sertlik test bloğu değerleri veya sertifikalı referans test bloğu üzerinden ölçülecek sertlik değerine yakın referans değerli x_{CRM} = 401,6 HV 30 ve sertifikasında verilen belirsizlik değeri U_{HTM} = 5,14 HV 30 olan referans blok üzerinden tablo 4 verilen şekilde 5 adet sertlik ölçümü alınmıştır. Bu değerlerden ölçümlerin standart sapması (s_H) yine 5 nolu formül kullanılarak ve sapma değeri (b) 1 ve 2 nolu formül kullanılarak belirlenebilir.

Tablo 4. Referans sertlik bloğundan alınan ölçüm değerleri ve hesaplamaları

Ölçülen Sertlik değerleri					Ortalama	Standart sapma	Belirsizlik	Sapma
HV 30					HV 30	HV 30	HV 30	HV 30
1	2	3	4	5	$\bar{H}$	s_H	u_H	b
405,5	399,0	400,9	403,4	397,5	401,3	3,24	3,69	-0,3

Standart sapma değeri 5 nolu formül ile aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{5-1}((405{,}5 - 401{,}3)^2 + (399 - 401{,}3)^2 + (400{,}9 - 401{,}3)^2 + (403{,}4 - 401{,}3)^2 + (397{,}5 - 401{,}3)^2}$$

s_x = 3,24 HV 30

M1 metot için belirsizlik hesabı için u_H değeri standatta verilen 6 formülünde olduğu şekilde
$u_H = t \times s_H = 1{,}14 \times 3{,}24 = 3{,}69$ HV 30

sapma değeri 1 nolu formülünde olduğu şekilde,

b = 401,6 – 401,3 = -0,3 HV 30 olarak belirlenebilir. Ancak EN ISO 6507-1 Ek D standardındaki örnekte test cihazının sapma değeri b = 1,62 HV 30 olarak verilmiştir. Bu değer esas alınarak diğer işlemler gerçekleştirilmiştir.

Büyütme sisteminin çözünürlüğü δ_{OR} = 0,0005 mm olarak ve ölçme sistemi göstergesinin çözünürlüğü ise δ_{IR} = 0,0001 mm olarak verilmiştir. Bunlar 8 nolu formülde kullanılarak;

$$\delta_{ms} = \sqrt{\delta_{OR}^2 + \delta_{IR}^2} = \sqrt{0{,}0005^2 + 0{,}0001^2}$$

δ_{ms} = 0,00051 mm olarak bulunur.

Referans sertlik bloğunun değeri x = 410 HV 30 ve bu sertlik değerindeki köşegen uzunluğu d = 0,3684 mm alınarak u_{ms} değeri 7 formülünde olduğu şekilde

$$u_{ms} = -\frac{2x}{d} \cdot \frac{\delta_{ms}}{2\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 410}{0{,}3684} \cdot \frac{0{,}00051}{2\sqrt{3}}$$

u_{ms} = - 0,33 HV 30 olarak bulunur.

Sertlik test makinasının hatasının standart belirsizliği ise 9 nolu formül kullanılarak,
$u_{HTM} = U_{HTM} / 2 = 5{,}14 / 2 = 2{,}57$ HV 30 hesaplanır.

3 nolu formül kullanılaraktan tek sertlik ölçümü için (yani $u_x = 0$ alınırsa) belirsizlik değeri (U_{M1})
4

$$U_{M1} = k.\sqrt{u_x^2 + u_H^2 + 2 \cdot u_{ms}^2 + u_{HTM}^2} = 2.\sqrt{0^2 + 3{,}69^2 + 2 \cdot (-0{,}33)^2 + 2{,}57^2}$$

U_{M1} = 9,04 HV 30

3 nolu formül kullanılaraktan beş sertlik ölçümü için (yani $u_x \neq 0$ alınırsa) belirsizlik değeri (U_{M1})

$$U_{M1} = k.\sqrt{u_x^2 + u_H^2 + 2 \cdot u_{ms}^2 + u_{HTM}^2} = 2.\sqrt{2{,}0^2 + 3{,}69^2 + 2 \cdot (-0{,}33)^2 + 2{,}57^2}$$

U_{M1} = 9,92 HV 30

olarak hesaplanır.
M1 metot belirsizlik beyanı tek sertlik ölçümüne göre 10 ve 11 nolu formülde verildiği şekilde,
$X_{corr} = (x - b) \pm U_{M1} = (410 - (1{,}62)) \pm 9{,}04 = (408 \pm 9)$ HV 30
$X_{ucorr} = x \pm (U_{M1} + |b|) = 410 \pm (9{,}04 + 1{,}62) = (410 \pm 11)$ HV 30
gösterilerek EN ISO 6507-1 standardına uygun olarak sertifikada belirtilir.
M1 metot belirsizlik beyanı beş adet sertlik ölçümüne göre 10 ve 11 nolu formülde verildiği şekilde,
$X_{corr} = (x - b) \pm U_{M1} = (410 - (1{,}62)) \pm 9{,}92 = (408 \pm 10)$ HV 30

$X_{ucorr} = x \pm (U_{M1} + |b|) = 410 \pm (9,92 + 1,62) = (410 \pm 12)$ HV 30
gösterilerek EN ISO 6507-1 standardına uygun olarak sertifikada belirtilir.

M2 metot için belirsizlik hesabı için u_H değeri yine 6 formülünde olduğu şekilde,
$u_H = t \times s_H = 1,14 \times 3,24 = 3,69$ HV 30
u_{ms} değeri yine 7 ve 8 nolu formülü kullanılarak yukarıda verildiği şekilde,
$u_{ms} = - 0,33$ HV 30

b_E değeri ise EN ISO 6507-2:2018 standardında verilen tablo 5 deki HV 30 skalası için müsaade edilen sapma değeri olan $b_E = \pm$ % 3 olarak alınır. Bu değeri sertlik birimine dönüştürmek için oran orantıya göre aşağıdaki şekilde hesaplanır:
$b_E = 3 \,.\, 410 / 100 = 12,3$ HV 30 olarak bulunur.
u_E değeri 14 nolu formülü kullanılarak
$u_E = b_E / \sqrt{3} = 12,3 / \sqrt{3} = 7,10$ HV 30
olarak hesaplanır.

12 nolu formül kullanılaraktan tek sertlik ölçümü için (yani $u_x = 0$ alınırsa) belirsizlik değeri (U_{M2})

$$U_{M2} = k.\sqrt{u_x^2 + u_H^2 + 2\,.\,u_{ms}^2 + u_E^2} = 2.\sqrt{0^2 + 3,69^2 + 2\,.\,(-0,33)^2 + 7,10^2}$$

$U_{M2} = 16,0$ HV 30

12 nolu formül kullanılaraktan beş sertlik ölçümü için (yani $u_x \neq 0$ alınırsa) belirsizlik değeri (U_{M2})

$$U_{M2} = k.\sqrt{u_x^2 + u_H^2 + 2\,.\,u_{ms}^2 + u_E^2} = 2.\sqrt{2,0^2 + 3,69^2 + 2\,.\,(-0,33)^2 + 7,10^2}$$

$U_{M2} = 16,54$ HV 30
M2 metot belirsizlik beyanı olaraktan 13 nolu formülde verildiği şekilde,
$X = x \pm U_{M2} = (410 \pm 16)$ HV 30
M2 metot belirsizlik beyanı beş adet sertlik ölçümüne göre
$X = x \pm U_{M2} = (410 \pm 17)$ HV 30
gösterilerek EN ISO 6507-1 standardına uygun olarak sertifikada belirtilir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olan sertlik ölçümlerinin kalitesinin göstergesi ölçüm belirsizliği değeridir. Ölçüm belirsizliklerinin doğru parametreler katılarak en düşük seviyede olacak şekilde hesaplanması arzu edilen durumdur. Bu kapsamda ölçüm yapan ve akredite olan deney laboratuvarları için belirsizlik hesaplamasına yardımcı olmak amacıyla bu çalışma hesaplanmıştır. Verilen sayısal örnek ile hesaplamadaki tüm aşamalar açıklanmıştır. Bu sayede, sertlik ölçümleri yapan veya kullanan konu ile ilgili kişilere belirsizlik hesabı hakkında detaylı ve doğru bir bilgi iletilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışma ile ölçüm belirsizliği hesabı konusunda araştırma yapanlara rehber bir doküman hazırlanması amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

TS EN ISO 6507-1, 2018, Metalik malzemeler - Vickers sertlik deneyi - Bölüm 1: Deney metodu

TS EN ISO 6507-2, 2018, Metalik malzemeler - Vickers sertlik deneyi - Bölüm 2: Deney cihazlarının doğrulanması ve kalibrasyonu

TS EN ISO 6507-4, 2018, Metalik malzemeler - Vickers sertlik deneyi - Bölüm 4: Çizelgeler ve sertlik değerleri

Aydemir, B., Mekanik Testlerde Ölçüm Belirsizliği Uygulamaları, 2018, 4. Ulusal Laboratuvar Akreditasyonu ve Güvenliği Sempozyumu ve Sergisi, İstanbul, 25-27.04.2018, 1p.

Aydemir, B., Malzeme Deneylerinde (Çekme deneyi) Ölçüm Belirsizliğinin Hesaplanması Eğitim Dokümanı - G2KV-110, 2015, G2KV-110, Nisan 2015, TÜBİTAK UME

Aydemir, B., Sertlik ölçüm yöntemlerinin bugünü ve yarını, 2009, Metal Dünyası, Sayı 196, S.84-87, İstanbul

SIX SIGMA METHODOLOGY AND AN APPLICATION IN AUTOMOTIVE INDUSTRY

Gözde ŞEN
Kocaeli University / Engineering Faculty / Industrial Engineering
gozdesen@outlook.com

Ekin TAZEGÜL
Kocaeli University / Engineering Faculty / Industrial Engineering
ekin.tazegul@gmail.com

Abstract
The Six Sigma approach introduced by Motorola in the 1980s, in which processes are defined, analyzed and solutions are provided to minimize operational errors and to ensure operational excellence and customer satisfaction, is an approach that offers improvements not only in production but also in finance and healthcare. In this study, the DMAIC cycle which is the methodology of Six Sigma and its steps placed. The organization structure and value chain required for Six Sigma to achieve success and aimed results are stated. Critical success factors are shared to achieve targeted benefits with Six Sigma. An improvement problem has been analyzed with the DMAIC methodology in the Six Sigma study conducted with a company which manufactures trucks in the automotive industry. It was observed that the technical service received turbo-related malfunction complaints from the D segment vehicles introduced to the market after a certain period of use. Data such as month of production, current mileages, mileages of the vehicles at the moment of the problem, current age of the vehicles, the age of the vehicles at the time of the problem, the regions where the vehicles were used were analyzed. The suitability of the data groups belonging to the turbochargers of the vehicles to the normal distribution was tested. There was a significant difference in the test result. The current sigma level was calculated. B10 Life test was performed by using Minitab 10% of D segment vehicles were tested for the possibility of future turbo-related malfunctions through this test. The root cause of the failure was found by using the fishbone diagram, which is one of the problem-solving techniques. As a result of the improvements, solutions and suggestions were shared.

Keywords: DMAIC methodology, Customer satisfaction, B10 life test, Operational excellence, Automotive industry

1. INTRODUCTION

In the market, where competition is increasing day by day, customers are much more conscious. As customers cannot get the desired product or service, they immediately start to supply their requirements with another company. Therefore, the loss of customers and profits for companies can occur in a very short time. It has become a necessity for a company to provide products and services in the best way and to give importance to quality by using all its facilities to be durable under these competitive conditions. Therefore, in line with the six sigma methodology, eliminating wastes, determining the customer requirements correctly, making the most accurate and profitable production in the shortest time will provide a competitive advantage for the companies. This study aims to identify the problems that companies may encounter in the global world and to show which problems may be faced for the companies that will start to apply Six Sigma. The study will guide them to implement the Six Sigma methodology consciously. In the second section of the study, Six Sigma phenomenon is explained in general. Critical success factors, basic principles, roadmap and sigma performance scale were included. The organizational structure for the success of Six Sigma applications are placed. In the third section, the DMAIC cycle which is the methodology of Six Sigma and its steps are stated. In the fourth section, an application in the Automotive Industry is analyzed and evaluated. Finally, solutions and suggestions are shared in the last section.

2. SIX SIGMA

The history of Six Sigma is based on minimizing variances in Motorola's systematic processes in the late 1980s to compete better with Japanese competitors (Hopp and Spearman, 2008). Motorola bases

most of its quality work on the Six Sigma program. This program aims to separate the 12 sigma spread with Six Sigma on both sides of the process average and to reduce the difference in the process specification limits as shown in the standard normal distribution graph in Figure 1.1 (Yang et al., 2003).

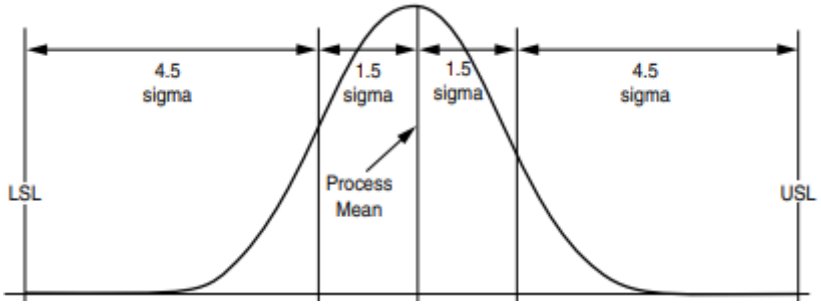


Figure 1. 1: Interpretation of Motorola's Six Sigma Program (Yang et al., 2003)

Six Sigma is an optimized, disciplined and data-driven performance level in which the whole process from service to production is analyzed. Six sigma provides to approach zero defect by minimizing failures. The companies aim to improve the processes by reducing the variables with Six Sigma level. As a management system, it is an approach that aims to increase the profitability of companies. This approach reduces defects, rate of waste and performs customer-oriented process management in an integrated approach and statistically. At this point, three key factors should be considered to achieve the desired quality level. These: Customers, processes, and employees (Little, 2003). The basic principles of Six Sigma are: Customer-oriented, process-oriented, data-based management, proactive management, unlimited cooperation, and excellence. The road map is aligned: Identifying key processes and key customers, identifying customer requirements, measuring current performance, prioritizing and analyzing improvements, deploying and integrating the six sigma systems (Pande et al., 2003).

Table 1. 1: Sigma Performance Scale (Watson, 2005)

Sigma Level	Defect per Million	Success Rate	Average Failure Cost (%)
1.0 σ	670 000	33%	>40%
2.0 σ	308 537	69%	30-40%
3.0 σ	66 837	93,32%	20-30%
4.0 σ	6210	99,38%	15-20%
5.0 σ	233	100%	10-15%
6.0 σ	3,4	100%	<10%

Companies that reach the Six Sigma level are considered the best in their fields compared to their competitors. Six Sigma is aimed at 3,4 defects per million to prevent problems that may arise. Corresponding defect per million, success rate and average failure cost for each sigma level are shared in Table 1.1. Nowadays, many companies are working on 3 or 4 sigma level. It shows that the defect rates in these processes are between 6.210 and 66.800 per million. Failure cost due to scrap and repairs in these companies comprises 10-15% of sales. This rate is quite close to zero in Six Sigma companies. Considering that companies operate with an average profit of 10%, it is unlikely that companies with 3-4 sigma will gain competitive advantage and retain their presence in the market against companies that achieve Six Sigma. It is not enough for companies to use only Six Sigma techniques to be successful. Besides, they need to understand and assimilate its philosophy. Therefore, some critical points should be identified and monitored. Critical success factors for a company applying Six Sigma methodology "Participation and Support of Senior Management, Organizational Infrastructure, Cultural Change, Education, Customer Focus, Linking Six Sigma to Business Strategies and Financial Objectives, Participation of Employee, Understanding Six Sigma Methodology, Project Management Skills, Project Selection and Prioritization, Leadership" can be aligned (Raghunath ve Jayathirtha, 2013). The most important reason for the success of companies with Six Sigma applications is that the method is systematic and disciplined. What makes it systematic and disciplined is the underlying Six Sigma organizational structure. This structure is shown in Table 1.2.

Table 1.2: Roles and Responsibilities in Six Sigma (George, 2002)

Senior Management	Leads to change. Determines vision.
Sponsor	Part-time. Assists to solve problems. Trains the project team.
Champion	Full time. Leads the business performance development process.
Master Black Belt	Part-time. Leads major projects. Trains black and green belt.
Black Belt	Full time or part-time. Trains the project team. Assists the project team.
Green Belt	Part-time. Leads minor project.
Team Members	Short time. Provides specific support for projects.

Traditional companies operate at 3-4 sigma levels. Table 1.3 indicates the reflection of defect rates in real life.

Table 1. 3: The Reflection of Defect Rates to Real Life (Polat et al., 2005)

Example	**%99 (3.8 Sigma)**	**%99.99966 (6 Sigma)**
Lost labor hours in 10 000 employees	100 man-day	49 minutes
Monthly power outage	7,2 hours	8,8 seconds
The danger of severe turbulence at six-hour flight	3,6 minutes	0,1 seconds
Lost in 1 000 000 $ investment	$10000	$3,4

Table 1.3 shows that there are significant differences between sigma levels in terms of error rates. The benefits of Six Sigma can be aligned as follows: Costs are reduced, productivity and market share increases, customer continuity is ensured, cycle time and defect rates decrease, culture change is provided, outputs are focused instead of inputs, management of outputs is aimed by controlling inputs, systematic, each step leads the next step, problems are defined statistically, the inputs and outputs are analyzed and evaluated as data-driven, improvements are compared with the initial situation of the project, the success of the project is explicitly demonstrated, and the improvements in the process are maintained continuity with an explicit control plan.

3. DMAIC METHODOLOGY

Six Sigma is not just a quality production or service method. In addition to improving quality and continuous improvement are also aimed here. There are multiple models in the implementation of this method. However, almost all of these models are based on W. Edward Deming's cycle (Plan, Do, Check, Act) (Gürses, 2005). The DMAIC methodology which is a data-driven cycle is one of the most important reference of Six Sigma projects for process improvements. The DMAIC is an abbreviation of five steps. These steps can be listed as follows: Define, Measure, Analyse, Improve and Control. If it is necessary to make a simplified description of each step, Define: Problem identification, prioritization and selection of the right project, Measure: Determining the scope and performance of the parameters, Analyse: Identifying the process determinants and root causes of the problem, Improve: Improving the process by changing and finding optimization solutions, Contol: Evaluating the results of the solutions obtained in the previous stage and ensuring that the gains are sustainable (Sokovic et al., 2010).

4. APPLICATION

This section aims to observe the improvements provided by the Six Sigma methodology with implementation on the project in the automotive industry. Due to the information security risks, information of the company that the study was conducted was kept confidential.

4.1 Define phase

At the beginning of the project, customer complaints which came from only D segment vehicles among A, B and D segments, which were produced and presented to the market, due to the failure of the turbocharger in the after a certain period of use were examined and identified. The target of the project is to achieve a high level of service and customer satisfaction by reducing customer complaints

of D segment vehicles. D segment vehicles are within the scope of the project and A and B segment vehicles are excluded. The implementation area of the project is the turbochargers of the D segment vehicles. The project team includes a champion, a black belt, two green belts, and three team members. The predicted earnings at the end of the project: 19 vehicles/year and 53.320.000 TL / year.

4.2 Measure phase

Total of 3983 vehicles from A, B and D segments were examined in the existing situation. Data such as month of production, current mileages, mileages of the vehicles at the time of the problem, current age of the vehicles, age of the vehicles at the time of the problem, regions where the vehicles were used were collected and analyzed. It was observed that failures caused by turbocharger occur only in D segment vehicles. In total, only 19 vehicles out of 3155 came to the technical service due to turbo-related malfunction. Once the data was examined, as seen in Figure 4.1 that only the vehicles produced in 2016 and whose current kilometers were in the range of 60.000-160.000 kilometers are more likely to malfunction. Figure 4.2 shows that the current age distribution of defective vehicles is in the 18-22 range. The frequency appears higher in this range than in other months.

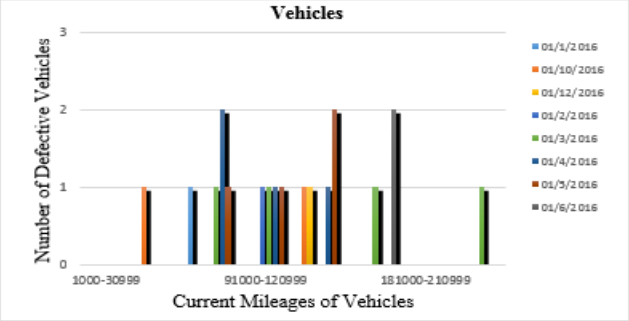


Figure 4.1: The Number of Defective Vehicles and Current Mileages of Vehicles

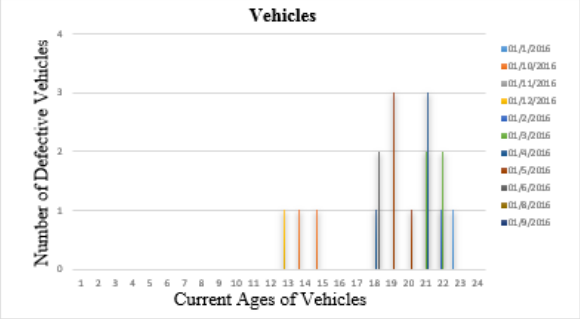


Figure 4.2: The Number of Defective Vehicles and Current Age of Vehicles

The specification limit determined by marketing strategies is 400 000 kilometers and there is no demand for turbo related failures from the vehicles before this kilometers. One of the critical quality features, “turbocharger failures in vehicles” was decided to make improvements in the current situation.

4.3 Analyse phase

At this stage of the study, it is necessary to establish hypotheses to determine the suitability of the data groups to normal distribution. The hypotheses H_0 and H_1 were determined as follows:
H_0 (null hypothesis): The proportion of 10% of the vehicles which will be produced in the future will run smoothly up to 400,000 kilometers.
H_1 (alternative hypothesis): The proportion of 10% of the vehicles will be produced in the future will fail before 400,000 kilometers.

In Figure 4.3, the suitability of the data groups to the normal distribution in terms of kilometer under the significance level $\alpha = 0.05$ was tested. Since $P < \alpha$, there was a statistically significant difference in the test result. The probability of rejection of H_0 hypothesis was increased based on this result. The test indicates that there is a possibility of failure before 400 000 kilometers from the proportion of 10% of the vehicles which will be produced in the future. As shown in Figure 4.4, the current sigma level was calculated at 4.01.

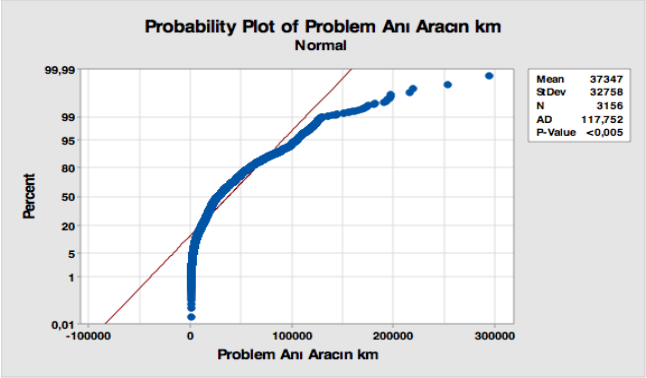


Figure 4.3: Normal Distribution Test

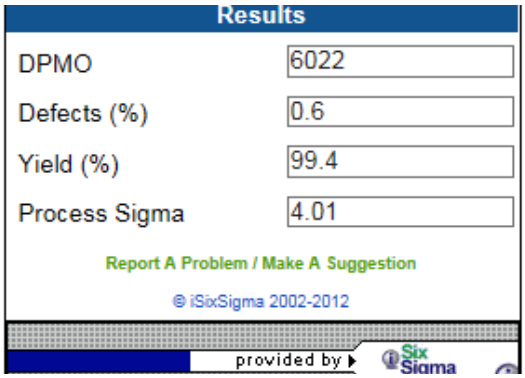


Figure 4.4: Determination of Sigma Level (https://www.isixsigma.com/process-sigma-calculator/, 16.10.2019)

B10 life test was performed on the D segment vehicles with the Minitab program. The test expresses the time at which a 10% of the masses in a population will fail at a point, or a 90% reliability of a population at a certain point in its life with Weibull distribution (https://blog.minitab.com/blog/meredith-griffith/how-to-calculate-b10-life-with-statistical-software, 20.10.2019). In Figure 4.5, the failure of 10% of the D segment vehicles was tested in terms of kilometers. As can be seen from the figure, there is a possibility of failure in the 10% of D segment vehicles which will be produced in the future due to turbocharger at 150.336 km. The proportion of 90% includes the probability of failure at 353.183 km. As per the quality standards, no malfunction is expected before 400.000 kilometers.

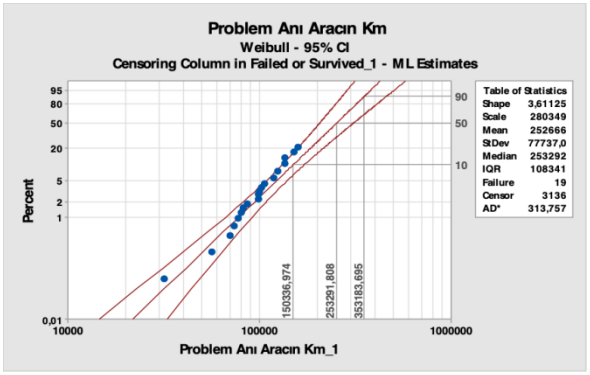


Figure 4.5: B10 Life Test of D Segment Vehicles in terms of Kilometer

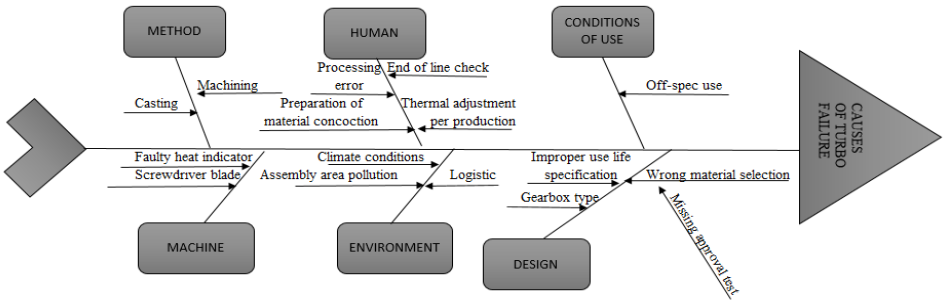


Figure 4.6: Fishbone Diagram for Causes of Turbocharger Failure

The possible causes of failure as a result of brainstorming by creating quality circles were determined through the fishbone diagram in figure 4.6. Once the reasons were examined, it is found that there was a design problem in the turbochargers of the vehicles and it was concluded that the material selection was wrong due to the lack of approval test which was the root cause. The supplier company chose the

material of turbochargers based on the B segment vehicles and adapted them to the D segment vehicles by interpolation method without laboratory and vehicle driving tests . The operating conditions of the B segment vehicles are suitable for a light load (25 tonnes), long distance (1 000.000 km), and flat terrain, and differ considerably from D segment vehicles used in conditions such as heavy load (50 tonnes), short distance (400 000 km), and rough terrain. As a result of the incomplete approval test, the turbochargers designed for the B segment was adapted to the D segment vehicles. This caused turbocharger failure in the D segment vehicles.

4.4 Improve phase

In the turbocharger production phases, the material is casted and then tempered. The tempered material is then subjected to machining. During the process, casted aluminum material was using and then machining. However, the air bubbles formed during casting reduces the strength and thus the resistance. For this reason, completely non-casted full aluminum material was used in the improvement phase and then processed on machining. Figure 4.7 and Figure 4.8 compare the turbochargers resistance of the vehicles in terms of kilometers before and after improvement. Figure 4.7 shows that the vehicles reached at 700 000 kilometers without any turbo-related malfunction after the improvement while 10 % of the vehicles failed at 150.000 kilometers before improvement and the Figure 4.8 illustrates that the vehicles approached at 2 750 000 kilometers after the improvement while 90 % of the vehicles failed at 350.000 kilometers.

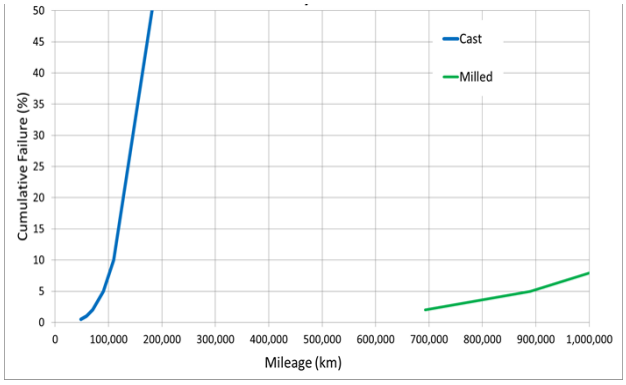


Figure 4.7: Before - After Resistance of Turbocharger (10% of Vehicles)

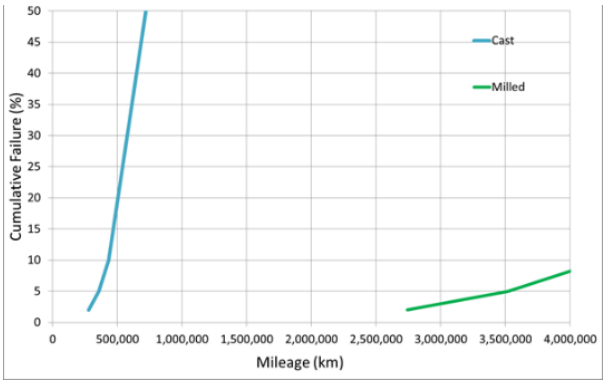


Figure 4.8: Before - After Resistance of Turbocharger (90% of Vehicles)

The turbochargers of defective vehicles were replaced with the newly designed turbochargers to increase customer satisfaction. It was planned for this turbocharger design to the new D segment vehicles to prevent potential customer complaints.

4.5 Control phase

The newly designed turbochargers were first tested for durability. The test medium was run for 400 hours. As a result of this study, propeller, shaft, o-ring, bearing and similar components in turbo were examined one by one. No deformation and gas leak was observed in the newly designed turbocharger. Afterward, NVH (Noise Vibration & Harshness) test was performed. The new turbocharger was tested by placing in A and D segment tester vehicles and some sound measurements were performed. This measurement was used to examine if there is any chunking in the turbocharger. The sound test results show the expected level as shown in Figure 4.9 and Figure 4.10.

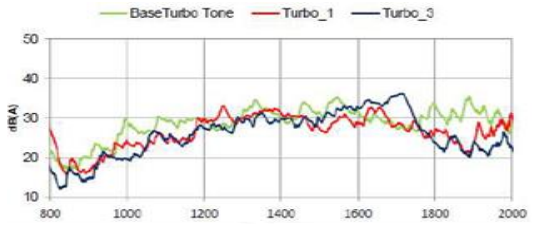


Figure 4. 9: NVH Sound Test Result

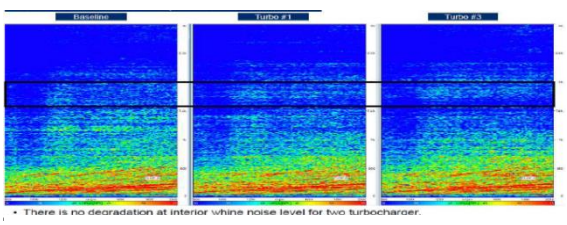


Figure 4. 10: NVH Sound Test Result

Lastly, the newly designed turbochargers are placed in two customer vehicles and monitored for 4 weeks. No complaints were received as a result of the study.

5. CONCLUSION

Nowadays, in increasingly competitive conditions, companies are supposed to communicate with customers strongly to understand their requests and requirements correctly for being long-termed. Customers are the value structure of companies. The basis of Six Sigma is to create customer value. Many companies will see deficits as a result of complaints and suggestions that come from customers. The companies which make improvements in this direction will provide customer satisfaction and make a profit as a side function. This is exactly what Six Sigma will offer companies the opportunity to review, renew and enhance their existing systems in line with the requirements of customers. Since it is a customer-oriented approach, the field of application is increasing by many companies. This approach, which was mostly used in the production sector in the early days has been successfully applied in the service sector. In this study, an application in the automotive industry was given. Complaints that came from customers due to turbocharger failure were examined with an application and it was aimed to minimize these complaints without compromising the quality of production and service. Six Sigma's DMAIC methodology was applied step by step for the improvement. At the end of the project, turbochargers of all vehicles were replaced with new turbochargers designed and possible failures that might occur in the vehicles which will be produced later were prevented. Annual cost saving of TL 53.320.000 were achieved. Sigma level reached approximately five sigma levels accepted in company's production processes. It was aimed to ensure continuity with the support of senior management.

REFERENCES

George, M. (2003), *Lean Six Sigma for Service,* New York: McGraw Hill Education.

Gürses, D. (2005), İşletmelerde Kalitenin Sürekliliğinin Sağlanmasında Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Uygulama Örneği. (*Tezsiz Yüksek Lisans Projesi), Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.*

Hopp, W., Spearman, M. (2008), *Factory Physics,* Illinois: Waveland Press Inc.

Little, B. (2003), "Six sigma" techniques improve the quality of e-learning, *Industrial and Commercial Training*, 35(3).

Pande, P., Neuman, R., Cavanagh, R. (2003), *The Six Sigma Way Team Fieldbook*: *An Implementation Guide for Process Improvement Teams*, New York: McGraw-Hill Education.

Polat, A., Cömert, B., & Arıtürk, T. (2005), *Altı Sigma Nedir?,* Ankara: SPAC Altı Sigma Danışmanlık.

Raghunath, A., Jayathirtha, V. (2013), Critical Success Factors for Six Sigma implementation by SMEs. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, *4*(2).

Sokovic, M., Pavletic, D., Pipan, K. K. (2010), Quality improvement methodologies–PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS, *Journal of achievements in materials and manufacturing engineering*, *43*(1).

Yang, K., Basem, S., El-Haik, B. (2003), *Design for six sigma*, New York: McGraw-Hill.

Watson, G. (2005), *Design for Six Sigma*, Salem: GOAL/QPC.

https://www.isixsigma.com/process-sigma-calculator/ (DateAccessed: 16.10.2019).

https://blog.minitab.com/blog/meredith-griffith/how-to-calculate-b10-life-with-statistical-software (Date Accessed: 20.10.2019).

ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ VE ŞEBEKE ÖLÇEKLİ UYGULAMALARI

Dr.Öğr.Üyesi Şule KUŞDOĞAN
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü, Kocaeli/Türkiye
kusdogan@kocaeli.edu.tr

Özet
Elektrik genel olarak depolanamaz sayılmaktadır. Son zamanlarda artan ihtiyaçlar doğrultusunda, güç şebekelerinin verimliliğini arttırmak için enerji depolama sistemlerine, depolama tekniklerine ve modern depolama aygıtlarına odaklanılmıştır. Enerji depolama sistemleri, enerji arzı ve talep eşleşmesinin temel bir bileşenidir. Özel uygulamalar için tercih edilecek enerji depolama teknolojisinin seçimi çok önemlidir. Dağıtım şebekelerinde ve geniş ölçekli elektriksel enerji depolama sistemlerinde, enerji depolama teknolojilerinin optimal seçimi önem kazanmaktadır. Enerji sistemleri için seçilen teknolojiler ve uygulamalar arasındaki eşleşmeler uyumlu olmak zorundadır. Bu çalışmada, güç sistemleri için enerji depolama teknolojilerinin sınıflandırılması, karşılaştırılması yapılmakta ve sistem gereksinimleri değerlendirilmektedir. Enerji depolama sistemlerinin, avantaj ve dezavantajları farklı depolama teknolojileri için analiz edilmektedir. Her bir enerji depolama metodunun bazı karakteristikleri, enerji depolama teknolojilerinin farklı uygulamaları için karşılaştırılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enerji depolama, yenilenebilir enerji, teknoloji değerlendirme.

ENERGY STORAGE SYSTEMS FOR ELECTRICITY GENERATION AND NETWORK SCALE APPLICATIONS

Abstract
Electricity has been traditionally considered a commodity that cannot be stored. Recently, with sufficient storage technologies, modern storage devices and increased need to improve efficiency of the power grid energy storage systems have been the focus of attention. Energy storage systems are a key component of energy supply and demand matching. The choice of energy storage technology to be preferred for specific applications is very important. Optimal selection of energy storage technologies becomes important in distribution networks and large-scale electrical energy storage systems. Matches between selected technologies and applications for energy systems must be compatible. In this study, classification and comparison of energy storage technologies for power systems are made and system requirements are evaluated. The advantages and disadvantages of energy storage systems are analyzed for different storage technologies. Some characteristics of each energy storage method are compared for different applications of energy storage technologies.

Keywords: Energy storage, renewable energy, technology evaluation.

1.GİRİŞ

Güç sistemlerinde hem elektrik talebi hem de üretim dalgalanmalar göstermektedir. Talep dalgalanması, son kullanıcı tüketiminin özelliklerine bağlıdır. Yenilenebilir enerji aralıklı olduğu için üretim kaynaklarında dalgalanmalar meydana gelmektedir. Talebin ve üretimin sık sık dalgalanması şebeke kararlılığını etkilemekte ve sistem kontrolünü karmaşık hale getirmektedir. Enerji depolama sistemleri, aşırı üretim saatlerinde enerji israf etmeden bir yük gibi davranabilmekte ve pik yük saatleri sırasında generatör olarak hareket etmektedir ve böylece üretim-yük dengesi elde edilmektedir (Shyam ve Kanakasabapathy, 2018).

2. MATERYEL VE METOD

Enerji depolama sistemleri beş ana grupta sınıflandırılmaktadır:
1. Mekanik sistemler; pompalı hidroelektrik enerji depolama (PHES), sıkıştırılmış hava enerji depolama (CAES) ve volan enerji depolama (FES).

2. Kimyasal sistemler; yakıt pili/elektrolizör ile hidrojen depolanması, sentetik doğalgaz (SNG) ve geri dönüşümlü kimyasal reaksiyonlar.
3. Elektrokimyasal sistemler; özellikle farklı tipteki batarya enerji depolama (BES).
4. Elektriksel sistemler; kapasitörler, süperkapasitörler (UK) ve süperiletken magnetik enerji depolama (SMES).
5. Termal sistemler; örneğin termal soğurma ve adsorpsiyon sistemlerinin yanı sıra hassas ısı depolama, gizli ısı depolama gibi termal enerji depolama (TES).

2.1. GÜÇ SİSTEMLERİNDE ENERJİ DEPOLAMA

Enerji depolama sistemleri farklı zamanlar için geniş ölçekli uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu nedenle, bazı sistemler örneğin süperkapasitörler spesifik uygulamalarla sınırlı iken, diğer sistemler daha geniş uygulamalar için seçilmektedir (örneğin CAES). Enerji depolama sistemleri çeşitli kriterleri sağlamalıdır; örneğin kapasite rezervi, kısa veya uzun süreli depolama, hızlı cevap zamanı, sabit veya mobil uygulama imkanı, enerji yoğunluk oranı, depolama fiyatları, verimlilik, güvenlik, çevresel etkiler ve depolama zamanı sınırları (Dehghani ve ark 2019). Tablo 1'de enerji depolama sistemlerinin karşılaştırmaları verilmektedir (Dehghani ve ark, 2019)(Saboori ve ark,2017)(Das ve ark, 2018).

Tablo 1. Enerji depolama sistemlerinin karşılaştırılması (Dehghani ve ark, 2019)(Saboori ve ark,2017)

Sistem	Yaşam süresi (yıl)	Verimlilik (%)	Enerji yoğunluğu (Wh/L)	Güç yoğunluğu (W/L)	Çevresel etki
PHES	40-60	70-85	0.5-1.5	0.5-1.5	Büyük, olumsuz
CAES(Geniş ölçekli)	20-40	42-54	3-6	0.5-2	Büyük, olumsuz
CAES(Küçük ölçek-yerüstü)	23+	40-50	Geniş ölçekli CAES den daha yüksek	Geniş ölçekli CAES den daha yüksek	Büyük, olumsuz
FES	15	90-95	20-80	5000	Yok
TES	10-20	30-60	200-500	-	Tehlikesiz(+)
SMES	20-30	95-97	6	1000-4000	Orta (-)
Kapasitör	5	60-70	2-10	100,000+	Küçük
Süperkapasitör	10-30	90-97	10-30	100,000+	Yok
Hidrojen yakıt pili	5-15	20-50	500-3000	500+	Küçük
BES Pb-A	5-15	70-90	50-80	10-400	Orta (-)
Lityum iyon	5-15	90-97	200-500	1500-10,000	Orta (-)
Na-S	10-15	75-90	150-300	140-180	Orta (-)
Nikel Kadmiyum	10-20	60-70	60-150	80-600	Orta (-)
Vanadyum redox	5-10	75-85	16-33	< 2	Orta (-)

Genel olarak depolama sistemleri, depolanan enerjinin türü yani depolama ortamı ve depolama-deşarj süresi olmak üzere iki faktöre göre kategorize edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, şebeke kararlılığını etkilemektedir. Elektriksel enerji depolama sistemleri, şebeke kararlılığını sağlamak için umut veren çözümlerdir (Shyam ve Kanakasabapathy, 2018).

2.2. GENİŞ ÖLÇEKLİ ELEKTRİKSEL ENERJİ DEPOLAMA

Depolama sistemlerinin sınıflandırılmasındaki diğer kriter, depolama teknolojilerinin şarj veya deşarj zamanı olarak uzun dönem ve kısa dönem depolamayı içerecek şekilde iki ana gruba bölünmesiyle ortaya çıkmaktadır. Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hızla artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının aralıklı olması, şebeke kararlılığını etkilemekte ve aralıklı üretime yol açmaktadır (Zhang ark 2018). Elektriksel enerji depolama mevcut olduğu zaman enerjiyi depolayabilmekte ve üretimi sürekli hale getirmek için depolanan enerjiyi gerektiğinde boşaltabilmektedir. Elektriksel enerji depolama, yenilenebilir enerji kaynakları ve şebeke arasında tampon olarak hareket etmekte ve böylece şebeke, aralıklı üretimden daha az etkilenmektedir.

Elektriksel enerji depolama, depolanan enerji ile pik saatlerde güç sistemini desteklemekte ve aşırı yüklenme nedeniyle oluşan iletim tıkanıklılığını azaltmaktadır. Bu iletim altyapısının ömrünü arttırmakta ve iletim kapasitesi yatırımlarını azaltmaktadır. Tablo 2, geniş ölçekli elektriksel enerji depolama sistemlerinin karşılaştırmalarını vermektedir (Shyam ve Kanakasabapathy, 2018)(Venkataraman ve ark, 2019).

Tablo 2. Geniş ölçekli elektriksel enerji depolama teknolojilerinin karşılaştırmaları

Özellik	BES	PHES	FES	CAES	TES
Cevap zamanı	< 1 saniye	3-6 dakika	< 4 saniye	3-6 dakika	< 15 dakika
Depolama kapasitesi(MWh)	40 MWh'e kadar	Binlerce MWh	5 MWh'e kadar	Binlerce MWh	30 MWh'e kadar
Kendi kendine deşarj (%/gün)	0.1-20	0	20-100	0.3	0.05-1
Periyot	Orta dönem	Uzun dönem	Kısa dönem	Uzun dönem	Kısa dönem
Enerji sermaye fiyatı ($/kWh)	150-1000	5-100	1000-5000	2-100	20-60

Uzun dönem depolama, aynı zamanda merkezi toplu depolama olarak bilinen büyük ölçekli veya şebeke ölçekli depolama, büyük miktarlarda enerji depolamak için geniş depolama kurulumuna uygundur. Bu durumda depolama kapasitesi ünitesi birkaç ile yüzlerce megawatt değerlerine kadar şebekeye güç sağlayabilir ve deşarj süresi 8 saatten fazladır. Pompalı hidro enerji depolama, sıkıştırılmış hava enerji depolama ve büyük ölçekli bataryalar bu kategoriye aittir. Uzun deşarj süresi ve enerji kapasitesi dikkate alındığında, bu tip depolama uzun vadeli enerji yönetimi uygulamalarına takılır; örneğin enerji arbitrajı, uzun dönem gerilim kontrolü gibi. Kısa dönem depolama, geçici depolama olarak da bilinmektedir. Volan enerji depolama, süperiletken magnetik enerji depolama, ultrakapasitör ve küçük ölçekli bataryalar bu kategoriye uygundur. Kısa dönem cevabı göz önüne alındığında, depolamanın bu türü frekans regülasyonu, güç kalitesinin iyileştirilmesi için uygundur (Saboori ve ark, 2017).

Dağıtım şebekelerinde kullanılan enerji depolaması, bazı önemli gereksinimleri yerine getirmektedir. Pompalı hidro enerji depolama ve sıkıştırılmış hava enerji depolama (CAES) gibi büyük ölçekli depolama uygulamaları, dağıtım şebekelerinde gerçekleştirilemeyen özel coğrafi gereksinimler içermektedir. CAES sistemleri, şebeke ölçekli potansiyeli, esneklik, uzun yaşam, düşük işletme ve bakım maliyeti ve düşük kendi kendine deşarj oranında avantajlıdır. Kısa dönem enerji depolama teknolojileri, volan, ultrakapasitör ve süperiletken magnetik enerji depolama, kısa deşarj süresi ve çok düşük enerji yoğunluğu ile karakterize edilir. Bu yüzden kısa dönem teknolojileri, dağıtım şebekesindeki uzun vadeli yüksek enerji yoğunluğu gereksinimlerini karşılayamaz (Saboori ve ark,2017).Örneğin volan sistemleri, yüksek enerji, yüksek güç ve kararlılık, hızlı cevap zamanına sahiptir; fakat yüksek oranlı kendi kendine deşarj, büyüklük, güvenlik ve yüksek fiyat konusunda dezavantajlıdır.

Buna karşılık, yüksek güç, yüksek enerji yoğunluğu, yüksek verim, çevre dostu ve şebeke ölçekli bataryalar, dağıtım şebekelerinde yüksek potansiyel depolama teknolojilerinden biri haline gelmektedir. Günümüzde, batarya enerji depolama sistemleri teknik olgunluk seviyesi ve maliyet rekabetçiliği yönünden oldukça gelişmiştir ve dağıtım ağlarındaki depolama uygulamaları için ilk seçenektir (Dehghani ve ark, 2019).

Depolama sistemlerinin her bir çeşidi farklı olgunluk aşamasındadır ve farklı kapasite ölçeklerinde kullanılmaktadır. Büyük ölçekli uygulamalar için kullanılan pompalı hidroelektrik enerji depolama, Dünya'daki toplam kurulu kapasitenin % 96 'sını (169 GW) içermektedir. Termal enerji depolamanın kurulu güç kapasitesi 3.2 GW'tır ve bu değer Dünya'daki toplam kurulu kapasitenin % 2 'sini içermektedir. Elektrokimyasal bataryalar, 1.63 GW küresel güç kapasitesine sahip üçüncü en gelişmiş depolama yöntemidir, toplam kurulu kapasitenin % 1 'i kadardır. Elektromekanik depolama yöntemi de Dünya'daki toplam kurulu kapasitenin % 1 'i kadardır ve 1.57 GW küresel kurulu güç kapasitesine

sahiptir. Umut verici bir depolama teknolojisi olan hidrojen enerji depolama ise 15 MW kurulu depolama kapasitesi ile çok küçük bir paya sahiptir (Argyrou ve ark, 2018).

Mevcut küresel teknolojilerdeki elektrokimyasal ve elektromekanik enerji depolama sistemlerinin, piyasadaki mevcut payları da önemli bir yer tutmaktadır. Elektromekanik depolamada, en gelişmiş depolama volan teknolojisi 930 MW ve sıkıştırılmış hava enerji depolama 640 MW, depolama kapasitesine sahiptir. Elektrokimyasal depolamada lityum iyon bataryalar, kurulu güç kapasitesinde 1.12 GW ile en büyük yeri tutmaktadır, sodyum bazlı bataryalar 220 MW, kapasitörler 80 MW, kurşun asit bataryalar 80 MW, akış bataryaları 47 MW ve nikel tabanlı bataryalar 30 MW depolama kapasitesindedir (Argyrou 2018). 50 MW ölçeğindeki veya daha fazla kapasitedeki yaklaşımlar, şebeke ölçekli enerji depolama sistemleri olarak var olan alt yapı ile kolaylıkla bütünleştirilebilir. Tablo 3'de, farklı şebeke ölçekli enerji depolama sistemlerinin değerlendirilmesi verilmektedir (Dehghani ve ark, 2019).

Tablo 3. Farklı şebeke ölçekli enerji depolama sistemlerinin değerlendirilmesi

Enerji depolama	**Avantajlar**	**Dezavantajlar**	**Olanaklar**
Sıkıştırılmış hava enerji depolama	Yüksek kapasite, birim kWh için düşük fiyat; ihmal edilebilir depolama kaybı; bir yıldan daha fazla süreli enerji depolama	Yer altı oyuklarına ihtiyaç duyulması; eğer gaz türbini kullanılacaksa yakıt ihtiyacı (H_2 ve CH_4)	Dağıtılmış depolama için adapte edilebilir
Pompalı hidro enerji depolama	Yüksek kapasite; birim kWh için düşük fiyat; uzun yaşam süresi; güvenilir	Merkezi depolama; coğrafi kısıtlama; kurulum için yüksek fiyat; çevresel kurulum	Deniz seviyesinden daha düşük rezervuar ile kullanılabilir
Batarya depolama sistemleri	Dağıtılmış depolama**;** iyi yapılandırılabilir; hızlı cevap zamanı; yüksek enerji yoğunluğu ve verimlilik	Yüksek kurulum fiyatı, kısa yaşam süresi; soğuk iklimlerde sıcaklık sorunu	Acil teknolojiler, birçok taşıtın olduğu dağıtılmış batarya enerji sistemleri
Hidrojen	Dağıtılmış depolama; üretilmiş hidrojen için diğer kullanımlar; küçük çevresel etki	Düşük verim; yüksek yatırım fiyatı; güç elektroniği ve kontrol ihtiyacı; kararlı yük ihtiyacı	Pazarı etkileme; nanotüp depolama perspektifi

2.3. ENERJİ DEPOLAMA UYGULAMALARI

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin artması, şebeke kalite veya kararlılık problemlerini oluşturmaktadır. Ayrıca rüzgar esmediğinde rüzgar türbinleri, hava kapalı olduğunda da fotovoltaik sistemler elektrik üretemez. Elektrik güç sistemi, gerçek zamanlı üretim ve yükü dengede tutmalıdır. Enerji depolama, düzgün ve kesintisiz elektrik sağlamak için gereklidir. Elektrik enerji depolama teknolojileri, güç ağındaki uygulamalarda geniş yer tutmaktadır:

-pik elektrik talepleri ile karşılaşıldığında destek olmaktadır,
-mevsimsel depolama sağlamaktadır,
-güç, gerilim ve frekansı düzenlemektedir,
-güç kalitesi ve güvenliliğini arttırmaktadır,
-akıllı şebekeleri destekler,
- enerji yönetimi sağlar,
-yenilenebilir kaynakların güç üretimindeki dalgalanmalarını azaltır,
-pik saatlerde elektrik enerjisi aktararak güç talebini yumuşatır, bir hata ortaya çıktığında güç üretimi sağlar.

Enerji depolama uygulamaları, enerji ve güce göre Tablo 4'de ve deşarj zamanı süresine göre de Tablo 5'de değerlendirilmektedir (Argyrou ve ark, 2018).

Tablo 4. Enerji ve güce göre enerji depolama uygulamaları

Yüksek güç	Yüksek enerji
Güç kalitesi Gelişmiş şebeke esnekliği	Enerji yönetimi Talepten ayrı üretim

Tablo 5. Deşarj zamanı süresine göre enerji depolama uygulamaları

Saniye	Dakika	Saat
Gerilim ve frekans regülasyonu Geçici düzleştirme Reaktif güç kontrolü	Dönen rezerv Kesintisiz güç sağlama Siyah başlangıç	Yük dengeleme Pik traşlama Ada çalışması Yenilenebilir enerji kaynaklarına entegre

Günümüzde ticarileşmiş ve Dünya'da kullanılan gelişmiş enerji depolama sistemlerinin birkaçı Tablo 6'da verilmektedir (Venkataraman ve ark., 2019).

Tablo 6. Dünya'da kullanılan gelişmiş enerji depolama sistemleri

Enerji depolama sistemleri	Depolama Kapasitesi (MWh)
PHES-Guangdong-ÇİN PHES-Bath-Amerika	2400 MWh 3003 MWh
CAES-Norton istasyonu-Amerika CAES-Markham tesisi- Amerika	9 saat x 300 MW 4 saat x 135 MW
FES istasyonu Fresno-Kanada FES-NASA-Amerika	20 MW/80 MWh 5.25 MWh
BES-(Na-S)-Buzen trafo binası-Japonya BES(Li-iyon)-Escondido trafo binası- Amerika	300 MWh 120 MWh
UK-Canary Adaları-İspanya Kuzey Carolina - Amerika	20 MW 8 kWh
SMES-Nosso-Japonya SMES-Chubu Elektrik- Japonya	10 MWh 5 MWh
TES-Andasol Güç İstasyonu-İspanya TES-Arizona Solana İstasyonu- Amerika	1030 MWh 1680 MWh

3. SONUÇ

Dağıtım ağlarında enerji depolama sistemlerinin planlanması çok önemlidir. Çoğunlukla yenilenebilir enerji formlarında kullanılmakta olan enerji depolama teknolojilerinin çoğu teknik olarak gelişmiş ve ticari olarak mevcuttur, fakat henüz hepsi olgunlaşmamıştır. Hala çoğu pahalı çözümlerdir ve dayanılırlık, güvenilirlik konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Enerji depolama sistemleri, kısa-uzun dönem depolama süresi periyotlarında, şebekenin kararlılık ve güvenilirliğini belirleyecektir, arz ve talebi dengelemeyi sağlayacaktır. Bataryalar belirgin bir depolama seçeneğidir. Bataryalar, aralıklı yenilenebilir kaynakların entegrasyonunda düzgün çıkış sağlamak ve üretim sistemlerinde yenilenebilir enerji çeşitliliğini arttırmak ve sabit elektrik gücü sağlayıp dağıtmak için önemli bir rol oynamaktadır. Yenilenebilir enerji miktarının büyük olduğu elektrik şebekelerini dengelemek için etkili bir yöntemdir. Dağıtım şebekelerinde enerji depolama sistemlerinin yararları ve uygulamaların geniş amacı göz önüne alındığında, gelecekte bu sistemlerle ilgili daha fazla araştırmalar yapılacaktır. Enerji depolama teknolojileri için çözümler geliştirmek hayati önem taşımaktadır. Enerji üretimi gibi, enerji depolamanın da sürdürülebilir olması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Argyrou M.C., Christodoulides P., Kalogirou S.A., 2018, Energy storage for electricity generation and related processes: Technologies appraisal and grid scale applications, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 804-821.

Das C., Bass O., Kothapalli G., Mahmoud T., Habibi D., 2018, Overview of energy storage systems in distribution networks: Placement, sizing, operation, and power quality, *Renewable and Sustainable Energy Review*, 91, 1205-1230.

Dehghani-Sanij A.R. , Tharumalingam E., Dusseault M.B., Fraser R., 2019, Study of energy storage systems and environmental challenges of batteries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 192-208.

Saboori H., Hemmati R., Ghiasi S., Dehghan S., 2017, Energy storage planning in electric power distribution networks – A state of-the-art review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 79, 1108–1121.

Shyam B., Kanakasabapathy P., 2018, Large scale electrical energy storage systems in India- current status and future prospects, *Journal of Energy Storage*,18, 112-120.

Venkataraman V., Fortes M., Wang L., Hajimolana Y., Muñoz C., Agostini C., McPhail S., Maréchal F., Herle J., Aravind P., 2019, Reversible solid oxide systems for energy and chemical applications – Review & perspectives, *Journal of Energy Storage*, 24, 100782, 1-18.

Zhang C., Wei Y., Cao P., Lin M., 2018, Energy storage system: Current studies on batteries and power condition system, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,82, 3091–3106.

FOSFAT İÇERİKLİ ALEV GECİKTİRİCİ KİMYASALLARIN ÜRE FORMALDEHİT VE MELAMİN ÜRE FORMALDEHİT REÇİNELERİNE TATBİKİ, YANMA VE JEL (SERTLEŞME, KÜRLEŞME) SÜRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Nazan UYGUR[1], Erdinç DOĞANCI[1,2]
[1]Polimer Bilimi ve Teknolojisi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye
[2]Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojisi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye
nazanminauygur@gmail.com

Özet
Ahşap esaslı levha üretimlerinde (MDF, yonga levha, kaplamalı levha) üre formaldehit, melamin formaldehit ve melamin üre formaldehit reçineleri kullanılmaktadır. Hammaddesi odun olan bu levhaların çeşitli alev geciktirici kimyasallar kullanılarak yanması geciktirilebilir. Bugüne kadar farklı alev geciktirici maddeler denenmiş olmasına rağmen, odak hala sulu çözelti olarak kullanılabilen fosfor, azot ve bor içeren bileşikler ve karışımlar üzerindedir . Bugünün fabrikalarında levha üretimi için, sertleşme süresi ve dolayısıyla levhaların üretilme hızı da endüstri için kritik bir noktadır . Bu çalışmada fosfat içeren farklı alev geciktirici kimyasalların, farklı konsantrasyonlardaki çözeltileri kullanılarak, üre formaldehit ve melamin üre formaldehit reçinelerinin jel sürelerine bakılmıştır. Hem sertleştirici hem de alev geciktirici özelliklerini aynı anda bulunduran kimyasallar üzerine çalışılmıştır. Farklı konsantrasyon ve farklı miktarlarda kullanılan fosfat içerikli alev geciktiricilerin reçineye karıştırıldığında jel sürelerindeki değişim incelenmiştir. Ayrıca bu çalışmada hazırlanan reçine ve alev geciktirici karışımlarının ph ve LOI testi sonuçlarına yer verilmiştir.
Anahtar kelimeler: Alev Geciktirici, formaldehit, reçine, kürleşme, melamin, yanma.

THE APPLICATION OF PHOSPHATE CONTAINING FLAME RETARDANT CHEMICALS ON THE APPLICATION TO UREA FORMALDEHYDE AND MELAMINE UREA FORMALDEHYDE RESINS, EFFECTS ON COMBUSTION AND GEL TIMES (HARDENNING-CURING)

Abstract
Urea formaldehyde, melamine formaldehyde and melamine urea formaldehyde resins are used in wood based board production (MDF, particle board, coated board). These boards, whose raw material is wood, can be retarded by using various flame retardant chemicals. Although different flame retardants have been tried to date, the focus is still on phosphorus, nitrogen and boron-containing compounds and mixtures that can be used as aqueous solutions . For board production in today's mills, the curing time and therefore the speed of board production is also critical for the industry. In this study, the gel times of urea formaldehyde and melamine urea formaldehyde resins were investigated by using different concentrations of phosphate-containing flame retardant chemicals. Both hardener and flame retardant chemicals were studied at the same time. The change in gel times when phosphate-containing flame retardants used in different concentrations and different amounts were mixed into the resin was investigated. In addition, the results of ph and LOI tests of resin and flame retardant mixtures prepared in this study were included.
Keywords : Flame Retardant, formaldehyde, resin, curing, melamine.

1. GİRİŞ

MDF, yonga levha ve kaplamalı levha ahşap esaslı levhalardır. Bu ahşap esaslı levhaların üretiminde;
- üre formaldehit,
- melamin formaldehit,
- melamin üre formaldehit reçineleri kullanılmaktadır.

1.1. YONGA(CİPS)

Çevremizde bulunan ağaç, odun, dal, tahta gibi ürünlerin ağaç öğütücü veya ağaç yonga makinası adı verilen makinalarla işlenerek yongalanması ve boyutunun küçültülmesi sonucu ile çıkan parçalara "Yonga(Cips)" adı verilir.[2]



Şekil.1. Cips

1.2.YONGA LEVHA (SUNTA)



Şekil.2. Yonga Levha

Yonga Levha, odun hammaddesinin yongalama makinelerin de küçük parçalara bölünüp, büyüklüklerine göre 2 ayrı sınıfta çeşitli işlemlerden geçirilmesi ile üretilen ahşap esaslı levhadır. Her iki sınıftaki talaş parçaları ayrı rutubet değerine göre kurutulur; tutkal, sertleştirici madde ve hidrofobik özelliğini sağlayan maddeler karıştırılır, sıcaklık ve basınç altında belirli bir sürede preslenir. Son aşamada presten çıkan levhalar, yapısının oluşması için soğumaya bırakılırlar. Belirlenen soğuma süresinin tamamlanmasından sonra zımpara işlemine tabi tutularak son kullanıma hazır hale getirilirler.
SUNTA, MDF levhaya oranla, daha hafif olması sebebi ile kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Maliyetinin düşük olması sebebi ile özellikle son dönemlerde çok tercih edilen bir ürün olmaya başlamıştır. Sunta, hemen hemen her alanda kullanıma uygun olup kullanım alanı oldukça geniştir. Mutfak dolap gövde ve kapakları, banyo dolapları, salon, yatak odaları ve diğer tüm yaşam alanlarında çokça tercih edilen bir üründür [1]

1.3. MDF



Şekil.3.MDF

MDF; Medium Density Fiberboard orta yoğunluktaki lif levha anlamına gelir. MDF levhalarının yaklaşık %90'ını odun oluşturur. Sert ve yumuşak ağaçların karışımlarının çeşitli işlemlerden geçmesi sonrası elde edilen odun parçaları, yoğun buhar verilmek sureti ile özel tasarlanmış bıçaklarda işleme tabi tutularak liflerine ayrıştırılır. Daha sonra, bu liflerin birbirine tutunmasını sağlayacak özel yapıştırıcılar ve sertleştirici kimyasallar ile karıştırılır. Karışım, sıcak hava ile istenilen rutubet değerine kadar kurutulur. Kurutulan lifler, homojen şekilde üretilmek istenen ürünün özelliğine bağlı olarak serilir. Bu işlem sonrasında presleme işlemleriyle liflerin birbirine yapışması sağlanır. Presten çıkan levhalar, soğumaya bırakılır. Belirlenen soğuma süresi sonrası istenilen kalınlığa ve pürüzsüz yüzeye sahip olmaları için zımpara işleminden geçirilip son kullanıma hazır hale getirilir. En öne çıkan özelliklerinden biri; her noktasının homojen yoğunlukta olmasından dolayı birçok alanda kullanım kolaylığı sağlamasıdır. Standart boyutlarda üretilebilmesi, freze işlemlerindeki mükemmelliği, yüzey ve kenarlarından uygulanan vidaları iyi tutması, boyamada ve dekoratif folyo, PVC, ahşap kaplama vb. gibi yüzey uygulamaları için iyi bir zemin oluşturması MDF'yi mobilya sektörünün tüm ürünlerinde kullanılan bir malzeme haline getirmiştir. Yüzey yoğunluğunun yüksek ve az pürüzlü olması sebebiyle her çeşit lake, boya ve vernik gibi sıvı yüzey işlemleri uygulanabilmektedir. MDF'lerin, ev ve ofis iç mekan tasarımlarının her türünde kullanım alanı oldukça geniştir. [1]

2.MATERYAL VE METOD



Şekil.4. Jel Zamanı

Bu çalışmada üre-formaldehit ve melamin-üre formaldehit tutkalları kullanılmıştır.3-4 gr civarı tutkal ve sertleştirici karışımı bir deney tübüne tartılmıştır. Bir beherde su kaynatılmıştır. İçinde tutkal bulunan deney tübü, içinde bir metal çubukla kaynar suya daldırılmıştır. O anda kronometreye basılmıştır. Tutkal metal çubukla devamlı karıştırılmıştır. Jelleşme tamamlandığı anda kronometre durdurulurmuştur ve süre not edilmiştir. Geçen süreye **sertleşme, kürleşme süresi (jel zamanı)** denilir. Sertleşme zamanının çok uzun olması presleme anında reçinenin hedeflenen presleme süresinde pişmesine engel olur ki eğer presleme süresi bu nedenle uzun tutulur ise kapasite kaybı yaşanır. Bu hiç istenmeyen bir durumdur. Bugünün fabrikalarında levha üretimi için, sertleşme süresi ve dolayısıyla levhaların üretilme hızı da endüstri için kritik bir noktadır.[4]

SEKTÖRDE KULLANILAN SERTLEŞTİRİCİLER

- ✓ Amonyum Klorür,
- ✓ Amonyum Sülfat,
- ✓ Alüminyum Sülfat.

2.1.ALEV GECİKTİRİCİLER

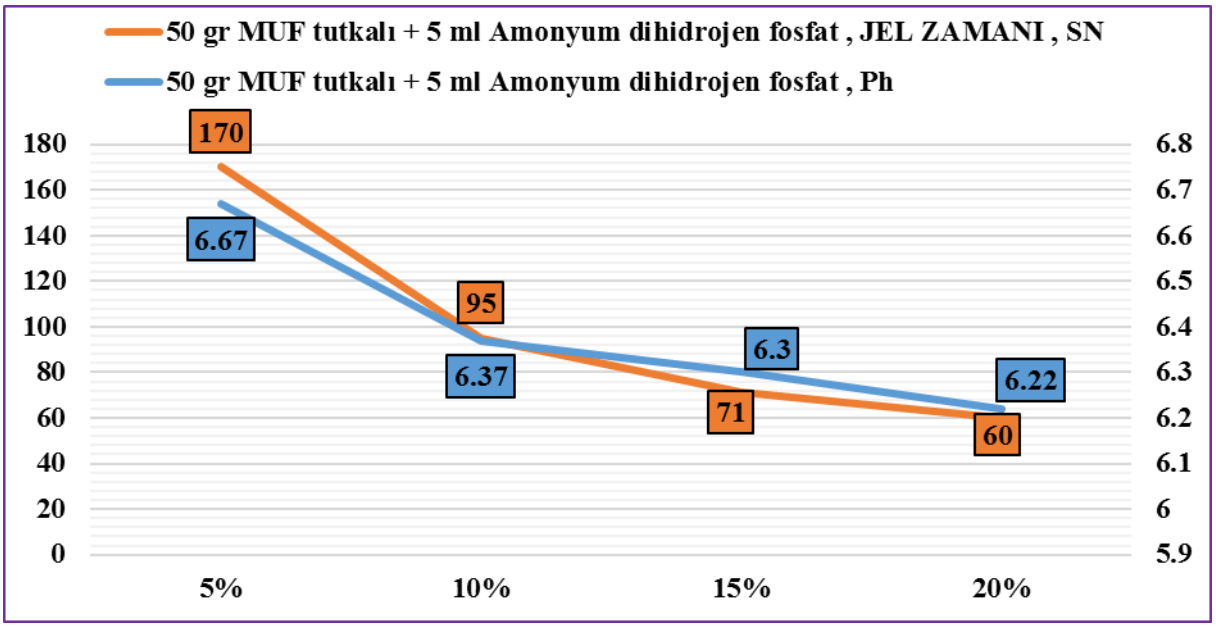
Yangınlarda can ve mal kaybını azaltmak için plastik, kâğıt, tekstil, ağaç ürünleri, inşaat malzemeleri vs. içine yanmayı önleyici/geciktirici ve dumanı bastırıcı mineral katkı maddeleri ilavesi günümüzde sürekli artmaktadır. Hammaddesi odun olan levhaların da çeşitli alev geciktirici kimyasallar kullanılarak yanması geciktirilebilir. [5] Bugüne kadar farklı alev geciktirici maddeler denenmiş olmasına rağmen, odak hala sulu çözelti olarak kullanılabilen fosfor, azot ve bor içeren bileşikler ve karışımlar üzerindedir. [3] Bu çalışmada da di-amonyum hidrojen fosfat, amonyum dihidrojen fosfat, amonyum polifosfat gibi fosfat içeren farklı alev geciktiricilerin, farklı konsantrasyonlardaki çözeltileri kullanılarak, üre formaldehit ve melamin üre formaldehit reçinelerinin kürleşme(jel) sürelerine ve ph'larına bakılmıştır.

Tablo.1. Alev Geciktirici Kimyasallar

Amonyum polifosfat	(NH4P03) n
Amonyum penta borat	(NH4)HB407.3H20
Amonyum dihidrojen fosfat (MAP)	NH4H2PO4
Diamonyum hidrojen fosfat (DAP)	(NH4)2HPO4
SİRİONO 6330	MONO VE POLİ AMONYUM FOSFATTAN OLUŞUR
Boraks	Na2[B4O5(OH)4]·8H2O
Borik asit	BO3
Çinko Borat	2ZnO.3B2O3.3H2O
Halojensiz alüminyum hidroksit	ATH
Magnezyum hidroksit	Mg(OH)2

Hem sertleştirici hem de alev geciktirici özelliklerini aynı anda bulunduran alev geciktiriciler üzerine çalışılmıştır. Farklı konsantrasyon ve farklı miktarlarda kullanılan fosfat içerikli alev geciktiricilerin reçineye karıştırıldığında jel sürelerindeki değişim incelenmiştir.
Ayrıca bu çalışmada hazırlanan reçine ve alev geciktirici karışımlarının ph ve LOI testi sonuçlarına yer verilmiştir.

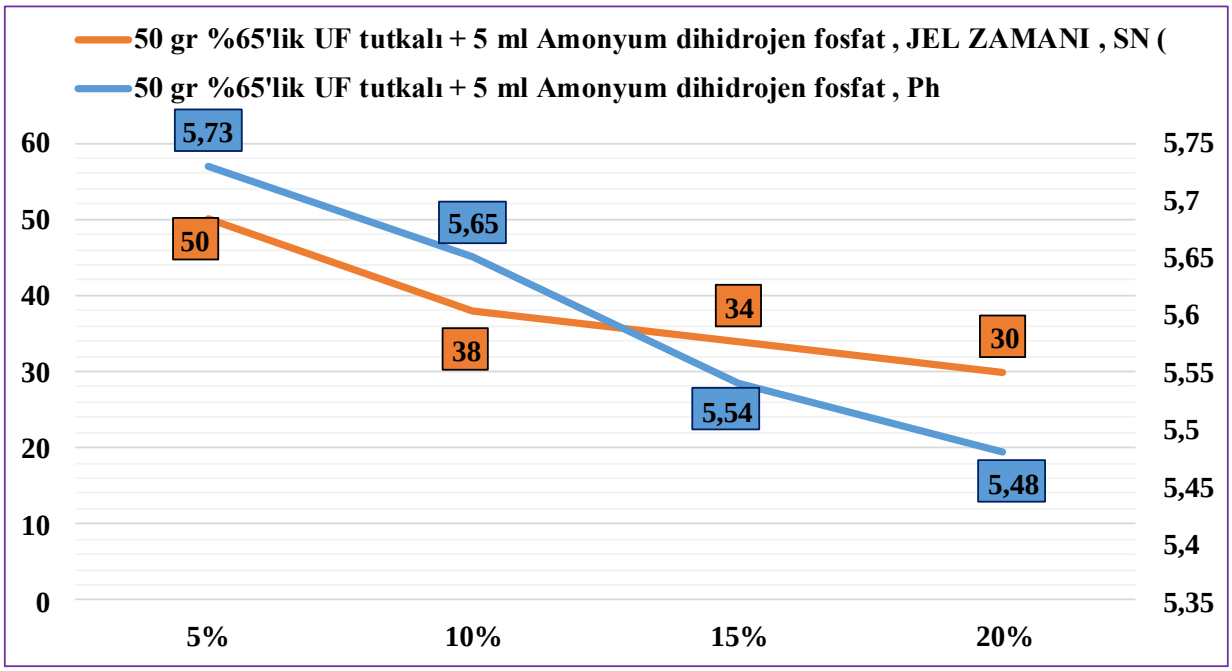
2.2.AMONYUM DİHİDROJEN FOSFAT (MONO AMONYUM FOSFAT) VE MUF TUTKALI



Şekil 5. MUF TUTKALI + MAP ALEV GECİKTİRİCİ

- Farklı derişimlerdeki mono amonyum fosfat MUF tutkalına karıştırılıp, ph ve jel zamanı bakılmıştır.

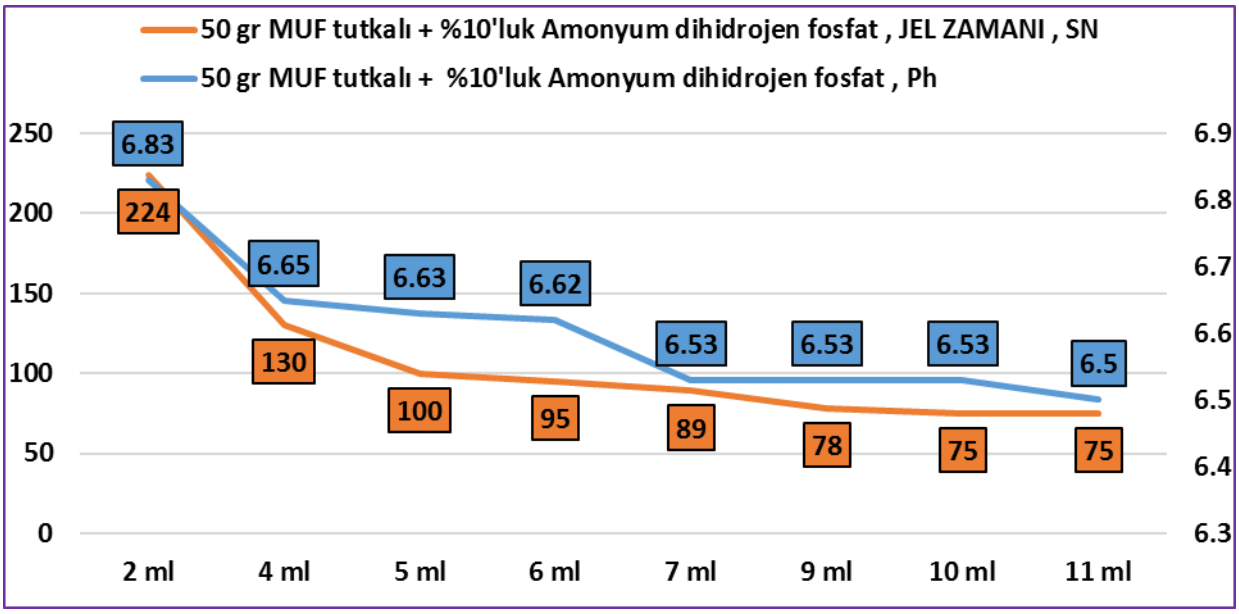
2.3.AMONYUM DİHİDROJEN FOSFAT (MONO AMONYUM FOSFAT) VE UF TUTKALI



Şekil 6. UF TUTKALI + MAP ALEV GECİKTİRİCİ

- Farklı derişimlerdeki mono amonyum fosfatın %65'lik UF tutkalına karıştırılıp, ph ve jell zamanı bakılmıştır.

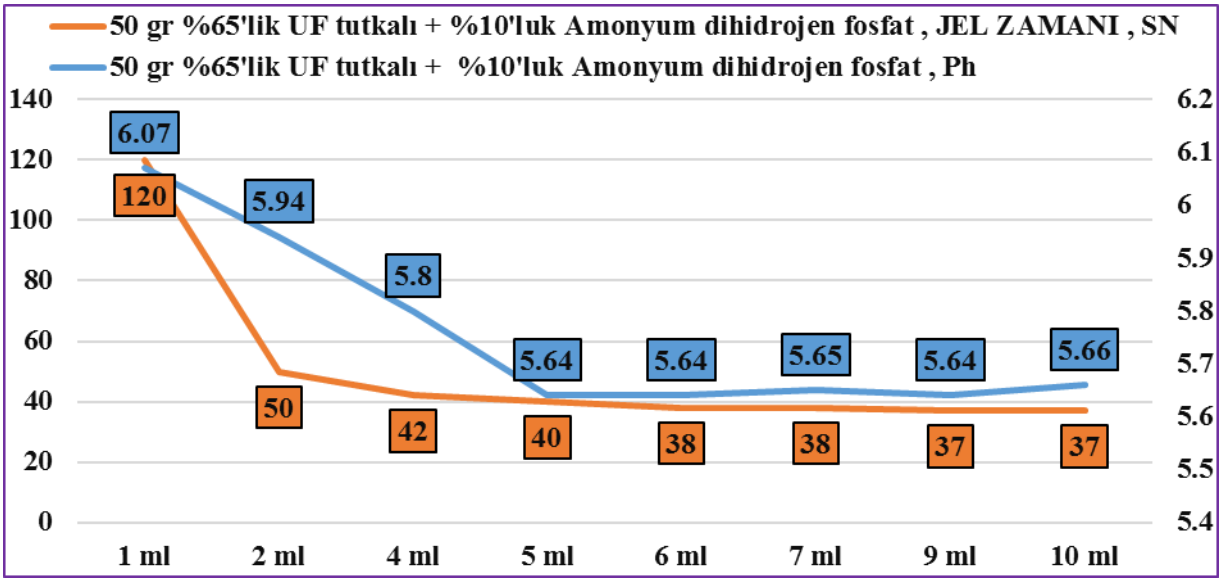
2.4.MUF + AMONYUM DİHİDROJEN FOSFAT(MONO AMONYUM FOSFAT)



Şekil 7. MUF TUTKALI + %10 'LUK MAP ALEV GECİKTİRİCİ

- %10'luk mono amonyum fosfat alev geciktirici kimyasalı MUF tutkalına farklı miktarlarda karıştırılarak ph ve jel zamanı bakılmıştır. %10'luk mono amonyum fosfat alev geciktirici kimyasalı UF tutkalına farklı miktarlarda karıştırılarak ph ve jel zamanı bakılmıştır. Buradan eklenen kimyasalın eklendiği miktara göre jel zamanını nerede sabitleyeceğine bakılmıştır. Tutkal bir süre sonra sertleştiriciye doyar ve artık jel zamanı değişmez.

2.5.UF TUTKALI + AMONYUM DİHİDROJEN FOSFAT(MONO AMONYUM FOSFAT)



Şekil 8. UF TUTKALI + %10 'LUK MAP ALEV GECİKTİRİCİ

- %10'luk mono amonyum fosfat alev geciktirici kimyasalı UF tutkalına farklı miktarlarda karıştırılarak ph ve jel zamanı bakılmıştır. Buradan eklenen kimyasalın eklendiği miktara göre jel zamanını nerede sabitleyeceğine bakılmıştır. Tutkal bir süre sonra sertleştiriciye doyar ve artık jel zamanı değişmez.

3.SONUÇ

Yangına dayanıklı yonga Levha ve mdf üretebilmek için alev geciktirici olarak mono amonyum fosfat denenmiştir. Pres şartlarına uygun kürleşme süresi, hem MUF hem de UF reçinelerinde sağlanmıştır. Yani alev geciktirici kimyasalın tutkalı kürleştirme özelliği de incelenmiştir. Hem alev geciktirici hem de tutkalı kürleştirme özelliğini aynı anda yapısında barındırabilen fosfat içerikli alev geciktiricilerin aynı zamanda ph ve LOI testi sonuçları da kontrol edilmiştir. Sonuç olarakta fosfat içeren alev geciktiriciler, ahşap esaslı levhalara alev geciktirici özellik sağlarken, aynı zamanda da preste levhanın basımı esnasında tutkalın kürleşmesini sağladığını tespit ettik. Bunlarda çalışmanın sonucunun pozitif olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. https://www.yildizentegre.com/tr
2. https://www.starwood.com.tr/
3. B.S. Mamatha, D. Sujatha, S.K. Nath, D.N. Uday and Anand Nandanwar,(2017), Development of Fire Retardant Wood Composite Using Amino Resin
4. G.A. Ormondroyd,M.P.(2015) Adhesives for wood composites Ansell,*Wood microstructure – A cellular composite. Wood Composites, 3–26.*
5. Flame retardants: An Overveiw Article in Colourage · January 2014 T. Grover , A. Khandual , K. N. Chatterjee & R. Jamdagni Deptt. of Fashion & Apparel Engg., Technological Inst. of Textiles & Science, Bhiwani, Haryana

TAZE KESİLMİŞ MEYVE VE SEBZELERDE KALİTENİN KORUNMASINDA UYGULANAN SON TEKNOLOJİLER

Prof.Dr. Rezzan KASIM
Kocaeli Üniversitesi, Arslanbey Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü 41285, Kartepe-Kocaeli.
rkasim@kocaeli.edu.tr

Doç.Dr. M.Ufuk KASIM
Kocaeli Üniversitesi, Arslanbey Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü 41285, Kartepe-Kocaeli.
mukasim@kocaeli.edu.tr

Özet
Taze-kesilmiş meyve ve sebzeler; ayıklanmış, yıkanmış, soyulmuş, dilimlenmiş, küp halinde doğranmış veya yemeye hazır hale getirilmiş ancak fizyolojik olarak hala canlı olan ve solunum yapan ürünlerdir. Minimum işleme olarak da adlandırılan bu uygulama meyve ve sebzelerden hemen kullanıma hazır tamamı yenilebilir ürün elde etmeyi dolayısıyla ürün kayıplarını en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Ancak, taze-kesme işlemi ile meyve ve sebzelerin hem solunum ve etilen üretimi gibi metabolik faaliyetleri hızlanmakta hemde ürün üzerindeki koruyucu tabaka kaybolduğundan mikroorganizmalara karşı savunmasız hale gelmektedir. Aynı zamanda üründe renk değişimleri de hızlanmakta olup görsel kalitesi de etkilenmektedir. Bu nedenle de taze-kesme uygulamasından sonra ürünlerin raf ömrü kısalmaktadır. Taze kesilmiş meyve ve sebzelerde hızlı bozulmanın önlenmesi için ambalajlama, ultraviyole radyasyon uygulamaları, kararmayı önleyici bileşiklerin eklenmesi, yenilebilir kaplama uygulaması gibi teknikler kullanılmaktadır. Bu derleme çalışmada, taze kesilmiş ürünlerde kalite ile kalitenin korunması amacıyla kullanılan yeni teknikler incelenmiştir.

Anahtar kelimeler; taze-kesme, solunum, etilen, renk, kalite, depolama.

THE LATEST TECHNOLOGIES IN QUALITY PRESERVATION OF FRESH-CUT FRUITS AND VEGETABLES

Abstract
Fresh-cut fruits and vegetables; the product that is trimmed, washed, peeled, sliced, chopped into cubes or made ready to eat but still physiologically alive and respiring. This application, also called minimum processing, aims to obtain ready-to-use fully edible products from fruits and vegetables and thus minimize product losses. However, the fresh-cutting process accelerates the metabolic activities of fruits and vegetables such as respiration and ethylene production and makes them vulnerable to microorganisms as the protective layer on the product disappears. As the color changes in the product are accelerated, the visual quality is also affected. Therefore, the shelf life of the products is shortened after the fresh-cut application. Techniques such as packaging, ultraviolet radiation applications, the addition of anti-browning agents and the application of edible coating are used to prevent the rapid degradation of freshly cut fruits and vegetables. In this review, the quality of the fresh-cut product and the new techniques used to preserve quality are examined.

Key words: fresh-cut, respiration, ethylene, color, quality, storage.

1. GİRİŞ

Taze kesilmiş ürünler, ayıklanmış, soyulmuş ve/veya tamamen kullanılabilir bir ürün halinde kesilmiş, tazeliğini korurken tüketicilere besin kalitesi yüksek, kolaylıkla tüketilebilen ve lezzetli ürün sunmak üzere paketlenmiş meyve veya sebzelerdir. (IFPA 2001). Dolayısıyla taze-kesilmiş meyve ve sebzeler %100 oranında kullanıma hazırlanmış ürünlerdir (Rico ve ark., 2007). Uluslararası pazarlarda bulunan taze kesilmiş ürünler arasında yıkanmış, doğranmış ve rendelenmiş marul; yıkanmış ve ayıklanmış ıspanak ve yapraklı yeşillikler; çiçek saplarına ayrılmış brokoli ve karnabahar; doğranmış lahana; çubuk şeklinde kesilmiş kereviz; soyulmuş, dilimlenmiş veya doğranmış soğan; soyulmuş ve doğranmış patates; dilimlenmiş mantar; dilimlenmiş veya doğranmış kabak ve hıyar; taze soyulmuş ve dilimlenmiş sarımsak; doğranmış domates ve biber sayılabilmektedir (Pradas-Baena ve ark., 2015).

Ülkemiz marketlerinde ise ayıklanmış ve yıkanmış ıspanak; ayıklanmış, soyulmuş ve doğranmış pırasa ve havuç karışımı; doğranmış meyveler ile tanelenmiş üzüm karışımı gibi, taze kesilmiş meyve ve sebzeler bulunmaktadır.

Bununla birlikte taze-kesilmiş ürünlerde kullanılan teknikler, meyve ve sebzelerin doğal koruyucu tabakasını yok ederek, bir çok fiziksel ve fizyolojik değişimleri hızlandırmak suretiyle ürünlerin bozulmasına yol açmaktadır. Genel olarak, taze-kesme işlemleri süresince meyve ve sebze dokuları zarar görmekte ve hücrelerin çoğunun yapısı bozulmakta dolayısıyla fitokimyasallar ve enzimler gibi hücre içi ürünler hücrenin dışına sızmaktadır. Ayrıca, taze ürünün soyulması veya kesilmesi ile periderm tabakası uzaklaştırılmakta ve transpirasyon bariyeri kaybolmakta, dolayısıyla bakteri, maya ve küf bulaşımına neden olmaktadır. Bu ürünlerde solunum/transpirasyon oranının hızlanması ve mikroorganizma bulaşıklığının artması raf ömrünün kısalmasının ana nedenidir (Velderrain-Rodriquez ve ark., 2015).

Taze kesilmiş üründe metabolik aktivite devam ettiği ve kesilmemiş ürüne göre daha hızlı olduğundan enzimatik aktivitenin artışı, tekstür bozulması, istenmeyen uçucu bileşik üretimi ve mikrobiyal bulaşma gibi raf ömrünü azaltan değişimlere karşı da duyarlı hale gelmektedir. Taze kesilmiş ürün sanayisinde raf ömrü; taze kesilmiş bir ürünün tazelik, sıkılık, doku, renk, aroma ve besin değeri gibi kalite özelliklerinin tüketici tarafından kabul edilebilir bir seviyenin altına düşmesi için gereken süre olarak tanımlanmaktadır. Taze kesilmiş endüstrinin başarısı, kaliteye ve tüketici güveninin korunmasına bağlıdır. Sebze kalitesinin göstergeleri renk, yapı, tat ve diğer özellikler ise abiyotik ve biyotik faktörlerden etkilenmektedir (Shewfelt ve ark., 2009). Bu derleme çalışmanın amacı taze kesilmiş üründe meydana gelen kalite kayıpları ile bu kayıpların önlenmesinde kullanılan yöntemlere ilişkin yapılan çalışmaların incelenmesi ve yorumlanmasıdır.

2. TAZE KESİLMİŞ MEYVE VE SEBZELERDE KALİTE BİLEŞENLERİ

2.1. Renk

Renk, tüketicilerin bir ürünü tercihinde en önemli kriterdir. Renk, meyve ve sebzelerin tercihinde önemli rol oynamakta hatta, ürünlerin tat eşiklerini ve tatlılık algısını da yansıttığı düşünülmektedir. Meyve ve sebzelerin rengi, bu ürünlerde bulunan doğal pigmentlerinden kaynaklanmakta olup, bitki olgunlaşma ve yaşlanması ile birlikte değişmektedir. Ayrıca renk, çoğu sebze ve meyvenin tazeliğinin göstergesi olan doku ile birlikte ana özelliklerden biridir. Renk kalitesini oluşturan birincil pigmentler, yağda çözünür klorofiller (yeşil), karotenoidler (sarı, turuncu ve kırmızı), suda çözünür antosiyaninler (kırmızı, mavi), flavonoidler (sarı) ve betalainlerdir (kırmızı). Taze-kesilmiş ürünlerde kesme işlemi klorofil kaybına (marul) yol açarak kahverengileşmeye neden olurken, havuç gibi ürünlerde ise karoten parçalanması nedeniyle beyazlaşma ve kahverengileşme olabilmektedir. Dolayısıyla taze-kesilmiş meyve ve sebzelerde renk önemli bir kalite bileşenidir (Barry-Ryan ve ark., 2007).

2.2. Görünüş

Taze kesilmiş meyve ve sebzelerin görsel kalitesi, büyüklükleri, şekilleri, renkleri, parlaklıkları, yüzeyin temizliği ve kusurların veya bozulma belirtilerinin bulunmamasına olarak açıklanabilir. Taze kesilmiş ürünlerde kararma, su kaybı, ve yaşlanmaya bağlı doku yumuşaması nedeniyle büzülme ve solma, enzimatik esmerleşme veya fiziksel bozukluklar nedeniyle renk değişimi gibi görsel kaliteyi bozabilen değişimler meydana gelebilmekedir (Kader, 2002). Bu nedenle taze-kesilmiş meyve ve sebzelerin görsel kalitesi, tüketici tercihini etkileyen bir diğer kalite kriteridir.

2.3. Tat, Aroma ve Lezzet

Lezzet, taze ürünler için önemli bir içsel kalite faktörüdür. Tüketiciler meyve ve sebzeleri ilk kez alırken, çoğunlukla görünüş kalitesine göre dikkat etmektedir. Ancak, daha sonraki ürün tercihinde tat ve aroma gibi içsel kalite faktörleri ön plana çıkmakadır. Lezzet, esas olarak şekerler, asitler ve uçucu bileşenlerle gibi tat ve aroma maddelerinden oluşmaktadır (Beaulieu ve Baldwin, 2002). Dolayısıyla taze-kesilmiş meyve ve sebzelerin kalitesi denildiğinde renk ve görünüş gibi dışsal kalite bileşenlerinin yanısıra tat, aroma ve lezzet gibi içsel kalite faktörleri de anlaşılmalıdır.

2.4. Tekstür (Doku)

Doku, ürüne dokunulduğunda veya ürün ağıza alındığında oluşan hisle ilgili bir kriterdir. Dokusal özellikler, meyve ve sebzelere bağlı olarak, sertlik veya sıkılık, gevreklik, çıtırlık, elastikiyet, sululuk, unluluk ve dayanıklılık olarak ifade edilebilmektedir (James ve Ngarmsak, 2010). Taze kesilmiş meyve ve sebzelerde, kesme işlemi ürünün solunum hızını ve buna bağlı olarak da metabolik aktiviteyi hızlandırmaktadır. Dolayısıyla taze kesilmiş meyve ve sebzeler hızla yaşlanmakta ve bu nedenle da üründe yumuşama yani doku da sertlik kaybı oluşmaktadır. Bu nedenle taze kesilmiş meyve sebzelerin dokusu, ürünün tercihinde diğer önemli bir kriterdir.

2.5. Besleyici Değeri

Meyve ve sebzeler hem lif ve karbonhidratlar gibi "makro" hem de C vitamini, B kompleks vitaminleri (tiamin, riboflavin, B6, niasin, folat), A, E, mineraller ve polifenolikler, karotenoidler ve glukosinolatlar gibi mikro besinlerin en önemli kaynaklarıdır. Besinler, suda veya lipitte çözünür olarak sınıflandırılabilir - yani suda veya bir lipit ortamında çözülürler. Suda çözünür besinler Vitamin C, B kompleksi, polifenolikler ve glukozinolatları içerir.Yağda çözünen besinler Vitamin A, E ve likopen ve β-karoten gibi diğer karotenoidleri içerir. C vitamini ısı, ışık ve oksijene maruz kalmasıyla nispeten hızlı bir şekilde bozuldiğinden en hassas olanlarından birisidir (Barrett ve ark., 2010).

3. TAZE KESİLMİŞ MEYVE VE SEBZELERDE METABOLİK DEĞİŞİMLER

3.1. Etilen Üretimi

Etilen (C_2H_4) klimakterik meyve ve sebzelerin olgunlaşması sürecince doğal olarak üretilen bir hormon olmaklha birlikte, hastalanmış veya yaralanmış dokunın etilen üretimi sağlam olanlara göre daha yüksektir. Dolayısıyla taze kesme uygulaması etilen üretiminde artış neden olmakta, ancak bu tepkinin başlaması yara oluşumundan birkaç dakika sonra olabileceği gibi bir saat sonra da başlayabilmekte ve 6-12 saat içinde maksimum etilen düzeyine ulaşılmaktadır. Etilen üretimi yaranın veya kesimin yakınındaki dokulardan başlamaktadır. Bununle birlikte her üründe etilen artışı aynı şekilde olmayıp, bazı ürünlerde kesim etilen artışına neden olmamaktadır. Örneğin, kivi, domates, kışlık kabak, papaya ve çilek kesimden sonra etilen üretiminde artış gösterirken, kesilmiş armutta etilen artışı gözlenmediği gibi taze-kesilmiş armut dilimlerinin etilen üretiminin kesilmemiş meyvelere göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Kesme ve yaralama ile oluşan zararlanmadan sonra etilen üretimi artışı, preklimakterik ve klimakterik aşamada, klimakterik sonrası aşamaya göre daha yüksektir. Ayrıca kesimden sonraki etilen üretimi non-klimaktarik meyvelerde önemsiz iken, klimakterik meyvelerde artmakta ve meyve olgunlaşmasını hızlandırmaktadır. Örneğin, muz ve kantalop kavunu gibi meyvelerde dilimlemeye tepki olarak etilen üretimi, meyvenin klimakterik öncesi veya klimakterik sonrası aşamada kesilmesine bağlı olarak değişir. Dolayısıyla, özellikle klimakterik meyvelerde kesme ve işleme öncesi ürünün olgunluk aşamasının incelenmesi gerekmektedir (Toivonen ve DeEll 2002).

3.2. Solunum

Taze kesilmiş ürünlerde kesme işlemi, dokuda oluşan hasarı onarmak için savunma mekanizmasındaki kompleks olaylar serisini teşvik etmektedir. Etilen üretimi artışının yanı sıra, solunum hızının artışı da yaraya karşı oluşturulan en yaygın tepkilerden birisi olup, solunum; ürünün raf ömrünün önemli bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Kesmeye tepki olarak solunum hızı ile birlikte etilen üretiminin artışı vejetatif dokulardın bozulmasına ve yaşlanmanın hızlanmasına yol açmaktadır (Fonseca ve ark., 2002). Taze kesilmiş meyve ve sebzelerde solunum hızının artışı, kesme oranı ve depolama sıcaklığına bağlı olarak 1.2-7.0 kat arasında değişmektedir (Ahvenainen, 1996). Taze kesilmiş meyve ve sebzelerin görsel kalitesi de solunum oranının artmasından etkilenmekte, bu süreç sonunda meyve ve sebzelerde karbonhidrat depoları boşalmaktadır. Solunum hızının artışı, kontrolsüz bir oksijen tüketimine yol açmakta ve ayrıca bu metabolik reaksiyonlar, meyvelerde bulunan organoleptik kalite bileşenleri olan şekerler ve organik asitlerin subsrat olarak kullanılmasına neden olmaktadır. Organik asitler meyvenin rengi ile ilişkili doğal pH'nın göstergesi olduğundan bunların bozulması renkte değişime yol açmaktadır. Ek olarak, solunum artışı ürünün şeker/asit oranını değiştirdiğinden taze kesilmiş ürünlerin tadında yavanlaşma meydana gelmektedir (Manvell, 1997).

3.3. Renk Değişimleri

Taze kesilmiş ürünlerin görünümü, tüketicinin ürünü satınalması için belirleyici faktördür. Taze-kesilmiş ürünlerde, kesim sonrası solunum ve/veya etilen üretimini uyaran metabolik reaksiyonlar; renk bozulması, tekstür değişimi, hızlı olgunlaşma ve yaşlanma gibi tüketici tercihini etkileyen bazı istenmeyen tepkileri uyarmaktadır. Özellikle kararma ve renk bozulması taze ürünlerin rengini ve sonuç olarak görsel kalitesini etkileyen en yaygın istenmeyen değişimlerdir. Taze-kesme işlemi sürecinde renkte farklı değişimler meydana gelmektedir. Örneğin, taze kesilmiş meyve ve sebzelerin bazılarında hücre kesilmesi ile birlikte enzimatik kararma meydana gelmektedir. Kesim işlemi ile hücre duvarı bölmelerindeki vakuoller içinde depolanan fenolik bileşiklerin salınmakta, yaralı dokuya oksijen girişi ile polifenol oksidaz (PPO) enziminin substratı sağlanmış olmaktadır (Yoruk ve Marshall 2003). Oksijen varlığında PPO monofenollerin hidroksilasyonu ve o-difenolsto o-kinon'ların oksidasyonu şeklinde iki reaksiyonu katalize etmektedir. O-finoller o-Kinonlara okside olduğunda, kininlerin enzimatik olmayan polimerizasyonu oluşmakta, bu da yüksek molekül ağıklıklı ve koyu renkli melaninlerin pigmentlerinin oluşmasına neden olmaktadır (Queiroz ve ark., 2008). Diğer taraftan, renkteki değişimler, meyve ve sebzelerde bulunan doğal pigmentlerin kaybolması nedeniyle de oluşabilmektedir. Meyve ve sebzelerin rengini oluşturan klorofil, karotenoid, antosiyanin ve diğer tip pigmentler olgunlaşma süreci boyunca veya bitki dokuları farklı stresler altında kaldığında üretilen ikincil metabolitler olup, bu bileşiklerin kaybı, taze ürünün renginin de kaybolmasına neden olmaktarın. Örneğin, marulun yeşil rengninin kaybı klorofil kaybı ile ilişkilidir. Aynı şekilde, taze kesilmiş çileklerde antosiyaninlerdeki değişimler, doğrudan çileklerin depo ömrünü etkilemektedir. Uygun olmayan depolama şartları çileklerde doğal kırmızı ve mor rengin kaybına neden olarak, pazarlanabilir kaliteyi azaltmaktadır (Odriozola-Serrano ve ark., 2009).

3.4.Mikrobiyal Bulaşma

Taze kesilmiş ürünlerin, kesilmemiş olanlara göre birtakım avantajları bulunmakla birlikte, metabolik aktivitelerinin yüksek olması ve duyarlı hale gelmeleri nedeniyle mikrobiyal bulaşma oranları oldukça yüksektir. Taze kesilmiş ürünler mikrobiyal büyümeyi uyaran meyve suyu ile dolu ve besinlerce zengin ürünlerdir. Sağlam ürün kesildiği veya dilimlendiğinde, meyve kabuğunun sağladığı koruyucu tabaka kaybolmakta ve meyve dokusu patojen saldırıları ve su kaybına duyarlı hale gelmektedir. Ayrıca, meyvelerde hijyenin veya hasat öncesi tedbirlerin sağlanmaması bunları gıda kaynaklı hastalıklara yol açan patojenik mikrooganizmaların taşıyıcısı haline de getirmektedir. Kesme ve yaralama işleminden sonra mikrobiyal bulaşma riski, kesilmemiş meyve ve sebzelerinkinden yüksektir. Bu yüksek riskin sebebi ise meyve ve sebzelerin su içeriğinin yüksek olmasıve dokuda oluşturulan yaralanmadır. Dokular dilimleme, kesme veya soyma yoluyla yaralandığında, bunlardan dışarıya verilen besinler mikrobiyal büyümeyi (mezofilik bakteriler, maya ve küfler) uyarmakta ve arttırmaktadır. Taze kesilmiş meyve ve sebze mikroorganizmalar geliştiğinde, bunlar yüzeyde bir biyofilm oluşturabilmekte ve dolayısıyla yok edilmeleri ve dezenfeksiyonu daha zor hale gelmektedir (Velderrain-Rodriquez ve ark., 2015).

4. TAZE KESİLMİŞ MEYVE VE SEBZELERDE KALİTE VE RAF ÖMRÜNÜN ARTTIRILMASINDA KULLANILAN TEKNOLOJİLER

4.1. Ultraviyole Işık

Ultraviyole ışık (UV) 100 ila 400 nm dalga boylarına sahip iyonize olmayan bir radyasyon türü olup UV-A (315–400 nm), UV-B (280–315 nm) ve UV-C (100-280 nm) olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Bunlar arasında UV-C ışınlama maksimum 254 nm dalga boyunda uygulanmakta ve en yüksek antiseptik etkiyi göstermektedir. UV-C çoğunlukla hem bütün (kesilmemiş) hem de taze kesilmiş meyve ve sebzelerde yüzey dezenfeksiyonu ve mikroorganizmaların kontrol edilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Vicente ve ark. 2005; González-Aguilar ve ark., 2010a). Bunun yanısıra, düşük dozlarda UV-C ışınlamanın biyolojik sistemlerde meyve olgunlaşması ve yaşlanmanın geciktirilmesi, mantar ve bakterilere karşı doğal savunma ajanlarının uyarılması gibi yararlı reaksiyonları teşvik ettiği ve bu olgunun hormesis olarak adlandırıldığı bildirilmiştir (González-Aguilar ve ark., 2010b)

4.2. Kontrollü/Modifiye Atmosfer

KA/MA, bir ürünü çevreleyen gazların normal atmosferden farklı bir kompozisyon oluşturmak üzere değiştirilmesinden oluşan pasif veya aktif bir dinamik süreçtir. Bu, taze kesilmiş ürünün solumu ve

oluşan gazların paketleme materyali ile transfer edilmesi prensibi ile başarılmaktadır (Caleb ve ark., 2012). Ürünün etrafındaki O_2 seviyesinin azaltılması ve CO_2 seviyesinin yükseltilmesi solunum oranını azaltmakta ve yaşlanmayı geciktirmekte, böylece taze kesilmiş ürünün beslenme ve duyusal kalitesini korurken, depo ömrünü arttırmaktadır. Bir ambalaj içerisinde pasif KA/MA, istenen gaz bileşiminin ürünün doğal solunumu ve filmin geçirgenliği yoluyla oluşturulmaktadır. Buna karşılık aktif KA/MA, bir paket içerisinde istenen gaz karışımının elde edilmesi için hızlı bir gaz/yer değiştirme veya gaz temizleyici ve emicilerin kullanılması ile oluşturulmaktadır (Charles ve ark., 2003). Bu, aktif maddelerin O2, CO2 ve etilen temizleyicileri gibi paketlenmiş bir gıda ürününe eklenmesini içerir. MA ürünün hazırlanması sırasında oluşan fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değimleri azaltmakta veya geciktirmektedir (Sandhya, 2010). Aynı zamanda solunumun azaltılması yoluyla global metabolik aktivitenin baskılanması, etilen sentezi ve aktivitesinin önlenmesi, oksidatif işlemlerin önlenmesi, askorbik asitin korunması ve mikrobiyal gelişimin baskılanması için kullanılmaktadır. MA ayrıca su kaybını minimuma indiren kapalı bir sistem sağladığından büzülmeyi, solmayı ve tazeliği ve parlak görünümün kaybolmasını önlemektedir. MAP ile ilişkili tehlike ise, fermentasyonun potansiyel olarak teşvik edilmesi ve sonuçta aromanın bozulmasına neden olmasıdır (Zhang ve Watkins, 2005).

4.3. Yüksek Basınçta İşleme

Yüksek basınçlı işleme (HPP), FCFV endüstrisinin korunmasında büyük potansiyel olduğunu gösteren bir yöntemdir. Soğutmada HPP, oda veya orta sıcaklıkta ısıtma, patojenik ve bozulma mikroorganizmasının etkisizleştirilmesine izin verir ve taze kesilmiş ürünlerin raf ömrünün uzatılmasında kilit bir rol oynayabilir (Norton and Sun 2008). Ek olarak, HPP, polifenol oksidazlar (PPO) gibi enzimlerin etkisizleştirilmesinde bir alternatif olarak düşünülmüştür (Garcia and Barrett 2002). Bu teknolojinin önemli bir avantajı, HPP'nin boyut, şekil ve geometriden bağımsız olarak bir yiyecek boyunca homojen davranması ve ayrıca gıdanın tadı, katkısı, dokusu, görünümü ve besin değerleri üzerinde en az etkisi olması (Norton ve Sun 2008; Manas ve Pagán 2005).

4.4. Yenilebilir Kaplamalar

Yenilebilir kaplama, ürünün raf ömrünü; nem ve sıvı kaybı, gaz değişimi, solunum ve oksitatif stres ile birlikte fizyolojik hasatalıkların azaltılması veya baskılanmayı yoluyla arttıran, ürünün yüzeyine ince bir tabaka halinde uygulanan yenilebilir materyal olarak tanımlanmıştır (Quirós-Sauceda ve ark., 2014). Dolayısıyla yenilebilir kaplamalar su ve gazlara karşı bariyer oluşturarak etkili olmaktadır. Taze kesilmiş ürünlerde yenilebilir kaplamaların yararları, a. Kararma, b. Solunum, c. Etilen üretimi, d. Su kaybı, ve e. Yüzey bozulmasını önlemelerinin yanı sıra uçucu aroma bileşiklerini arttırmaları ve tekstürü korumalarıdır. Yenilebilir kaplamalar ayrıca anti-kararma ajanları, antimikrobiyal bileşikler, tekstür arttırıcılar ve nutrasötükler gibi aktif bileşenleri içermeleri nedeniyle taze kesilmiş ürünün raf ömrünü uzatmaktadırlar. Yeni jenerasyon yenilebilir kaplamalar, nano teknoloji ve çoklu-tabaka nanolaminatları kullanarak, aktif bileşenlerin salınımının kontrolü ve içerilmesi üzerine odaklanır. Yenilebilir kaplamalar oluşturmak için en yaygın kullanılan bileşikler arasında kitosan, nişasta, selüloz, aljinat, karragenan, zein, glüten, peynir altı suyu, karnauba, balmumu ve yağ asitleri bulunur (González-Aguilar et al. 2010a)

4.5. Aktif Paketleme

Genel olarak, aktif paketleme, iç gaz atmosferinin içindeki bileşenler veya paketler arasındaki etkileşimi içeren zeki veya akıllı bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Özdemir ve Floros 2004; Floros ve ark. 1997). Aktif bileşenlerin önemli örnekleri arasında oksijen tutucu, karbon dioksit vericisi / emicisi, nem emicisi, etilen emicisi, etanol vericisi, lezzet verici / emici sistemler, zaman-sıcaklık göstergeleri ve antimikrobiyal filmler bulunmaktadır. Bireysel ajanların dahil edilmesinin yanı sıra, aktif paketleme sistemi daha sofistike olabilir ve iki veya daha fazla aktif bileşen ilavesiyle çok işlevli bir aktif sisteme sahip olabilir (Özdemir ve Floros 2004). Aktif paketler, bozulma süreçlerinde rol oynayan bileşiklerin temizlenmesi veya bozulma oluşturan faktörlerin etkisini azaltabilecek bileşiklerin salınması yoluyla kaliteyi ve güvenliği arttırır. Aktif paketle tipleri, modifiye nem paketleme, etilen-uzaklaştırıcı paketleme, oksiyen-uzaklaştırıcı paketleme, karbondioksit uzaklaştırıcı paketleme ve antimikrobiyal paketlemedir. Biyo bazlı plastikler ve biyolojik olarak çözünebilir plastikler, aktif ambalajlamadaki güncel araştırmaların ana hatlarıdır. Biyoaktif bileşiklerin paket içine

dahil edilmesi veya insan ve bitki patojenlerini hedefleyen ürüne uygulanması için potansiyel mevcuttur. Bu bileşikler Hekzanal ve trans-2-hekzanal gibi doğal bitki uçucu bileşiklerini içeriri. Bu uçucu bileşikler ayrıca siklodekstrinlerde etkin bir şekilde kapsüllenebilir ve salımları manipüle edilebilir.

4.6. 1-Metilsiklopropen (1-MCP) 1-MCP etilen reseptörlerini bloklayarak, etilenin etkilerini önler. Bu nedenle, taze kesilmiş ürünlerin olgunlaşma ve yaşlanmasının, mikrobiyal gelişimin, kararma ve askorbik asitin hidrolizinin kontrol edilmesi için 1-MCP potansiyel olarak kullanılabilmektedir. Bunun dışında, siklodekstrin, salım kinetiğini daha da değiştirmek için polimerlere dahil edilebilir (Lee ve ark., 2006).

4.7. Doku arttırıcılar
Taze kesilmiş meyvelerin yumuşamasının azaltılması için kalsiyum tuzları kullanılmaktadır. Kalsiyum iyonları, pektin zincirlerinin serbest karboksil gruplarıarasında çapraz bağlar yapmak suretiyle kalsiyum pektat oluşturarak hücre duvarının güçlendirilmesine neden olurlar. Potasyumun meyve yapısı üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Tekstür arttırıcılar yenilebilir kaplamalar ile birleştirilebilir (Rojas-Grau ve ark., 2009).

4.8. Anti-kararma maddeleri
Polifenol oksidaz (PPO) nedeniyle oluşan kararma, ürünün etrafındaki atmosferin oksijen miktarının azaltılması veya asitleştiriciler, indirgen maddeler, şelat oluşturan maddeler, karışım halindeki maddeler, enzim önleyiciler ve sinerjistik kombinasyonlar gibi farklı gruplara ayrılan anti-kararma maddelerinin kullanımı ile azaltılabilir. Taze-kesilmiş elmalarda 36 bilinen anti kararma bileşikleri azarından okzalik asit, okzaloasetik asit, askorbik asit-2-fosfat, sistein, glutatyon, N-asetilsistein, kojik asit ve 4-hekzil resorkinol'ün en yüksek kararma önleyici aktiviteyi gösterdiği belirlenmiştir (Son vd., 2001).

4.9. Doğal olarak oluşan bileşikler
Doğal olarak oluşan bileşikler, aroma arttırıcılar ve anti-kararma ajanları olarak keşfedilmiştir. Bazı ballar ve meyve sularının taze kesilmiş elma dilimleri üzerinde anti-kararma etkisi gösterdiği gösterilmiştir. Hekzilkesorkinol, N-asetilsistein ve glutatyon gibi diğer anti-kararma ajanlarının Fuji elma dilimlerinin kararmasını azalttığı ve askorbik asitten daha iyi etki gösterdiği bulunmuştur (Rojas-Grau et al., 2008a,b).

4.10. Hafif Isı Stresi
Bitki dokularının zararlanması, kararma, lipid peroksidasyonu ve aroma değişimleri gibi mikroorganizmaya bağlı oksidatif süreçlerle sonuçlanmaktadır. Bununla birlikte, bitkiler ayrıca abiyotik ve biyotik streslere, indirgeyici ajanlar, serbest radikal sonlandırıcılar, metal şelatörler ve tekli oksijen söndürücüler gibi davranarak ve çeşitli oksitleyici enzim aktivitelerine ortam oluşturarak bu süreçlere karşı koruma sağlayan antioksidan sistemlerinin düzenlenmesi ile cevap verir. Ölümcül olmayan sıcak stresinin biyoaktif bileşiklerin üretimini uyardığı, yaşlanmayı geciktirdiği ve taze kesilmiş ürünlerin kalitesini arttırdığı gösterilmiştir (Sgroppo et al., 2009).

5. SONUÇ
Bu derleme çalışmada taze kesilmiş meyve ve sebzelerde kalite kriterleri, metabolik değişimler ve kalitenin korunmasında kullanılan yöntemler incelenmiştir. Buna göre, taze kesilmiş meyve ve sebzelerde en önemli kalite bileşeninin renk olduğu ve çalışmaların daha çok renkte meydana gelen değişimleri önlemeye yönelik olarak yapıldığı belirlenmiştir. Ayrıca taze kesilmiş meyve ve sebzelerde en önemli metabolik değişimlerin ise kesme sonucu oluşturulan yaralanmaya tepki olarak solunum hızı artışı ve buna bağlı olarak etilen üretimi ile birlikte yaşlanmaya neden olan ikincil metabolik üretimlerindeki artışlar olarak görülmüştür. Dolayısıyla solunum hızı dolayısıyla oluşan diğer metabolik değişimleri önlemeye yönelik olarak da çalışmaların yapıldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak taze kesilmiş meyve ve sebzelerde kalitenin korunması için öncelikli olarak soğuk zincir uygulamaları ardından ise oksijen ile teması keserek kararmayı dolayısıyla renk değişimlerini önlemede kullanılan yöntemlerin ise kontrollü/modifiye atmosfer paketleme, yenilebilir kaplama, aktif

paketleme, ultraviyole ışık, yüksek basınç, anti-kararma maddeleri, 1-MCP vs. uygulamaları olduğu bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Ahvenainen R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. Trends Food Sci Technol 7(6):179–187.

Barrett DM, Beaulieu JC, Rob Shewfelt R. 2010. Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 50,369–389.

Barry-Ryan C., Martin-Diana AB, Rico D, Barat J. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. Trends in Food Science & Technology, 18 (2007) 373-386.

Beaulieu JC, Baldwin EA. 2002. Flavor and Aroma of Fresh-cut Fruits and Vegetables. O. Lamiranka, içinde, Fresh-Cut Fruits and Vegetables, Science, Technology and Market, CRC Press, Boca Raton LLC.

Calib OJ, Opara UL, Witthuhn CR. 2012. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. Food Bioprocess Technol, 5(1):15–30

Charles F, Sanchez J, Gontard, N. 2003. Active modifi ed atmosphere packaging of fresh fruits and vegetables: modeling with tomatoes and oxygen absorber. J Food Sci, 68(5):1736–1742

Floros J, Dock L, Han J. 1997. Active packaging technologies and applications. Food Cosmet Drug Packag 20(1):10–17

Fonseca SC, Oliveira FAR, Brecht JK. 2002. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modifi ed atmosphere packages: a review. J Food Eng, 52(2):99–119.

Garcia E, Barrett DM. 2002. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. Fresh-cut fruits and vegetables. CRC, Boca Raton, FL, pp 267–304

Gonzalez-Aguilar GA, Ayala-Zavala J, Oliva G, De La Rosa L, Álvarez-Parilla E. 2010a. Preserving quality of fresh-cut products using safe technologies. J Verbr Lebensm 5(1):65–72

Gonzalez-Aguilar GA, Villa-Rodriguez JA, Ayala-Zavala JF, Yahia EM. 2010b. Improvement of the antioxidant status of tropical fruits as a secondary response to some postharvest treatments. Trends Food Sci Technol 21(10):475–482.

IFPA. 2001. "Fresh-cut Produce: Get the Facts!" 18 Ekim 2019 tarihinde www.fresh-cuts.org. adresinden alındı.

James JB, Ngarmsak T. 2010. Fresh Produce Quality and Safety. R.S. ROLLE içinde, Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables: A technical guide. FAO Regional Office for Asia and the Pacific Maliwan Mansion, 39 Phra Atit Road Bangkok 10200 THAILAND

Kader AA. 2002. Quality Parameters of Fresh Cut Fruit and Vegetable Products. O. Lamiranka, içinde, Fresh-Cut Fruits and Vegetables, Science, Technology and Market, CRC Press, Boca Raton LLC.

Lee YS, Beaudry R, Kim JN, Harte BR. 2006. Development of a 1-methylcyclopropene (1-MCP) sachet release system. J. Food Sci. 71(1): 0-6.

Manas P, Pagan R. 2005. Microbial inactivation by new technologies of food preservation. J Appl Microbiol 98(6):1387–1399

Manvell C. 1997. Minimal processing of food. Food Sci Technol Today 11:107–111

Norton T, Sun DW. 2008. Recent advances in the use of high pressure as an effective processing technique in the food industry. Food Bioprocess Technol 1(1):2–34

Odriozola-Serrano I, Solica-Fortuny R, Martin-Belloso O. 2009. Infl uence of storage temperature on the kinetics of the changes in anthocyanins, vitamin C, and antioxidant capacity in fresh-cut strawberries stored under high-oxygen atmospheres. J Food Sci 74(2):C184–C191

Özdemir M, Floros JD. 2004. Active food packaging technologies. Crit Rev Food Sci Nutr 44(3):185–193

Pradas-Baena I, Moreno-Rojas JM, Luque De Castro MD. 2015. Effect of Processing on Active Compounds in Fresh-Cut Vegetables. V. PREDY içinde, Processing and Impact on Active Components in Foods. (s. 3-10).

Queiroz C, Mendes Lopes ML, Fialho E, Valente-Mesquita VL. 2008. Polyphenol oxidase: characteristics and mechanisms of browning control. Food Rev Int 24(4):361–375

Quirós-Sauceda AE, Ayala-Zavala JF, Olivas GI, González-Aguilar GA. 2014. Edible coatings as encapsulating matrices for bioactive compounds: a review. J Food Sci Technol 51(9):1674–1685

Rico D, Martin-Diana AB, Barat J, Barry-Ryan C. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. Trends Food Sci Technol 18(7):373–386

Rojas-Grau MA, Soliva-Fortuny R, Martin-Belloso O. 2008a. Effect of natural antibrowning agents on color and related enzymes in fresh-cut Fuji apples as an alternative to the use of ascorbic acid. Journal of Food Science, 73: S267-S272.

Rojas-Grau MA, Soliva-Fortuny R, Martin-Belloso O. (2009). Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: A review. Trends in Food Sci. Technol. 20: 438-447.

Rojas-Grau MA, Tapia MS, Martin-Belloso O. 2008b. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji-apples. LWT-Food Science and Technology, 41: 139-147.

Sandhya S. 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 43: 381-392.

Sgroppo SC, Pereyra MV 2009. Using mild heat treatment to improve the bioactive related compounds on fresh-cut green bell peppers. Intl. J. Food Sci. Technol. 44: 1793-1801.

Shewfelt RL, Brueckner B, Florkowski WJ, Prussia SE. 2009. Fresh-cut Produce Quality: Implications for a Systems Approach, S.Nicola, G. Tibaldi, E. Fontana içinde, A System Approach Food Science and Technology Postharvest Handling (Second Edition), (s.247-282).

Son SM, Moon KD, Lee CY. 2001. Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. Food Chemistry, 73: 23-30.

Toivonen PM, Deell J. 2002. Physiology of fresh-cut fruits and vegetables. O Lamikanra içinde, Fresh-cut fruits and vegetables. CRC, Boca Raton, FL, pp 91–123.

Velderrain-Rodriquez GR, Quiros-Saucera AE, Gonzalez Aguilar GA, Siddiqui MW, Ayala Zavala JF. 2015. Technologies in Fresh-Cut Fruit and Vegetables, M.W. Siddiqui, M.S. Rahman içinde, Minimally Processed Foods, Food Engineering Series (s. 79-101). Springer International Publishing Switzerland.

Vicente AR, Pineda C, Lemoine L, Civello PM, Martinez GA, Chavez AR. 2005. UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. Postharvest Biol Technol 35(1):69–78

Yoruk R, Marshall MR. 2003. Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: a review. J Food Biochem 27(5):361–422

Zhang J, Watkins CB. 2005. Fruit quality, fermentation products, and activities of associated enzymes during elevated CO_2 treatment of strawberry fruit at high and low temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 130: 124-130.

FARKLI RENKLERİN GÜCÜ "HAVUÇ"

Prof.Dr. Rezzan KASIM
Kocaeli Üniversitesi, Arslanbey Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü 41285, Kartepe-Kocaeli.
rkasim@kocaeli.edu.tr

Doç.Dr. M.Ufuk KASIM
Kocaeli Üniversitesi, Arslanbey Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü 41285, Kartepe-Kocaeli.
mukasim@kocaeli.edu.tr

Özet

Havuç hem karotenoidler hem de fenolik bileşiklerin yanısıra antioksidanlar bakımından zengin bir kök sebzesidir. Havucun karotenoid içeriği genotipler arasında farklı olmakla birlikte, genellikle turuncu havuçlar α- ve β- karoten; sarı havuçlar lutein, kırmızı havuçlar likopen ve mor-siyah havuçlarda antosiyaninler bakımından zengindir. Turuncu havuçların içerdiği beta-karoten karaciğer tarafından A vitaminine dönüştürülerek, gözün loş ışıkta görmesini sağlayan rodopsini oluşturmakta ve retinanın ışığı duyarlı alanının etkinliğini arttırmak suretiyle göz sağlığını korumaktadır. A vitamini ayrıca solunum, idrar ve bağırsak yollarının yüzey astarlarını korumakta ve beyaz kan hücrelerinin enfeksiyona karşı savaşmasına yardımcı olarak bağışıklık sistemini düzenlemektedir. Sarı havuçlar beta karotene benzer özelliklere sahip olan ksantofil ve lutein pigmentlerini içermekte olup, bu renk maddeleri göz sağlığını korumanın yanısıra akciğer ve diğer kanserlerin önlenmesi ile ateroskleroz riskini de azaltmaktadır. Beyaz havuçlar pigment içermemekle birlikte bünyelerinde bulunan fitokimyasallar kolon kanseri gibi hastalıkları ve felç riskini azaltmaya yardımcı olmaktadır. Kırmızı havuçların içerdiği domates ve karpuz gibi sebzelerde de bulunan likopen kalp hastalığı ile prostat kanserine karşı koruyucu özellik göstermektedir. Mor/siyah havuçlar ise renklerini antosiyaninlerden almakta, bu pigmentler vücuttaki serbest radikalleri yakalayan antioksidan özellik göstermektedir. Ayrıca havuçtaki antosiyaninler kanın pıhtılaşmasını yavaşlatmakta ve kalp hastalığının önlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu derleme çalışmada farklı renklerdeki havuçların besin içerikleri ile insan sağlığı üzerindeki etkileri incelenerek, renklerin gücü açıklanmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler; havuç, renk, turuncu, sarı, beyaz, kırmızı, mor/siyah, insan sağlığı.

POWER OF DIFFERENT COLOR: "CARROT"

Abstract

Carrot is a root vegetable rich in antioxidants as well as carotenoids and phenolic compounds. Carotenoid content of carrot is different between genotypes, but it is generally rich in orange carrots α- and β-carotene, yellow carrots lutein, red carrots lycopene and anthocyanins in purple-black carrots. The beta-carotene contained in orange carrots is converted into vitamin A by the liver, creating rhodopsin that allows the eye to see in dim light and protects eye health by increasing the effectiveness of the light-sensitive area of the retina. Vitamin A also protects the surface lining of the respiratory, urinary and intestinal tracts and regulates the immune system by helping white blood cells fight infection. Yellow carrots contain xanthophyll and lutein pigments, which have similar properties to beta carotene, that protect eye health as well as reduce the risk of atherosclerosis by preventing lung and other cancers. Although white carrots do not contain pigment, the phytochemicals in their body help to reduce the risk of diseases such as colon cancer and stroke. Lycopene, which is also found in vegetables such as tomatoes and watermelons contained in red carrots, is protective against heart disease and prostate cancer. Purple / black carrots take their color from anthocyanins and these pigments show antioxidant properties that capture free radicals in the body. Besides, anthocyanins in carrots slow blood clotting and help prevent heart disease. In this review, nutrient contents of carrots of different colors and their effects on human health were examined and the power of colors was explained.

Key words; carrot, color, orange, yellow, white, red, purple/black, human health.

1. GİRİŞ

Havuç (*Daucus carota* L.), *Apiaceae* familyasına dahil iki yıllık otsu bir tür olup, kültürü yapılan havuçlar, havuç köklerinin rengi esas alınarak doğu ve batı havuçları olarak sınıflandırılmaktadır. İlk olarak 10. yüzyılda İran ve Kuzey Arabistan'da tanımlanan havuçların mor ve sarı renkli olduğu; bu havuçların 15. yüzyılın ortalarında bu merkezden Orta Doğu, Kuzey Afrika, Avrupa ve Çin olmak üzere doğu ve batıya doğru yayıldığı belirtilmiştir (Simon 2000). Kuzey Avrupa'da 18. Yüzyıla kadar sarı havucun tercih edildiği, turuncu havuçların 18. Yüzyılda Hollanda'da geliştirildiği düşünülmektedir. Bunlara ek olarak beyaz havuçların Avrupa'da, kırmızı havuçların ise Çin'de ortaya çıktığı ifade edilmektedir. Dolayısıyla temel olarak, Batı'da turuncu tüketimi diğer havuçlardan daha fazla iken, Türkiye, Hindistan ve Çin'in bazı bölgelerinde mor ve sarı havuçlar, Japonya'da ise kırmızı havuçlar tüketilmektedir (Rubatzky ve ark., 1999; Simon 2000). Bununla birlikte doğu havuçlarının kökeninin Afganistan olduğu fakat batı havuçlarının kökenlerinin ise hala bilinmediği de ifade edilmektedir. Doğu havuçlarının çoğunun mor ve bazıları sarı iken batı havuçlarının ise turuncu, kırmızı veya beyaz olduğu öne sürülmektedir (Que ve ark., 2019).

Zengin vitamin ve mineral madde içeriğine sahip olan havuç; 88.29 g/100g su, 9.58 g/100g karbonhidrat, 4.74 g/100g şeker ve 0.24 g/100g yağ içermekte olup, enerji miktarı ise yalnızca 41 kcal'dir. Havuç, A vitamini bakımından zengin (16706 IU, 835 µg RAE/100g) bir kaynak olmakla birlikte, C vitamini (5,9 mg/100g), K vitamini (13,2 µg/100g), folik asit (19 µg/100g), niasin (0,980 mg/100g) ve B6 vitamini (0,138 mg/100g)'de içermektedir. Havucun potasyum (K, 320 mg/100g) içeriği oldukça yüksek olmakla birlikte, sodyum (Na, 60 mg/100 g), fosfor (P, 35 mg/100g), kalsiyum (Ca, 33 mg/100 g) ve magnezyum (Mg, 12 mg/100g)'uda önemli miktarda bulundurmakta ve ayrıca demir (Fe, 0,30 mg/100g), çinko (Zn, 0,24 mg/100 g) da içermektedir (USDA, 2016). Siyah havuçta turuncu havucun bileşimine eşdeğer bir özellik göstermekle birlikte bazı bileşenler daha düşük bazıları ise daha yüksek miktarda bulunmaktadır. Buna göre siyah havuçta su oranı 87. 66 g/100 g iken karbonhidrat miktarı 8.01 g/100 g, glikoz miktarı 1.85 g/100g, fruktoz miktarı 0.14 g, yağ içeriği ise 0.14 g'dır. Enerji içeriği ise 0.14 kcal olup oldukça düşüktür. Siyah havuç vitaminlerden Niasin (1.21 mg/100 g) ve B6 (0.072 mg/100g) vitamini içermekte, turuncu havucun tersine mor havuçta A vitamini bulunmamaktadır. Minerallerden ise potasyum (K, 256 mg), sodyum (Na, 206 mg/100g), kalsiyum (Ca, 33mg/100g), fosfor (P, 29 mg/100 g), magnezyum (Mg, 17 mg/100g), demir (Fe, 0.26 mg/100g) içermektedir (TürKomp, 2018). Dolayısıyla havuç depo kökü iyi bir karotenoid, vitamin ve diyet lifi kaynağıdır ve ayrıca mineraller ve antioksidanlar bakımından zengindir. Sağlık bilincinin artmasıyla birlikte, besin içeriğinin zengin olması ve insan sağlığına yararları nedeniyle havuçlar daha popüler hale gelmiştir (Nicolle ve ark., 2004).

Renk, meyve ve sebzelerin satınalma tercihinde yaşamsal önemde bir bileşen olup, renk tercihi toplumların coğrafik, sosyolojik ve kültürel yapısı tarafından etkilenmektedir. Meyve, sebze, tohum, kök ve mikroorganizmalardan elde edilen doğal renklere, biyolojik kökenli olmaları nedeniyle genellikle "biyolojik renkler" denilmektedir. Bu renkler klorofil, karoten, likopen, antosiyaninler, flavonoidler ve antoksantinlerdir. Son yıllarda insan sağlığına verilen önemin artışı nedeniyle, sağlığa yararlı bitkisel aktif bileşenler önem kazanmış ve özellikle, meyve ve sebzelerde bol miktarda bulunan fenolik bileşiklere bunlar içerisinde de flavonoidlere odaklanılmıştır. Flavonoidler suda çözünür en büyük pigment grubu olup, bu grup içerisinde antosiyaninler en geniş fenolik pigment grubudur ve bitkilerde en çok bulunan ve suda çözünür pigment grubudur, birçok meyve, sebze, tahıl taneleri ve çiçeklerde bulunan kırmızı, mor ve mavi renklerden sorumlu olup, kokusuz, neredeyse tatsız olmakla birlikte bulunduğu meyvenin tadına hafif buruklur verebilmektedir (Joshi ve Preema, 2017). Antosiyaninlere duyulan ilgi giderek artmakta ve birçok kronik hastalığa karşı güçlü antioksidan aktivitelerinden dolayı, tıbbi, terapötik ve besinsel değerleri ile ilgili sayısız araştırma yapılagelmiştir. Antosiyanin alımı ile sağlık arasında pozitif bir ilişki olduğu, hem bulundukları gıdalarda hem de antosiyaninler açısından zengin gıdaları alan organizmalarda antioksidan olarak işlev gördükleri bulunmuştur (Martin ve ark., 2017). Antosiyaninlerin güçlü antioksidant olmalarının yanı sıra anti-diyabetik, anti kanserojen olduğu da gösterilmiştir. Yararlı sağlık etkilerinin bulguları, doğal gıda renklendiricileri, fonksiyonel gıdalar ve besin takviyeleri olarak rollerini desteklemektedir (Shipp ve Abdel-Aal, 2010).

Karotenoidler, 750'den fazla üyesiyle dünya üzerinde doğal olarak en fazla bulunan ikinci pigment grubudur. Karotenoidler, renksizden sarıya, turuncuya ve kırmızıya kadar değişik renkleri oluşturmakta olup, birçok meyve, çiçek ve sebzenin ekonomik değerlerine katkıda bulunmaktadır. Bunlardan havuç ve tatlı patateste β-karoten, domates, kırmızı havuç ve karpuzda likopen, kırmızı biberden kapsanthin ve kapsorubin ve kadife çiçeği ile sarı havuçta lutein yer almaktadır (Nisar ve ark., 2015). Nitekim son yıllarda bu pigment grubu, özellikle antioksidanlar olarak işlevleri anlaşıldığında dikkatlerin odağında yer almıştır. Karotenoidlerin "çekirdek" yapısal elemanı, bir dizi konjuge C = C bağı içeren bir polien omurgasıdır. Bu özellik, öncelikle hem pigment oluşturma özelliklerinden hem de bu bileşiklerin çoğunun serbest radikallerle ve tekli oksijenle etkileşime girme kabiliyetinden kaynaklanmakta ve bu nedenle karotenoidler etkili antioksidanlar olarak değerlendirilmektedir. Karotenoidlerin özellikle de diyet bileşikleri olan β-karoten, lutein ve likopenin insan sağlığı açısından etkileri araştırıldığında, meyve ve sebzeler açısından zengin diyetler ile bazı kanserler ve kalp hastalıkları da dahil olmak üzere bazı hastalıklarda azalmalar arasında güçlü bir ilişki olduğu gösterilmiştir (Young ve Lowe, 2018).

Havuç; nutrasötik etkileri ve sağlık açısından yararları ile tanınan, doğal biyoaktif bileşikler bakımından zengin, çok yönlü kullanıma sahip, önemli bir kök sebzesidir. Havuç; fenolik bileşikler, karotenoidler, poliasetilenler ve askorbik asit gibi dört çeşit fitokimyasal içermektedir. Bu fitokimyasalların miktarı ve türü değişik faktörlerden etkilenmektedir. Bu faktörlerden birisi de havuçların renk farklılıklarıdır. Havuç bitkisi; turuncu, mor, sarı, kırmızı ve beyaz olmak üzere beş ana renkte kök oluşturmaktadır. Havuçların sarı, turuncu ve kırmızı renkleri karoteniodler tarafından oluşturulurken, mor ve seyah renkler antosiyaninler tarafından oluşturulmaktadır. Turuncu havuçlarda karotenoidlerden; α ve β-karoten, sarı havuçlarda lutein, kırmızı havuçlarda likopen miktarı yüksek iken, mor havuçların köklerinde antosiyaninler ve siyah havuçlarda antosiyaninler ile birlikte fenolik bileşikler bulunmaktadır. Nitekim, mor havuçların, sarı ve turuncu havuçlardan daha fazla miktarda antosiyanin içerdiği (Xu ve ark., 2014), turuncu havuçlarda ise yalnızca birkaç antosiyanin tipi belirlendiği buna karşın sarı havuçlarda antosiyanin olmadığı belirlenmiştir (Que ve ark., 2019). Havuçların karotenoid miktarı 3.2-170 mg/kg arasında iken, C vitamini çeşitler arasında 21-775 mg/kg arasında değişmektedir. (Ahmad ve ark., 2019).

Düzenli havuç tüketilmesi ile aterosklerozis (damar sertliği), kanser ve ateşli hastalıkların riskinin azalması azarısda ilişki olduğu, bu nedenle havucun insan sağlığı açısından önemli role sehip olduğu belirtilmiştir (Simon ve ark., 2008). Genel olarak, bitkilerde bulunan fitokimyasallar insan vücudunda antioksidan etkileri, detoksifiye enzimlerin modülasyonu, bağışıklık sisteminin uyarılması, hormon metabolizmasının modülasyonu ve antibakteriyel ve antiviral etkileri içeren mekanizmalarına sahiptir. Sarı, turuncu, kırmızı, yeşil, mavi ve mor olmak üzere parlak renkli meyve ve sebzelerin fitokimsayal iceditmedi yüksek olup, farklı renkli havuçlarda bulunan fitokimyasallar bu anlamda önemlidir. Değişik renkli havuçların tüketilmesi ile insan vücuduna alınan fitokimyasal miktarının araştırıldığı çalışmalara, farklı rennkli havuçlar da bulunan özel fitokimyasalların farklı oranlarda biyo-elde edilebilirliğe sahip olduğu da gösterilmiştir (Arscott, 2013).

Renkli havuçlar içerdikleri fitokimyasal özellikteki renk maddeleri nedeniyle insan sağlığığ açısından önemli bir besin olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada renkli havuçlar ve içerdikleri fitokimyasallar ve insan sağlığındaki önemi özetlenmiştir.

2. RENKLİ HAVUÇLAR VE İNSAN SAĞLIĞI AÇISINDAN ÖNEMİ

2.1. Turuncu havuç; α- ve β- Karoten

Turuncu havuçların karotenoidler bakımından olup, turuncu ve kırmızı havuçların α-,β-,γ-,ζ-karoten,β-zeakaroten ve likopen içerdiği belirlenmiştir. İnsan serumunda çoğunlukla lutein, zeaksantin, β-kriptoksantin, likopen ve α ve β-karoten bulunmaktadır. Turuncu havuçlarda dominant olarak bulunan karotenoidler, provitamin A karotenleri yani α- ve β-karoten, havuçlarda sırasıyla %13-40 ve %45-80 oranında bulunmaktadır (Simon ve Wolff 1987; Gross 1991). Turuncu havuçların her ikiside turuncu pigment olan α- ve β- karoten içeriği diğer havuçlardan daha yüksek olup, bu havuçlar göz sağlığı, hücre gelişimi ve çoğalması için önemli olan A vitaminince de zengindir. Yapılan çalışmalarda β-karoten üzerinde daha fazla durulmuş olmakla birlikte, α-karoten de provitamin A kaynağı olarak

önemlidir. İnsan vücudu α- ve β-karoteni öncelikle a-retinol ardından retinole indirgeyerek A vitaminine dönüştürmekte, A vitamini, cildin, akciğerlerin ve bağırsakların korunması yoluyla bağışıklık sistemini güçlendirmektedir. Ayrıca α- ve β- karoten antioksidan olduğundan kalp hastalıklarına karşı savaşımda ve vücuttaki serbest radikallerin tutulmasında önemli rolü bulunmaktadır. Buna karşılık α-karoten ise tümör gelişimine yol açan süreçleri önlemede β-karotenden daha güçlüdür. Yapılan çalışmalarda havuçlarda bulunan bu bileşiklerin biyo-yarayışlılığının yüksek olduğu bununla birlikte, iki farklı turuncu havuçtan, α- ve β-karoten alımı ve serumda iki tip arasında temizleme açısından bir fark görülmediği belirlenmiştir (Tanumihardjo ve ark., 2009).

2.2. Mor/Siyah Havuç; Antosiyanin

Mor havuçlar orta doğuda insanlar tarafından tüketilen ilk tiplerden birisidir (Simon, 2000). Mor havuçlar renklerini vücuttaki zararlı serbest radikallerin ayrılması için kuvvetli bir antiodant olarak görev alan ve antosiyanin olarak adlandırılan fitokimyasal madde oluşturmaktadır (Sun ve ark., 2009). Bazen bu pigmentler havuçta oldukça koyu renk oluşturmakta ve bu havuçlar siyah olarak adlandırılmaktadır. Antosiyaninler kalp hastalığını; anti-enflamatuar olarak ve lipid oksidasyonunun azaltılması yoluyla önleyebilmektedir (Arscott ve Tanumihardjo, 2010). Grassman ve ark. (2007), farklı renkli havuçları ve bunların antioksidan kapasitesini araştırdıkları çalışmalarında koyu mor renkli havuçların fenolik madde miktarının ve dolayısıyla antioksidan kapasitesinin yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Siyah havuç, polifenollerden özellikle antosiyanin ve fenolik asitleri içermektedir. Antonina, Beta Sweet, Deep Purple ve Purple Haze siyah havuç çeşitleri ile yapılan çalışmada toplam fenolik madde miktarının çeşitlere göre değişmekle birlikte 17.9-97.9 mg (GAE)/100 g taze ağırlık (TA) olduğu; monomerik antosiyaninlerin içeriğinin ise 1.5- 17.7 mg/100 g TA arasında değiştiği tespit edilmiştir (Montilla ve ark., 2011). Mazza ve Miniati (1993) ise siyah havuçların antosiyanin içeriğinin 1750 mg/kg TA' a kadar değiştiğini belirtmişlerdir. Bitkilerde antosiyaninler, ışık stresi durumunda ışık emici perdeler oluşturarak ve reaktif oksijen türlerini temizleyerek bitkileri güçlü ışıktan koruyamaktadır (Hughes ve ark., 2005). Antosiyaninlerin ayrıca kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi, antikarsinojenik aktivite, diyabetin kontrolü ve görmenin iyileştirilmesi gibi insan sağlığı için önemli etkilerinin olduğu da bildirilmiştir (He ve Giusti, 2010). Antosiyanin bu etkisi antioksidan olmasından kaynaklanmaktadır. Siyah havuç önemli bir antosiyanin kaynağı olmakla birlikte genel olarak taze tüketilmeyip, şalgam suyu gibi değişik ürünlere işlenmekte ayrıca doğal gıda boyası kaynağı olarak kullanılmaktadır (Kamiloğlu ve diğ., 2017).

İnsan kanser hücreleri (HT-29 kolorektal adenokarsinom ve HL-60 promyelositik lösemi) ve insanlarda karakteristik antosiyaninlerin metabolizması (asillenmiş ve asile edilmemiş formlar) üzerinde antosiyanin bakımından zengin siyah havuç ekstraktının (BC-ARE) antiproliferasyon aktivitesinin araştırıldığı çalışmada, kanser hücrelerine 24 saat süreyle 0.0-2.0 mg/mL dozunda antosiyanin bakımından zengin özüt uygulamasının, her iki kanser türü hücresinin çoğalmasını doza bağlı olarak önlediği ve siyah havuç antosiyaninlerinin biyoyararlılığının yüksek olduğu tespit edilmiştir (Netzel ve ark., 2007). Benzer bir çalışmada, değişik kanser türlerine, antosiyanin içeren havuç özütleri uygulamasının normal sağlıklı hücreler üzerinde olumsuz etkide bulunmadan beyin kanseri tedavisinde kullanılabileceği belirlenmiştir (Sevimli-Gür ve ark., 2013).

Siyah havuç ekstraktlarının antibakteriyel ve antikanser özelliklerini araştırmak için yapılan çalışmada, havucun etanol ve aseton özütlerinin, bileşimi, mineral profili ve antioksidan endeksleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, siyah havucun fenolik madde miktarı yüksek bulunmuş ve etanol ve aseton özütleri için sırasıyla 341.6 ve 228.6 mg GAE/100 g TA olarak hesaplanmıştır. Etanol ve aseton özütlerinin DPPH ve ferrik indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) değerleri sırasıyla% 31.7 & 2068 mg/100g ve % 32.2 & 2027 mg/100g olarak belirlenmiştir. Havucun etanol ekstraktı (1 g/mL), *B. cereus* ve *S. Aureus*'a karşı sırasıyla 6 ve 8 mm'lik bir inhibisyon bölgesi oluştururken, aseton ve etanol ekstraktlarının (50 µg/mL) meme kanseri (MCF-7) ni sırasıyla% 8.13 ve% 30.6 oranlarında önlemiştir. Bu sonuçlar havuç ekstraktlarının mikroplara ve meme kanseri proliferasyonuna karşı etkili olan biyoaktif bileşikler içerdiğini göstermiştir (Saleem ve ark., 2018).

2.3. Kırmızı Havuç; Likopen

Kırmızı havuçlarda önemli kırmızı renk pigmenti likopendir ve bu pigment ayrıca kırmızı domates ve pembe karpuzda bulunmaktadır. Likopen, bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından sentezlenen, fakat hayvanlar tarafından sentezlenmeyen doğal bir pigmenttir. β-karotenin asiklik bir izomeridir. Likopen, 11 konjuge ve 2 konjuge olmayan çift bağ içeren oldukça doymamış bir hidrokarbondur. Bir polien olarak ışık, termal enerji ve kimyasal reaksiyonlar tarafından indüklenen cis-trans izomerleşmesine maruz kalmaktadır. Doğal bitki kaynaklarından elde edilen likopen, ağırlıklı olarak stabil formda bulunur. İnsan plazmasında, likopen izomerik bir karışım halinde, %50'si cis izomerleri olarak bulunmaktadır. Likopen, serum lipid oksidasyonu riskinin azaltılması, kalp hastalığının önlenmesi ve çok değişik kanser riskinin azaltılması açısından önemlidir. Kırmızı renkli havuçlardaki likopenin domates salçasında olduğu gibi %40'ı biyo-yarayışlı olduğu bulunmuştur (Horovitz ve Simon, 2004). Domates sevmeyen tüketiciler için diğer bir gıda kaynaklı likopen alternatifi sunmaktadır.

Kırmızı havucun rengi likopenden oluşmuştur. Ayrıca likopen provitamin A aktivitesine sahip olmamakla birlikte, en güçlü antioksidanıdır (Di Mascio ve ark., 1989) ve bazı kanser türlerine karşı koruyucu olduğu ifade edilmiştir (Giovannucci 2002). Kırmızı havuçların likopen içeriğinin araştırıldığında, (Tanumihardjo ve diğerleri 2008) tipik domates bulunan miktar kadar (30 ppm) veya daha fazla olduğu (50-100) bulunmuştur. Kırmızı havuç çeşitlerinde havuç tipine göre değişen miktarlarda α-karoten, β -karoten ve lutein bulunmaktadır (Arscott ve Tanumihardjo, 2010).

5 mg likopen içeren kırmızı havuç ile yapılan kekle beslenen insanlarda, likopen ve β- karotenin havuçtan alındığı bulunmuştur. Bununla birlikte havuç içeren veya içermeyen domates salçalı kek ile beslenen insanlarda likopen biyo-eldesi ve likopen absorbsiyonunun havuç lifinden negatif etkilendiği buna karşın domates ile karşılaştırıldığında kırmızı havuçtan alınan likopenin %44 biyo-yarayışlı olduğu ve insan serumunda ≥20 mg likopen / gün oranında bulunduğu tespit edilmiştir (Horovitz ve Simon, 2004).

2.4. Sarı havuç; Lutein

Sarı havuçlarda α- ve β-karotene ek olarak, lutein de bulunmaktadır (Simon ve ark., 2009). Bununla birlikte lutein, provitamin A aktivitesine sahip olmamasına karşın insanlarda gözün maküler bölgesinde lokalize olarak bulunmakta ve yaşa bağlı makula dejenerasyonundan korunmayı sağlamaktadır (Tanumihardjo and Yang 2005). Sarı havuçlar 1-5 ppm lutein içerirken, karoten içerikleri (2-4 ppm), turuncu havuçlara (95-311 ppm) göre son derece düşüktür. Sarı havuçların karoten içeriklerinin (sırasıyla 2 ve 6 ppm TA), koyu turuncu (160 ppm FW)> turuncu (98 ppm, FW)> mor-sarı (92 ppm FW)> kırmızı (73 ppm FW) ve > mor-turuncu (40 ppm FW) ile karşılaştırıldığında oldukça düşük olduğu da bulunmuştur (Sun ve ark., 2009). Bununla karşın, sarı havuçlardan elde edilen lutein (1.7 mg lutein/gün) ve β-karoten işlenmiş formlarda insan diyetinde kullanıldığında biyo-eldesi (% 65)yüksek olmuştur (Molldrem ve ark., 2004). Sarı havuçların yeşil yapraklar gibi diğer sebzelerle karşılaştırıldığında konsantre lutein kaynağı olmamasına karşın, alternatif biyo-elde edilebilir lutein kaynağı olarak görev alabileceği belirtilmiştir (Schmaelzle ve Tanumihardjo, 2013).

2.5. Beyaz havuç; Diyet lifi

Diyet lifi esas olarak karbonhidrat, polisakkarit ve lignin içeren bileşiklere verilen bir isimdir. Diyet lifleri içerisinde yer alan pektin, zamk ve hemiselülozlar çözünür; selüloz ise çözünmeyen lifin ana bileşenini oluşturmaktadır. Çoğu gıdada, ana diyet lifi çözünmeyen lif olup çözünür lifin miktarı önemsenmeyecek kadar azdır. Çözünür lifler, turunçgiller, arpa, baklagiller, yulaf, avokado ve çavdar gibi bitkilerde bulunurken, çözünmeyen liflerin kaynakları ise değişik sebzelerdir (Prosky, 1999, Chau, 2004).

Diyet lifinin yaygın olarak bilinen faydası, gastrointestinal fonksiyonun geliştirilmesindeki rolüdür. Çözünmeyen lif, bağırsak peristalsisini artırarak ve dışkı kütlesini artırarak gastrointestinal işlevi iyileştirebilmektedir. Çözünmeyen lif, mikropları çoğaltarak da kolonu korumaktadır. Ek olarak, diyet lifinin; postprandiyal insülin tepkisini düzenlemek, kolesterolü azaltmak, iştahı düzenlemek ve koroner kalp hastalığı riskini azaltmak gibi diğer birçok işlevi de rapor edilmiştir (Davidson ve McDonald, 1998).

Havuç depo kökünde, kütlenin% 1.2-6.44'ünü diyet lifi oluşturmakta ve bunun % 80.94'ü ise selülozdan meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalarda, havuç pulpunun diyet lifinin fazla miktarda ve kuşkonmaz ve soğan gibi diğer bazı tarımsal yan ürünlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Havuç pulpunda çözünmeyen diyet lifi esas olarak pektik polisakaritler, hemiselülozlar ve selülozdan oluşmaktadır. Havuçta çözünmeyen lif bakımından zengin fraksiyonun (IFF) parçacık boyutlarının küçültülmesi (mikronize edilmesi), lifin gastrointestinal fonksiyondaki işlevini arttırabilmekte, bunun yanısıra mikronize edilmiş lif bakımından zengin serum trigliseritlerinin, serum total kolesterolünü ve karaciğer lipidlerinin konsantrasyonlarını azaltma kabiliyeti önemli ölçüde arttırabildiği saptanmıştır (Que ve ark., 2019).

3. SONUÇ

Sonuç olarak, havuç beslenme açısından çok yönlü kullanılan bir sebze olmasının ötesinde, turuncu, mor, siyah, kırmızı, sarı ve beyaz havuçların içermiş oldukları α- ve β- karoten, antosiyanin, likopen ve lutein gibi sağlık açısından yararlı fitokimyasallar ile insan sağlığı açısından son derece önemli bir sebze türüdür. Havucun içerdiği fitokimyasalların, göz hastalıkları, kalp hastalıkları ve değişik kanser tipleri gibi değişik hastalıklara karşı önleyici etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca renk maddesi içermeyen beyaz havuçların ise diyet lifi içeriğinin çok yüksek olması dolayısıyla gastrointestinal fonksiyonun geliştirilmesindeki etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Ek olarak son yapılan çalışmalarda düzenli siyah havuç tüketiminin alshemir hastalığına karşı koruycu etki gösterdiği de ifade edilmiştir. Sonuç olarak, insan sağlığının korunması açısından günümüzde oldukça fazla tüketilen havuçların yanısıra, diğer renkteki havuçların da günlük olarak tüketilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Ahmad T, Cawood M, Iqbal Q, Arino A, Batool A, Tariq RMS, Azam M, Akhtar S. 2019. Phytochemicals in Daucus carota and Their Health Benefits—Review Article. Foods. 8:424

Arscott SA. 2013. Food Sources of Carotenoids. SA Tanumihardjo içinde, Carotenoids and Human Healths. Springer New York, Heidelberg, Dordrecht London. p, 3-21.

Arscott SC, Tanumihardjo SA. 2010. Carrots of Many Colors Provide Basic Nutrition and Bioavailable Phytochemicals Acting as a Functional Food. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 9:223-239.

Chau CF, Chen CH, Lee MH. 2004. Comparison of the characteristics, functional properties, and in vitro hypoglycemic effects of various carrot insoluble fiber-rich fractions. LWT-Food Sci. Technol. 37, 155–160.

Davidson MH, McDonald A. 1998. Fiber: forms and functions. Nutr. Res. 18, 617–624.

Di Mascio P, Kaiser S, Sies H. 1989. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. Arch Biochem Biophys 274:532–8.

Giovannucci E. 2002. A review of epidemiologic studies of tomatoes, lycopene, and prostate cancer. Exp Biol Med 227:852–9

Grassmann J, Schnitzler WJ, Habegger R. 2007. Evaluation of different coloured carrot cultivars on antioxidative capacity based on their carotenoid and phenolic contents. Int J. Food Sci and Nutr. 58: 603–611.

Gross J. 1991. Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids. New York: Van Nostrand Reinhold.

He, Giusti MM. 2010. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. Annu. Rev. Food Sci. Technol. 1:163–187.

Horovitz MA, Simon PW. 2004. Lycopene and β-carotene are bioavailable from lycopene 'red' carrots in humans. Eur. J. Clin. Nutr. 58:803-811.

Hughes N, Neufeld H, Burkey K. 2005. Functional role of anthocyanins in high-light winter leaves of the evergreen herb Galax urceolata. New Phytol. 168:575–587.

Joshi VK, Preema M. 2017. Anthocyanins: Chemistry, Extraction, Stability, Significance and Application as a Biocolour. Intl. J. Food. Ferment. Technol. 7(2): 201-222.

Kamiloğlu S, van Camp J, Çapanoğlu E. 2017. Black carrot polyphenols: effect of processing, storage and digestion-an overview. *Phytochem Rev.*

Martin, J, Navas MJ, Jimenez-Moreno AM, Asueor AG. 2017. Anthocyanin Pigments: Importance, Sample Preparation and Extraction, M. Soto-Hernandez, M. Palma-Tenango, R.Garcia-Mateos içinde, Phenolic Compounds-Natural Sources, Importance and Applications. IntechOpen. . ISBN: 978-953-51-2958-5

Mazza G, Miniati E. 1993. Anthocyanins in fruits, vegetables, and grains; CRC Press: Boca Raton, FL, (p 265).

Molldrem KL, Li J, Simon PW, Tanumihardjo SA. 2004. Lutein and β-carotene from lutein-containing yellow carrots are bioavailable in humans. Am J Clin Nutr 80:131–6

Montilla EC, Arzaba MR, Hillebrand DS, Winterhalter P. 2011. Anthocyanin Composition of Black Carrot (*Daucus carota* ssp. *Sativus* var. *Atrorubens* Alef.) Cultivars Antonina, Beta Sweet, Deep Purple, and Purple Haze. J. Agric. Food Chem. 59(7);3385-3390

Netzel M, Netzel G, Kammemer D, Schieber A, Carle R, Simons L, Bitsch I, Bitsch R, Kanczak I. 2007. Cancer cell antiproliferation activity and metabolism of black carrot anthocyanins. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 8(3):365-372.

Nicolle C, Simon G, Rock E, Amouroux P, Remesy C. 2004. Genetic variability influences carotenoid, vitamin, phenolic, and mineral content in white, yellow, purple, orange, and dark-orange carrot cultivars. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 129, 523 –529.

Nisar N, Li L, Lu S, Khin CN, Pogson BJ. 2015. Carotenoid Metabolism in Plants, Molecular Plants. 8(1): 68-82

Prosky L. 1999. What is fibre? Current controversies. Trends Food Sci. Technol. 10, 271–275

Que F, Hou XL,Wang GL, Xu ZS, Tan GF, Li T, Wang YH, Khadr A, Xiong AS. 2019. Advances in research on the carrot, an important root vegetable in the Apiaceae family. Horticulture Research 6:69:1-15.

Rubatzky VE, Quiros CF, Simon PW. 1999. Carrots and related vegetable Umbelliferae.Wallingford, U.K.: CABI Publishing.

Saleem MQ, Akhtar S, Imran M, Riaz M, Rauf A, Mubarak MS, Bawazeer S, Bawazeer SS, Hassanien MFR. 2018. Antibacterial and anticancer characteristics of black carrot (Daucus Carota) extracts. Journal of medicinal and spice plants. 22(1):40-44

Schmaelzle S, Tanumihardjo SA. 2013. Carrots of Various Colors. SA Tanumihardjo içinde, Carotenoids and Human Healths. Springer New York, Heidelberg, Dordrecht London.p, 21-29.

Sevimli-Gür C, Çetin B, Akay Ş, Gülce-İz S, Yeşil-Çeliktaş Ö. 2013. Extracts from Black Carrot Tissue Culture as Potent Anticancer Agents. Plant Foods Hum Nutr. 68:293–298

Shipp J, Abdel-Aal ESM. 2010. Food Applications and Physiological Effects of Anthocyanins as Functional Food Ingredients. The Open Food Science Journal. 4, 7-22

Simon PW, Tanumihardjo SA, Clevidence BA, Novotny JA. 2008. Role of color and pigments in breeding, genetics, and nutritional improvement of carrots., Culver, C.A., Wrolstad, R.E. içinde, Color quality of fresh and processed foods. ACS Syposium Series 983. Washington, DC: ACS Books, p.151-166.

Simon PW, Wolff XY. 1987. Carotene in typical and dark orange carrots. J Agric Food Chem 35:1017–22.

Simon PW. 2000. Domestication, historical development, and modern breeding of carrot. Plant Breed Rev. 19:157-190.

Sun T, Simon PW, Tanumihardjo SA. 2009. Antioxidant phytochemicals and antioxidant capacity of biofortified carrots (*Daucus carota* L.) of various color. J. Agric. Food Chem. 57:4142-4147.

Tanumihardjo SA, Bouis H, Hotz C, Meenakshi JV, McClafferty B. 2008. Biofortification of staple crops: an emerging strategy to combat hidden hunger. Comp Rev Food Sci Food Safety 7:329–34.

Tanumihardjo SA, Horvitz MC, Porter-Dosti M, Simon PW. 2009. Serum α- and β- carotene concentrations qualitatively respond to sustained carrot feeding. Exp. Biol.Med. 234:1250-1256.

Tanumihardjo SA, Yang Z. 2005. Carotenoids: Epidemiology of health effects. In: Caballero B, Allen L, Prentice A, editors. Encyclopedia of human nutrition. 2nd ed. Oxford: Elsevier Ltd. p 339–45.

TürKomp. 2018. Havuç, Siyah. TC Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı.

USDA. (2016). Basic report 11124, Carrots, raw. National Nutrient Database for Standard References, Release 28.

Xu ZS, Huang Y, Wang F, Song X, Wang GL, Xiong AS. 2014. Transcript profiling of structural genes involved in cyanidin-based anthocyanin biosynthesis between purple and non-purple carrot (Daucus carota L.) cultivars reveals distinct patterns. BMC Plant Biology. 14 (262), 1-9.

Young AJ, Lowe GL. 2018. Carotenoids—Antioxidant Properties. Antioxidants (Basel). 7(2): 28.

SOĞANLI SÜS BİTKİLERİNDEN LALE, NERGİS VE SÜMBÜL'DE HASAT SONRASI KALİTE

Yağmur OLGAÇ
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı ABD, Umuttepe-Kocaeli.
yagmurolgac@gmail.com

Prof. Dr. Rezzan KASIM
Kocaeli Üniversitesi, Arslanbey Meslek Yüksekokulu, 41285, Kartepe-Kocaeli.
rkasim@kocaeli.edu.tr

Doç. Dr. M.Ufuk KASIM
Kocaeli Üniversitesi, Arslanbey Meslek Yüksekokulu, 41285, Kartepe-Kocaeli.
mukasim@kocaeli.edu.tr

Özet
Lale, dünya üzerinde soğanlı (geofit) süs bitkileri içerisinde en büyük grubu temsil etmekte olup, lale cinsi içerisinde 100-150 tür bulunmakla birlikte, günümüzde, soğan, kesme çiçek, saksı çiçeği ve çevre düzenlemesi amacıyla daha çok *Tulipa gesneriana* türü kullanılmaktadır. Laleye benzer şekilde ilkbaharda çiçeklenen soğanlı bir diğer bitki türü olan nergis; Jonquils, Paperwhite ve nergis cinslerine verilmiş genel isimdir. Ayrıca, adi nergis veya trompet nergisi olarak da adlandırılan nergis (*Narcissus pseudonarcissus*) trompet-benzeri çiçekleri için yaygın olarak yetiştirilmektedir. *Hyacinthus* cinsine ait soğanlı bir bitki olan sümbül, 20-30 cm kadar boylanabilen iki yıllık ve dayanıklı otsu bir bitkidir. Soğanlı süs bitkileri içerisinde yer alan bu üç türün hasattan sonraki vazo ömrü diğer kesme çiçeklere göre daha kısa olup, bu türlerde hem hasat sonrası çiçek kalitesinin hem de vazo ömrünün uzatılmasında değişik tekniklerden faydalanılmaktadır. Öncelikle lale, nergis ve sümbülde kaliteli bir çiçek üretimi için genellikle 4º-9ºC sıcaklıklarda 4-8 hafta katlama uygulamaları gerekli olup, bu sayede hem çiçeklerin homojen açması, hem de hasat sonrası vazo ömrünün uzatılması sağlanmaktadır. Ayrıca bu çiçeklerin vazo ömrünün arttırılması için gümüşlü preparatlar, hormonlar, karbonhidrat yüklemesi, 1-MCP, LED aydınlatma ve kalsiyum uygulamaları gibi tekniklerin etkileri de araştırılmaktadır. Bu derleme çalışmada, soğanlı süs bitkilerinden lale, nergis ve sümbülde hasat sonrası kalitenin arttırılmasında kullanılan yeni teknolojiler ve bu tekniklerin çiçek kalitesine etkileri incelenmiştir.

Anahtar kelimeler; soğanlı bitki, lale, nergis, sümbül, hasat sonrası, vazo ömrü.

POSTHARVEST QUALITY OF BULBOUS ORNAMENTAL PLANTS TULIP, NARCISSUS, AND HYACINTH

Abstract
Tulip represents the largest group of bulbous (geophyte) ornamental plants in the world, although there are 100-150 species in the genus tulip; nowadays, Tulipa gesneriana species is mostly used as onion, cut flowers, potted flowers, and landscaping purposes. Narcissus is another type of bulbous plant that blooms in spring, similar to the tulip, and is the general name given to the genera Jonquils, Paperwhite, and narcissus. Daffodils (*Narcissus pseudonarcissus*), also called common narcissus or trumpet narcissus, are widely cultivated for trumpet-like flowers. Hyacinth, a bulbous plant of the genus Hyacinthus, is a two-year and resistant herbaceous plant that can grow up to 20-30 cm. The vase life of these three species in bulbous ornamental plants is shorter than the other cut flowers after harvest and different techniques are used to prolong the flower quality and vase life after harvest. First of all, it is necessary to folding for 4-8 weeks at 4º-9ºC temperatures to produce quality flowers in tulips, daffodils, and hyacinths, thus providing homogenous blooming and prolonging vase life after harvest. Also, the effect of techniques such as silver preparations, hormones, carbohydrate holding, 1-methylcyclopropane (1-MCP), LED lighting and calcium applications to increase the vase life of these

flowers are studied. In this review, new technologies used to increase postharvest quality in bulbous ornamental tulips, daffodils, and hyacinths and the effects of these techniques on flower quality were investigated.

Key words: Bulbous plants, tulip, narcissus, hyacinth, postharvest, vase life.

1. GİRİŞ

Lalenin kökeni Orta Asya'ya dayanmakta, Tien-Shan ve Pamir-Alai bölgesinden kuzey ve kuzeydoğuya (Sibirya, Moğolistan ve Çin), güneyde Hindistan'dan Keşmir'e, batıda Afganistan, İran ve Türkiye'ye yayılmış olarak bulunmaktadır. Bitkiler alemi içerisinde yer alan lale, *Liliales* takımı, *Liliaceae* familyası *Tulipa* cinsine dahil olup, dünyanın ilk 10 çiçeği arasında yer almaktadır. Ayrıca lale, dünya üzerindeki soğanlı (geofit) süs bitkileri içerisinde en büyük grup olup, lale cinsi içesinde 100-150 tür bulunmakta ve laleyi nergis, iris, sümbül ve zambak türleri izlemektedir (Nayeem ve Qayoom, 2015). Lale türleri arasında soğan, kesme çiçek, saksı çiçeği ve çevre düzenlemesi amaçlı olarak daha çok *Tulipa gesneriana* türü kullanılmaktadır. Dünya üzerinde başlıca lale soğanı üretici ülkeler; Hollanda ve Fransa olup, .bu ülkelerdeki ıslah çalışmaları ile *T. gesneriana* türünün hastalıklara karşı direnci, çiçek ömrünün arttırılması, yeni çiçek şeklinin ve değişik renklerin geliştirilmesi konularına odaklanılmıştır (Van Tuyl ve van Creij, 2006). Lale bitkisi kesme çiçek olarak; yataklarda, saksılarda, seralarda veya açık tarla şartlarında yetiştirilmektedir (Nayeem ve Qayoom, 2015). Kaliteli bir çiçek elde etmek için, 10-12 cm veya daha büyük olan soğanların kullanılması ve dikim aralık-mesafesinin 15 cm x 30 cm olması gerekmektedir. Lale bitkisi soğan ile çoğaltılmakta olup, soğanları dikmeden önce koruyucu yapraklar (tunik) çıkartılmalıdır. Olgun lale soğanı, bazal gövde üzerinde 5-7 yapraktan oluşmakta; dıştaki yapraklar genellikle etli olup yedek besin maddesi içermektedir. Çiçeklenmeden sonra ana soğan kaybolmakta ve bir önceki çiçeklenme mevsimi boyunca yeni bir soğan oluşturulmaktadır (Anonymous 2012).

Soğanlı bitkilerden bir diğeri ise *Hyacinthaceae* familyası, *Hyacinthus* cinsine ait olan sümbül bitkisidir. Sümbülün anavatanı doğuda İran ve Türkmenistan'a kadar dağılım gösteren doğu Akdeniz bölgesidir (Anonim, 2019a). 20-30 cm kadar boylanabilen sümbül bitkisi, iki yıllık soğanlı ve dayanıklı otsu bitkidir. Yaprakları, yeşil renkli şerit biçiminde olup, çiçekleri kış mevsiminin sonlarına doğru mavi, mor, pembe ile sarının çeşitli tonlarında ve beyaz renkte açmaktadır. Sümbül doğrudan güneş ışığı almayan, hava akımı iyi, yazın güneşli ve sıcak bölgelerde yetişmekle birlikte serin yerlere de uyum gösterebilmektedir. Yetiştiriciliği için ideal toprak şartları, iyi gübrelenmiş, derin işlenmiş ve organik maddece zengin kumlu toprak yapısı olmasına karşın hemen hemen her toprakta rahatlıkla yetiştirilebilmektedir (Anonim, 2019b).

Bu derlemede ele alınan son soğanlı bitki türü adi nergis veya trompet nergisi olarak da adlandırılan nergis (*Narcissus pseudonarcissus*), *Amaryllidaceae* familyasına dahil olup ilkbaharda çiçeklenmektedir. Narcissus kelimesi Yunanca narke kelimesinden türemiş olup, uyuşukluk ya da şaşkınlık anlamına gelmekle birlikte çiçeğin adının kokusu veya nergis soğanlarının zehirli doğası ile ilişkili olduğu da belirtilmiştir (Anonymous, 2019a). Nergis bitkisi çoğunlukla Akdeniz Bölgesi'ne özgü olmasına karşın, kuzey Avrupa'da da doğal olarak yetişmekte, hatta birkaç tür Orta Asya'dan Çin'e kadar olan bölgede yetiştirilmektedir. Nergis esas olarak Kanal Adaları, Sicilya Adaları, Büyük Britanya ve Hollanda'da yetiştirilmektedir. Nergis bitkisinin popülarite kazanması sonucu, klasik sarı formlarına ek olarak, beyaz, pembe ve turuncu çeşitleri de üretilmiştir (Anonymous, 2019b). Nergis çiçekleri genellikle beyaz veya sarı renktedir ve dar, tübüler bir taban (hypanthium), üç petal ve üç petal-benzeri sepal (periant) ve merkezi bir kupa benzeri (korona, fincan veya taç) kontrast renkte olabilen uzantı ile karakterize edilmektedir. Nergis çiçekleri, türlere bağlı olarak kasım ayından nisan ayına kadar bulunmakla birlikte, tipik nergis erken ilkbaharda çiçek açmaktadır (Anonymous, 2019a).

2. LALEDE ÇİÇEKLENME VE HASAT SONRASI VAZO ÖMRÜNÜN UZATILMASINA YÖNELİK UYGULAMALAR

2.1. Soğuk Katlama

Soğanlı süs bitkilerinin çoğaltım materyali olarak kullanılan soğanın çiçeklenebilmesi için belirli bir sıcaklıkta belirli bir süre geçirmesi gereklidir. Yapılan bu uygulama katlama olarak adlandırıldığı gibi,

zorlama uygulaması da denilmektedir. Verandi ve Yellow Flight lale çeşidinin soğanlarına kuru ve nemli soğuk katlama uygulaması yapıldıktan sonra; doğrudan sera, su kültürü ve katı ortam kültürüne dikimi yapılmıştır. Soğuk hava deposunda nemli kasalarda köklendirildikten sonra seraya dikilen Verandi ve Yellow Flight çeşitlerinde çiçeklenme süresi sırasıyla 28.22 gün ve 23.45 gün olarak belirlenirken, kuru depolanan soğanlarda sırasıyla 32.67 gün ve 35.0 gün olduğu saptanmıştır. Çiçek sapı uzunluğu açısından ise her iki çeşitte de (Verandi;34.93 cm, Yellow Flight; 28.98 cm) en uzun çiçek sapı kuru depolandıktan sonra dikimi yapılan soğanlardan elde edilmiştir (Polat, 2018.

2.2. Hasat Öncesi ve Sonrası Hormon Uygulamaları

Kesme çiçeklerde hasat sonrası vazo ömrü ve çiçek kalitesinin arttırılması için değişik hormonların hasat öncesi veya sonrası uygulamalarından da yararlanılmaktadır. Cassini lale çeşidi soğanının dikim öncesi 100 ppm giberellik asit (GA_3)'e daldırrlması ile çıkış sonrası yapraklara 100 ppm GA_3 püskürtülmesinin genel su alımını önemli ölçüde arttırdığı, su kaybını önlediği ve maksimum su dengesini sağladığı bulunmuştur. Ayrıca yapılan uygulamanın çiçek çapı (7.40 cm), sap uzunluğu (16.26 cm) ve vazo ömrünü (9.33 gün) de önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yapraklara 200 ppm GA3 püskürtülmesinin su kaybı/su alma oranını önemli oranda azalttığı da belirlenmiştir (Khan ve ark., 2007a).

Narcissus tazetta var. Chinensis kesme çiçeklerine 100 µM GA_3'ün12°C ve 23°C'de yapraklara sürekli veya aralıklı (20 saat) uygulamasının, klorofil parçalanmasını dolayısıyla yaprak sararmasını geciktirdiği ve çiçeklerin vazo ömrünü uzattığı buna karşın etkinin 12°C'de daha fazla olduğu bulunmuştur. GA_3 uygulamasının kesme yaprakların ve sapların uzamasını uyarmadığı da tespit edilmiştir (Ichimura ve Goto, 2000).

2.3. Koruyucu Bileşikler

Kesme çiçeklerde kesim sonrası çiçeklerin koruyucu bileşik içeren çözelti içerisinde belirli süre bekletilerek yapılan uygulama, kesme çiçeklerin su alımının arttırılması, vazo çözeltisi içerisinde mikroorganizma gelişiminin engellenmesi suretiyle hem kalitesini hem de vazo ömrünü arttırmaktadır. Çiçek koruyucu çözelti içerisinde besin kaynağı olarak sakkaroz, mikroorganizma gelişiminin önlenmesi için dezenfektan ve pH'nın düşürülerek çiçeğin su alımının arttırılması için sitrik asit bulunmaktadır. Yellow Purissima kesme lale çeşidinde, renk kırılma aşamasında hasat edilen ve bir örnek sap uzunluğuna sahip olan lalelere % 2, 4 ve 6 sakkaroz; 100, 200 ve 300 ppm alüminyum sülfat ve 100, 200 ve 300 ppm 8-HQS ve kontrol (damıtılmış su) olmak üzere on farklı uygulama yapılmıştır. Çalışmada tüm koruyucuların, kesme lalelerin su alımı ve vazo ömrünü kontrole kıyasla anlamlı derecede iyileştirdiği bulunmuştur. Ayrıca en fazla kümülatif su dengesi ve maksimum vazo ömrünün 300 ppm 8-HQS (10.5 g/çiçek ve 10.1 gün) uygulamasında olduğu ve bu uygulamayı 300 ppm alüminyum sülfat (9.67 g/çiçek ve 8.9 gün) uygulamasının izlediği ve en düşük değerlerin ise kontrol grubunda (2.53 g/çiçekve 5.4) elde edildiği bulunmuştur. Vazo ömrünün 10. Gününde maksimum taze ağırlık değişimi kontrol (%89.91) grubuna kıyasla 300 ppm 8-HQS (%105.13) ve ardından 300 ppm alüminyum sülfat (%103.75) uygulamasında belirlenmiştir. Araştırma sonucunda yapılan çiçek koruyucu uygulamalarının, su alımını ve hasat sonrası fizyolojisini artırmak suretiyle, kesme lalenin yaşlanmasını önlediği; daha iyi su dengesinin sağlanması suretiyle de taze ağırlığının ve vazo ömrünün artmasına yol açtığı sonucuna varılmıştır (Ichimura ve Goto, 2000)

2.4. Etilenin Etkisine Karşı Kullanılan Bileşikler

Kesme çiçeklerde oluşturulan yaralanmaya karşı savunma mekanizması harekete geçerek, solunum ve buna bağlı olarak etilen üretim oranı artmakta ve bitki hızla yaşlanmaktadır. Dolayısıyla yaşlanmanın geciktirilmesi, etilenin çiçeklerin bulunduğu ortamdan uzaklaştırılması ile mümkündür. Bu amaçla kesme çiçeklerde etilen etkisini bloke eden bileşikler kullanılmaktadır. Bunlardan birisi olan nano gümüş (NG) uygulamasının White Parrot kesme lale çeşidinin çiçeklerinin vazo ömrüne etkisinin araştırıldığı çalışmada, çiçeklere 0, 10, 20 ve 40 mg L^{-1} NG içeren çözeltilerde bekletilmiştir. Çalışmada tüm konsantrasyonlardaki NG uygulamalarının, kesme çiçeklerin vazo ömrünü uzatmakla birlikte 10 mg L^{-1} NG uygulamasının, vazo ömrünü kontrole karşılaştırıldığında daha fazla arttırdığı bulunmuştur. Ayrıca vazo ömrünün son gününde, 10 ya da 20 mg L^{-1} NG uygulanan çiçeklerin taze

ağırlığının, daha yüksek olduğu; 20 veya 40 mg L^{-1}'de NG uygulamasının ise yaprakların sararmasını önlediği tespit edilmiştir (Byczyńska, 2017).

2.5. Karbonhidrat Yükleme Uygulamaları

Kesme çiçeklerin hasattan sonra vazo ömrünün uzatılması için yapılan uygulamalardan birisi de karbonhidrat yüklenmesidir. Bu sayede hem çiçek kalitesi hem de vazo ömrü arttırılabilmektedir. 20°C'de bekletilen Lale (*Tulipa gesneriana* L. cv. Ile de France) kesme çiçekleri 50 mM trehaloz ve 50 µM kloramfenikol (CAP) kombinasyonu içeren vazoya konulduğunda saf su veya trehaloz olmadan yalnızca CAP'a konulanlara göre, çiçek dökümlerinin 4 gün geciktirildiği; hasattan 7 gün sonra ise trehaloz+CAP uygulanan çiçekler % 4 oranında tepal absisyonu gösterirken, saf su ve CAP'ta tutulan çiçeklerde bu oranın sırasıyla % 82 ve% 60 olduğu; trehaloz+CAP uygulaması yapılan çiçeklerin tepallerinin yalnızca CAP uygulanmış olanlardan %50 daha fazla su içerdiği tespit edilmiştir (Iwaya-Inoue ve Takata, 2001). Benzer bir çalışmada, Oxford lale (*Tulipa gesneriana* L.) çeşidi çiçekleri soğandan yetiştirilip, trehaloz yüklenmiş, Pink Diamond çeşidinin çiçekleri ticari kesme çiçek olarak pazardan alınmış ve trehaloz beslemesi yapılmıştır. Her iki çeşitte de, trehaloz uygulamasının, çiçeklerin vazo ömrünü oda sıcaklığında önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir (Wada ve ark., 2005).
Apeldoorn lale çeşidinin çiçekleri tomurcuk renginin kırıldığı aşamada toplanarak, %2.0 ve % 4.0 sakkaroz, 200 ve 300 ppm alüminyum sülfat (AS) ve 1000 ve 2000 ppm sitrik asitten (CA) oluşan vazo çözeltisi içeren 250 ml'lik konik şişelere konulmuş; çiçekler 2000 lux (12 saat) soğuk ışık altında, % 70±5 oransal nem ve 20±2 °C oda sıcaklığı içeren ortamda bekletilmiştir. Uygulanan çiçek koruyucularının, farklı fizyolojik özellikleri önemli ölçüde etkilediği ve kesme lale kalitesini yaklaşık 4 gün arttırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte % 4 sakkaroz+200 ppm AS içeren çözeltide bekletme uygulaması, çiçeklerin taze ağırlığı (% 30.22), yaprağın klorofil içeriği (0.41 mg g^{-1} fw), yaprak ve petalin bağıl su içeriği (% 64.5 ve %58.7), petal membran stabilite indeksi (% 53.7), yaprak ve petalin şeker (29.35 mg g-1 dw ve 38.3 mg g-1 dw) ve protein (18.55 mg g-1 dw ve 28.9 mg g-1 dw) miktarında artış ile sonuçlanmıştır. Benzer sonuçlar sap uzunluğu (29.80 cm), tepal çapı (8.96 cm) ve vazo ömrü (11.66 gün) kriterlerinde de elde edilmiştir (Khan ve ark., 2007b).

2.6. Kalsiyum Uygulamaları

Kalsiyum, hücre duvarının bir bileşeni olup, hücrenin dayanımını arttırmakta, dolayısıyla kesme çiçeklerde kalsiyum uygulamaları hep sap kalitesini hem de çiçek kalitesini arttırırken dolaylı olarak da raf ömrünü arttırmaktadır. Lale (*Tulipa gesneriana* L.) ve Muş lalesi (*Tulipa sintenisii* Baker.) soğanları 20-21°C'de adi şartlarda, 1°C'de torf içerisinde, 20°C'de normal atmosferde ve 20°C'de %1, %2, %3 O2 + %3 CO2 içeren kontrollü atmosferde depolandığında, Purissima çeşidinde en uygun sıcaklığı, tipi ve süresinin 20-21°C'de adi depoda 3 ay olduğu; bu şartlarda depolanan soğanlarda ağırlık kaybının % 4.98, dışsal etilen sentezi miktarının 0,72 ppm/kg.h ve ABA miktarının ise 25,29 ng/g olduğu saptanmıştır. Çiçek üretimi sırasında 100-150 ppm dozlarındaki $CaCl_2$ ve $Ca(NO_3)_2$'nin bitki gelişim performansına etkileri incelenmştir. Bitki gelişim performansı bakımından en uygun Ca kaynağının 150 ppm dozundaki Ca(NO3)2 olduğu ve bitki bünyesindeki Ca oranını (4033,3 ppm) artırdığı tespit edilmiştir. Elde edilen Lale çiçeklerinin vazo ömrü üzerine dört farklı perianth gelişme dönemi, depolama sıcaklıkları (0°C, 5°C, 10°C) ve sakkaroz dozlarının (%0, %2, %5) incelendiğinde, Purissima ve Guiseppe Verdi ile Muş lalesinde farklı perianth gelişme dönemi, farklı depolama sıcaklıkları ve farklı sakkaroz dozu uygulamalarına göre vazo ömrünün 1,2 gün ile 6,4 gün arasında değiştiği belirlenmiştir (Doğan, 2017).

2.7. Hasat Sonrası Fumigasyon

Kesme çiçeklerde böcek ilaçlaması amacıyla metil bromide alternatif olarak kullanılan bir fümigant olan fosfin (PH3), lale (*Tulipa gesneriana* 'Apeldoorn') kesme çiçeklerine 2, 4 ve 6 saat boyunca, 100-8000 µL-L^{-1} arasında değişen dozlarda uygulanmıştır. Çalışmada 8000µL L^{-1} dozunda 6 saatlik bir fümigasyonun, lalelerin vazo ömrünü önemli ölçüde azalttığı, ayrıca lalelerin 6 saat süreyle 4000 µL-L^{-1} ve 4 saat boyunca 8000 µL-L^{-1} PH_3 uygulamalarından zarar gördüğü dolayısıyla bunlara karşı nispeten duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak lalelerin 4000µL L^{-1}'de fosfinin 6 saat boyunca vazo ömrünü etkilemeden veya hasara neden olmadan böcek dezenfeksiyonunda kullanılabileceği bulunmuştur (Karunaratne ve ark., 1997).

3. NERGİSTE ÇİÇEKLENME VE HASAT SONRASI VAZO ÖMRÜNÜN UZATILMASINA YÖNELİK UYGULAMALAR

3.1. Optimum Hasat Kriteri, Islak-Kuru Depolama

Kesme çiçeklerde çiçeklerin hasat edildiği dönemdeki olgunluk durumu ile depolama şartları da vazo ömrü üzerinde etkide bulunmaktadır. Çiçeklerin hasat zamanı ve depolama şeklinin vazo ömrü üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada *Narcissus tazetta* Kaşmir Local nergis çeşidi çiçekleri, sıkı tomurcuk aşamasındayken, saat 08.00'de hasat edilerek, sapları 20 cm'den kesildikten sonra 5°C ve 10°C'de kuru ve ıslak depolanmış, diğer bir grup ise oda sıcaklığında (15±2°C) damıtılmış su, 0.15 M sakkaroz ve 0.15 M sakkaroz+ 50 mg L^{-1} 8-HQS içerisinde tutulmuştur. Çalışma sonucunda 5°C ve 10°C'de 72 saat depolanan çiçekler açmadığı, oda sıcaklığında depolanan çiçeklerin ise çoğunun açtığı, 0.15 M sakkaroz+ 50 mg L^{-1} 8-HQS çözeltisine konulmadan önce 5ºC sıcaklıkta 72 saat süreyle destile su içerisinde depolamanın çiçek açmasında, çözelti alımında, zar bütünlüğünün korunmasında, çiçeklerin taze veya kuru kütlesinde, şeker fraksiyonlarında ve çözülebilir proteinlerin miktarında önemli bir artış olduğunu göstermiştir (Gul ve Tahir, 2012).

Taşıma periyodunu simule etmek için farklı sıcaklıklarda depolamanın ardından, King Alfred (*Narcissus pseudonarcissus* 'King Alfred') ve paperwhite (*Narcissus tazetta*' Paperwhite ') nergis çeşidinin 20°C deki vazo ömrünün; depolama sıcaklıklarının artması ile azaldığı bulunmuştur. Kuru ve su içerisinde depolanan çiçeklerin 0-10°C'deki vazo ömrü arasında anlamlı bir farklılık olmadığı, 12.5°C ve daha yüksek sıcaklıklarda ıslak depolamadan sonra ise çiçeklerin vazo ömrü, kuru depolamadan sonraki vazo ömründen önemli ölçüde yüksek olmuştur (Cevallos ve Reid, 2001).

3.2. Depolama Sıcaklığı-Kekik Yağı

Son yıllarda çiçeklerde hasat sonrası ömrün uzatılmasında uçucu yağların etkileri de araştırılmaktadır. Uçucu yağların özellikle fungusların yok edilmesi üzerindeki etkileri dikkat çekmektedir. Nergisin vazo ömrünün arttırılması üzerine hem depolama sıcaklığı hem de kekik esansiyel yağının etkisinin incelenmesi amacıyla, çiçeklere 4º ve 16°C olmak üzere iki farklı sıcaklık ve % 0.1, 2.5, 5 ve 7.5 olmak üzere üç farklı kekik uçucu yağı ve bunların kombinasyonları incelenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, sıcaklık ve kekik uygulamalarının çiçeklerin vazo ömrünü arttırdığını, 4 ºC sıcaklığın 16 ºC'ye kıyasla vazo ömrü üzerinde daha etkili olduğunu, 4 ºC sıcaklıkta en yüksek ve en düşük vazo ömrünün ise sırasıyla 58.75 gün ve 34.5 gün olduğunu göstermiştir (Sardoei ve ark., 2014).

3.3. Hasat Aşaması, HQC, GTS, Gümüş Nitrat Uygulamaları

Kesme çiçeklerin vazo ömrünün uzatılması için, her çiçeğin hasat zamanı doğru olarak tespit edilmelidir. Ayrıca kesme çiçekler hasattan sonra hızlı etilen üretimi nedeniyle daha hızlı yaşlandığından, hasattan sonra etilenin etkisini önleyecek bileşikler kullanılarak vazo ömrü uzatılmaya çalışılmaktadır. Yapılan bir çalışmada nergis çiçekleri; kalem aşaması, kaz boynu aşaması, bir çiçeğin veya çiçeklerin çoğunluğunun açtığı aşamalarda hasat edilerek, gümüş tiyosülfat (0.2, 0.4 ve 0.6 mM), gümüş nitrat (25, 50 ve 75 mg l^{-1}), 8-hidroksikinolin sitrat (150, 300 ve 450 mg l^{-1}) içeren vazo çözeltilerine konulmuştur. Araştırmada en iyi hasat zamanı, bir çiçeğin açtığı aşama ile kaz boynu aşaması ve en iyi uygulamanın ise gümüş tiyosülfat uygulaması olduğu belirlenmiştir (Jowkar ve Kafi, 2005). Benzer bir çalışmada da kaz boynu aşamasında hasat edilen çiçekler 0.2 ve 0.4 mM gümüş tiyosülfat (GTS) ile 24 saat yüklenmi olup, araştırma sonucunda 0.2 mM GTS'nin en iyi uygulama olduğu ve kesme çiçeklerin vazo ömrünü 10 güne kadar uzattığı buna karşılık 0.4 ppm uygulamasının kısa bir süre sonra tepallerde şiddetli yanmaya neden olduğu ayrıca 0.4 mM GTS uygulamasının yaşlanan çiçek sayısını az oranda azalttığı da tespit edilmiştir (Roein ve ark. 2009). Bir başka çalışmada ise bazı çiçek koruyucu çözeltiler ile birlikte gümüş tiyosülfat kompleksi (GTS)'nin, nergisin (Narcissus pseudonarcissus cv. Emperor) ömrünü uzatmadaki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla çiçekler 0.5mM gümüş tiyosülfat çözeltisi ile 1 saat yüklenmiş ardından, saf su (SS), 0.15 mM sakkaroz, 0.15 M sakkaroz+ 50 mg/L 8-Hdroksi Kinolin Sülfat (HQS), 0.15 M (SAK)+50 mg/L 8-Hidroksi Kinolin Sülfat (HQS) + 25 mg L^{-1} Kinetin (Kin) çözeltilerine konulmuştur. Çalışmada, 0.5 mM GTS ile 1 saat yükleme uygulamasının çözelti alımını arttırdığı, çiçeklerin yaş ve kuru kütlesini koruduğunu ve özellikle SAK+8-HQS'ye konulan çiçeklerin elektrolit sızıntısını azalttığı da tespit edilmiştir (Gul ve Tahir 2013a).

3.4. Hasat Sonrası Silkohekzimit Uygulaması

Narcissus tazetta cv. Kashmir Local çeşidinin çiçeklerine farklı konsantrasyonlarda siklohekzimit (SHI) uygulamasının petal yaşlanması ve hasat sonrası performansı üzerine farklı etkilerinin araştırıldığı çalışmada 0.01 ve 0.05 mM konsantrasyonlarının yaşlanmayı geciktirdiği, çiçek ömrünü arttırdığı, çiçeklerin canlılık oranını koruduğu, yaşlanmayı geciktirdiği ve hasat sonrası performansı optimize ettiği, çiçeklerin yaş ve kuru ağırlığını arttırdığı ve elektrolit sızıntısını azalttığı buna karşın 0.05 mM konsantrasyonun üzerindeki SHI'nın çiçek açılmasını önlediği ve yaşlanmayı uyardığı belirlenmiştir (Gul ve Tahir 2013b).

3.5. Salisilik Asit-Putresin Uygulaması

Kesme çiçeklerde hasat sonrası vazo ömrünün uzatılması amacıyla, salisilik asitin etkileri de denenmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmada nergiste, koruyucu çözelti olarak 0, 100 ve 200 mg L^{-1} dozlarında salisilik asit (SA) ve 0, 150 ve 300 mg L^{-1} dozlarında putresin (PUT) ile bunların kombinasyonlarının etkisi araştırılmıştır. Denemede, SA ve PUT kullanımının vazo ömrünü, taze ağırlık değişimlerini, çözelti alımını arttırdığı, toplam yaşlanmayı geciktirdiği ve mikrobiyal sayımı düşürdüğü; ayrıca 100 mgL^{-1} SA+100 mgL^{-1} PUT çözeltisindeki nergislerin vazo ömrün ise en uzun olduğu tespit edilmiştir (Sardoei ve ark., 2013).

3.6. Vakumla Soğutma

Sebzelerin raf ömrünü ve kalitesini arttırmada hızlı bir soğutma yöntemi olarak kullanılan vakumla kesme nergisler üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, vakumla soğutmanın, soğuk depolama ile veya soğuk depolama olmadan muhafaza edilen çiçeklerin vazo ömrünü önemli ölçüde uzatabildiğini ve kesme çiçekler için çok etkili bir ön soğutma tekniği olduğunu göstermektedir. Ayrıca denemede, vakumla soğutmadan önce su püskürtülmesinin, vazo ömrünü olumsuz yönde etkilemediği bununla birlikte yalnızca soğutma süresini azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda ağırlık kaybını da önlediği de tespit edilmiştir (Sun ve Brosnan, 1999).

3.7. 1-MCP Uygulaması

Kesme çiçeklerin vazo ömrünün uzatılmasında kullanılan 1-metilsiklopropen (1-MCP), etilen etkisini önleyerek çiçek yaşlanmasını geciktirmektedir. 1 μlL^{-1}etilene maruz kalan nergis (*Narcissus pseudonarcissus* L. Master Dutch Master) çiçeklerinin erken olgunlaştığı, etilenin normal atmosferde muhafaza edilen çiçeklerin periantlarının su ile ıslanmış gibi görünmesine neden olduğu belirlenmiştir. Etilen, ayrıca nergis tepallerinde yaşlanma ile ilişkili transkriptlerin ifadesini de arttırmıştır. Etilenin etkisi ile oluşan bu değişimlerin çiçeklere 20 °C'de 6 saat süreyle 500 nl L^{-1} 1-MCP ön uygulaması ile önlendiği bulunmuştur (Hunter ve ark., 2004).

3.8. Kombine Uygulamalar

Kesme çiçeklerin vazo ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan ve yukarıda açıklanan yöntemler, kombine olarak da kullanılabilmektedir. Golden Harvest nergis çiçekleri 6 ticari ve 6 yerel çiçek koruyucu çözelti içerisinde; 17º-19ºC' sıcaklıkta bekletildiğinde; 30-70 g/L sakkaroz ve 30-60 mg/L gümüş tuzları içeren üç yerel çözelti ve Cornell [bileşimi belirtilmemiş) ticari çözeltisinin, vazo ömrünü 4.3'ten 6 güne uzattığı tespit edilmiştir (Piskornik ve Piskornik,1980). Sakkarozlu veya sakkarozsuz gibberellik asit (GA_3) ve gümüş tiyosülfat kompleksi (GTS)'nin aralıklı yüklemesinin *Narcissus tazetta* var. chinensis kesme çiçeklerinin klorofil parçalanması ve vazo ömrü üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, *N. tazetta* var. chinensis'e GTS'nin 20 saatlik aralıklı olarak uygulanmasının vazo ömrünü uzattığı; 0.1 mM GTS ile birlikte 0.5 veya 1 mM GA_3'in aralıklı olarak uygulanmasının *N. tazetta* var. chinensis'in vazo ömrünü ve yaprak klorofil miktarını arttırdığı saptanmıştır (Ichimura ve Goto, 2002). Benzer bir çalışmada 0.15 M Sakkaroz ve 0.05 mM GA_3 uygulanan *Narcissus tazetta* cv. Kaşmir Local nergis çeşidinin çiçek kalitesi, vazo ömrü, taze ağırlık ve su içeriğinde artış olduğu bulunmuştur (Sultan ve Farooq,1999). *Narcissus tazetta* cv. Geranium nergis çeşidinde farklı kamış sirkesi konsantrasyonlarının vazo ömrüne etkisinin araştırıldığı çalışmada, 500 kat yoğun sirke çözeltisinin, petal su dengesini sağlamada, malondialdehit (MDA) içeriğinin birikmesini azaltmada, hücre zarı sisteminin nispi stabilitesini sürdürmede, çözülebilir proteinin bozulma hızını geciktirmede, kesme çiçeklerini vazo ömrünü uzatmada ve kalitesini korumada en iyi etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Fei ve ark., 2010).

Kesme çiçeklerin bozulması ve vazo ömrünün azalmasına neden olan önemli faktörlerden biri, mikroorganizmaların vazo çözeltisinde gelişmesi ve çoğalması nedeniyle kesme çiçeğin su ile ilişkisinin kesilmesidir. Bu amaçla Şiraz nergis çeşidi; sitrik asit (150, 300 ve 450 mg l^{-1}), 8-hidroksikinolin sitrat (200, 300 ve 400 mg l^{-1}), kalsiyum hipoklorit (400, 600, ve 800 mg l^{-1}), sodyum hipoklorit (400, 600 ve 800 mg l^{-1}) ve alüminyum sülfat (100, 200 ve 300 mg l^{-1}) olmak üzere 17 farklı uygulama yapılmış, mikrobiyal büyüme ve çoğalmanın kontrol edilmesi amacıyla en etkili bileşiğin 6 gün sonra bile herhangi bir mikroorganizma içermeyen 8-hidroksikinolin sitrat uygulaması olduğu belirlenmiştir (Jowkar, 2005).

Soğuk katlama ve GA_3'ün, nergis soğanının filizlenmesi ve kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek üzere iki farklı sıcaklık (4º ve 23ºC) ve dört farklı GA_3 (0, 200, 400 ve 600 ppm) seviyesinin kullanıldığı çalışmada; çiçeklerin filizlenmesinin 4ºC sıcaklıkta 12 hafta soğuklatılan soğanlarda (9.34 gün) soğuklatılmamış olanlara (34.34 gün) göre daha hızlı olduğu; düşük sıcaklık uygulamasının çiçeklenme süresini kısalttığı (37.06 gün) ve ayrıca soğuklatılmış soğanların vazo ömrünün de soğuklatılmamış olanlardan çok daha kısa olduğu bulunmuştur (Roein ve ark., 2008). Başka bir çalışmada ise kesme nergis çiçeklerinin vazo ömrü üzerine GA_3ve kalsiyum klorür'ün etkilerinin belirlenmesi için 0, 20 ve 40 mg L^{-1} dozlarında GA_3 ve 0, 10, 20, 40 mM dozlarında kalsiyum klorür ile bu uygulamaların kombinasyonları kullanılmıştır. GA_3 ve kalsiyum klorür uygulamasının vazo ömrünü, taze ağırlık değişimlerini ve çözelti alımını arttırdığı, yalnız kalsiyum klorürün vazo ömrünü arttırdığı ve toplam yaşlanmayı geciktirerek mikrobiyal sayımı da azalttığı, 20 mM kalsiyum klorür uygulamasının ise çiçeğin vazo ömrünü maksimuma çıkardığı belirlenmiştir (Sardoei, 2014).

4. SÜMBÜLDE ÇİÇEKLENME VE HASAT SONRASI VAZO ÖMRÜNÜN UZATILMASINA YÖNELİK UYGULAMALAR

4.1. LED ve Floresan Aydınlatma

Yapay aydınlatma kullanılarak kesme çiçeklerin hasat sonrası ömrünün uzatılabilmesi ihtimalinin araştırıldığı çalışmada, Anna Marie ve Blue Star sümbül çeşitlerinin çiçekleri 2ºC'de 24 saat soğuklatmanın ardından; su içerisinde; beyaz, kırmızı ve kırmızı-mavi ışık veren Leutech LED tüp lambalar ve Philips TLD floresan lambalarla aydınlatılan ortama (Quantum parlaklığı 20 µmol $m^{-2}s^{-1}$ olup, aydınlatma süresi 9s/gün) konulmuştur. Anna Maria çeşidinin ilk kuru çiçek aşamasındaki çiçeklerinin vazo ömrünün kırmızı-mavi ve beyaz ışıkta, kırmızı ışığa göre 1.5 gün, yine aynı aşamadaki Blue Star çeşidinin çiçeklerinin ömrünün kırmızı-mavi ışıkta beyaz ışığa göre yaklaşık 1 gün daha uzun olduğu bulunmuştur. Beyaz ışık 1/3 oranında renklenmiş aşamadaki Anna Marie ve Blue Star çiçeklerinin vazo ömrünü uzatırken; kırmızı ışık, aynı aşamadaki Blue Star çeşidinin yalnızca sürgün uzunluğunu arttırmıştır (Krzymińska ve Karasiewicz 2017.

4.2. Soğuklatma Uygulamaları

Sümbüllerde (*Hyacinthes orientalis* L.) 3ºC sıcaklıkta 12 hafta soğuk uygulaması ile dormansinin kırılması sırasında ve 25ºC sıcaklıkta 12 hafta süreyle kuru depolamada çiçek tomurcuğu oluşumu sürecinde oksin, gibberellin, sitokinin ve absisik asidin aktivitelerinin incelendiği çalışmada, çiçek tomurcuğu oluşumu sırasında soğanlardaki sitokinin ve oksinler artarken, absisik asit seviyesi neredeyse sabit kaldığı, yeni sökülmüş soğanlarda gibberellin aktivitesinin olmadığı ancak 6 haftalık kuru depolamanın ardından ortaya çıktığı ve 12 hafta boyunca depolanan soğanlarda azaldığı görülmüştür. Soğanların soğuk depolanmasının, absisik asit miktarının azalmasına neden olduğu ve 12 hafta soğuklatılmış soğanlarda absizik asit olmadığı tespit edilmiştir. Oksin miktarının soğuklatmanın ilk 3 haftasındaki köklenme sırasında soğanlarda en yüksek seviyeye çıktığı daha sonra yavaş yavaş azaldığı; 6 hafta soğutulmuş soğanlarda sitokinin azalırken, gibberellik asit ortaya çıktığı; daha uzun süre soğutulan soğanlarda, gibberellin aktivitesi olmadığı ve sitokinin içeriğinde kademeli bir artış olduğu gözlenmiştir (Rudnicki ve Nowak, 1976).

4.3. Gibberellik asit (GA_3) uygulaması

City of Haarlem, Carnegie, Jan Bos, Lady Derby ve Delft Blue olmak üzere beş sümbül çeşidinin çiçekleri 100 veya 200 mg/dm^3 su veya GA3 içeren çözeltiye yerleştirildiğinde su içerisindeki Delft Blue ve Haarlem City çeşitlerinin vazo ömrünün daha uzun olduğu, GA3uygulamasının sümbül çiçeklerinin vazo ömrünü arttırmadığı tespit edilmiştir (Krzyminska ve ark., 2006).

KAYNAKLAR

Anonim, 2019a. Sümbül. https://www.isvespeyzaj.com/sumbul.html, (Erişim tarihi: 14.05.2019).

Anonim, 2019b. Sümbül. https://www.aoc.gov.tr/portal /BitkiselUretimler/sumbul/127. (Erişim tarihi: 14/05/2019).

Anonymous 2012. Tulip Cultivation. http://www.dirflorikmr.in/guidelines/index.php?order = nom&direction=0&PHPSESSID=981bef7868205eee3ecb9b9b1d193329. (Erişim tarihi: 9.05.2019).

Anonymous, 2019a. Narcissus. https://www.theflowerexpert.com/content/mostpopularflowers / narcissus (Erişim Tarihi: 14.05.2019).

Anonymous, 2019b. Daffodil. https://www.britannica. com/plant/daffodil, (Erişim tarihi: 14.05.2019).

Byczyńska A, 2017. Improvement of postharvest quality of cut tulip 'White Parrot' by nano silver, World Scientific News 83:224-228.

Cevallos JC, Reid MS. 2001. Effect of Dry and Wet Storage at Different Temperatures on the Vase Life of Cut Flowers, Department of Environmental Horticulture, University of California, Davis, CA 95616, 11(2):199-202.

Doğan E. 2017. Farklı Uygulamaların Bazı Lale Türlerinde (Tulipa Gesneriana L., Tulipa Sintenisii Baker.) Bitki Gelişimi İle Soğan Ve Çiçek Muhafazası Üzerine Etkileri, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi).

Fei JH, Ai LJ, Xu WX, En ZH, Jian G. 2010. Effect of Straw Vinegar on Vase Life and Physiological Indexes of Cut Narcissus tazetta cv. Geranium Flower, Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology, 30(4):20-23, China.

Gul F, Tahir I. 2012. Effect of Dry and Wet Storage at Cool Temperatures on Postharvest Performance of *Narcissus tazetta* cv. Kashmir Local Flowers, Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants 4(1): 75-83.

Gul F, Tahir I. 2013a. Efficacy of STS Pulsing and Floral Preservative Solutions on Senescence and Post Harvest Performance of *Narcissus pseudonarcissus* Cv. Emperor, Trends in Horticultural Research 3(1):14-26.

Gul F, Tahir I. 2013b. An Effective Protocol for İmproving Vaselife and Postharvest Performance of Cut Narcissus Tazetta Flowers, Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 12:39–46, 2013.

Hunter DA, Yi M, Xu X, Reid MS. 2004. Role of ethylene in perianth senescence of daffodil (*Narcissus pseudonarcissus* L. 'Dutch Master'), Postharvest Biology and Technology, 32(3): 269-280

Ichimura K, Goto R. 2000. Effect of Gibberellin A_3 on Leaf Yellowing and Vase Life of Cut *Narcissus tazetta* var. *Chinensis* Flowers, J. Japan Soc. Hort. Sci., 69(4):423-427.

Ichimura K, Goto R. 2002. Extension of Vase Life of Cut *Narcissus tazetta* var. *Chinensis* Flowers by Combined Treatment with STS and Gibberellin A_3, J. Japan. Soc. Hort. Sci. 71(2):226-230.

Iwaya-Inoue M, Takata M. 2001. Trehalose plus Chloramphenicol Prolong the Vase Life of Tulip Flowers, Hortscıence 36(5):946–950.

Jowkar MM, Kafi M. 2005. Effects of Harvesting Stages, 8-Hydroxyquinoline Citrate, Silver Thiosulphate, Silver Nitrate on the Postharvest Life of Cut *Narcissus tazetta*, Acta horticulturae February.

Jowkar MM. 2005. Effects Of Dıfferent Compounds On The Mıcrobıal Populatıon Of Cut ´Shıraz Narcıssus´ Vase Solutıon, ISHS Acta Horticulturae 682.

Karunaratne C, Moore GG, Jones RB, Ryan RF. 1997. Vase Life Of Some Cut Flowers Following Fumigation With Phosphine, Horth Science 32(5):900-902.

Khan FU, Khan FA, Hayat N, Bhat SA. 2007b. Influence Of Certaın Chemıcals On Vase Life Of Cut Tulip. Indian J. Plant Physiol., 12 (2): 127-132.

Khan FU, Malik FA, Khan FA, Nelofar N. 2007a. Effect of pre-harvest application of GA_3 and PP_{333} as bulb dip and foliar spray on quality and vase life of cut tulip cv. Cassini, J. Hort. Sci. Vol. 2 (2): 156-158.

Krzymińska A, Karasiewicz M. 2017. Postharvest longevity of cut hyacinths depending on light colour and types of lamps. Nauka Przyr. Technol., 11, 1, 55–64.

Krzyminska A, Rolnicza A, Ozdobnych KR. 2006. Post-harvest longevity of cut flowers of hyacinth obtained from bulbs forced in water, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Issue: 40379 pp.23-26.

Kumar R, Ahmed N, Singh DB, Sharma OC. 2012. Enhancing water relations and vase life of cut tulip (Tulipa gesneriana L.) using floral preservatives, Journal of Applied Horticulture, 14(2): 152-156.

Nayeem M, Qayoom A. 2015. Inside greenhouses for cultivation of tulip flowers, Internatıonal Journal of Advances in Production and Mechanical Engineering (IJAPME), 1(2), 12-22.

Piskornik Z, Piskornik M. 1980. Effect of preservative solutions on the vase life of cut daffodils, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollataja w Krakowie, Ogrodnictwo.158: 17-32 Poland.

Polat Z. 2018. Lale (Tulipa Gesneriana L.)'Nin Kesme Çiçek Performansı Üzerine Farklı Zorlama Uygulamalarının Etkileri, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi).

Roein Z, Asil MH, Rabiei B. 2008. Effects of Low Temperature and GA_3 on Quality of Cut Flowers of *Narcissus jonquilla* 'German', Hort. Environ. Biotechnol., 49(5):320-324, 2008.

Roein Z, Asil MH, Rabiei B. 2009. Silver Thiosulphate in Relation to Vase Life of Narcissus Cut Flowers (Nacissus jonquilla). Hort. Environ. Biotechnol. 50(4):308-312.

Rudnicki RM, Nowak J. 1976. Studies On The Physiology Of Hyacinth Bulbs (Hyacinthus Orientalis L.): Vı. Hormonal Actıvıtıes In Hyacınth Bulbs Durıng Flower Formatıon And Dormancy Release, Journal of Experimental Botany, 27(2): 303–313.

Sardoei AS, Mohammadi AG, Rahbarian P. 2013. Interaction Effect of Salicylic Acid and Putrescine on Vase life of Cut Narcissus Flowers, International Journal Of Advanced Biological And Biomedical Research Volume 1, Issue 12: 1569-1576.

Sardoei AS, Mohammadi GA, Shahdadneghad M. 2014. Interaction Effect of Temperature and Thyme Essential Oil On Vase Life of Cut Narcissus Flowers, European Journal of Experimental Biology, 4(2):82-87.

Sardoei AS. 2014. Effect Of Gibberellic Acid And Calcium Chloride On Keeping Quality And Vase Life Of Narcissus (Narcissus Tazetta) Cut Flowers, International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences.4(2):473-478, İran.

Sultan SM, Farooq S. 1999. Effect of sucrose and GA_3 on the senescence of cut flowers of Narcissus tazetta cv· Kashmir Local, Adv. Hort. Sci., 13:105-107.

Sun DW, Brosnan T. 1999. Extension of the vase life of cut daffodil flowers by rapid vacuum cooling, International Journal of Refrigeration. 22(6):472-478

Van Tuyl JM, van Creij MGM. 2006. Tulip. Tulipa gesneriana and T. Hybrids, BU Biodiversity and Breeding, Plant Research International, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, The Netherlands.

Wada H, Iwaya-Inoue M, Akita M, Nonami H. 2005. Hydraulic Conductance in Tepal Growth and Extension of Vase Life with Trehalose in Cut Tulip Flowers, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 130(2):275-286. 2005.

GIDALARDA AKILLI AMBALAJLARIN GELECEĞİ, AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Doç.Dr.M.Ufuk Kasım
Kocaeli Üniversitesi Arslanbey Meslek Yüksekokulu
mukasim@kocaeli.edu.tr

Prof.Dr.Rezzan Kasım
Kocaeli Üniversitesi Arslanbey Meslek Yüksekokulu
rkasim@kocaeli.edu.tr

Özet
Ambalaj, tüm ticari gıdalarda vazgeçilmez unsurlardan birisidir. Gıda ürünlerinde ambalajlamanın dört temel işlevi vardır: koruma, iletişim, kolaylık ve kapsamadır. Akıllı paketleme, gıda sektöründe gelişen bir teknolojidir. Piyasada hala tam olarak yayılmamış olmasına karşın, yakın gelecekte gıda kalitesi ve güvenliğinin korunmasında yaygın olarak kullanılacağı kesindir. Genel olarak akıllı paketleme sistemleri için kullanılan üç ana teknoloji vardır: veri taşıyıcıları, göstergeler ve sensörler. Bu teknolojiler farklı şekillerde kullanılabilmektedir. Bir grubu ambalaj içine yada dışına yerleştirilerek çevresel koşulları (zaman-sıcaklık, bağıl nem, gaz konsantrasyonu) belirlerken, diğer bir grubu ise ambalaj içerisinde gıdaların tazelik seviyesini gözlemleyebilmektedir. Son grup ise verileri toplamakla kalmaz, aynı zamanda verileri kaydederek aktarma özelliğine de sahiptir. Akıllı ambalajlar bir ürünün mevcut kalite durumunu, göstergeler ve sensörler kullanılarak belirleyebilir. Ayrıca taşıma, depolama ve satış aşamasında olabilecek olumsuz durumları ilgili birimlere iletebilir. Bu sayede, ürün güvenliğinin artması ve gereksiz gıda kayıplarının azalması sağlanabilir. Bu ambalajların oldukça önemli avantajları olmasının yanı sıra, maliyetlerinin yüksekliği, zor bulunuyor olması ve her ürüne uygun ambalajların geliştirilme gerekliliği, en önemli dezavantajlarıdır. Ancak teknolojik gelişmeler ve seri üretimler sonunda bu ambalajlama tekniğinin gelişeceği açıktır. Bu derleme çalışmasında akıllı ambalajların özellikleri, avantajları ve dezavantajları açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı ambalaj, gıda, sensörler, göstergeler, veri taşıyıcılar

THE FUTURE OF SMART PACKAGING IN FOODS, ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Abstract
Packaging is an indispensable element in all commercial foods. Packaging in food products has four main functions: protection, communication, convenience and containment. Smart packaging is a developing technology in the food industry. Although not yet fully disseminated in the market, it is certain that it will be widely used for the preservation of food quality and safety in the near future. There are three main technologies used for intelligent packaging systems in general: data carriers, indicators and sensors. These technologies can be used in different ways. One group can be placed inside or outside the package to determine environmental conditions (time-temperature, relative humidity, gas concentration), while another group can observe the freshness level of foods in the package. The last group not only collects data, but also has the ability to record and transfer data. Smart packages can determine the current quality status of a product using indicators and sensors. In addition, the transportation, storage and sales of the negative situations that may occur during the transfer to the relevant units. Thus, the product may be reduced to increase the safety of food and unnecessary losses. These packages have significant advantages as well as their high costs, their being difficult to find and the necessity of developing suitable packages for each product. However, it is clear that this packaging technique will develop at the end of technological developments and mass production. In this review, features, advantages and disadvantages of smart packages are explained.

Keywords: Smart packaging, food, sensors, indicators, data carriers

1. GİRİŞ

Gıda, tüm canlılardaki yaşam sürdürme süreci için vazgeçilmezdir. Son yıllarda hızlı sanayileşme, nüfus artışı ve değişen yaşam tarzı işlenmiş ve paketlenmiş gıdalara olan talebin artmasına yol açmaktadır (Pal ve ark., 2019). Bu durum gıda sektörü ile beraber ambalaj sektörününde gelişmesine neden olmuştur.

Gıda ambalajlarının ana işlevi, depolama ve nakliye sırasında gıdaların kalitesini ve güvenliğini sağlamak; mikroorganizmal bozulmalar, kimyasal bulaşmalar, oksijen, nem, ışık ve fiziksel kuvvet gibi olumsuz faktörleri veya koşulları önleyerek gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatmaktır (Anonim, 2019a, Caon ve ark., 2017). Bir ambalajın temel fonksiyonlarını kısaca ifade etmek gerekirse; içermek / kapsamak, korumak / muhafaza etmek, taşımak, bilgi vermek / satmak şeklinde söylenebilir (Kocaman ve Sarımehmetoğlu, 2010)

Büyüyen gıda endüstrisi ve gıdaların uzun süreli depolanması ve korunması için artan talep, ürünün raf ömrü boyunca (üretim, depolama, nakliye ve tüketim) gıda tazeliğini ve güvenliğini kolayca izleyip koruyabilen yöntemler geliştirme ihtiyacını yaratmaktadır. Ambalaja eklenebilecek akıllı sensörler ve etiketler, ürünün durumunu izlemeye yardımcı olacak yeni nesil teknolojiyi temsil etmektedir (Mustafa ve Andreescu, 2018).

2. GIDA AMBALAJLARINDAKİ ÖNEMLİ TEKNOLOJİLER

Gıda sektöründeki ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak iki yeni teknoloji ön plana çıkmaktadır. Bunlar, aktif ambalajlar ve akıllı ambalajlardır. Bu çalışmamızda akıllı ambalajlar detaylı olarak inceleneceğinden aktif paketler sadece kısaca açıklanmıştır.

Aktif paketleme, "ikincil bileşenlerin, paketleme sisteminin performansını artırmak için paketleme malzemesine veya paket boşluğuna kasıtlı olarak dahil edildiği paketleme" olarak tanımlanır. Aktif ambalajlar, aktif salıcı-yayıcı ve aktif emici-tutucu sistemler olarak iki farklı prensiple çalışmaktadır. Bu ambalajlama sistemi sayesinde; paket içerisindeki etilen, oksijen ve nem konsantrasyonlarının kontrolü, antimikrobiyal ve antioksidant aktivitenin kontrolü, istenmeyen aroma ve koku maddelerini paket içerisinden uzaklaştırması yada tutulması mümkün olabilmektedir (Robertson, 2006, Pal ve ark., 2019).

3. AKILLI AMBALAJLAR

Akıllı paketleme, geleneksel paketlemenin iletişim işlevinin bir uzantısıdır ve ürün ortamındaki değişiklikleri hissetme, algılama ve kaydetme yeteneğine bağlı olarak tüketiciyle ve tüketiciye ulaşana kadar ki sorumlu kişilerle iletişim kurar. Diğer bir değişle iletişim teknolojisi eklenmiş bir geleneksel ambalaj da denilebilir. Bu kapsamda kullanılan teknoloji ürünlerin raf ömrünü uzatmak, güvenliği artırmak, kalitesini korumak gibi işlevlerin yanısıra, bilgi vermek, olası sorunlar hakkında uyarmak, karar vermeyi kolaylaştırmak için akıllı işlevleri sunmak (algılama, kaydetme, izleme, iletme ve bilimsel mantığı uygulama) gibi işlevlerinden bazılarını yada tümünü içerebilir.

Akıllı ambalaj, 5 Nisan 2018 tarihinde, 30382 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Türk Gıda Kodeksi Gıda İle Temas Eden Madde Ve Malzemelere Dair Yönetmelik" kapsamında Gıda ile temas eden akıllı madde ve malzemeler olarak isimlendirilmiş, ambalajlı gıdanın veya gıdanın içinde bulunduğu ortamın durumunu gösteren madde ve malzemeler olarakta tanımlanmıştır (Anonim, 2018).
Gıda ambalajlamada kullanılan akıllı ambalajlar 3 farklı grupta incelenmektedir:

1. **Veri Teşıyıcıları:** Depolama, dağıtım ve izlenebilirlik amaçlı, tedarik zinciri içindeki bilgi akışını daha verimli kılmak amacıyla belirli miktarda veriyi depolayabilen barkod, RFID etiketleridir.
2. **Sensörler:** Paketlenmiş ürünlerde bulunan bazı maddeleri (Oksijen, etanol, karbondioksit gibi) hızlı ve kesin bir şekilde ölçülmesini sağlar.
3. **Göstergeler:** Ürün kalitesi hakkında bilgi (tazelik, olgunluk, tüketim son tarihi gibi) vererek tüketiciye daha kolay bilgi sağlarlar.

3.1. Veri Taşıyıcılar

3.1.1. Barkodlar

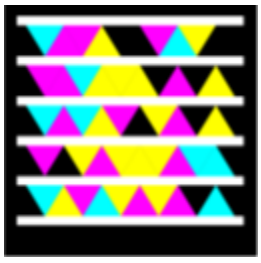
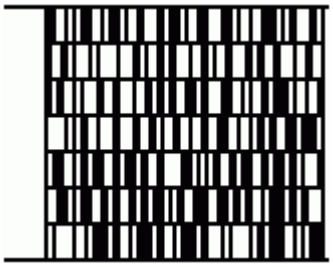
Barkodlar, okuma hızları, hassasiyetleri ve işlevsel özellikleri nedeniyle yaygın kullanım alanı bulmuştur. Barkodlar popülerleştikçe ve kolaylıklarının evrensel olarak tanınmasıyla birlikte, piyasa daha fazla bilgi, daha fazla karakter türü depolayabilen ve daha küçük alanlarda basılabilen kodlar aramaya başlamıştır. Sonuç olarak, barkod basamaklarının sayısını arttırmak veya çoklu barkod koymak gibi barkodlarda depolanan bilgilerin miktarını artırmak için çeşitli yöntemler geliştirilmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte, bu gelişmelerin genişletilmiş barkod alanları, karmaşık okuma işlemleri ve artan baskı maliyetleri gibi bazı olumsuz etkileri vardır. Barkodlar doğrusal veya tek boyutlu (1B) kodlar olarak adlandırılabilir. Bununla birlikte, barkodlar görüntüdeki kare, nokta, altıgen ve diğer geometrik desenlerde de bulunur; bu tür bir barkod matris veya iki boyutlu (2B) kodlar olarak adlandırılır. 2B sistemler çubuklardan başka semboller kullansalar da, genellikle barkod olarak da adlandırılırlar. Mevcut veri alanını arttırmak için 2B kodlar, bilgileri iki yönde saklama kapasitesini sunar. 2B kodlar hem dikey hem de yatay boyutlarda bilgi içerirken 1B kodları yalnızca bir boyutta veri içerir (Grillo ve ark., 2010). Tablo 1'de farklı tipteki 1B ve 2B kodlarının örneklerini gösterir.
20'den fazla konvansiyonel 2D kod tipi vardır. Tablo 2'de bazı 2D kod örneklerini temel özellikleri verilmiştir. Kullanılan kodlar arasındaki temel fark, tek bir kodda saklanabilecek veri miktarıdır. Örneğin, Hızlı Tepki (QR) kodu 7.000'den fazla ondalık basamağı depolayabilirken, Maxi Kod yalnızca 138 ondalık basamağı depolayabilir. 1994 yılında piyasaya sürülen QR Code, data depolama kapasitesi, baskı kolaylığı ve hızlı okuma özelliği ile bu kodlar arasında öne çıkmaktadır (Grillo ve ark., 2010).

3.1.2.Radyo Frekans Tanımlama Etiketleri (RFID)

Sağlıklı ve güvenli gıdalara olan artan tüketici talebi, iyi yapılandırılmış ve kesin bir izlenebilirlik sistemine ihtiyaç duyulmasına neden olmuştur. Bu tür bir sistem, bir ürünün nereden geldiği, bileşenlerinin ne olduğu ve işleme ve kullanım tarihi hakkında ayrıntılı bilgi sağlayarak tüketicilerin satın alımlarında güvende hissetmelerini sağlayabilir. Bu amaçla, RFID etiketleri verimli bir şekilde kullanılabilir. Bir RFID sistemi bir okuyucu (veya sorgulayıcı), bir transponder (veya bir etiket) ve bunlarla ilişkili antenler içerir. Tipik bir RFID sisteminde, bir okuyucu, bir RFID etiketinden veri almak için radyo dalgaları yayar ve veriler daha sonra analiz ve karar verme için bir ana bilgisayara (yerel bir ağa veya İnternete bağlanabilir) iletilir (Caon ve ark., 2017). RFID etiketleri basit bilgileri (barkod numaraları gibi) tutabilir veya örneğin sıcaklık ve bağıl nem verileri, beslenme bilgileri, pişirme talimatları gibi daha karmaşık bilgileri de taşıyabilir (Karagöz ve Demirdöven, 2017).
RFID etiketlerin gıdalarda kullanımının en önemli yararları:

1. Üründe gelişmiş bir izlenebilirlik sağlar, envanter ve stok yönetimini kolaylaştırır, müşteri hizmetleri ve güvenlik düzenlemelerinde etkin bir kontrol sistemi kurulabilir.
2. Depolama, nakliye, pazarlama gibi aşamalarda otomasyonu kolaylaştırır, hırsızlığa karşı etkili bir önlem olarak kullanılabilir veya sahte ürünleri tespiti kolaylaştırır.
3. Gerçek zamanlı bilgi akışı sağlar, bu bilgiler içinde ürün yönetimi ile ilgili verilere ek olarak, sıcaklık, bağıl nem, mikrobiyolojik yapı, talimat ve kullanım bilgileri ile ürün hakkında bilgiler yeralabilir.

Tablo 1. farklı tipteki 1B ve 2B kodlarının örneklerini (Anonim, 2019b)

Bazı 1B Barkod örnekleri		
		
UPC-A, UPC-E	EAN-13, EAN-8, JAN-13, ISBN, ISSN	Code 39
		
Code 128	ITF	Code 93
		
Codabar	GS1 Databar	MSI Plessey
Bazı 2B Barkod örnekleri		
		
QR Code	Datamatrix	PDF417
		
AZTEC	Yüksek Kapasiteli renkli Barkod	Code 16 K

Tablo 2. Farklı 2B barkodların teknik özellikleri.

	QR Code	PDF417	DataMatrix	Maxi Code
Geliştirici (Ülke)	DENSO (Japonya)	Symbol Technologies (USA)	RVSI Acuity CiMatrix (USA)	UPS (USA)
Kod tipi	Martix	Yığılmış Bar kod	Martix	Martix
Numerik Data	7 089	2 710	3 116	138
Alfanumerik Data	4 296	1850	2 355	93
İkili Data	2 953	1 018	1 556	
Kanji Data	1 817	554	778	
Ana Özellikleri	Büyük kapasite Küçük yazıcı boyutu Yüksek hızlı okuma	Büyük kapasite	Küçük yazıcı boyutu	Yüksek hızlı okuma
Standardizasyon	AIM International, JIS, ISO	AIM International, ISO	AIM International, ISO	AIM International, ISO



Şekil 1. Bir RFID etiketinin çalışma sistemi

3.2.Sensörler

Sensörler, cihazın yanıt verdiği fiziksel veya kimyasal bir özelliğin tespiti veya ölçümü için bir sinyal sağlayan, enerjiyi veya maddeyi tespit etmek, bulmak veya ölçmek için kullanılan cihazlar olarak tanımlanabilir. Sensörlerin çoğu bir alıcı ve bir dönüştürücüden oluşur. Reseptörler fiziksel veya kimyasal bilgiyi bir enerji şekline dönüştürürken, bir transdüser bu enerjiyi faydalı, tipik olarak elektriksel bir analitik sinyale dönüştürür. Yüksek geliştirme ve üretim maliyetleri, güvenlik hususları ve hem sanayiden hem de tüketiciden nispeten sınırlı talep (biyomedikal sektöre kıyasla), gıda endüstrisinde bu tür sistemlerin yaygın olarak benimsenmesinin önündeki en büyük engeldir (Lee ve Rahman, 2014)

Akıllı ambalajlamada kullanılan sensörler sayesinde urunlerin taze olup olmadığı, mikrobiyolojik bir bozulmanın olup olmadığını, oksijene bağlı bir acılaşma ya da tatta bozulmanın kontrolü, saklama sıcaklıklarının kontrolü gibi değismeler görülebilmektedir. Bu grupta, gaz sensörleri, floresan bazlı gaz sensörleri ve biyosensörler kullanılmaktadır. Gıda ambalajlama uygulamalarında bu sensörlerin kullanımı her geçen gün hızla artmaktadır. Sensörler farklı sinyalleri algılayabilerek hizmete sunabilir. Bunlar; kimyasal sinyaller, elektriksel sinyaller, optik sinyaller ve termal sinyaller olarak algılamaktadırlar (Gök, 2007).

3.2.1. Gaz Sensörler

Gaz sensörleri, paketteki gaz analitinin varlığını tespit etmek için kullanılır. Oksijen sensörleri, karbondioksit sensörleri, su buharı sensörü, etanol sensörü, metal oksit yarı iletken alan etkisi transistörleri, organik iletken polimerler ve piezoelektrik kristal sensörleri vb. içerir (De Jong ve ark., 2005). Bu sensörler ile, hedeflenen gazın ortamda varlığının tespit edilmesi durumunda sensörün fiziksel parametreleri değişmekte ve dışarıdaki bir aygıt tarafından izlenebilmekte ve veri aktarımı yapılabilmektedir. cihazlardır (Yam ve ark., 2005).

3.2.2. Floresans Bazlı Sensörler

Bu tip sensörlerde içerisine fosforan veya floresan boyalar yerleştirilen polimer ambalaj malzemeleri kullanılır. Ambalaj içerisinde bulunan gaz, söz konusu polimere difüzyon yolu ile girerek boyaya ulaşmakta ve ambalajın ışıldamasına neden olmaktadır. Işıldama parametrelerinin ölçülerek, ortamdaki gaz miktarı sayısal değerlere çevirebilmektedir. (Karagöz ve Demirdöven, 2017). Bu tip sensörlerde ruthenium, fosforan palladium (II) ve platinyum (II)-forfirin kompleksleri kullanılmakta ve çok geniş bir sıcaklık aralığında (-20ºC ve +30ºC) çalışabilmektedirler (Öksüztepe ve Beyazgül, 2015).

3.2.3.Biosensörler

Biyosensörler, biyokimyasal veya biyolojik reaksiyonlarla ilgili bilgileri tespit edebilen, kaydedebilen ve aktarabilen kompakt analitik cihazlardır (Yam ve ark., 2005). Başka bir deyişle, biyosensörler ölçülebilir bir sinyal elde etmek için biyolojik malzemeleri ve elektronik bileşenleri birleştiren sondalardır (Lee ve Rahman, 2014). Tipik olarak, hedef analite özgü bir biyoreketör (örneğin, enzimler, antikor / antijenler, hormonlar, mikroplar ve nükleik asit) ve biyolojik sinyallerin ölçülebilir bir tepkimeye dönüştürülmesinden sorumlu bir transdüktör içerir (Caon ve ark., 2017, Hepsağ ve Varol 2018). Kısaca bu sensörler biyokimyasal yada mikrobiyolojik değişimleri tespit ederek kaydedebilen ve aktarabilen sensörlerdir.

3.3.Göstergeler

Göstergeler, başka bir maddenin varlığını, yokluğunu veya konsantrasyonunu veya iki veya daha fazla madde arasındaki reaksiyon derecesini, özellikle renkli olan karakteristik bir değişim yoluyla belirten maddeler olarak tanımlanabilir (Biji ve ark., 2015). Göstergeler tazelik göstergeleri, Zaman sıcaklık göstergeleri ve sızıntı (bütünlük) göstergeleri olarak sınıflandırılmaktadır.

3.3.1.Tazelik göstergeleri

Tazelik göstergeleri, mikrobiyal büyüme veya bir gıda ürünü içindeki kimyasal değişikliklerden kaynaklanan ürün kalitesi bilgilerini sağlar. Mikrobiyal gelişim sırasında ortaya çıkan metabolitler ile paketteki entegre göstergeler arasındaki reaksiyon, ürünün mikrobiyal kalitesi ile ilgili görsel bilgi sağlar (Kerry ve ark., 2006; Kuswandi ve ark., 2013). Bu grupta CO_2, SO_2, NH_4, aminler, H2S, Asetik asit, laktik asit,asetaldehit, amonyak, E.coli O157 enteroteoksin, Diasetil, Mikrobiyal enzimler, etilen belirlemeye yönelik göstergeler kullanılabilmektedir (Gök, 2007, Biji ve ark., 2015, Hepsağ ve Varol, 2018)

3.3.2.Sızıntı (bütünlük) göstergeleri

Ambalajda herhangibir sızıntı olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu göstergeler sayesinde, üretim ve dağıtım zinciri boyunca ambalaj bütünlüğünü sağlar. Başlangıçta düşük oksijenli MAP gıdalar, redoks boyaları içeren oksijen göstergeleri, oksijen konsantrasyonundaki değişikliklerle renk değiştirir. Bu tür sistemlerin en önemli dezavantajı, cihazın oldukça hassas olması ve paketteki kalıntı oksijenin göstergelerin rengini değiştirmesidir. (Davies ve Gardner, 1996, Mattila-Sandholm ve ark., 1995, Mattila-Sandholmand ve ark., 1998).

3.3.3.Zaman-sıcaklık göstergeleri (TTI)

Sıcaklık, gıda ürünlerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal bozulmanın kinetiğini belirleyen en önemli çevresel faktörlerden biridir. Zaman sıcaklığı göstergelerinin zaman içinde bir eşik sıcaklığının aşılıp aşılmadığı hakkında bilgi vermek ya da bir ürünün eşik sıcaklığının (zaman sıcaklığı geçmişi) üstünde harcadığı minimum zaman miktarını tahmin etmek amacıyla kullanılır. Bu etiketler dağıtım ve depolama sırasındaki sıcaklık geçmişinin görsel gösterimlerini sağlar. Orada soğutulmuş veya dondurulmuş ürünler için sıcaklık kullanımı hakkında bilgi verebilirler. Piyasada üç temel zaman-sıcaklık göstergeleri tipi vardır: kritik sıcaklık göstergeleri, kısmi tarih göstergeleri ve tam tarih göstergeleri. Temel olarak zaman-sıcaklı göstergeler, bozulabilir bir ürünün üretim sıcaklığından son tüketiciye kadar olan zaman sıcaklığını takip eden küçük etiketler veya etiketlerdir . Şu anda mevcut ticari TTI'ler difüzyon, mikrobiyal, enzimatik, polimer ve fotokromik bazlı sistemlerdir (Gök, 2007, Biji ve ark., 2015, Hepsağ ve Varol, 2018).

4. SONUÇ

Gıda tedarik zincirinin gereksinimlerini karşılamak için son yıllarda paketleme sistemlerine entegre edilen çeşitli akıllı paketleme teknolojileri gelişmektedir. Gıda endüstrisi tarafından uygun paketleme teknolojilerinin benimsenmesi raf ömrünü uzatmak, kaliteyi, güvenliği artırmak ve ürün hakkında bilgi sağlamak için yararlı olabilir. Bu akıllı paketleme teknolojileri üzerine yapılan araştırmalar mevcut sistemin daha da iyileştirilmesine neden olabilir. Ancak maliyetlerinin yüksek oluşu, tedariklerinin zor oluşu ve her ürüne uygun ambalajların geliştirilmesinin gerekliliği, bu ambalaj sisteminin kullanılabilirliklerini sınırlandırmaktadır. Teknolojik gelişmeler ve seri üretimler sonunda bu ambalajlama tekniğinin gelişeceği açıktır.

KAYNAKLAR

Anonim, 2018. Türk gıda kodeksi gıda ile temas eden madde ve malzemelere dair yönetmelik. Resmi Gazete, No: 30382, 5 Nisan 2018.

Anonim, 2019a. Ambalaj nedir? http://www.ambalaj.org.tr/tr/ambalaj-ve-cevre-ambalaj-nedir.html (Erişim Tarihi: 10/10/2019).

Anonim 2019 b. Types of Barcodes: Choosing the Right Barcode. https://www.scandit.com/blog/types-barcodes-choosing-right-barcode/ (Erişim Tarihi: 20/10/2019).

Biji K, Ravishankar B, Mohan CN, Gopal TS 2015. Smart packaging systems for food applications: a review. Journal of food science and technology, 52(10), 6125-6135.

Caon T, Martelli SM, Fakhouri FM 2017. New trends in the food industry: application of nanosensors in food packaging. In Nanobiosensors. Academic Press, pp. 773-804

Davies ES, Gardner CD 1996. Oxygen indicating composition. British Patent 2298273

De Jong AR, Boumans H, Slaghek T, et al. 2005. Active and intelligent packaging for food: Is it the future. Food Addit Contam., 22, 975-979.

Gök V 2007. Gıda paketleme sanayinde akıllı paketleme teknolojisi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1, 45-58.

Grillo A, Lentini A, Querini M, Italiano GF 2010. High capacity colored two dimensional codes. In Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology, pp. 709-716.

Hepsağ F, Varol T 2018. Gıda endüstrisinde akıllı ambalaj kullanımı ve gıdalarda izlenebilirlik. Adyütayam, 6 (1), 29-39.

Karagöz Ş, Demirdöven A 2017. Gıda Ambalajlamada Güncel Uygulamalar: Modifiye Atmosfer, Aktif, Akıllı ve Nanoteknolojik Ambalajlama Uygulamaları. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi,6(1), 9-21.

Kerry JP, O'Grady MN, Hogan SA 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. Meat Sci 74:113–130

Kocaman N, Sarımehmetoğlu B 2010. Gıdalarda akıllı ambalaj kullanımı. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 81(2), 67-72.

Kuswandi B, Maryska C, JayusRA AA, Heng LY 2013. Real time on-package freshness indicator for guavas packaging. Food Measure 7:29–39

Lee SJ, Rahman ATMM 2014. Intelligent packaging for food products. In: Han, J.H. (Ed.), Innovations in Food Packaging. second ed. Academic Press, San Diego, pp. 171–209.

Mattila-Sandholm T, Ahvenainen R, Hurme E, T, Jarvi-Kaarianen 1995. Leakage indicator. Finnish Patent 94802

Mattila-Sandholm T, Ahvenainen R, Hurme E, Jarvi-Kaarianen, T 1998. Oxygen sensitive colour indicator for detecting leaks in gas protected food packages. European Patent EP 0666977

Mustafa F, Andreescu S 2018. Chemical and biological sensors for food-quality monitoring and smart packaging. Foods, 7 (10), 168.

Öksüztepe G, Beyazgül P 2015. Akıllı ambalajlama sistemleri ve gıda güvenliği.Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Veterinerlik Dergisi, 29 (1), 67-74.

Pal M, Devrani M, Hadush A 2019. Recent developments in food packaging Technologies. Beverage & Food World 46 (1), 21-25

Robertson GL 2006. Food packaging: principles and practice. CRC press.

Yam KL, Takhistov PT, Miltz J. 2005. Intelligent packaging: Concepts and applications. J Food Sci 70: 1-9.

YAŞ MEYVE VE SEBZELER MUMLAMA VE UYGULAMADAKİ SORUNLARI

Doç.Dr.M.Ufuk Kasım
Kocaeli Üniversitesi Arslanbey Meslek Yüksekokulu
mukasim@kocaeli.edu.tr

Prof.Dr.Rezzan Kasım
Kocaeli Üniversitesi Arslanbey Meslek Yüksekokulu
rkasim@kocaeli.edu.tr

Özet
Bitkisel ürünlerin dış kısmında az ya da çok doğal mum (wax) oluşmaktadır. Bu muma kütiküller mum adı verir. Bu madde daha çok bitkilerdeki su kaybını engellemede etkili olmaktadır. Turunçgil, kavun, elma, armut, üzüm, papaya, mango, avakado ve ananas gibi ürünlerde hasattan sonra mumlama uygulaması yaygın olarak kullanılmaktadır. Mumlama ile çürüme ve su kaybı azalırken, parlaklık ve albeni artmaktadır. Bu amaçla hayvansal ve bitkisel doğal mumlar (carnauba mumu, balmumu, reçine) yaygın olarak kullanılmakla beraber, parafin, polietilen ve diğer sentetik mumların kullanımı da yaygındır. Doğal mumlar tüm ürünlerde güvenilir olarak kullanılabilirken, sentetik mumların sadece kabuğu yenmeyen ürünlerde kullanılmasına izin verilmektedir. Elma, armut, üzüm, şeftali gibi kabuğuyla tüketilen ürünlerde sentetik mumların kullanımı, sağlık açısından risk oluştururken, kabuğu yenmeyen ürünlerde de kabuğun farklı şekillerde değerlendirilmesi (reçel gibi) durumunda da tehlikeli olabilmektedir. Bu nedenle tüm mumlama işlemlerinde doğal kaynaklı mumların kullanılması daha doğru olacaktır. Bu derleme çalışmasında meyve ve sebzelerde kullanılan mumlamanın amaçları ve pratikte yapılan hatalar incelenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Mum, meyve, sebze, sağlık, kabuk

FRESH FRUITS AND VEGETABLES WAXING AND PROBLEMS IN APPLICATION

Abstract
More or less natural wax (wax) is formed on the outside of herbal products. This is called cuticle wax. This substance is more effective in preventing water loss in plants. Waxing application is widely used after harvest in citrus, melon, apple, pear, grape, papaya, mango, avocado and pineapple. With waxing, decay is delayed, water loss is reduced, brightness and visual quality are improved. For this purpose, animal and vegetable natural waxes (carnauba wax, beeswax, resin) are widely used, but paraffin wax, polyethylene and other synthetic waxes are common. While natural waxes can be used safely in all products, synthetic waxes are only allowed to be used on products inedible of skin. While the use of synthetic waxes poses a health risk in products consumed with skin such as apples, pears, grapes, peaches, it can also be dangerous in cases where the skin is evaluated differently (such as jam) in products inedible of skin. Therefore, natural waxes should be used in all waxing processes. In this review, the aims of the waxing used in fruits and vegetables and the mistakes made in practice were examined.
Keywords: Wax, fruit, vegetable, health, fruit skin

1.GİRİŞ

Yaş meyve ve sebzelerde tüketicilerin dikkatini çeken ilk kalite parametresi şekil, boyut ve rengin belirleyici olduğu dış görünüştür. (El-Ramady ve ark., 2015). Her zaman dış görünüm ve yenilebilir kalite arasında bir ilişki olmasa da, ürünün görsel çekiciliği pazarın kabul edilmesinde belirleyici olan güçlü bir özelliktir. Ancak tekstür, aroma, lezzet ve besin içeriği de kalitenin ayrılmaz parametreleridir. Ancak bu kalite parametrelerini korumak oldukça zordur. Çünkü bir gıda ürününün tüketicinin masasına ulaşması oldukça zaman alır. Taşıma, depolama ve nakliyeyle ilgili zaman alan adımlar sırasında, ürünler su kaybetmeye, bozulmaya, görünüm, lezzet ve besin değerlerini kaybetmeye başlar. Özel bir koruma sağlanmazsa, bu zarar hemen görülemese bile saatler veya günler içerisinde hasar meydana gelebilir (Pavlath ve Orts, 2009). Oluşan kayıpları asgari seviyede tutmak amacı ile Yıkama, klorlu su ile yıkama, etilen engelleyici uygulamaları (1-MCP), ambalajlama (MAP) sıcaklık uygulamaları, kalsiyum uygulamaları, Fumigasyon, radyasyon (Ultraviyole, gama-

radyasyonu), kaplama ve mumlama gibi yöntemler kullanılmaktadır (El-Ramady ve ark., 2015). Bu uygulamalardan birisi olan mumlama hem ürünü görsel olarak geliştirirken, hem de fizyolojik olayları yavaşlatmaktadır. Birçok tüketici, parlak veya parlak bir görünümdeki ürünü tercih eder. Ürünün kozmetik özelliklerini (parlaklık, renk) geliştirmek için meyve ve sebzelere çeşitli tiplerde mumlar ve yenilebilir yüzey kaplamaları uygulanabilir (Anonim, 2004). Mumlama düşük kaliteli ürünleri kaliteli göstermek amacıyla yapılan bir makyajlama değildir. Kaliteli ve pazarlanabilir ürünlerde, temizlik ve paketleme sırasında ürünlerin yüzeyinde zarar gören doğal mumu tamamlamak veya değiştirmek için yapılır. Bu nedenle ürün yüzeyi depoma öncesi ince bir film katmanı halinde doğal yada petrol türevi bir mum ile kaplanır (Anonim, 2004). Mumlama bugün kullanılan mumlar ve kimyasal katkılarının bulunmasından çok önce kullanılmaya başlamıştır. İlk balmumu kaplaması, Çin'de 12. ve 13. yüzyıllarda turunçgil meyvelerine uygulanmış, Bugün ise çeşitli ürünlerin kalitesini korumak için hızla yayılmış ve yıllık toplam geliri 100 milyon doları aştı (Kumar ve Kapur, 2016). Başlangıçta sadece bal mumu gibi doğal mumların kullanıldığı bu sektörde petrol türevi maddelerde kullanılmaya başlamış, ayrıca mumların kolay kullanırlığını artırmak için farklı katkılarda ilave edilmeye başlamıştır. Bunlar arasında sıvı formda uygulamaya imkan veren emülgatörler, hastalıklara karşı fungusitler yada büyüme düzenleyiciler de bulunmaktadır. Bu çalışma hasat sonrasında meyve ve sebzelerde yaygın kullanım alanı olan mumlamanın avantajları ve dezavantajları, yaygın kullanıldığı ürünler, kullanım şekilleri, içerikleri ve insan sağlığına olası tehditleri özetlenmeye çalışılmıştır.

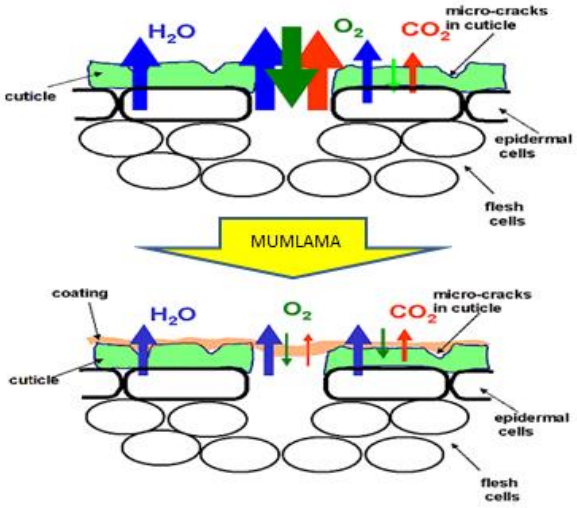
2.MUMLAMANIN FAYDALARI

2.1.Görünüşü geliştirmek

Mumlanan meyveler ve sebzeler genellikle daha fazla ışıltı ve parlaklığa sahiptir. Ayrıca renklerini ve canlılıklarını daha uzun süre korumasını sağlar. Bu durum mumdan kaynaklanan bir durum olduğu gibi, su kaybına bağlı buruşma ve pörsüme ile enfeksiyon oluşumunun gecikmesine bağlı dolaylı bir durum şeklinde de etkilemektedir (Sidhu ve ark., 2009; Valencia-Chamorro ve ark., 2009).

2.2.Su kaybını azaltmak

Hasat edilmiş çoğu meyve ve sebze çok yüksek su içeriğine (% 80-95) sahiptir. Ancak muz, patates ve avokado gibi ürünlerde su içeriği istisnai olarak daha düşüktür (sırasıyla %76, %76, %78) (Holcroft, 2015). Tüm meyve ve sebzeler doğal olarak nem kaybını engelleyen kütküla adı verilen bir bariyer ile kaplıdır. Bununla birlikte, bir miktar su buharı, kütikül içindeki gözeneklerden ve mikro çatlaklardan kayba uğrayabilir Mumlama işlemi sırasında, meyve yüzeyine sıkıca yapışan ince bir kaplama maddesi filmi uygulanır. Mum kaplaması kütiküladaki gözenekleri tıkayarak su buharı kaybını önemli ölçüde azaltır (Saltveit, 2016) (Şekil 1). Meyve ve sebzelerden nem kaybı üründe büzülmeye ve / veya solmaya neden olur. Bu, malların görünümünü olumsuz yönde etkileyerek ürünün arzu edilen taze görünümünü kaybetmesine neden olur. Genellikle, bir ürün orijinal ağırlığının% 5 veya daha fazlasını kaybettiğinde, görsel olarak fark edilir. İnce bir mum kaplama tabakasının uygulanması, ürünün ağırlık kaybını % 30 ila% 40 oranında azaltabilir.



Şekil 1. Mumlama öncesi ve mumlama sonrası kütikula ve gözeneklerdeki gaz transferindeki değişim.

Shahid ve Abbasi (2011), 'Blood Red' Portakal çeşidinde balmumu ile kaplamanın su kaybını önemli derecede azalttığını belirlemiştir. Li ve ark (2018) farklı sıcaklıklarda mumlanmış hıyarlardaki su kaybı, mumlanmamışlardan daha az olmuştur.

2.3.Ekonomik kayıpları azaltmak

Su tüm taze meyve ve sebzelerin temel bileşenidir. Genellikle bir ürünün taze ağırlığının % 80 ila% 90'ını oluşturur. Hasat alındıktan sonra, taze ürün, terleme (suyun buharlaşması) ve solunum işlemlerinden nemi kaybetmeye başlar. Bu, ekonomik açıdan istenmeyen bir durum olan ürün kilo kaybına neden olur (Anonim, 2004).

2.4.Hasat Sonrası çürümeleri azaltmak

Mum, mantar ve bakteriyel patojenlerin ürüne girişine karşı bir engel oluşturur. Çürümeye karşı ek koruma sağlamak için balmumuna bir mantar ilacı da eklenebilir. Ancak kullanılan fungusitlerin insan sağlığına zararlı olmaması amacı ile kontak etkili ve kabuğu tüketilmeyen ürünlerde kullanılması gereklidir. Yaygın olarak bu uygulama turunçgillerde (Fan ve ark., 2014, Abu-Goukh ve Elshiekh, 2008) ve mangoda (Mohamed ve Abu-Goukh, 2003) kullanılmaktadır.

2.5.Hasat Sonrası ömrü uzatmak

Meyve ve sebzeler hasattan sonra solunum yapmaya devam eden canlı organizmalardır. Mum, ürünün içinde oksijen içeriğinin azaldığı ve karbondioksit içeriğinin arttığı modifiye bir atmosfer yaratır. Bu, ürünün solunum oranında bir düşüşe ve hasat sonrası yaşamda bir artışa neden olur (El-Ramady ve ark., 2015).

2.6.Üşüme zararı hassasiyetini azaltmak

Tropikal kökenli meyve ve sebzeler, düşük sıcaklıklarda meydana gelen bir tür fizyolojik zararlanma olan üşüme zararı hasarına duyarlıdır olur (El-Ramady, ve ark 2015). ÜZ miktarı, düşük sıcaklığa maruz kalma sıcaklığına ve süresine bağlıdır. Ürüne bağlı olarak 13°C ile 0°C arasında gerçekleşir. Mumlama ÜZ şiddetini azaltır ve ÜZ'na duyarlı ürünlerin zarar görmeden biraz daha düşük sıcaklıklarda depolanmasına izin verir (Anonim 2004).

2.7.Mumlama Yapılan Ürünler

Meyveler: Turunçgiller (limon, mandarin, portakal, greyfurt), elma, armut, şeftali, ananas, nar, mango, avokado, papaya

Sebzeler: kavun, karpuz, salatalık, patlıcan, biber, balkabağı, tatlı patates, domates, patates

3.MUMLAMANIN DEZAVANTAJLARI

Mum, tüketiciler tarafından üründe bir çeşit değişiklik olarak yorumlanabilir ve gerçek dış görünümünü daha yapay bir şey haline getirebilir. Mumlama, ürünün maliyetini artırır. Uygun şekilde uygulanmamış mumlar, ürün yüzeyinde yanmalara, hatta süre ve sıcaklığa bağlı olarak et dokusunda da hasarlara neden olabilir. Balmumu, aşırı sıcağa veya neme maruz kalmaları durumunda meyve veya sebzelerin yüzeyinde beyazlaşabilir. Bu genellikle mumlu ürünün soğuk depodan daha yüksek sıcaklıklara çıkarılmasından sonra meydana gelir. Düşük O_2 seviyeleri sadece anaerobik solunum ve uyarıcı olmayan tatlandırıcı bileşiklerin üretimini teşvik etmekle kalmaz, aynı zamanda pazarlanabilirliği ciddi şekilde azaltan bir soyma bozukluğuna da neden olabilir. Yüzey kaplamalarının kullanılmasının, özellikle emtia taşıma veya depolamadan sonra çevre sıcaklıklarına geri döndüğünde, toksik iç CO2 seviyelerine neden olma tehlikesi vardır. (Saltveit, 2016).

4.KULLANILAN MUMLAR

Meyve ve sebzelerin kaplanmasında farklı tiplerde mumlar kullanılmaktadır. Bunların bazıları Türk gıda kodeksi içinde yer almamakla beraber, genel özellikleri aşağıda sunulmuştur. Tablo 1'de Türkiye'de kullanımına izin verilen mumlar ve kullanıldığı ürünler verilmiştir.

4.1.Parafin (Aydınlatma mumu)

Parafin, ham petrolün damıtılmasından elde edilen petrol bazlı bir balmumudur. Mum yapımında yaygın olarak kullanılır. Parafin mumu oda sıcaklığında katıdır ve erimek için yaklaşık 52°C ısıtılmalıdır. Bazı ülkelerde cassava, tatlı patates, hindistancevizi gibi ürünlerde kullanılmaktadır (Anonim, 2004).

4.2.Balmumu

Yağ asitleri esterleri ve yağ alkolleri karışımı, hidrokarbonlar, serbest yağ asitleri ile az miktarda serbest yağ alkolleri gibi maddeleri içeren balmumu; parlatma ajanı, serbestleştirici ajan, sakız bileşeni ve aroma taşıyıcısı olarak uygulama alanı bulmaktadır. Bal arılarından (Apis mellifera L) elde edilen peteklerdeki balın ayrılmasının takiben, petekler sıcak su, buhar veya güneş ısısı ile eritilip, süzülmektedir. Daha sonra sülfirik asit ve alkali ilavesiyle sıcak suda eritilerek rafine edilmektedir. Oluşan balmumu sarı renkte olup, hidrojen peroksit, sülfirik asit veya gün ışığıyla ağartılarak beyaz tipteki bal mumu elde edilmektedir (Anonim, 2019a).

Tablo 1. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği Ek II'de yer alan, mumlamada kullanılan mum türleri, kodları, maksimum miktarları ile sınırlamalar/istisnalar (Anonim, 2013)

E-kodu	Adı	Maksimum miktar (mg/l veya mg/kg)	Sınırlamalar/istisnalar
E 901	Balmumu, beyaz ve sarı	*quantum satis**	sadece turunçgil meyvesi, kavun, karpuz, elma, armut, şeftali, ananas, muz, mango, avokado, narın yüzey uygulamaları ve sert kabuklu meyvelerde parlatıcı olarak
E 902	Kandelila mumu	*quantum satis*	sadece turunçgil meyvesi, kavun, karpuz, elma, armut, şeftali ve ananasın yüzey uygulamalarıve sert kabuklu meyvelerde parlatıcı olarak
E 903	Karnauba mumu	200	sadece turunçgil meyvesi, kavun, karpuz, elma, armut, şeftali, ananas, nar, mango, avokado ve papayanın yüzey uygulamaları ve sert kabuklu meyvelerde parlatıcı olarak
E 904	Şellak	quantum satis	sadece turunçgil meyvesi, kavun, elma, armut, şeftali, ananas,nar, mango, avokado ve papayanın yüzey uygulamaları ve sert kabuklu meyvelerde parlatıcı olarak
E 914	Oksitlenmiş polietilen mumu	quantum satis	sadece turunçgil meyvesi, kavun, papaya, mango, avokado ve ananasın yüzey uygulamaları

*quantum satis: herhangi bir maksimum seviyenin belirtilmediğini gösterir

4.3.Karnauba Mumu

Karnauba mumu Brezilya'ya özgü olan carnauba palmiyesinin yapraklarından elde edilir. Karnauba, orta derecede parlak bir mumdur. Ürüne parafinden daha iyi, fakat şellaktan daha az parlaklık verir. Bir karnauba mumu şellaktan daha geçirgendir ve beyazlamaz (Anonim, 2004).

4.4.Kandelila mumu

Genellikle Meksika'nın bazı eyaletlerinde yetişen Euphorbia antisyphilitica adlı kandelila bitkisinin sülfürik asit içeren kaynar sulara daldırılması, yüzeye çıkan mumların toplanması ve bunların filtre edilmesi ile elde edilmektedir. Kandelila mumunun başlıca bileşenleri; hidrokarbonlar, uzun zincirli alkoller, steroller, nötr reçineler ve uzun zincirli asitlerdir (Anonim, 2019b).

4.5.Şellak Mumu

Şellak minik lak böceğinin (Laccifer lacca) reçineli salgılarından üretilir. Normal sıcaklıklarda zor erir ancak ısıtıldığında basınç altında yumuşar. İyi bir su direncine sahiptir ve yüksek parlaklıkta yüzeyler üreten sert bir üründür. Bununla birlikte, mumlu ürünlerin, soğuk depodan çıkarıldıktan sonra beyazlaması veya tebeşirlenmesi daha olasıdır. Şellak, karnauba'dan daha az gaz geçirgenliğine

sahiptir. Bu nedenle aşırı uygulamamak ve olası ürün fermantasyonunu önlemek için özen gösterilmelidir. Şu anda narenciyelerde kullanılan en popüler mumdur (Anonim, 2004).

4.6.Oksitlenmiş Polietilen

Polietilen bazlı mumlar, etilenin ısı ve basınç altında polimerizasyonundan elde edilir. Genellikle en ucuz mumlardır ve ürüne makul bir parlaklık sağlarlar. Çok çeşitli meyve ve sebzelerde kullanılırlar (Anonim, 2004).

5.MUM UYGULAMA YÖNTEMLERİ ve RİSKLER

Kullanılan mumları uygulamada; elle sürme, daldırma, fırçalama ve püskürtme şeklinde faklı şekilde uygulamaları mümkündür. Kullanılan mumları sıvı halde uygulamak için mumları ısıtmak gereklidir. Buda uygulama sırasında ürüne zarar vermektedir. Bu nedenle günümüzde emülsifiye edilmiş mumlar kullanımı yaygındır. Bu amaçla muların içerisine emülsifiye edici maddeler katılması gerekmektedir. Bu katkılardan en önemlisi '**MORFOLİN**'dir (C_4H_9NO) (Kumar ve Kapur, 2016). Tablo 2'de yaygın olarak kullanılan mum formülasyonları verilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi tüm karışımlarda Morfolin bulunmaktadır.

Tablo 2. Yaygın Kullanılan Mum Formülasyonları (Kumar, 2016).

Formulation	Components Concentration (%)
Oksitlenmiş polietilen	18.6
Oleik asid	3.4
Morfolin	2.8
Polidimetilsiloksan köpük engelleyici	0.01
Kandelilla wax	18.3
Oleik asid	2.1
Morfolin	2.4
Polidimetilsiloksan köpük engelleyici	0.02
Şellak	9.5
Karnauba mumu	8.3
Morfolin	3.3
Oleik asit	1.7
Amonyak	0.17
Polidimetilsiloksan köpük engelleyici	0.01
Şellak	19
Oleik asid	1.0
Morfolin	4.4
Amonyak	0.3
Polidimetilsiloksan köpük engelleyici	0.01
Şellak	13.3
Peynir altı suyu proteini izolatı	3.0
Morfolin	3.1
Oleik asid	0.7
Amonyak	0.2
Polidimetilsiloksan köpük engelleyici	0.01

Mumla kaplı meyvelerin yemesinin güvenli olup olmadığı tamamen kullanılan mumun türüne bağlıdır. Bazı bilimsel otoriteler tarafından yapılan araştırmalar, gıda sınıfı bal mumu yemek için güvenli olduğunu göstermektedir. Bunlar, emilim için vücut tarafından parçalanmadığından ve vücut tarafından elimine edildiğinden güvenli olarak kabul edilen yenilebilir mumlardır. Ancak, meyve mumlarının çoğu ince ve eşit şekilde uygulanmasını sağlamak için morfolin ve türevleri (MAID) ile karıştırılır. (Fernandes, 2018).

Morfolin tek başına sağlık açısından bir sorun gibi görünmemektedir. Çünkü morfolin ne kanserojen ne de teratojendir (gebelikte çocukta deformasyona neden olmaz) ve kronik toksisitesi bulunmaz. Ancak diyette ortaya çıkan nitrat, morfolin ile tepkimeye girerek N-nitrosomorfolin (NMOR) oluşturabilir. N-nitrosomorfolin (NMOR) kanserojen bir maddedir. 0.03-0.3ppm seviyelerinde

morfolin, insan sağlığı için düşük riskli olması muhtemeldir. Bununla birlikte, bu seviyenin üzerinde morfolin toksik ve güvensiz olabilir (Kumar 2016, Fernandes, 2018, Kumar ve Kapur, 2016).
Morfolin, Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Japonya, Tayvan ve Avustralya da dahil olmak üzere dünyanın diğer yerlerinde mumlamada kullanımına izin verilir. ABD elmalarına meşhur oldukları parlaklığı veren şeydir ve ABD Gıda ve İlaç İdaresi tarafından bir gıda maddesi olarak onaylanmıştır. Ancak Avrupa Birliği, morfolin veya başka aminler içeren bir mumlarla muamele edilmiş ürünleri kabul etmemektedir (Wagner, 2011).

6.SONUÇ

Mumlama özellikle kabukları yenen ürünlerde azda olsa bir risk içermektedir. Bu nedenle daha güvenilir bir kaplama malzemesine yönelmek yada mumlamadan vazgeçmek gerekmektedir. Doğal kaplama malzemeleri olarak Aloe vera jeli veya Chitosan kullanımı önerilebilir.

KAYNAKLAR

Abu-Goukh, AA, Elshiekh FA 2008. Effect of waxing and fungicide treatment on quality and storability of grapefruits. Gezira Journal of Agricultural Science, 6(1), 31-42.

Anonim 2004. Postharvest Handling Technical Bulletin Waxing Fruits And Vegetables, Ministry of Fisheries, Crops and Livestock New Guyana Marketing Corporation National Agricultural Research Institute Technical Bulletin No. 33.

Anonim 2013. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. Resmî Gazete, 30 Haziran 2013, Sayı : 28693.

Anonim 2019a. Beeswax (E901). http://www.yilmazkimya.com.tr/dosyalar/urun/beeswax.doc, (Erişim tarihi: 10/10/2019).

Anonim 2019b. Candelila Wax (E902). http://www.yilmazkimya.com.tr/dosyalar/urun/ candelıa%20wax.doc, (Erişim tarihi: 10/10/2019).

El-Ramad HR, Domokos-Szabolcsy É, Abdalla NA, Taha HS, Fári M 2015. Postharvest management of fruits and vegetables storage. In Sustainable agriculture reviews. Springer, Cham., pp. 65-152.

Fan F, Tao N, Jia L, He X 2014. Use of citral incorporated in postharvest wax of citrus fruit as a botanical fungicide against Penicillium digitatum. Postharvest Biology and technology, 90, 52-55.

Fernandes M 2018. Fruit Waxing.https://www.medindia.net/dietandnutrition/fruit-waxing.htm, (Erişim tarihi 15/10/2019).

Holcroft D 2015. Water relations in harvested fresh produce. PEF White Paper, (15-01), 16.

Kumar R 2016. Health effects of morpholine based coating for fruits and vegetables. Int J Med Res Health Sci, 5(9), 32-38.

Kumar R, Kapur S 2016. Morpholine: A Glazing Agent for Fruits and Vegetables Coating/Waxing. Int. J. Sci. Technol. Eng, 2(11), 694-697.

Kumar R, Kapur S 2016. Morpholine: A Glazing Agent for Fruits and Vegetables Coating/Waxing. Int. J. Sci. Technol. Eng, 2(11), 694-697.

Li J, Li Q, Lei X, Tian W, Cao J, Jiang W, Wang M 2018. Effects of wax coating on the moisture loss of cucumbers at different storage temperatures. Journal of food quality, Volume 2018, Article ID 9351821, 1-6 p.

Mohamed HI, Abu-Goukh AA 2003. Effect of waxing and fungicide treatment on quality and shelf-life of mango fruits. University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences, 11(3), 322-339.

Pavlath AE, Orts W 2009. Edible films and coatings: why, what, and how? In Edible films and coatings for food applications. pp. 1-23. Springer, New York, NY.

Saltveit ME 2016. Water Loss from Harvested Horticultural Commodities. In Postharvest Ripening Physiology of Crops. CRC Press, pp. 217-235

Shahid MN, Abbasi NA 2011. Effect of beewax coatings on physiological changes in Fruits of sweet orange cv.“blood red”. Sarhad Journal of Agriculture, 27(3), 385-394.

Sidhu GS, Dhillon WS, Mahajan BVC 2009. Effect of waxing and packaging on storage of pear cv. Punjab Beauty. Indian Journal of Horticulture, 66(2), 239-244.

Valencia-Chamorro SA, Pérez-Gago MB, del Río MÁ, Palou L 2009. Effect of antifungal hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)–lipid edible composite coatings on postharvest decay development and quality attributes of cold-stored 'Valencia'oranges. Postharvest Biology and Technology, 54(2), 72-79.

Warner G 2011. European rule takes the shine off apples, A residue tolerance has been requested for apples accidentally contaminated by wax on the packing line. https://www.goodfruit.com/european-rule-takes-the-shine-off-apples/ (Erişim Tarihi: 01/10/2019).

VALINE MOLEKÜLÜNÜN SİYAH FOSFOREN İLE ETKİLEŞİMİNİN KURAMSAL OLARAK İNCELENMESİ

Arş. Gör. Bahadır Salmankurt
Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği
bahadir.salmankurt@kocaeli.edu.tr

Doç. Dr. Hikmet Hakan Gürel
Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği
hhakan.gurel@kocaeli.edu.tr

Özet
Dallı Zincirli Amino Asitler (DZAA) Leucine, isoleucine ve valine temel amino asitlerinden oluşmaktadır. DZAA'nın genellikle dokuların onarımında, kasların protein sentezinde, vücut ağırlığının düzenlenmesinde, kasların enerji ve dayanıklılığının artmasında olumlu etkisi vardır. Ayrıca hormon üretiminde de katkıda bulunur. Bu temel aminoasitlerden biri olan Valine fiziksel aktivite sırasında kaslara enerji üretimi için fazladan glikoz gitmesini sağlamada önemlidir. Sinir sisteminin düzenlenmesinde yardımcı olur ve kas dokularının onarımında etkilidir. Diğer bir özelliği de hepatit C virüsü (HCV) genom kopyalanmasını bastırmasıdır. Dolayısıyla, vücut ağırlığını düzenlemek ve hastalıklardan korunmak için vücuttaki Valine miktarını belirlemek önemlidir. İki boyutlu (2B) malzemeler bu iş için ön ayak olabilirler. İki boyutlu malzemelere ilgi Grafenin 2004 yılında sentezlenmesinden sonra başladı. Silisen, Siyah Fosforen (SF), Germanen gibi malzemeler bu aileye dahil edilebilir. SF'yi diğer 2B malzemelerden ayıran şey band aralığı ve yöne-bağımlı optik ve elektronik özelliklerin ortaya çıkmasını sağlayan anizotrop yapısıdır. Bu çalışmada Valinine molekülünün SF ile etkileşimi teorik olarak incelendi. Daha sonra, molekülün etkileşim enerjisini arttırmak için SF Ti (Titanyum) ile fonksiyonelleştirildi. Sistemlerin bağlanma enerjileri ve elektronik band yapıları hesaplandı.

Anahtar Kelimeler: Amino asit,İki boyutlu Malzemeler, Yoğunluk Fonksiyonel Kuramı, Quantum Espresso

THEORETICAL INVESTIGATION OF INTERACTION VALINE MOLECULE WITH BLACK PHOSPHORENE

Abstract
The branched chain amino acids (BCAAs) are leucine, valine and isoleucine, which are essential amino acids. BCAAs, in general, have positive effects on the repair of tissues, muscle protein synthesis, the regulation of body weight, increase of energy and endurance of muscles. Besides to this, it contributes to the production of hormones. Valine, one of those essential amino acids, is important for providing extra glucose to the muscles for energy production during physical activity. It helps to regulate the nervous system and is effective in the repair of muscle tissues. Another feature of Valine is the suppression of hepatitis C virus (HCV) genome replication. So, it is important to determine the amount of Valine in the body in order to prevent diseases and regulate the body weight. Two-dimensional (2D) materials can be used for this purpose. Interest in two-dimensional materials have begun after the synthesis of Graphene in 2004. Materials such as Silicene, Black Phophorene (BP), Germanene can be included in this family. What distinguishes BP from other 2D materials is its band gap and anisotropic structure, which leads to direction-dependent optical and electronic properties. In this study, theoretical study of the interaction of Valinine molecule with BP was investigated. Furthermore, BP was functionalized with Ti(Titanium) to increase the interaction energy of the molecule. Binding energies and electronic band structures of systems were calculated.

Keywords: Amino Acid, Two Dimensional Materials, Density Functional Theory, Quantum Espresso

1. GİRİŞ

Valine, Leucine ve Isoleucine Dallı Zincirli Amino Asitler (DZAA)'i oluşturan yapılardır (Campos ve ark., 2013). DZAA en çok sporcular tarafından bilinir ve tercih edilir çünkü kasların gelişmesinde, kas dokularının onarımında ve kaslardaki enerji ve dayanıklılığın artmasında etkili olduğu bilinmektedir (Newgard ve ark., 2009).

Valine molekülünün DZAA'yı oluşturmasının yanı sıra sinir sistemini düzenlemede ve ölümcül olan Hepatit C virüsünün genom kopyalanmasının bastırılmasında etkilidir (Ishida ve ark., 2013). Bu molekülün vücudumuzdaki miktarını belirlemenin önemli olduğu açıktır.

Özellikle önemli hastalıkların tedavisinde etkili olan moleküllerin vücudumuzdaki miktarını belirlemek kritik bir öneme sahiptir. Bunu belirlemenin yolu da biyoalgılayıcılardan yararlanmaktır. İki boyutlu (2B) malzemelerin biyoalgılayıcı olarak kullanıldığı ve etkili olduğu bilinmektedir (Gürel ve Salmankurt, 2017). Dolayısıyla etkili bir biyoalgılayıcı geliştirmek büyük önem arz etmektedir. Bunu geliştirmenin en hızlı ve etkili yolu da kuantum mekaniksel formüllerden yola çıkarak bilgisayar ortamında kuramsal çalışmalar yapıp bunların deneysel çalışmalara ön ayak olmasını sağlamaktır.

2B malzemelere ilgi Grafen ile başladı. Grafen, 2004 yılında sentezlenen iki boyutlu bir malzemedir ve 2010 yılında bu çalışmadan ötürü Geim ve Novoselov Nobel ödülünü kazanmışlardır (Geim ve Nonoselov, 2007). Özellikle 2010 yılından sonra 2B malzemelere ilgi artarak devam etmektedir. Çünkü bu tarz malzemeler transistör, algılayıcı, fotoalgılayıcı, batarya elektrotları vb. gibi alanlarda kullanılmaktadırlar (Mas-Balleste ve ark., 2011). Bu malzemeler molekül algılamada etkili olmalarına rağmen genellikle moleküller ile düşük ve uzun menzilli bir enerji ile etkileşmektedirler.

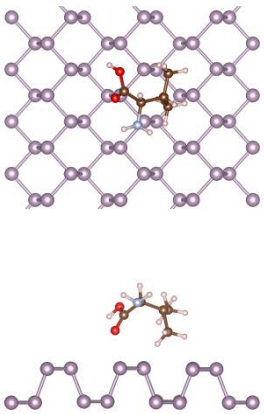
Atom ya da atom gruplarının yüzeye etkili bir şekilde yapışabilmesi için literatürde birçok yöntem önerilmiştir ve bunların etkili olduğu gösterilmiştir (Salmankurt ve Gürel, 2017; Gürel ve Salmankurt, 2017). Bu yöntemlerden birisi de yüzeyi atom ya da atom grupları ile fonksiyonelleştirmektir. Bu kuramsal çalışmada SF yüzeyi Ti (Titanyum) atomu ile fonksiyonelleştirildi ve Valine molekülü ile etkileşime girmesi sağlandı. Elde edilen yapıların bağlanma enerjileri ve elektronik band grafikleri yorumlandı.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada Yoğunluk Fonksiyonel kuramını temel alan ve düzlem dalga yapay potansiyellerinden yararlanan Quantum-Espresso kodundan yararlanıldı (Giannozzi ve ark., 2009; Hohenberg ve Kohn, 1964; Kohn ve Sham, 1965). Değiş-tokuş ve karşılıklı etkileşim için Genelleştirilmiş Gradyen Yaklaşımı (GGA), Perdew-Burke-Ernzerhof fonksiyonu ile çalışıldı (Perdew ve ark., 1996). Düzlem dalgaların dalga fonksiyonu kesme enerjisi 35 Ry olarak alındı. K noktalar grubu için 3x3x1 tercih edildi. Fakat elektronik yapı hesabında bu değer 5x5x1 olarak alındı.Uzak mesafeli etkileşimleri göstermek adına Grimme-D2 metodundan yararlanıldı (Grimme, 2006). Şekiller VESTA programı vasıtası ile çizildi (Momma ve Izumi, 2011).

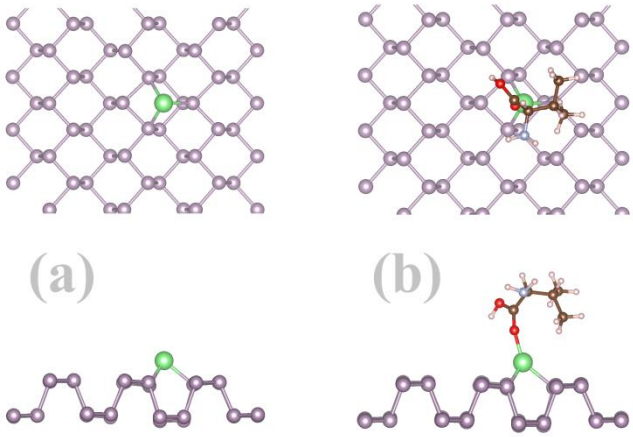
3. SONUÇ

Valine molekülünün Grafen ile etkileşim enerjisi -0.39 eV ve SF ile etkileşim enerjisi ise -0.34 eV olarak bulundu.



Şekil 2. Valine molekülünün SF ile etkileşiminin üstten ve yandan görünümü. P, N, C, H ve O atomları sırasıyla mor, mavi, kahverengi, pembe ve kırmızı renkle gösterilmiştir.

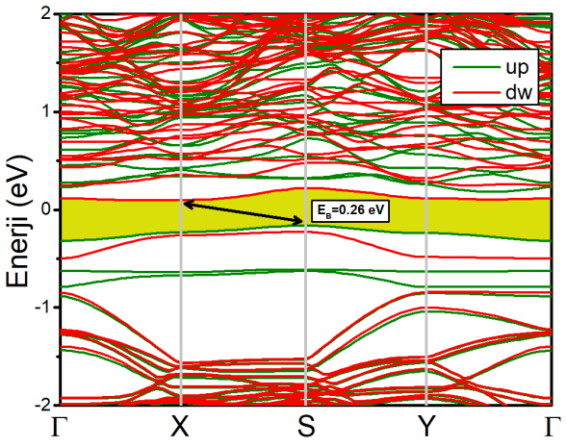
Şekil 1'de Valine molekülünün SF ile etkileşimi verilmiştir. Molekül ile yüzey arasındaki mesafe etkileşim enerjisinin çok büyük olmadığını göstermektedir.



Şekil 3. a) SF + Ti ve b) SF + Ti + Valinemolekülünün en düşük enerjili yapıları. P, N, C, H, O ve Ti atomları sırasıyla mor, mavi, kahverengi, pembe, kırmızı ve Yeşil renkle gösterilmiştir.

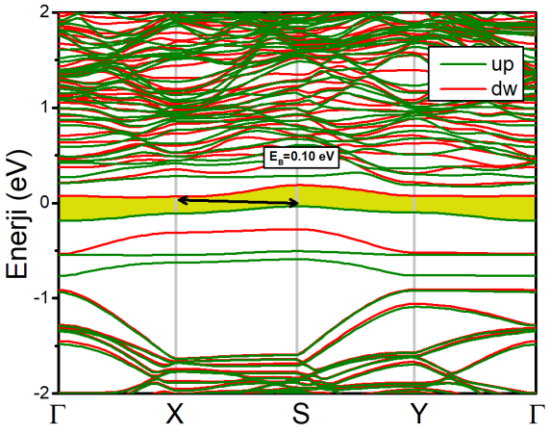
Ti, SF'e -4.07 eV kadarlık bir enerji ile bağlanmaktadır ve ilgili yapı Şekil 2-a'da gösterilmektedir. Ti ile SF'nin z yönündeki uzaklığı 1.32 Å olarak hesaplanmıştır. Saf SF'nin sahip olduğu 0.88 eV'lik direk band aralığı fonksiyonelleştirme ile birlikte 0.26 eV değerinde dolaylı bir band aralıklı duruma gelmiştir ve ilgili band grafiği Şekil 3'de gösterilmiştir. SF, Ti ile fonksiyonelleştirildiğinde birim hücre başına 2 Bohr magneton'luk bir manyetik moment kazandı, yani yapı manyetik bir özelliğe sahip oldu.

Valine molekülü fonksiyonelleştirilmiş SF'ye -1.54 eV'lik bir enerji ile bağlanmaktadır ve ilgili yapı Şekil 2-b'de gösterilmiştir. Ti ile O arasındaki mesafe 1.97 Å dur. Ayrıca z yönünde Ti ile SF arasındaki mesafe 1.86 Å olarak hesaplanmıştır. Bu etkileşimde band aralığı 0.10 eV olarak bulunmuş olup ilgili band yapısı Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. SF + Ti'nin band yapısı. Kırmızılar aşağı, yeşiller ise yukarı spin durumunu temsil etmektedir.

Elektronik band yapılarında dolaylı geçişler söz konusudur.



Şekil 5. SF + Ti + Valine etkileşiminin band yapısı. Kırmızılar aşağı, yeşiller ise yukarı spin durumunu temsil etmektedir.

4. TARTIŞMA

Öncelikle elde edilen sonuçları literatürde yapılan çalışmalarla karşılaştırarak uyumlu olduklarını göstermeye çalıştık. İlk olarak Grafen ile Valine molekülünün etkileşimini inceledik. Elde ettiğimiz sonuç literatürdekilerle uyum içerisindedir ve fark yaklaşık %10'dur (Kadioglu ve ark., 2019). Dolayısıyla Valine molekülünün SF ile etkileşimini aynı yöntemle incelemek de güvenli bir sonuç verecektir. Aynı yöntemi kullanarak SF ile Valine molekülünün etkileşimini inceledik. Hesaplamalarımızda molekülün SF üzerinde farklı açılarla etkileştirildi ve en uygun – düşük enerjili-yapı Şekil 1'de gösterildiği gibi elde edildi. Bu yapıda etkileşim enerjisi hesaplandı ve elde edilen sonuç Grafen-Valine etkileşimindekine göre %9 daha az olduğunu gösterdi. Grafen ile etkileşimde olduğu gibi SF ile etkileşimde de düşük bir bağlanma enerjisi mevcuttur, ki bu da molekülün yüzeyler üzerine yapışıp molekülün tespit edilmesine olanak vermemektedir. Dolayısıyla molekülün yüzeye yapışmasını sağlayabilen yöntem ya da yöntemlere ihtiyaç vardır. Bu amaç için literatürde bulunan yöntemlerden biri olan yüzeyi fonksiyonelleştirme ön plana çıkmaktadır ve birçok çalışmada bu yöntemin yararlı olduğu göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda yüzeyler Ti, Au, Ag, Zn, Li gibi atomlarla fonksiyonelleştirildiği görülmektedir (Ding, Y., ve Wang, 2015; Kadioglu ve ark., 2019). Ti'nin SF ile yaptığı güçlü bağ, yüzeye kazandırabileceği manyetik-iletkenlik özellikleri ve moleküllerle güçlü etkileşim kurabilmesi sayesinde tercih edilebilir (Kadioglu ve ark., 2019). Biz de bu çalışmada SF'yi Ti ile fonksiyonelleştirerek Valine molekülünün yüzeye daha iyi bir şekilde bağlanmasını ve böylece molekülün elektronik yapı üzerinde oluşturduğu karakteristik özelliklerden yola çıkarak tespit edilebilme imkânını göstermiş olduk.

Elde edilen sonuçlarda saf SF'nin band aralığının literatürdeki değerlere oldukça yakın olduğu görülmektedir (Kadioglu ve ark., 2019). Literatürde yapılan çalışmada SF'nin birim yüzeydeki Ti atom yoğunluğu değiştirilerek elektronik özelliklere yansıması incelenmiştir. Ti atomu SF'nin sahip olduğu band aralığını düşürmekte ve manyetik bir özellik kazandırmaktadır(Kadioglu ve ark., 2019). İlgili çalışmada Ti'nin bağlanma enerjisi -3.92 eV olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada elde edilen değerle farkı yaklaşık %4'tür. Bu değerler oldukça birbirine yakındır ve yaptığımız çalışmanın diğer yapılan çalışmalarla uyumlu olduğunu doğruluğunu niteliktedir. Dolayısıyla, yaptığımız çalışma, Valine molekülünün fonksiyonelleştirilmiş yüzeye güçlü bir şekilde bağlandığını göstermiştir.

KAYNAKLAR

Campos-Ferraz, P. L., Bozza, T., Nicastro, H., ve Lancha Jr, A. H. 2013. Distinct effects of leucine or a mixture of the branched-chain amino acids (leucine, isoleucine, and valine) supplementation on resistance to fatigue, and muscle and liver-glycogen degradation, in trained rats. Nutrition, 29 (11-12), 1388-1394.

Ding, Y., ve Wang, Y. 2015. Structural, electronic, and magnetic properties of adatom adsorptions on black and blue phosphorene: a first-principles study. The Journal of Physical Chemistry C, 119 (19), 10610-10622.

Geim, A. K. ve Novoselov, K. S. 2010. The rise of graphene. Nature Materials, 6 (3), 183-191.

Giannozzi, P., Baroni, S., Bonini, N., Calandra, M., Car, R., Cavazzoni, C., ve Dal Corso, A. 2009. QUANTUM ESPRESSO: a modular and open-source software project for quantum simulations of materials. Journal of Physics: Condensed Matter, 21 (39), 395502.

Grimme, S. 2006. Semiempirical GGA-type density functional constructed with a long-range dispersion correction. Journal of Computational Chemistry, 27 (15), 1787-1799.

Gürel, H. H., ve Salmankurt, B. 2017. Binding mechanisms of DNA/RNA nucleobases adsorbed on graphene under charging: first-principles van der Waals study. Materials Research Express, 4 (6), 065401.

Hohenberg, P. ve Kohn, W. 1964. Inhomogeneous electron gas. Physical Review, 136 (3B), B864.

Ishida, H., Kato, T., Takehana, K., Tatsumi, T., Hosui, A., Nawa, T.,ve Kanto, T. 2013. Valine, the branched-chain amino acid, suppresses hepatitis C virus RNA replication but promotes infectious particle formation. Biochemical and Biophysical Research Communications, 437(1), 127-133.

Kadioglu, Y., Gorkan, T., Üzengi Aktürk, O., Aktürk, E., ve Ciraci, S. 2019. Enhanced Interactions of Amino Acids and Nucleic Acid Bases with Bare Black Phosphorene Monolayer Mediated by Coadsorbed Species. The Journal of Physical Chemistry C, 123(38), 23691-23704.

Kohn, W. ve Sham, L. J. 1965. Self-consistent equations including exchange and correlation effects. Physical Review, 140 (4A), A1133.

Momma, K., ve Izumi, F. 2011. VESTA 3 for three-dimensional visualization of crystal, volumetric and morphology data. Journal of Applied Crystallography, 44 (6), 1272-1276.

Mas-Balleste, R., Gomez-Navarro, C., Gomez-Herrero, J., ve Zamora, F. 2011. 2D materials: to graphene and beyond. Nanoscale, 3(1), 20-30

Newgard, C. B., An, J., Bain, J. R., Muehlbauer, M. J., Stevens, R. D., Lien, L. F., ve Rochon, J. 2009. A branched-chain amino acid-related metabolic signature that differentiates obese and lean humans and contributes to insulin resistance. Cell Metabolism, 9(4), 311-326.

Perdew, J. P., Burke, K., ve Ernzerhof, M. 1996. Generalized gradient approximation made simple. Physical Review Letters, 77 (18), 3865.

Salmankurt, B., ve Gürel, H. H. 2017. Interactions of amino acids with adatoms (Ti, C, O) decorated graphene via effect of charging. AIP Conference Proceedings, 1815 (1) 050012.

FARKLI GENERATÖR MODELLERİNE GÖRE RÜZGAR SANTRALİ İÇEREN GÜÇ SISTEMİNİN KARŞILAŞTIMALI OLARAK GEÇİCİ HAL KARARLILIKLARININ ANALİZİ

Arş. Gör. Hamdullah Yokuş
Düzce Üniversitesi, Mühendislik, Elektrik Elektronik
hamdullahyokus@duzce.edu.tr

Prof. Dr. Ali Öztürk
Düzce Üniversitesi, Mühendislik, Elektrik Elektronik
aliozturk@duzce.edu.tr

Özet
Yakıt gideri olmaması ve çevre dostu enerji kaynağı olması nedeni ile rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretimi son zamanlarda büyük önem kazanmıştır. Rüzgârdan enerji üretimi için rüzgâr türbini ve generator çeşitleri üzerinde pek çok çalışma gerçekleştirilmiş ve bu sistemlerin güç sitemlerine entegresi için çok farklı çalışmalar yürütülmektedir. Rüzgâr santralinin kısa devre gibi bozucu bir etkiye maruz kalması durumunda eski kararlı yapısına dönebilmesi için yapılan çalışmalar geçici hal kararlılığı çalışmalarını oluşturmaktadır. Bu çalışmada Power World simülasyon programıyla rüzgâr türbini içeren bir güç sisteminin geçici hal kararlılığı incelenecek ve güç sisteminde oluşan bir şiddetli arıza durumunda rüzgâr türbinin dinamik analizi gerçekleştirilecektir. Uygulamalarda çeşitli rüzgâr türbini generatörleri kullanıldığından, bu çalışmada rüzgâr türbini generatörlerinin karşılaştırmalı olarak geçici hal kararlılıkları incelemeleride yer alacaktır. Yapılan analizler sonucunda kararsızlık durumu için uygun türbin generator çifti belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılacak olan çalışmada geçici hal kararlılık analizi generatörlerin rotor açısının zamana göre değişimi, generatörlerin hızlarındaki değişim ve kritik temizlenme süreleri göz önüne alınarak karşılaştırmalı analizi yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Güç Sistemleri, Rüzgâr Enerjisi, Rüzgar Türbini Generatör Çeşitleri, Geçici Hal Kararlılığı

COMPARATIVE ANALYSIS OF TRANSIENT STABILITY OF THE POWER SYSTEM WITH WIND POWER PLANT ACCORDING TO DIFFERENT GENERATOR MODELS

Abstract
Due to the lack of fuel costs and being an environmentally friendly energy source, the generation of electrical energy from wind power has recently gained great importance. Many studies have been carried out on wind turbines and generators for wind power generation and many different efforts to integrate the power systems of these systems is achieved. Transient state stability studies are the studies followed through for the wind power plant to return to its former stable structure if it is exposed to a disturbing effect such as short circuit. In this study, the transient stability of a power system including a wind turbine will be examined with the Power World simulation program. In addition to that dynamic analysis of the wind turbine will be examined in case of a severe failure in the power system. Since various wind turbine generators are used in applications, in this study, comparative transient stability of wind turbine generators will be analysed. As a result of the analysis, it is aimed to determine the appropriate turbine generator pair for instability. The transient stability analysis to be performed in this study will be made by taking into account the change of rotor angle over time, change in speed of generators and critical cleaning times.

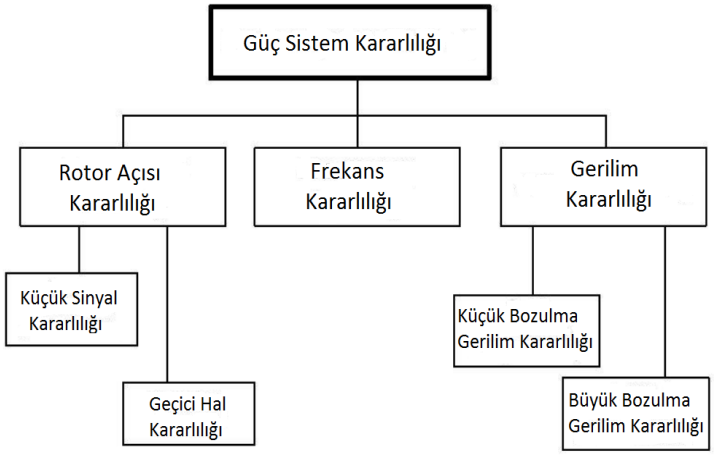
Key Words: Power Systems, Wind Power; Wind Turbine Generators, Transient Stability

1. GİRİŞ

Güç sistemi kararlılığı, sistemin normal çalışma koşullarında kalma durumunu ve bozucu bir etki ile karşılaştığında sistemin normal çalışma koşullarına dönmesi olarak ifade edilir(Saadet 2002) Sistemin kararlı çalışabilmesi için giriş ve çıkış enerjilerinin birbirine eşit olması gereklidir. Mekaniksel giriş

enerjisi ile elektriksel çıkış enerjisi birbirine eşit durumda iken yani rotor açısal hızı stabil durumda iken sistem kararlı durumdadır (Menike 2004)

Güç sistemleri için mekanik giriş enerjisi, senkron generatöre etkiyen tahrik sistemlerinden elde edilen mekanik enerji olup; elektriksel çıkış enerjileri ise, sisteme bağlı olan elektriksel yüklerle ilişkilidir (Erdem A. 2007) Güç sistem kararlılığı üç şekilde irdelenir; rotor açısı kararlılığı, frekans kararlılığı ve son olarak gerilim kararlılığıdır (P. Kundur 1994)



Şekil 1. Güç Sistemi Kararlılığının Sınıflandırılması

Rüzgar türbini içeren güç sistemleri ile ilgili çalışmalardan olan (Chandra, D. R ve ark. 2014) rüzgâr santralini sisteme çift beslemeli asenkron jeneratör ve sincap kafesli asenkron jeneratör olarak sisteme eklemişlerdir. Rüzgâr santralinin farklı tipler için sistem kararlılığına etkisi üzerinde çalışmışlar ve küçük sinyal kararlılığı analizi MATLAB araç kiti PSAT kullanarak yapmışlardır. Elde edilen sonuçlardan, çift beslemeli asenkron jeneratörün gerilim kararlılığı sincap kafesli asenkron jeneratöre göre daha baskın olduğu sonucuna varmışlardır. Bunun yanı sıra (Djemai, N. ve ark. 2017) çalışmalarında temel olarak kritiktik temizlenme süresi belirlenerek açısal istikrarın değerlendirmesine odaklanmışlardır. Bu belirleme üç faz hata oluşumunda bazı parametrelerin değişimini inceleyerek generatör hızlarının değişimiyle elde edilmiştir. Vardıkları sonuçlar arasında rüzgâr üretiminin geçici istikrar marjlarını iyileştirip iyileştirmediği veya etkisinin oldukça olumsuz olup olmadığı ile ilgili genel bir açıklama yoktur. Bunun rüzgâr kaynaklarının konumuna bağlı olduğunu ve her durum için sorunun ayrı ayrı analiz edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. (Amroune, M. ve ark. 2013) ise çalışmalarında sabit hızlı rüzgâr jeneratörlerinin artan penetrasyonun güç sistemi geçici kararlılığı üzerindeki etkisi incelemişlerdir. Rüzgâr santralleri voltaj seviyelerini ve şebekelerdeki güç akışlarını etkidiğini ve bu etkilerin özellikle rüzgâr santralleri yük merkezlerine yakın olduğunda, sistem için faydalı olabileceğini ifade etmişlerdir. Buna ek olarak, sabit hızlı rüzgâr türbininin yeri ve sayısı, güç sisteminin geçici kararlılığı üzerinde etkili olduğunu söylemişlerdir. Sabit hızlı rüzgâr türbini penetrasyonu artması güç sisteminin kritik temizlenme süresini artmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir. (Tamura, J 2001) yaptıkları araştırmada kısa devre arızası sırasında rüzgâr jeneratörü içeren bir güç sisteminin geçici kararlılığının simülasyon analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Rüzgârgülünün aşırı hızlanmasını engelleyip kontrol altında tutan Pitch kontrolün geçici stabilite üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda vardıkları sonuçlar şu şekildedir; bahsi geçen Pitch kontrolün geçici hal kararlılığına büyük bir etkisi olduğunu ve rüzgâr jeneratörlerinin dinamik davranışı, senkron jeneratörlerin stabilitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığıdır.

Bu çalışmada rüzgâr türbini içeren bir güç sisteminin geçici hal kararlılığı analizi yapılmıştır. Rüzgâr türbini çeşidi olarak dört tip rüzgar türbünü mevcut bulunmaktadır. Sırasıyla; sabit hızlı rüzgâr türbini, değişken rotor direncine sahip değişken hızlı rüzgâr türbini, değişken hızlı çift beslemeli endüksiyon generatörlü rüzgâr türbini ve tam dönüştürücülü değişken hızlı rüzgâr türbinüdür. Rüzgâr türbini

generatörlerinin karşılaştırmalı olarak geçici hal kararlılık analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu generatörlerin geçici hal kararlılık analizleri generatörlerin rotor açısına, kritik temizlenme sürelerine ve generatörün hız değişim değerlerine bakılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışma ile bir güç sistemine entegre edilecek olan rüzgar santralinde seçilecek olan türbin generatör çiftinin belirlenmesine yardımcı olunacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

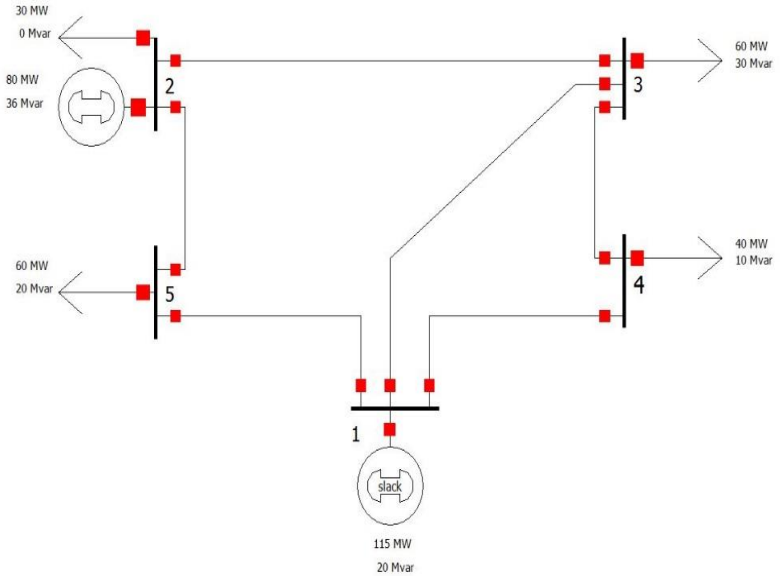
2.1. Rotor Açısı Kararlılığı

Rotor açısı kararlılığı, güç sistemi içindeki senkronize makinelerin karşılaştıkları arızadan sonra bile senkronizasyonu sürdürme kabiliyetidir (Kundur, P. ve ark. 2004) Çalışma yöntemi, her bir makinenin rotor açısı değişiminin birbirine göre analizini içerir. Senkron makinenin detaylı bir şekilde anlaşılması, rotor açısı salınımlarına göre güç çıkışı değişikliklerini göstermek için gereklidir. Rotor açısı, statorun dönen manyetik alanındaki sabit referanslar arasındaki dönen şaft arasındaki göreceli açıdır. Güç girişi değiştiğinde, generatör ucunda sabit bir yüke maruz kalan rotor açısında eşit bir değişiklik olur veya generatörün güç çıkışının rotor açısına bağlı olduğunu söyleyebiliriz.

Sistem bozulmaya uğradığında, makineden biri rotor açısı bozulmasına bağlı olarak yavaşlar veya hızlanır. Makineler arasında ortaya çıkan açısal fark, makinalar arasında yeniden yükleme yükü yavaş makineden hızlı makineye doğru olacak şekilde oluşmaya neden olacaktır. Bu hızlı makinenin gücünü azaltır ve sonunda sistem başka bir denge noktasında stabil hale gelir. Ancak bazen hız farkı o kadar yüksektir ki, güç aktarımı yavaş yavaş azalır ve makine senkronizasyonunu kaybeder. Rotor açısı kararlılığı iki başlık altında irdelenir ve çalışmaya konu olan analizde -geçici hal kararlılığı- bunlardan biridir. Bu analizler; küçük sinyal kararlılığı ve geçici hal kararlılığıdır

.

Geçici hal kararlılığı analizi sistemin şiddetli bozucu etkiye maruz kaldıktan sonra sistemin senkronizmada kalıp kalmadığını analiz eder. Sistemdeki bozucu etki bir üç faz arızası olabilir. Bu şiddetli bozucu etkide sistemin generatörlerinin rotor açılarında büyük titreşimler meydana gelir. Güç sisteminde geçici hal kararlılığı analizi generatörlerin rotor açılarına bakılarak gerçekleştirilebilmektedir. Buna ek olarak da generatörlerin hız değişimi de geçici hal karalılığı analizinde önemli bilgiler vermektedir. Geçici hal karalılığı analizi genellikle 3-5 saniye arasındaki analizi olarak bilinir. Bu zaman aralığı sistemin büyüklüğüne göre değişkenlik gösterebilmektedir.
Örnek güç sistemimiz 5 baralı 4 yüklü ve 2 generatörlü bir sistemdir. Bu sistem Power World Simülasyon programında gerekli sistem değerleri girilerek oluşturulmuştur.



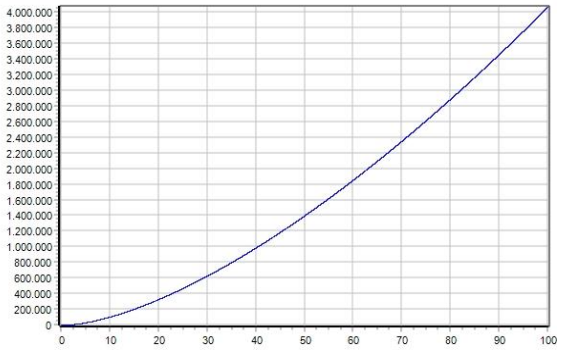
Şekil 2. Rüzgâr Türbini İçeren Örnek Bir Güç Sistemi

2.2. Rüzgâr Türbini Çeşitleri ve Geçici Hal Kararlılık Analizleri

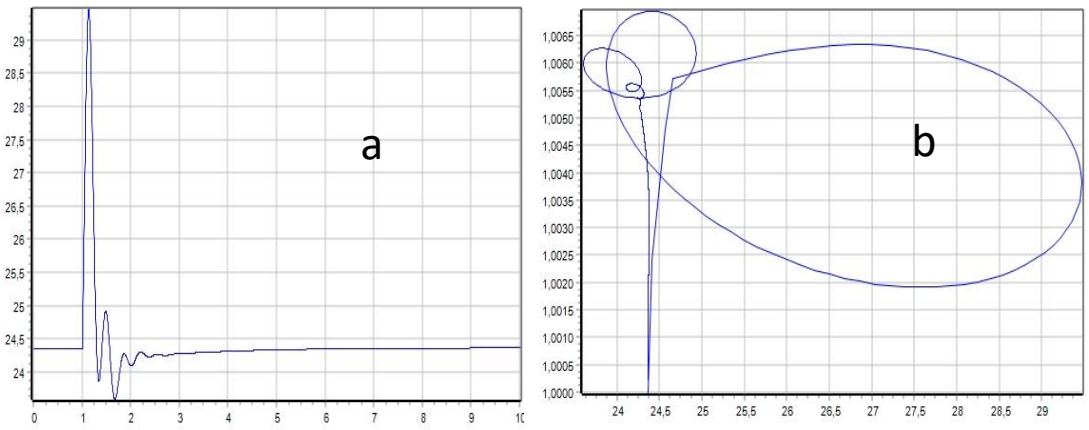
Örnek güç sisteminde rüzgâr türbini generatörlerinin kullanılmasıyla her bir türbin generatörü için geçici hal kararlılığı analizleri sırasıyla verilecektir.

1.Tip-Sabit Hızlı Rüzgâr Türbini:
Sabit hızlı rüzgâr türbini, doğrudan şebekeye bağlı olan bir sincap kafesli endüksiyon jeneratöründen oluşur. Sabit hızlı rüzgâr türbini, şebekenin frekansı, dişli oranı ve jeneratörün kutup çiftleri tarafından belirlenen sabit bir hızda döner. (Seyedi, M. 2009) Endüksiyon jeneratörünün ana dezavantajlarından biri, ihtiyaç duyulan reaktif gücü elde etmek için bir kapasitör bankına ihtiyaç duymasıdır, aksi takdirde gerekli reaktif gücü şebekeden almak zorunda kalır. Sabit hızlı rüzgâr türbinleri basit ve sağlamdır ancak kullanılan hiçbir hız kontrolü olmadığından rüzgar gücündeki dalgalanmalar, üretilen gücü doğrudan etkileyecektir ve voltaj dalgalanmalarından dolayı, güç dalgalandığında zayıf bir şebekeyi kolayca dengesiz hale getirebilir. Bu tür rüzgâr türbinlerinin reaktif güç tüketimi, yüksek voltaj dalgalanması nedeniyle şebekenin senkronizasyonunu etkileyebilir ve özellikle de hata giderme sonrasında yüksek reaktif güç ihtiyacı duyulabilir (Honrubia, A. ve ark. 2017)

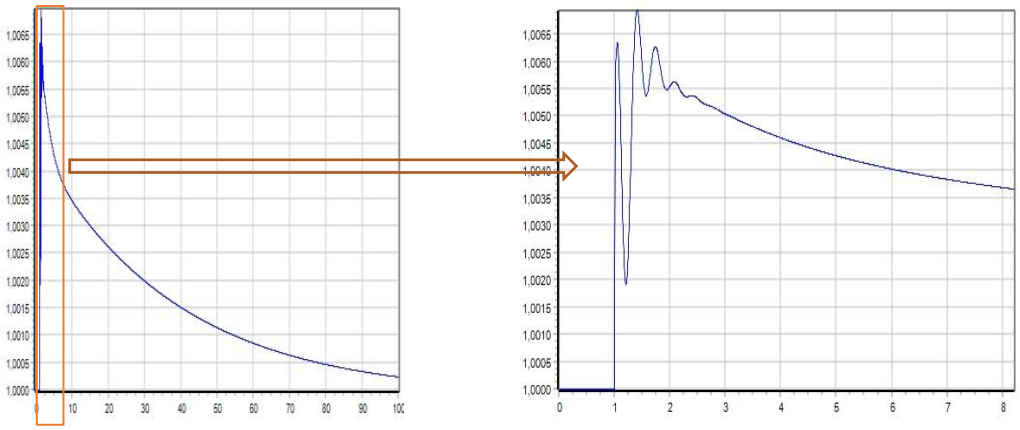
Örnek güç sisteminde 1.Tip generatör kullanıldığında kritik temizlenme süresi 0.02 olarak hesaplanmıştır. Kritik temizlenme süresi aşıldığında yani hata temizlenme süresinin 0.02 saniye sonrasına bırakıldığında sistemin Şekil 3' te görüldüğü üzere senkronizmadan çıkmaktadır. Şekil 4'te kritik temizlenme süresinden önce müdahale edildiğinde sistemin senkronizmada kaldığı görülmektedir. Generatör hızının değişimi de Şekil 5'te verilmektedir.



Şekil 3. Rotor açısının zamana göre değişimi



Şekil 4.a-Rotor açısının zamana göre değişimi **b**-Generatör hızının rotor açısına göre değişimi

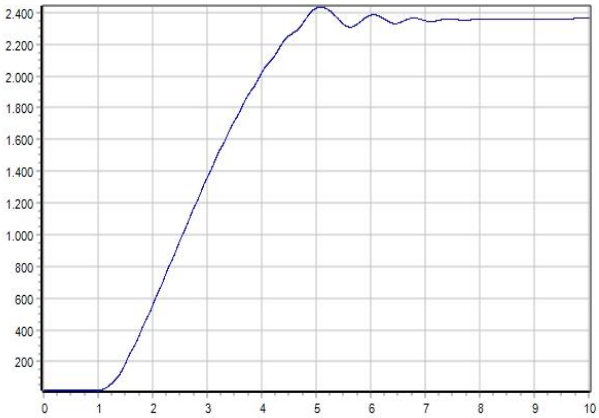


Şekil 5. Generatör hızının zamana göre değişimi

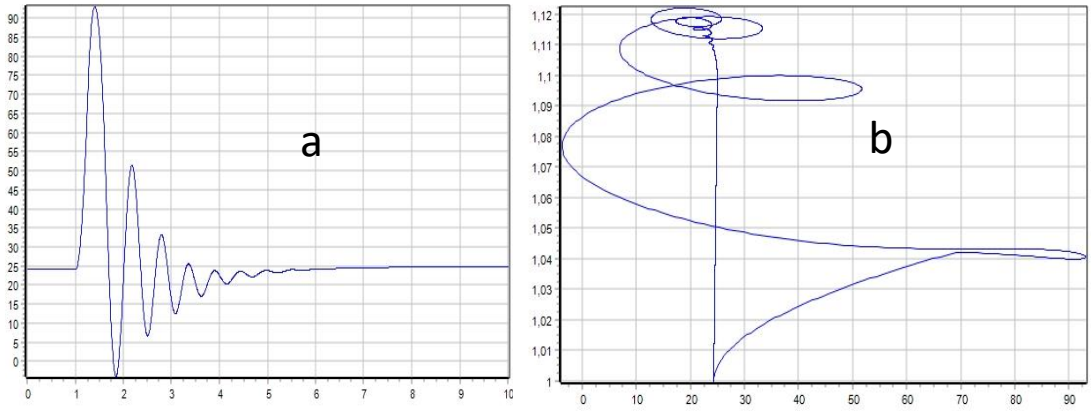
2.Tip-Değişken Rotor Direncine Sahip Değişken Hızlı Rüzgâr Türbini

Sabit hızlı rüzgâr türbini generatörleri, rüzgâr gücünün en uygun şekilde alınmasını sağlayamaz. Bundan dolayı tüm rüzgâr hızlarına uyumlu değişken hızlı rüzgâr türbinleri ortaya çıkmıştır. Değişken hız üretimi elde etmek için bu tür türbin generatörlerin de, değişken direnç, harici rotorlar ve güç elektroniği aygıtları kullanılarak kayar halkalar aracılığıyla bilezikli rotor endüksiyon jeneratörünün rotoruna entegre edilir ve doğrudan şebekeye bağlanır (Y.Pao, L 2009) Reaktif güç hala bu rüzgar jeneratörü tarafından emilmektedir ve dolayısıyla burada ayrıca rotor endüksiyon makinesi için reaktif güç sağlamak üzere bir kapasitör bankı kullanılmaktadır. Değişken hız, senkron hızından%10 daha yüksek bir hız değişimine kadar kısa bir aralıkta rotor direnci değiştirilerek elde edilir.

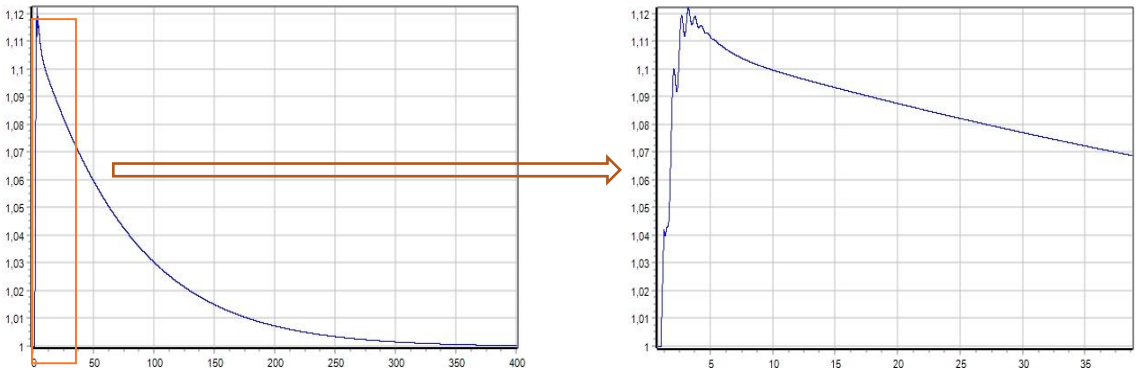
2.Tip rüzgâr türbini generatörü için kritik temizlenme süresi 0.25 saniye olarak hesaplanmıştır. Bu sürenin üzerindeki müdahalelerde sistem senkronizmadan çıkmaktadır. 1.Tip generatörün aksine 2. Tip generatör de kritik temizlenme süresinin üzerindeki müdahalede sistem belli bir süre sonra daha farklı bir noktada senkronizmada kaldığı görülmektedir ancak bu zaman dilimindeki rotor açısal değişimi teoride senkronizmada kaldığını gösterse de pratikte senkronizmadan çıkılmış bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 6. Rotor açısının zamana göre değişimi



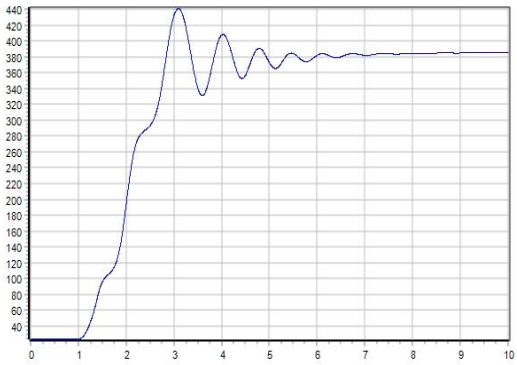
Şekil 7. a-Rotor açısının zamana göre değişimi **b**-Generatör hızının rotor açısına göre değişimi



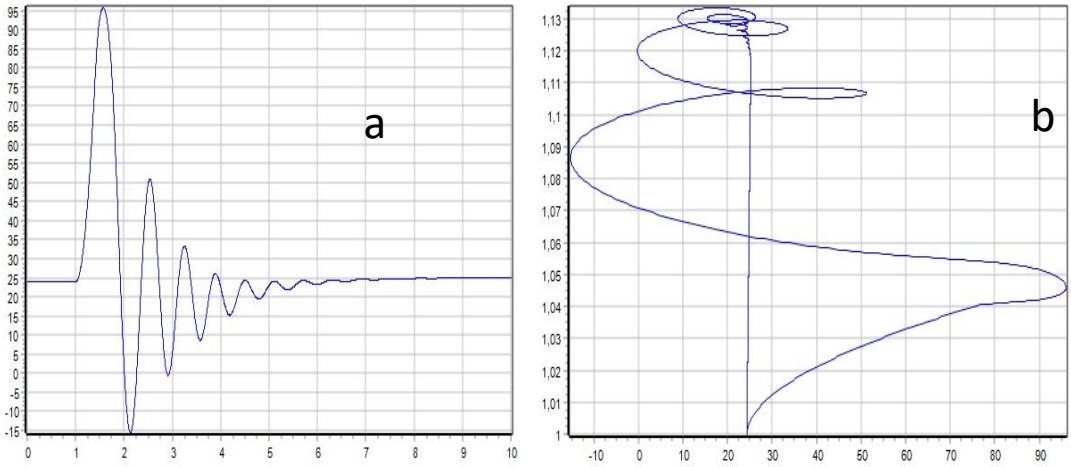
Şekil 8. Generatör hızının zamana göre değişimi

3.Tip-Değişken Hızlı Çift Beslemeli Endüksiyon Generatörlü Rüzgar Türbini

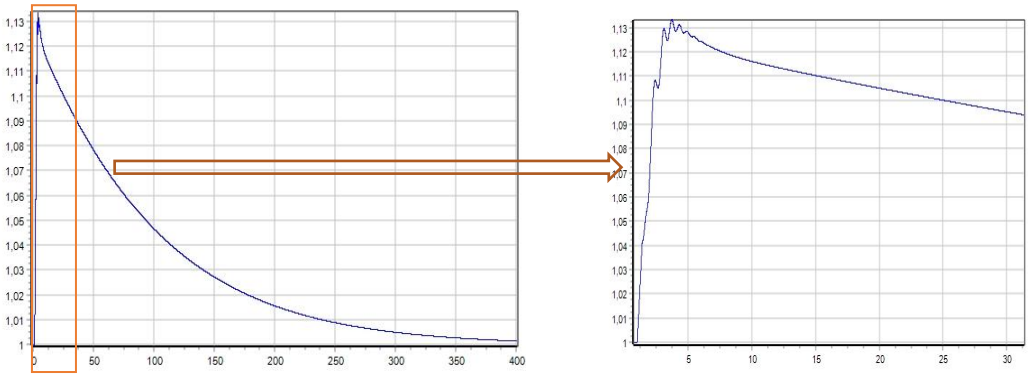
Değişken hız üretme tekniğinin uygulanması, daha gelişmiş güç üreten sistemler için araştırma yapılmasına neden olmuştur ve bu nedenle çift beslemeli endüksiyon generatörü (DFIG), bir rüzgâr generatörü olarak yerini aldı. DFIG, harici olarak rotor ve statora bağlı ilave güç elektroniği kurulumuna sahip geleneksel bir bilezikli rotor endüksiyon jeneratörüdür (Y.Pao, L 2009) Rotor devresine erişmek için kayma halkaları kullanılır. Stator devresi, tipik olarak 0.6KV (1KV altında) olan şebekeye doğrudan bağlanır. AC-DC-AC dönüştürücü, besleme voltajını düzeltir ve ardından uyarma için rotora beslenen AC voltajına dönüştürür. Bu nedenle DFIG, tek kafesli endüksiyon generatöründen farklı olarak bağımsız şekilde uyarılmış bir jeneratör gibidir. DFIG rüzgâr generatörü Tip 4'e kıyasla en önemli avantajlarından biri, güç dönüştürücülerin derecesinin nominal gücün yalnızca%20-30'u olmasıdır. Yapılan kararlılık analizinde 3.Tip türbin generatör çiftinin kritik temizlenme süresi 0.39 saniye olarak hesaplanmıştır. Şekil 8 'de görüldüğü üzere kritik temizlenme süresinin üzerindeki bir hata temizleme işlemi senkronizmadan çıkış olarak sonuçlanmaktadır. Ancak bu noktada şöyle bir durum karşımıza çıkmaktadır. 2.Tip için bahsetmiş olduğumuz sistemin pratikte kararsız olduğu ama teoride kararlı duruma doğru gittiği nokta 10. Saniye civarlarında ve nispeten daha büyük bir rotor açısı farkıyla gerçekleşmektedir. 3.Tip için ise bu süre hem daha kısa(5-6 saniye) hem de açısal değişim daha da küçüktür. Ancak yukarıda da bahsedildiği üzere bu teoride gerçekleşen ama pratikte senkronizmadan çıkılan bir durumdur.



Şekil 9. Rotor açısının zamana göre değişimi



Şekil 10. a-Rotor açısının zamana göre değişimi **b**-Generatör hızının rotor açısına göre değişimi



Şekil 11. Generatör hızının zamana göre değişimi

4.Tip-Tam Dönüştürücülü Değişken Hızlı Rüzgâr Türbini

Generatör doğrudan bir tam güç dönüştürücüsü üzerinden şebekeye bağlanır. Herhangi bir kontrol için geri besleme döngüsü olmadığından, generatör teknolojilerinin herhangi biri generatör olarak kullanılabilir (Y.Pao, L 2009).Generatör ve şebeke arasındaki voltaj kaynağı dönüştürücüsüne tam güç vererek, Generatör frekansı şebeke frekansından bağımsızdır. Bu tür rüzgâr türbini generatörünün ana dezavantajlarından biri, güç elektroniği cihazlarının tam güçte boyutlandırılması gerekmektedir. Buda çok maliyetli olmaktadır. Yapılan kararlılık analizi testlerinde 3.Tip generatörün kritik temizlenme süresinin 0.005 saniye üzerinde çıkması ve rotor açısının ve hızının zamana göre değişiminin gözle görülebilir bir farklılık oluşturmaması sebebiyle 4.Tip türbin generatör çiftinin şebekeden bağımsız frekansla çalışması avantajı ön plana çıkmaktadır.

3. SONUÇ

Rüzgâr santrali içeren bir güç sisteminde farklı rüzgâr türbini generatörlerinin geçici hal kararlılığı analizinde bu çalışmada gerçekleştirilmiştir. Bu veriler ışığında denilebilirki;1.Tip türbin generatör çifti diğer çiftlere göre daha düşük bir kritik temizlenme süresine sahiptir. Bu daha küçük kritik temizlenme süresi sistemi daha kırılgan yapmaktadır. Ancak toparlanma süresini de kısaltmış bulunmaktadır.1.Tip için bu süre şekil 4'te görüldüğü üzere 2-3 saniye civarındadır. Bunun yanında Şekil 7 ve Şekil 9 'da görüldüğü üzere sırasıyla 2.Tip için bu değer 4-5 saniye iken 3. Tip için bu süre 5-6 saniye civarındadır.. Bunun sebebi de sahip oldukları eylemsizlik katsayılarının (H sabitinin) büyüklüğünün belirgin etkisinin olmasıdır. Generatör hızının rotor açısına göre değişimi grafiklerinden de generatörün yapmış olduğu salınımların büyüklüğü ve kararlı duruma ulaşma süreleri de görülmektedir. Daha büyük H sabiti demek sistemin daha ağır çalışmasına, geç senkronizmadan çıkıp senkron hıza geç dönmesi demektir. Bu sonuçlarla da bir kez daha bu gerçek ortaya konulmaktadır.

4. TARTIŞMA

Bir güç sistemine rüzgâr santrali entegre ederken sistemimizden beklentimizin ne olduğunu iyi kestirmemiz gerekmektedir. Nispeten kontrolü hızlı bir şekilde gerçekleştirmeye müsait olan bir sistemin daha düşük H değerine sahip bir türbin generatör çifti seçimi uygun bir seçim olacaktır. Bu şekilde maliyette düşürülmüş olunacaktır. Ancak güç sistemimizin büyüklüğüne bağlı olarak ta yukarıda dinamik analizlerini vermiş olduğumuz türbin generatör çiftlerinin seçimi gerçekleştirilecektir. Yapılan bu çalışma ile bir güç sistemine entegre edilecek olan rüzgâr türbin generatör çiftinin seçimi daha doğru bir şekilde gerçekleştirilecektir. Oluşabilecek sistem hatalarının önceden tespit edilmesinden ve sistem için uygun olan generatör türbin çiftinin belirlenmesinden dolayı maliyet analizi de daha doğru bir şekilde gerçekleştirilecektir.

KAYNAKLAR

Amroune M. , Bouktir T. (2013) *Power System Transient Stability Analysis with High Wind Power Penetration* .International Electrical Engineering Journal (IEEJ) Vol. 4,No. 1, pp. 907-913

Chandra, D. R., Kumari, M. S., Sydulu, M., Grimaccia, F., Mussetta, M., Leva, S. and Duong, M. Q. (2014). *Impact of SCIG, DFIG wind power Pplant on IEEE 14 Bus system with small signal stability assessment.* Power Systems Conference (NPSC), 2014 Eighteenth Naional, Guwahati, India.

Djemai, N. Bouktir, T. (2008). *Impact of Wind Power on the Angular Stability of a Power System*. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies. 7

Erdem, **A.,** 2007. *Bulanık Mantık Kontrolör Yardımı ile Güç Sistemi Kararlı Kılıcısı Tasarımı,* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Honrubia-Escribano, A.& Gomez-L., Emilio, F., J., Sorensen, P., Martin, Martinez, S. (2017). Generic dynamic wind turbine models for power system stability analysis: A comprehensive review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 81. 10.1016/j.rser.2017.06.005.

Lucy Y.P., Kathryn E. J.(2009)- "A Tutorial on the dynamics and control of wind turbines and wind turbines", American control conference June 10-12, 2009

Menike N.S.K 2004.Computer Simulation of Transient Stability Analysis of Power Systems, University of Windsor Theses and Dissertation

P. Kundur (1994), *Power System Stability and Control*. New York: McGraw-Hill, 199

P. Kundur et al.(2004), "Definition and classification of power system stability IEEE/CIGRE joint task force on stability terms and definitions," IEEE Transactions on Power Systems, vol. 19,no. 3, pp. 1387-1401, Aug. 2004.

Seyedi, M. (2009) Thesis - Evaluation of the DFIG Wind Turbine Built-in Model in PSS/E CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Göteborg, Sweden, June 2009

Saadat, H. (2002),*Power System Analysis*,New Delhi,Tata McGraw-Hill publishing Company Limited

Tamura, J., Yamazaki, T. ,Ueno, M., Matsumura, Y. ,Kimoto, S.I.. (2001). *Transient stability simulation of power system including wind generator by PSCAD/EMTDC. IEEE* Porto Power Tech Proceedings. 4. 5 pp. vol.4.10.1109/PTC.2001.964821

WINDSIM PROGRAMI KULLANILARAK ÇATALCA BÖLGESİNDE RÜZGÂR ENERJİ SANTRALİ MİKRO-KONUŞLANDIRMA ÇALIŞMASI YAPILMASI VE ENERJİ ÜRETİM POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Yunus Emre ŞAKAR
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Enerji Sistemleri Mühendisliği
y.emre.sakar@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Meral ALTINAY
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği
meral.altinay@kocaeli.edu.tr

Özet
Rüzgâr enerji santrali kurulumunda önemli iki nokta; rüzgâr türbinlerinin birbirini etkilemeyecek şekilde konumlandırılması ve kurulum planlanan bölgenin rüzgâr karakteristiğine uygun türbin seçiminin yapılmasıdır. Türbinlerin yerleşiminin ve enerji potansiyeli hesabının doğru bir şekilde yapılabilmesi için, kurulum planlanan sahanın yüzey şekilleri ve rüzgâr rejimine uygun program seçimi yapılmalıdır. Düz bir alana ve stabil bir rüzgâr rejimine sahip sahalarda lineer modellemeli programlar, daha kompleks bir alan ve türbülanslı rejime sahip sahalarda ise Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği veya yaygın ismiyle CFD (Computational Fluid Dynamics) yöntemini kullanan programlar kullanılmalıdır.

Bu çalışmada, 81 metrelik bir rüzgâr ölçüm istasyonundan alınan 1 yıllık rüzgâr verileri ile, Çatalca bölgesinin kompleks arazi yapısına uygun olduğu düşünülen CFD tabanlı WindSim programı kullanılarak, rüzgâr enerji santrali mikro-konuşlandırma çalışması yapılmış, optimum noktalara yerleştirilen rüzgâr türbinlerinin kapasite faktörleri hesaplanmış ve yıllık enerji üretim potansiyelleri belirlenmiştir. Bu çalışma ile Çatalca bölgesinin rüzgâr enerjisi kapasite faktörü de tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgâr enerjisi, mikro-konuşlandırma, kapasite faktörü, enerji üretim potansiyeli

MICRO-SITING OF WIND POWER PLANT IN ÇATALCA REGION USING WINDSIM PROGRAM AND DETERMINATION OF ENERGY PRODUCTION POTENTIAL

Abstract
Two important points about wind power plant installation; wind turbines are positioned in such a way that they do not affect each other and select of turbines according to the wind characteristics of the planned area. In order to determine the location of the turbines and to calculate the energy potential correctly, the program should be selected in accordance with the surface shapes of the planned site and the wind regime. In areas with a flat area and a stable wind regime, linear modeling programs should be used, and in areas with a more complex area and turbulent regime, CFD (Computational Fluid Dynamics) should be used.

In this study, a year wind data obtaine from 81 meters wind measurement station, the capacity factors of the wind turbines placed at optimum points were calculated by using the CFD based WindSim program, which is thought to be suitable for the complex land structure of Çatalca region, and the wind turbines placed at the optimum points were calculated and annual energy production potentials were determined. In this study, wind energy capacity factor of Çatalca region was determined.

Keywords: Wind energy, micro-siting, capacity factor, energy generation potential

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun sürekli artması, teknolojinin ilerlemesi ve yaşam standartlarının yükselmesi enerjiye olan ihtiyacı artırmaktadır. Artan bu enerji ihtiyacının karşılanması için fosil yakıtlardan ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmaktadır. Artan enerji ihtiyacında, bir enerji çeşidi olan

elektrik enerjisi, büyük bir öneme sahiptir. Çalışmalar sonucunda yapılan tahminlere göre, gelecek 25 yıl içerisinde beklenen küresel enerji ihtiyacındaki artışın %70'e yakın kısmı, elektrik enerjisi ihtiyacındaki artışlar nedeniyle olacağı öngörülmektedir (BP, 2018). Bunun yanı sıra, her geçen gün, ekonomik ve çevresel duyarlılıklar artış göstermekte ve enerji arzında sürdürülebilirlik, güvenlik, güvenilirlik ve verimlilik gibi konular önem kazanmaktadır. Bu süreç içerisinde, düşük maliyetli, sürdürülebilir ve çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynakları ön plana çıkmaktadır ve günümüzde elektrik enerjisi üretiminde oldukça fazla bir şekilde rağbet görmektir (IEA, 2018).

Rüzgâr enerjisi, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olarak günümüzde önemli bir yere sahiptir. Ülkemiz açısından değerlendirildiğinde, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından gerçekleştirilen "Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası" (REPA) çalışmasında, Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyelinin yaklaşık 66 GW olduğu tespit edilmiştir (Şenel ve ark., 2015). Temmuz 2019 itibariyle, Türkiye'deki rüzgâr enerji santrallerinin kümülatif kurulu gücüne bakıldığında 7.6 GW olduğu görülmektedir (TUREB, 2019). Şu anki durumda, ülkemizin rüzgâr potansiyelinin %11'i kullanılmaktadır. Bu potansiyelin değerlendirilmesi, elektrik enerjisi üretiminde ağırlıklı olarak fosil yakıtlara bağımlı olan ülkemizin, enerji kaynaklarında dışa bağımlılığının azaltılması, enerji arzının ve çeşitliliğinin artırılması yönünden oldukça önemlidir.

Rüzgâr Enerjisi Santralleri kurulumuna yönelik fizibilite çalışmalarında, santralin kurulması düşünülen konuma ait yıllık rüzgâr verileri üzerinden teknik ve ekonomik incelemeler gerçekleştirilir (Kestane ve ark., 2017). Bu çalışmada, 81 metrelik bir rüzgâr ölçüm istasyonundan alınan 1 yıllık rüzgâr verileri ile, Çatalca bölgesinin kompleks arazi yapısındaki rüzgâr akışının daha iyi modellenebileceği düşünülen CFD tabanlı WindSim programı kullanılmıştır. Rüzgâr enerji santrali mikro-konuşlandırma çalışması yapılmış, optimum noktalara yerleştirilen rüzgâr türbinlerinin kapasite faktörleri hesaplanmış ve yıllık enerji üretim potansiyelleri belirlenmiştir.

2. WİNDSİM ve CFD (COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS)

2.1. WindSim

WindSim, bir sayısal rüzgâr enerjisi değerlendirme yazılımı olarak endüstride yer almaktadır ve kompleks arazilerde doğru sonuçlar verdiği kanıtlanmıştır (Bolund). WindSim bir yandan türbin yüklerini kabul edilebilir sınırlar içinde tutarken bir yandan da rüzgâr santrali enerji üretimini optimize etmek için kullanılır. Bu nümerik rüzgâr sahalarının dijital bir arazi üzerinde hesaplanmasıyla gerçekleştirilir. Rüzgâr enerjisi sektöründe bu çalışmaya mikro-konuşlandırma denir.

WindSim'de CFD hesapları, 1974'te kurulmuş CHAM Company tarafından geliştirilen Phoenics isimli ticari CFD yazılımıyla gerçekleştirilir (Cham). WindSim bir Reynolds ortalamalı Navier-Stokes (RANS) çözücüsüdür; rüzgâr sahalarının simülasyonu yapılırken bir yandan non-lineer Navier-Stokes denklemlerinin çözüldüğü bir yandan da bir türbülans modelinin çözüldüğü anlamına gelmektedir.
WindSim'in doğruluğu birçok çalışmayla kanıtlanmıştır. Bunlar arasında farklı modellerin en iyi sonuçları almak için yarıştığı Bolund deneyi de bulunmaktadır. WindSim'in de dahil olduğu CFD metotları kullanılan birçok model arasında, WindSim en düşük hataları vermiştir (WindSim).

2.2. CFD (Computational Fluid Dynamics)

Computational Fluid Dynamics (CFD) ya da Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, akışkanlar mekaniğinin nümerik metotlar ve algoritmalarla akış dinamiği çözümlerini kapsayan bir dalıdır. CFD'nin temel mantığı, akışkan akışını tanımlayan diferansiyel denklemleri cebirsel denklemlere dönüştürüp çözmektir. Çözüm sonlu farklar, sonlu hacimler ve sonlu elemanlar gibi yöntemler kullanılarak sağlanır (Leblebicioğlu, 2019).

CFD metotlarının rüzgâr mühendisliğinde kullanımı, Computational Wind Engineering (CWE) olarak adlandırılır (Blocken, 2014). Rüzgâr Mühendisliği söz konusu olduğunda akış Atmosfer Sınır Tabakası akışıdır. Bu akış, zamana bağlı olarak basınç ve hızda çok yüksek değişimlerin olduğu türbülanslı bir sınır akışıdır. Türbülanslı akışlar, Navier-Stokes denklemleri olarak da adlandırılan, non-lineer süreklilik ve momentum denklemleriyle ifade edilir.

Nümerik akış simülasyonları gerçekleştirilirken üzerinde durulması gereken birkaç nokta vardır. İlk olarak bir denklem setinin çözülmesini gerektiren akışın fiziksel modeli bulunmaktadır. Ardından simülasyonu yapılacak hacmin iyi bir şekilde tanımlanması gerekmektedir. Bu hesaplama alanı nümerik çözümün mekansal çözünürlüğünü belirleyen sayısal bir çözüm ağı tarafından ayrıklaştırılır. Bütün denklemlerin ayrıklaştırılması için bazı başlangıç kabulleri yapılmalı ve çözüm için denklemler non-lineer olduğundan dolayı iteratif bir süreç izlenmelidir. Birçok durumda çözüm ağı büyüklüğü ve iterasyon sayısı CFD simülasyonunun kalitesini belirleyen ana unsurlardır.

Bunlara ek olarak Atmosfer Sınır Tabakası üzerinde çalışılırken dikkat edilmesi gereken birkaç nokta bulunmaktadır. İlk olarak, pürüzlülük alt tabakası denilebilir. Bu tabaka havanın otlar, ağaçlar ya da binalar gibi çeşitli pürüzlülük elemanları arasından aktığı tabakadır. Ayrıca bir de orografik yapıların bulunduğu yüzey tabakası vardır. Hem pürüzlülük tabakası hem de yüzey tabakası rüzgârın davranışının tahmin edilmesi bakımından önemlidir ve CFD modelinin içerisinde değerlendirilmelidir. CFD'yi rüzgâr enerjisi değerlendirmesi için uygun kılan durum, CFD'nin non-lineer akış denklemlerini çözüyor olmasıdır. Arazinin yapısından dolayı çeşitli türbülanslı akış olayları oluşabilir ve bunların CFD dışı metotlarla çözülmesi oldukça zordur. Arazinin yapısı türbülans üzerinde kilit rol oynamaktadır ve çok küçük eğim açılarında bile, lineer ve CFD metotlar arasında rüzgârın tahmini hızlanmasında önemli farklar ortaya çıkmaktadır.

3. RÜZGÂR ÖLÇÜM İSTASYONU ve VERİ ANALİZİ

3.1. Rüzgâr Ölçüm İstasyonu

Rüzgâr enerji santrali mikro-konuşlandırma çalışması yapılması planlanan sahaya yakın bir konumdaki 81 metre yüksekliğe sahip rüzgâr ölçüm istasyonundan, 1 yıllık rüzgâr hızı, rüzgar yönü, sıcaklık, nem ve basınç verileri alınmıştır. Direk koordinatları UTM WGS84 sisteminde (35 T bölgesi) 622394, 4582880 (rakım: 4 m) olarak tespit edilmiştir. Rüzgâr ölçüm istasyonundaki sensörlere ait bilgiler tablo 1'de paylaşılmıştır.

Tablo 1. Sensör Kurulum Bilgileri

Sensör	Kurulum Yüksekliği (m)	Model	Kol Yönü
Anemometre 1	81	Thies First Cl. Adv. An.	90 º
Anemometre 2	80	Thies First Cl. Adv. An.	270º
Anemometre 3	60	Thies First Cl. Adv. An.	90º
Anemometre 4	30	Thies First Cl. Adv. An.	270º
Yön Sensörü 1	78	Lambrecht ORA	90º
Yön Sensörü 2	28	Lambrecht ORA	270º
Sıcaklık Sensörü	5.5	Galltech KPC1	-
Nem Sensörü	5.5	Galltech KPC1	-
Basınç Sensörü	5.0	Lambrecht 8121	-

3.2 Veri Analizi

Rüzgâr ölçüm istasyonunun üzerindeki anemometreler, yön ölçerler ve sıcaklık sensöründen alınan veriler incelenmiş ve verinin genel olarak kalitesinin oldukça iyi olduğu gözlemlenmiştir.

Direkten elde edilen verilerin temizlenmesi sırasında aşağıdaki süreç izlenmiştir.

1. Ortalama hız verilerine ait standart sapma değerlerinin bulunmadığı veya sıfıra eşit olduğu noktalar hız veri setlerinde filtrelenmiştir.
2. Yön değerlerine ait standart sapmanın belli değerlerin üzerinde bulunduğu noktalar filtrelenmiştir.
3. Hızın maksimum değerinin ortalama değerden düşük çıktığı noktalar filtrelenmiştir.
4. Belirli bir süre boyunca sabit kalan hız değerleri filtrelenmiştir.
5. Ağır kış şartlarından dolayı buzlanmadan şüphelenilen yerler elenmiştir.

Verilerdeki toplam kayıp oranı oldukça az çıkmıştır. Veri kurtarma oranları Tablo 2'de paylaşılmıştır.

Tablo 2. Direkten elde edilen verinin kapsamı

Sensör	Anemometre 1 [81 m]	Anemometre 2 [80 m]	Anemometre 3 [60 m]	Anemometre 4 [30 m]	Hız Ölçer 1 [78 m]	Hız Ölçer 2 [28 m]
Veri kurtarma oranı (%)	99.33	99.01	99.75	99.61	99.97	97.99

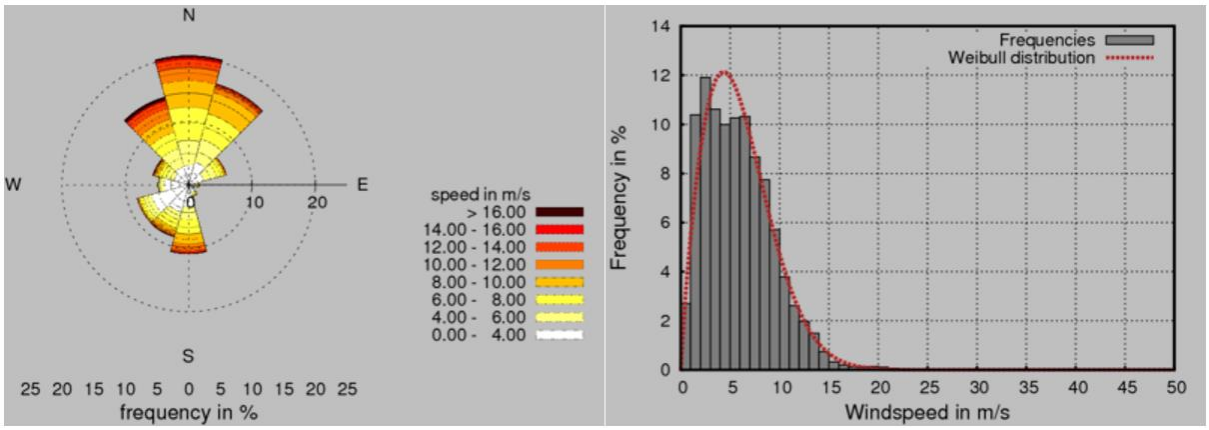
Filtreleme sonrası veriden elde edilen değerler Tablo 3'te paylaşılmıştır.

Tablo 3. Ölçüm direğinden alınan verilerin filtreleme sonrası değerleri

Ortalama Hız (81 m)	5.82 m/s	
Ortalama Hız (80 m)	5.79 m/s	
Ortalama Hız (60 m)	5.41 m/s	
Ortalama Hız (30 m)	5.02 m/s	
Anemometre 1 (Weibull parametreleri)	k=1.83	A=6.69
Anemometre 2 (Weibull parametreleri)	k=1.77	A=6.51
Anemometre 3 (Weibull parametreleri)	k=1.72	A=6.08
Anemometre 4 (Weibull parametreleri)	k=1.68	A=5.63
Ortalama Sıcaklık	12.3 º C	
Maksimum Sıcaklık	33.8 º C	
Minimum Sıcaklık	-8.0 º C	
Min. - Maks. Sıcaklık Farkı	41.8 º C	
Güç kuralı katsayısı (α)	0.149	

Kalite kontrol işlemlerinden sonra 81 m'de bütün sektörlere ait rüzgâr yön diyagramı ve Weibull parametreleri (WindSim tarafından kullanılan) Figür 1'de paylaşılmıştır.

Figür 1. 81 m'de sektörler için yön diyagramı (sol) ve Weibull eğrisi uydurulmuş frekans dağılımı (sağ)



Tablo 4. 81 m'de ortalama rüzgâr hızı ve Weibull şekil (k) ve ölçek (A) parametreleri

Ortalama rüzgar hızı, Weibull k, A	5.82	1.83	6.69

Tablo 5. 81 m'de her sektör için ortalama rüzgâr hızı, frekans ve Weibull şekil (k) ve ölçek (A) parametreleri

Sektör	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	7.39	6.41	4.68	3.45	2.06	3.42	6.11	4.62	3.31	2.85	5.08	7.46
Frekans (%)	20.36	16.45	6.13	1.66	0.83	1.94	10.87	8.48	8.37	4.78	5.80	14.34
Weibull şekil p., k	2.35	2.65	2.20	1.58	1.48	1.41	2.10	1.47	1.31	2.03	1.88	1.88
Weibull ölçek p., A	8.35	7.35	5.34	3.75	2.23	3.67	7.11	5.21	3.32	3.20	5.86	8.34

4. WINDSIM PROGRAMI KULLANILARAK ÇATALCA BÖLGESİNDE RÜZGÂR ENERJİ SANTRALİ MİKRO-KONUŞLANDIRMA ÇALIŞMASI YAPILMASI

WindSim programı kullanılarak mikro-konuşlandırma çalışması yapılacak arazi, İstanbul'a bağlı Çatalca ilçesinin kuzeyinde Terkos Gölü kıyısında bulunmaktadır. Çalışmada değerlendirilen alan, gölün güney kıyısındaki arazilerden oluşup, K-G doğrultusunda yaklaşık 1.5 km, D-B doğrultusunda yaklaşık 2km'lik bir alanda bulunmaktadırlar. En yakın yerleşim birimleri 1-2 km uzaklıktaki Celepköy ve Hisarbeyli köyleridir. Değerlendirilen arazilerin çevresinde çeşitli boylarda ağaçlardan oluşan ormanlık bölgeler bulunmaktadır. Araziler tarlalardan oluşup, bitki örtüsü bulunmasa dahi yakın çevrelerinde önemli büyüklükte ormanlık bölgeler bulunmaktadır. Uydu görüntüleri ve saha ziyaretinde elde edilen fotoğraflar göz önüne alındığında ağaçların uzun olduğu (15-20 m) görülmüştür, bitki örtüsünün de gölün kuzeyinde ve Celepköy'ün doğu ve güneyinde daha yoğun olduğu tespit edilmiştir.

4.1. Nümerik Simülasyonlar

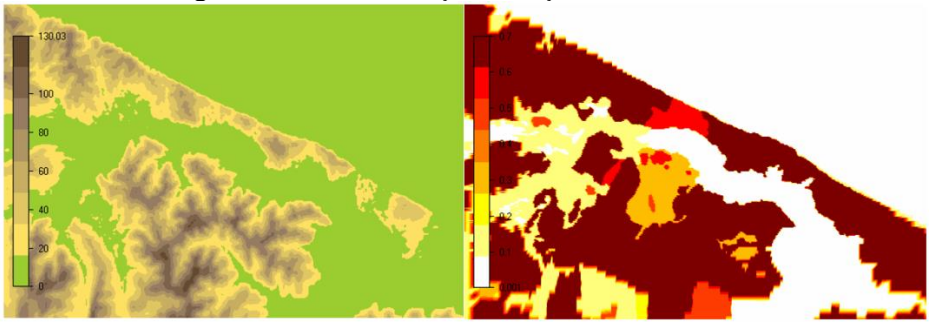
CFD simülasyonları yardımıyla bir nümerik rüzgâr veritabanı oluşturulmuştur. Nümerik veritabanı, rüzgâr koşullarının ölçüm noktasından rüzgâr türbinlerinin bulunduğu noktalara taşınmasını sağlamaktadır. Çalışma yapılacak bölgenin denize yakın olması, önemli bir kısmının Terkos Gölü tarafından kaplanması, tarla ve köyler dışında kalan kısımlarda da oldukça yüksek ve sık ağaçlı ormanlık bölgeler olmasıyla çeşitlilik içeren bir pürüzlülük yapısına sahiptir. Bu özellikleri hesaba katılabilmesi için modelin boyutu yeterince büyük olarak oluşturulmuştur ve üretim alanında çözünürlük arttırılmıştır, bununla hassasiyeti arttırmak ve nümerik hesaplamalarda yakınsamaya daha çabuk ulaşılması amaçlanmış, Figür 2'de paylaşılmıştır.



Figür 2. Model Alanı, yüksek çözünürlüklü alan ve proje alanı

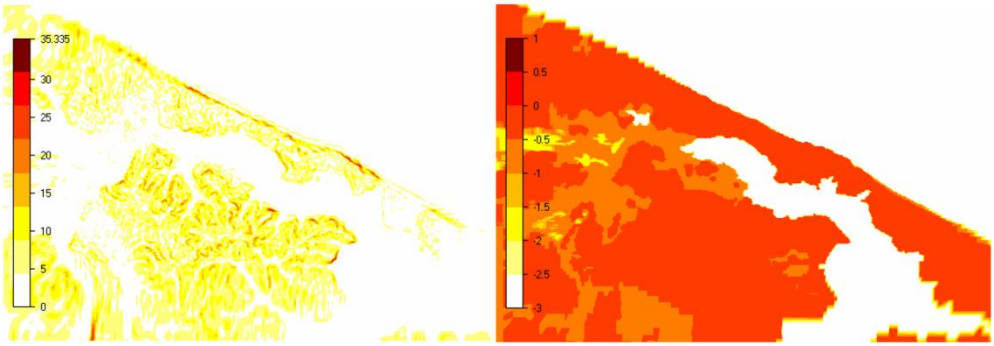
4.2. Dijital Arazi Modeli Oluşturma

Figür 3'te bölgeler için yükseklik ve pürüzlülük değerlerini içeren dijital bir arazi modeli oluşturulmuştur. Modelde kullanılan yükseklik verileri WindSim Express kullanılarak ASTER GDEM veritabanından elde edilmiştir. Modelin pürüzlülük haritası sahadan elde edilen fotoğraflar ve uydu resimlerinden elde edilen bilgiler kullanılarak oluşturulmuştur.



Figür 3. Arazi yüksekliği (m) (sol) ve pürüzlülük (m) (sağ)

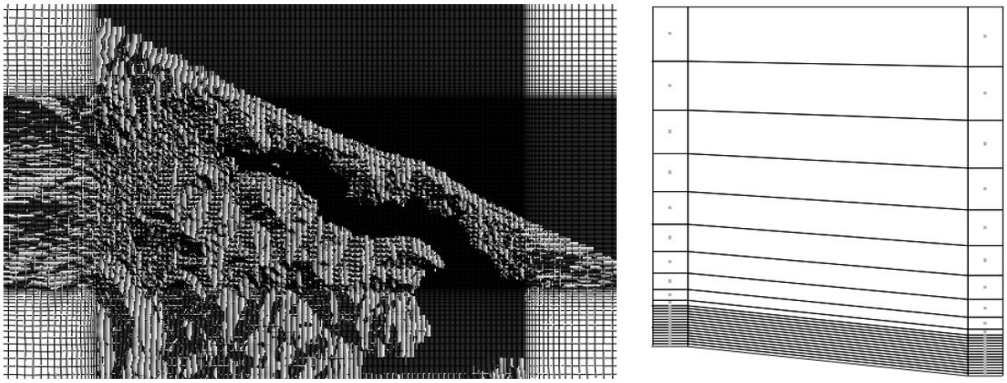
Sahadaki komplekslik yükseklik ve pürüzlülükteki değişimlere bağlıdır. Topografyadaki komplekslik eğime bağlıdır ve dereceyle ifade edilebilir, eğim ise yüksekliğin birinci türevini temsil etmektedir. Arazi eğimi ve logaritmik pürüzlülük modeli Figür 4'te paylaşılmıştır.



Figür 4. Arazi eğimi (derece) (sol) ve logaritmik pürüzlülük (m) (sağ)

4.3. 3 Boyutlu Model Kurulumu

Çözüm ağının dikey yöndeki uzunluğu WindSim tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır. Tanımlanan yükseklik ve pürüzlülük verileri hücrelerden oluşan, değişken yatay ve dikey çözünürlüğe sahip üç boyutlu bir alanın yer seviyesini tanımlamada kullanılır. Figür 5'te paylaşılan çözüm ağı dijital arazi modelinden yola çıkılarak hazırlanır ve optimize edilir. Model içerisinde 25 m çözünürlüğe sahip bir yüksek çözünürlük bölgesi oluşturulmuştur. Çözünürlük türbin kanatlarının yarıçapları ve tüm alan dikkate alınarak belirlenmiştir. Dikey eksendeki ilk 15 hücre rotor uç yüksekliği boyunca hassasiyeti arttırmak amacıyla 180 m'nin altındadır.



Figür 5. Yatay ağ çözünürlüğü (sol) ve dikey ağ çözünürlüğünün şematik görünümü (sağ)

4.4. Mikro-Konuşlandırma ve Yerleşim Optimizasyonu

Türbinlerin yerleşim optimizasyonu WindSim'in add-on modülü olan Park Optimizer ile gerçekleştirilmiştir. Bu modül, belirli sayıda türbin için maksimum Yıllık Enerji Üretimini (YEÜ) veren optimum türbin yerleşimini oluşturmaktadır. Türbin kurulumu için uygun olmayan arazilerin elenmesi amacıyla Park Optimizer'da çeşitli IEC kısıtları dikkate alınmıştır. Kriterlere uyup elenmeyen bölgeler dikkate alınmış ve istenen miktarda türbin ve türbin arası mesafe için enerji üretimini en yüksek seviyeye çıkaran optimum yerleşim oluşturulmuştur.

Araziye uygulanan ilk kısıt, belirlenen üretim alanının sınırlarıdır. Bu kısıtın işleme konmasıyla sadece rüzgâr santrali için değerlendirilen alanın optimizasyon sürecine dahil edilmesi sağlanmıştır. Türbülans yoğunluğu (TI) ve ekstrem hız parametrelerinin analizi ölçüm verilerinden yola çıkılarak belirlenmiştir. Model için belirlenen kısıtlar ve limitler: Arazi eğimi: 0° - 9.5 °, Akış açısı: -8 ° - +8 °, Kayma (shear): 0 - 0.3 (0.2) Kayma (shear) parametresinin üst sınırı standartlara göre 0.2'dir. Öte yandan shear'ın yüksek olduğu sahalarda türbin üreticileri 0.3'e kadar esneklik tanımaktadırlar. Bölge seçimi yapılırken; çevredeki yerleşimlere güvenli bir mesafede, uygun bir nokta seçilmiştir. Ekstrem

hızlar dikkate alınarak IEC III tipi türbin kullanılmıştır. Kullanılan türbin modeli, nominal gücü ve seçilen göbek yüksekliği Tablo 6'da paylaşılmıştır.

Tablo 6. Türbin Modeli

Türbin Tipleri	Nominal Güç (kW)	Göbek Yüksekliği (m)	IEC Sınıfı
Siemens SWT142	3150	109	IIIA

Siemens SWT142 türbin modeli için yapılan mikro-konuşlandırma çalışmasında, türbinlere ait koordinatlar ve toplam kapasitesi Tablo 7'de paylaşılmıştır.

Tablo 7. Siemens SWT142, 3150 kW, 109 m, Toplam Kapasite: 15.75 MW

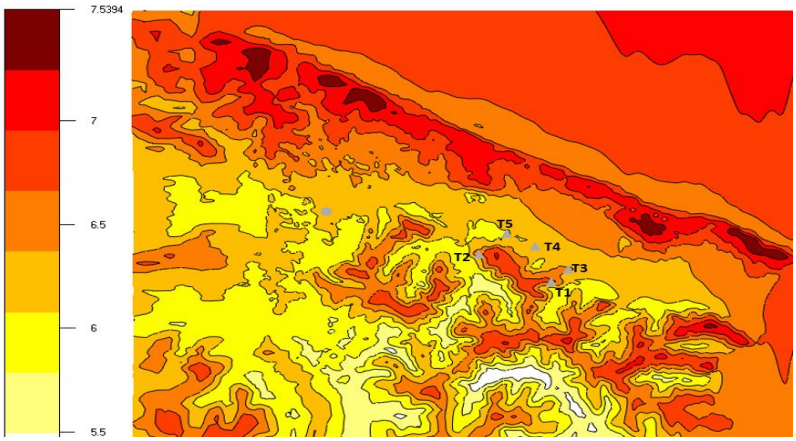
Türbin No	Doğu	Kuzey	Rakım (m)	TI (%) @ 15 m/s	Ekstrem Hız (m/s)	IEC Sınıfı (3. V.)
T1	626768.0	4581208.0	55.0	0.114	37.25	IIIA
T2	625365.0	4581860.0	52.7	0.122	36.89	IIIB
T3	627094.0	4581509.0	24.5	0.111	36.20	IIIA
T4	626442.0	4582060.0	17.7	0.112	35.20	IIIB
T5	625891.0	4582361.0	11.2	0.117	33.89	IIIB

5. YILLIK ENERJİ ÜRETİMİ VE KAPASİTE FAKTÖRÜ HESABI

Rüzgâr koşulları ve CFD sonuçları optimum yerleşim için kullanılarak rüzgâr kaynak haritası oluşturulmuş, yıllık enerji üretimi ve kapasite faktörü hesaplanmıştır.

5.1. Rüzgâr Kaynak Haritası

Rüzgâr kaynak haritası, ortalama rüzgâr hızı göz önüne alınarak yüksek rüzgâr hızına sahip bölgelerin belirlenmesi için kullanılır. Kaynak haritası, girdi olarak rüzgâr koşullarının kullanıldığı CFD analizinin sonuçlarıyla oluşturulur. Figür 6'da türbin yerleşimleri için rüzgâr kaynak haritası paylaşılmıştır. Kaynak haritaları 109 m için hesaplanmıştır.



Figür 6. SWT142 için 109 m'lik türbin göbek yüksekliğinde ortalama rüzgâr hızını (m/s) gösteren rüzgâr kaynak haritası Üçgen: Rüzgâr Türbini, Nokta: Klimatoloji verisi

5.2. YEÜ ve Kapasite Faktörünün Belirlenmesi

Brüt enerji üretimi, her bir türbinin bulunduğu noktada göbek yüksekliğinde hesaplanan serbest akış halindeki rüzgâr hızı dağılımı ile üretici tarafından sağlanan türbin güç eğrisi kullanılarak hesaplanan enerji üretimidir. Siemens SWT142 model türbine ait güç eğrileri WindSim'e yüklenmiştir. Serbest akış halindeki rüzgâr hızı dağılımı WindSim'deki akış modeli ve rüzgâr koşulları kullanılarak elde edilmiştir. Tablo 8'de YEÜ hesabı sonuçları paylaşılmıştır.

Tablo 8. Siemens SWT142, 3150 kW, 109 m, Toplam Kapasite: 15.75 MW

Türbin No	Türbin tipi	Hava yoğunluğu (kg/m3)	Ortalama rüzgar hızı (m/s)	Brüt YEÜ (GWh/y)	İz bölgesi kayıpları (%)	İz bölgesi kayıplarıyla beraber YEÜ (GWh/y)
T1	SWT142	1.215	6.700	12.117	4.677	11.550
T2	SWT142	1.215	6.620	11.976	1.842	11.756
T3	SWT142	1.219	6.440	11.495	3.188	11.128
T4	SWT142	1.220	6.230	10.981	1.714	10.792
T5	SWT142	1.221	6.070	10.580	1.230	10.450
			TOTAL	**57.149**	**2.576**	**55.677**

Rüzgâr kaynak tahminleri sadece belirsizlikler iyi bir şekilde tanımlandığında kullanışlı olmaktadır. Finansal modeller risklere bağlıdır ve bir rüzgâr enerji santrali projesi için risk, kaynaklardaki belirsizliğe kuvvetli bir şekilde bağlıdır. Bütün rüzgâr kaynak tahminlerindeki belirsizlikler genel olarak şu faktörlere bağlıdır; rüzgâr hızı ölçümleri, iklimle olan tarihsel ilişkileri, gelecekteki potansiyel iklim değişiklikleri, rüzgar kayması (shear) ve mekansal rüzgar kaynak dağılımı. Tüm bu belirsizlikler hesaba katılarak yapılan çalışma ile %50-75-90 ihtimalle net YEÜ ve kapasite faktörü Tablo 9'da paylaşılmıştır.

Tablo 9. %50-75-90 ihtimalle net YEÜ ve kapasite faktörü

Türbin Modeli	**GY (m)**	**Türbin Sayısı**	**Top. Kap. (MW)**	**Net YEÜ (GWh/y)**			**Kapasite Faktörü**		
				P50	**P75**	**P90**	**P50**	**P75**	**P90**
Siemens SWT142	109	5	15.75	49.647	44.736	40.315	36.0	32.4	29.2

6. SONUÇ

Çatalca bölgesindeki bir rüzgâr ölçüm istasyonundan alınan veriler ile WindSim programı kullanılarak mikro-konuşlandırma çalışması yapılmıştır. Alınan rüzgâr, sıcaklık ve basınç verileri belirli kısıtlar çerçevesinde analiz edilmiştir. Temizlenen veriler kullanılarak; nümerik rüzgâr veritabanı, dijital arazi modeli, 3 boyutlu model kurulumu, mikro-konuşlandırma ve yerleşim optimizasyonu yapılmış, optimum türbin koordinatları belirlenmiştir. Daha sonra, oluşturulan rüzgâr kaynak haritası ile her türbinin üreteceği yıllık enerji üretimi ve kapasite faktörü tahminleri yapılmıştır.

Siemens SWT142 model 5 adet rüzgâr türbini kullanılmış, enerji santralinin kurulu gücü 15,75 MW olarak belirlenmiştir. Tüm kısıtlamalar ve kayıplar göz önüne alınarak yapılan net enerji üretimi tahminine göre %75 ihtimalle yıllık 44,736 GWh enerji üretimi, %32,4 kapasite faktörü öngörülmektedir. Yapılan bu çalışmada hesaplanan kapasite faktörü, Çatalca bölgesini temsil etmektedir. Elektrik Mühendisleri Odası'nın araştırmasına göre; iki çocuklu 4 kişilik bir ailenin yıllık elektrik tüketimi yaklaşık 2700 kWh'tir (EMO, 2019). Bu rüzgâr enerji santralinin kurulumundan elde edilecek enerji ile yaklaşık 16.570 ailenin yıllık enerji tüketimi karşılanmış olacaktır.

KAYNAKLAR

Blocken, B. (2014), 50 years of Computational Wind Engineering: Past, present and future, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 129, 70

BP, 2018, "BP Energy Outlook 2018 Edition"

Bolund, http://windsim.com/library/the-bolund-experiment.aspx

Cham, http://www.cham.co.uk/about.php

EMO, 2019, http://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=128261&tipi=2&sube=

IEA, 2018, "World Energy Investment 2018"

Kestane, Ö., & Ülgen, K. (2017). Techno-economic analysis of wind power plants: A case study of Milas-Turkey. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 12(12), 1088-1100.

Leblebicioğlu, E. (2019), *CFD (Computational Fluid Dynamics) Nedir?*, 03.1102019 tarihinde https://muhendistan.com/cfd-computational-fluid-dynamics-nedir/ sitesinden alındı.

Şenel, M. C., & Koç, E. (2015). Dünyada ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme, *Engineer & The Machinery Magazine*, (663).

TUREB, 2019, https://www.tureb.com.tr/files/bilgi_bankasi/turkiye_res_durumu/istatistik_raporu_temmuz_2019

WindSim, http://windsim.com/validating-cfd's-value.aspx

WEAR ANALYSIS OF A DIESEL GENERATOR USING AVIATION-FUEL BLENDED WITH ASPIRE METHYL ESTER

Dr.Burak GÖKALP
University of Kocaeli
burakgokalp@hotmail.com

Asst. Prof. Dr. İlbeyi KILAVUZ
University of Kocaeli
ilbeyi@kocaeli.edu.tr

Abstract: In this study, jet fuel (JF) and marine fuel (MF) with Aspire Methyl ester (AME) blends (50 %) was used in a eight-cylinder, turbo charged, direct injection (DI) diesel generator. The engine was operated at full load to determine the deposits and wear analysis under 500 hour testing. The deposits on the injector and cylinder liner are measured jet fuel, marine fuel with AME blends. Biodiesel fuels consisting of methyl esters of soybean oil had excellent scuffing and adhesive wear resistance that exceeds those of the best conventional diesel fuels. These test results also showed a significant improvement in lubricity when adding biodiesel to all these fuels.

Keywords: Diesel engine wear, Aspire oil methyl ester, Jet fuel, Engine

1. Introduction

The lubricity of the fuel is an indication of the amount of wear or scarring that occurs between two metal parts covered with the fuel as they come in contact with each other. Low lubricity fuel may cause high wear and scarring and high lubricity fuel may provide reduced wear and longer component life. The addition of biodiesel, even in very small quantities, has been shown to provide increases in fuel lubricity using a variety of bench scale test methods. Biodiesel is known as a carbon neutral fuel because the carbon present in the exhaust was originally fixed from the atmosphere. By the way, biodiesel' excellent lubricant properties, it helps to extend the life of engine and improve the characteristic properties of engines. This fuel is available for use in land and sea transportation as well as in heating systems and generators [1]. A study by Arkoudeas investigated the fuel consumption and emissions characteristics of a laboratory single-cylinder engine. Two different types of 50 % biodiesel fuels, to which jet fuel was added, were used in the experiments. The addition of biodiesel in diesel caused a large reduction in these emissions and this can be attributed to the oxygen content of the fuel [2, 3, 4] The benefits of using JF in diesel engines are enhancement in fuel injection problems in diesel engines due to the decreased carbon residue, decrease in exhaust emissions and increase in the time between oil and filter changes. With the addition of biodiesel to JF gives a benefit about the lubricating engine parts [5, 6].

Now attention has drawn to observe the fuel effect on lubricating oil and wear of engine components. Wear particle analysis for diesel engines has been used in conjunction with other test methods, usually spectrometric analysis with superior results. As in other oil lubricated equipment, wear is an indicated by increasing amounts of particles and by changes in particle size distribution, composition, and morphology. The effects of engine operating conditions on the wear of cylinders' liners, piston rings, and crankshaft main bearings have been successfully observed by both wear particle and used oil analysis [8, 9]. In diesel engine, most of the components normally involved with wear process such as piston, piston ring, cylinder liner, bearing, crankshaft, cam, tappet and valves. Normally wear grit remain in the oil in case of lubrication system. By testing a lube oil sample from the engine after a certain period of operation, lubricant's ability to continue original function can be measured and also various information on the engine operation and condition can be obtained [7]. The aim of this study is to determine the wear effects of jet fuel, MF with AME blends on the diesel generator.

2. Experimental Set Up

A four-stroke, direct-injection, turbo-charged eight-cylinder diesel generator was employed in the present study. A schematic layout of the experimental setup is shown in Figure 1. The engine has a maximum power output of 500 kW, a compression ratio of 11.3:1, a cylinder bore of 150 mm, a stroke of 170 mm, and a displacement of 25.60 liters.

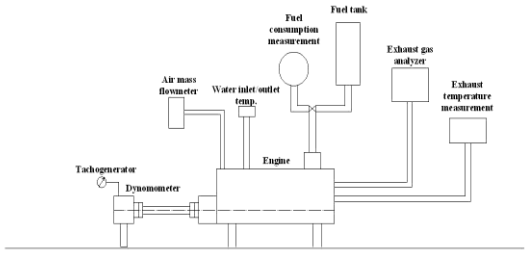


Figure 1. A schematic layout of the experimental setup.

In the tests, the engine was operated at full load. The engine test was performed constant speed (1850 rpm) and changing the electric load applied to the diesel generator. The physical characteristics of the tested fuels are given in Table 1. The data (frequency, voltage and power) collecting system was installed. It held windows based software on a monitor system.

Table 1. Properties of the experimental fuels (SI units).

Fuel Properties	Method	MF	AME	JF
Density (kg/m³, 15 ºC)	ASTM D1298	840	881	800
Viscosity (cSt, 40 ºC)	ASTM D 445	2.8	4.173	-
Viscosity (cSt, -20 ºC)	ASTM D 445	-	-	8
Heating value (kJ/kg)	ASTM D 4809	42640	37388	42600
Cetane Number	ASTM D 976	54	-	45
	ASTM D 613	-	50	-
Sulfur (wt. %)	ASTM D 4294	0.38	-	0.20
Flash Point (ºC)	ASTM D 93	75	105	40
Freezing Point (ºC)	ASTM D 2386	-	-	-47
Cloud Point (ºC)	ASTM D 2500	-6	-3	-
Particulate Matter (mg/L)	ASTM D 5452	2	-	0.4

Oil recommended by the manufacturer; “Petrol Ofisi SAE 30” mineral base motor oil was used in the engine lubricating system. Wear debris and lube oil have been analyzed at the engine full load for a 50 hours period during the 500 hour test period. Wear particles generated and examined through ferrography accesses the wear condition of the machine, where as used oil analysis looks at the condition of the lubricant. Used oil analysis techniques include a light-emission spectrometry test for dissolved elements in the oil. Fourier transform infrared spectrometer analysis (FTIR) are for physical and chemical changes in the oil, kinematic viscosity tests to determine oil viscosity degradation, various chemical titration’s to determine depletion of alkaline reserve or build up of oil acidity (TAN & TBN), and chemical or distillation processes to determine water content. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) is a technique which is used to obtain an infrared spectrum of absorption, emission, photoconductivity or Raman scattering of a solid, liquid or gas. An FTIR spectrometer simultaneously collects spectral data in a wide spectral range. The goal of any absorption spectroscopy (FTIR, ultraviolet-visible spectroscopy, etc.) is to measure how well a sample absorbs light at each wavelength. This confers a significant advantage over a dispersive spectrometer which measures

intensity over a narrow range of wavelengths at a time. FTIR has made dispersive infrared spectrometers all but obsolete (except sometimes in the near infrared), opening up new applications of infrared spectroscopy.

Table 2. Fuel density of experimental fuels.

Fuel	Density (kg/m^3)	Lower Heating Value (kj/kg)
100 % MF	840	42640
100 % JF	800	42600
100 % AME	881	37388
50 % MF- 50 % AME	854	40014
50 % JF- 50 % AME	830	39994

3. Results and Discussion

FTIR spectroscopy is a very powerful analytical tool to provide substantial information about the oil condition qualitatively rather than quantitatively (ASTM E-2412-0). This analytical instrument effectively provides a spectral snapshot of the base oil and the other constituents present. It is based on the fact that specific molecular functional groups absorb in unique regions of the mid-infrared spectrum, allowing identification of additives, contaminants and breakdown products. Used oil often has a high level of oxidation products and some wear metals like iron, copper and lead. In a good refining process this should be removed. Therefore, the FTIR method is being used to identify and quantify oil oxidation, even in the presence of additives [13]. Lubricating oils mainly consists of two materials namely the base oil and the chemical additives. Various types of additives are blended with the base oil according to its grade and specific duty. These additives can be metallic detergents, ashless dispersants, zinc dithiophosphate, anti-oxidant/anti- anti-wear, friction modifier, antifoam and pour point depressants. It can be determined the wear-metal trend between the last sample and the current sample and with the trend limit listed in the criteria table. Most abnormal trends are usually readily apparent. The trends in the limit table are based on the wear-metal between samples will not be exactly the specified hours; therefore, a conversion must be made for approximate trend value comparison purposes. A trend comparison can be made by dividing the wear-metal increases between samples by the operating hours and then multiplying the results by 50. Trend values for the specified sample intervals are calculated as follows:

$$[(A-B) / (C-D)] \times 50 \quad (1)$$

A = PPM this sample
B = PPM last sample
C = operating hours this sample
D = operating hours last sample

In this experimental study; lube oil have been analyzed with running speed of the engine at 1800 rpm for a 500 hours period for each fuel. At 500 hours, the lube oil sample was collected. When the engine warmed up, first sample has collected immediately. The lube oil used was conventional (SAE 30). The wear metals usually show the condition of the engine if it is wearing the normal rate. It is shown that present concentration of wear metal elements versus hours in Figure 3 and 4. The concentration of iron is shown in Figure 3. The iron content for MF, AME and their blends are at 12-13 ppm. It is observed that MF provide the highest level of Fe and while AME gives lower rate. This shows that AME fuel acts as lubricant between the pistons rings the cylinder liner, shaft, valve train and gears. As for blended fuels, it is noticed that Fe concentration lower with compare to MF and JF. It is clear that the water in fuel lowers the combustion temperature and exhaust temperature [14]. At the end of 500th hour; MF produces Fe concentration of 19-20 ppm followed by AME 12-13 ppm, JF 24-26 ppm, AF50 13-15 ppm, JF50 15-16 ppm. The concentration of copper is shown in Figure 3. The sources of Cu concentration are bearing. Based on the wear analysis it is observed that the highest level of copper concentration produced by MF throughout the 500 hours engine run. AME, JF50 and AF50 produce lesser Cu concentration with compare to MF and JF. The lowest level of copper is formed by AME fuel through the 500 hours engine run because of the presence of fatty acids in AME [15] Highest value of copper is found at the end of 500 hours engine run by MF (19-21ppm).

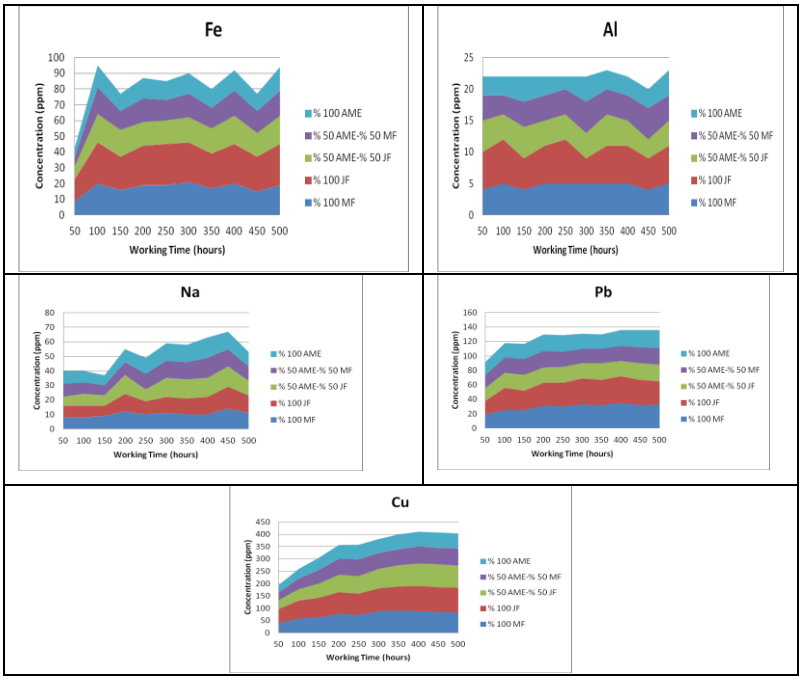


Figure 3. Engine oil wear debris concentration at full load.

Phosphorus acts as anti-wear and antioxidant additive in commercial lube oil. Pb concentration is normal and negligible rates as shown in Figure 3. However, the Pb concentration for blended fuels is lower than MF and AF50 fuels. It can be explained that no additive by precipitation from fuel or additive under treatment took place.

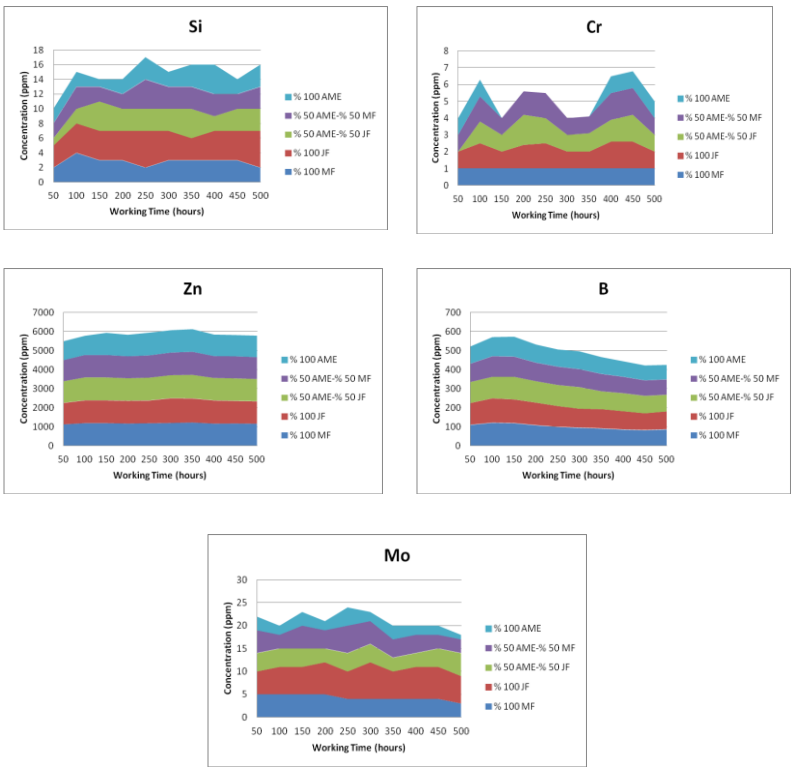


Figure 4. Engine oil wear debris concentration at full load.

Physical and chemical measurements provide important information about the viscosity. For liquids, the viscosity increases as the temperature decreases. Viscosity affects heat generation in bearings, gears, pistons, etc., due to internal fluid friction. Formation of lubricating films, rate of oil consumption, starting of machines at various temperatures, is all affected by viscosity. In addition to affecting the viscosity temperature relationship, viscosity modifiers affect a lubricant's other properties. The oil dilution was attributed to incomplete combustion caused by the poor atomization of the fuels. All engines show an increase in engine oil viscosity compared to new lubricating oil.

Total base number (TBN) is an indication of the alkalinity contained in engine oil and this property is evaluated as per ASTM -896. It is an indicator of the level of the detergent/dispersant's ability to counteract acids formed during combustion. The TBN indicates the potential of the oil to neutralize strong acids as the mineral acids derived from sulfur, chlorine, and bromine. Decreases in TBN are associated with corrosion of engine parts and increases in varnish deposits.

It is observed that the drop in TBN at JF with AME as 15 % and 30 % respectively. The rejection limit for oil is taken as 50% of initial value. Higher reduction in TBN with JF with AME operation gives an indication of formation of acidic components which results in corrosive wear. The effects fuel with high sulphur content was simulated by adding of sulphiric acid to the oil. The test results showed the significance of TBN of the lubricant on the suppression of wear, and correlated well with use at sea.

From Figure 5-8, it is respectfully observed that there were less deposits or coloration on the piston for JF with AME fuel. For the AME fuel, there were less carbon deposits on the ring grooves. The carbon deposits of first ring land are due to the fact that it is exposed to the combustion just like the piston crown. The primary reason for higher deposits on the 100 % MF piston can be due to the degradation of lubricant at incomplete combustion. The cylinder head after JF with AME fuel test had grayish deposits whereas the MF test had more of grayish and reddish color deposits.



Figure 5. Piston deposits.

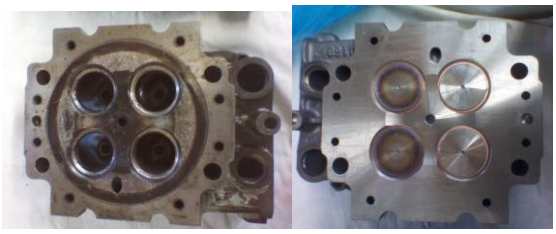


Figure 6. Cylinder head deposits.

It was observed that the fuel injector and cylinder bore of MF test had gray color deposits. It was observed that the iron content on fuel injector was 1,5 % for JF fuel whereas for MF and AME it was 9,2 % and 5,6 % at them. The higher concentration of iron on fuel injector for MF and AME fuel may be due to high temperature coupled with the corrosive wear of engine components. This has resulted in lowering of TBN and higher "Fe" content in the used oil analysis. The other cause may be the interaction of water and iron at high temperature and pressure. Further studies need to be carried out to ascertain these findings.



Figure 7. Injector test results.

The oil spot test is very simple and quick test to estimate the condition of the oil for users. The test shows that the oil has been contaminated and it is the level of detergency or dispersancy. It is shown that the dispersant patterns of used oil samples versus hours (5 to 500 hours) in Fig.8. It can be noticed that AME fuel reflects better than the other fuels (especially MF fuel). That's why the AME can improve the lubricating of the engine components; it should be use on the diesel engines with blended.

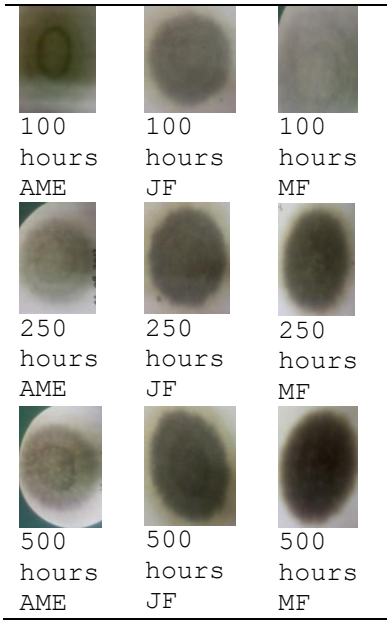


Figure 8. Oil spot test results.

6. Conclusion

In the present engine endurance tests jet fuel, MF fuel and AME blends (50 %) fuel on a diesel generator. The following conclusions are drawn based on the experimental results of these blends;

JF and MF operation significantly reduced the kinematic viscosity and TBN and increased wear metal of Fe and Cu in lubricant. Biodiesel fuels consisting of methyl esters of soybean oil had excellent scuffing and adhesive wear resistance that exceeds those of the best conventional diesel Fuels

These test results also showed a significant improvement in lubricity when adding biodiesel to all three of these fuels After the 400 h of tests, gaseous fuels did not show any abnormal wear or deposits on engine components. Higher deposits of Iron on the injector and Iron oxide on the cylinder liner are observed for MF and AFS fuel.

The long duration engine test indicates the need to develop dedicated lubricant for JFS and JF fuel for better engine performance and longer drain period. The deposits on the cylinder head presented high levels when the engine operated with AME. The addition of biodiesel in the blend caused an increase in NOx emissions as compared to the reference fuel case, while Jet fuel reduced these emissions when used in percentages up to 30-40% by volume. Particulate matter (PM) emissions were significantly lowered with the addition of biodiesel. Based on the described engine lubricating oil oxidation device, three series of samples with different oxidation degrees were produced. FTIR and quantitative element analysis might be accepted as a good feature for differentiation between virgin and recycled engine oil samples. They have proven to be an effective combination in the pursuit of management's differentiation goals. The results of the tests show the viability of using diesel–soybean biodiesel blends in a stationary engine for the electric energy generation, being an alternative to sustainable development. Use of low-viscosity fuels reduced the strength of the hydrodynamic film around the pump rotor. The acceptability of low-viscosity/lubricity fuels is likely to be temperature dependent.

References

[1] Korres, D., Karonis, D., Lois, E., Linck, M., Gupta, A., (2008) "Aviation fuel JET FUEL and biodiesel on a diesel engine", Fuel, Vol.87, pp.70-78.

[2] Arkoudeas, P., Kalligeros, S., Zannikos, F., Anastopoulos, G., Karonis, D., Lois, E., (2003) "Study of using JP-8 aviation fuel and biodiesel in CI engine", Energy Conversion and Management Vol.44, pp.1013-1025.

[3] Demirbas, A. (2009) "Progress and recent trends in biodiesel fuels". Energy Conversion and Management Volume 50, Issue 1, pp. 14-34.

[4] Demirbas, A. (2011) "Methylation of wood fatty and resin acids for production of biodiesel" Fuel, Volume 90, Issue 6, June 2011, Pages 2273-2279.

[5] Kalligeros, S., Zannikos, F., Stournas, S., Lois, E., Anastopoulos, G., Teas, Ch., Sakellaropoulos, F., (2003) "An Investigation of using biodiesel/marine diesel blends on the performance of a stationary engine", Biomass and Bio energy, Vol.24, pp.141-149.

[6] Gokalp, B., Soyhan, H.S., Sarac, H.I., Bostan, D. and Şengün, Y. (2008) "Biodisel Addition to Standard Diesel Fuels and Marine Fuels Used in a Diesel Engine: Effects on Emission Characteristics and First-and Second-Law Efficiencies", Energy&Fuels, Vol. 23, pp.1849-1857.

[7] M. Mofijura, H.H. Masjuki, M.A. Kalam, M. Shahabuddin, M.A. Hazrat, A.M. Liaquat, Palm Oil Methyl Ester and Its Emulsions Effect on Lubricant Performance and Engine Components Wear, Energy Procedia 14 (2012) 1748-1753.

[8] Eryilmaz, T., Ogut H., (2011) "The effect of the different mustard oil biodiesel blending ratios on diesel engines performance". Energy Educatıon Scıence And Technology part A 28, 1, pp169-180.

[9] Heywood, J.B., 1988. Internal combustion engine fundamentals. McGraw-Hill, New York.

[10] Van Gerpen, J.H., Hammond, E.G., Yu, L., Monyem, A., 1997. Determining the influence of contaminants on biodiesel properties. SAE Paper 971685.

[11] Szybist, J.P., Boehman, A.L., Taylor, J.D., McCormick, R.L., 2005. Evaluation of formulation strategies to eliminate the biodiesel NOx effect. Fuel Processing Technology 86, 1109–1126.

[12] Schumacher, L.G., Hires, W.G., Borglet, S.C., (2001) "Fueling a diesel engine with methly-ester soybean oil", Renewable Resources-Proceeding of an Alternative Energy Conference, ASAE, 124-131, Nashville.

[13] George, E.T. (Ed.), 2003. Fuels and Lubricants Handbook: Technology, Properties, Performance, and Testing. ASTM International, USA, p. 224.

[14] Masjuki HH, Abdulmuin MZ, Sii HS. Indirect injection diesel engine operation on palm oil methyl esters and its emulsions. Proc Instn mech Engrs (IMechE) 1997; 211:291-9.

[15] Ziejewski M, Goettler H, Pratt GL. Influence of vegetable oil based alternate fuels on residue deposits and components wear in a diesel engine. SAE Paper No. 860302 (1986).

[16] Graboski, M.S., McCormick, RL., (1998) "Combustion of fat and vegetable-oil derived fuels in diesel engines", Prog. Energy Combus Science, Vol.24, pp.125-64.

[17] LePera EM. The reality of the single fuel concept. Army Logistician PB 700-05-2; 2005. p. 37-38.

[18] Lucas, W., (1995) "Summary test report for bio diesel fuel evaluation for the US Army tactical wheeled vehicles", US Army Yuma Proving Ground Report, Yuma Arizona, pp.3-78.

[19] Ryan TW, Dodge LG, Callahan TJ. The effects of vegetable oil properties on injection and combustion in two different diesel engines. JAOCS 1984; 10:125-131.

[20] Peterson, C.L., Hustrulid, T., (1998) "Carbon cycle for rapeseed oil biodiesel fuels", Biomass and Bioenergy, Vol.14, pp.91-101.

[21] H. Aydogan, A. A. Altun, A. E. Ozcelik, (2011) Performance analysis of a turbocharged diesel engine using biodiesel with back propagation artificial neural network. Energy Educatıon Scıence And Technology part A, 28, 1, pp.459-468.

VERİTABANI UYGULAMALARININ VERİLERİ AL VE DÖNÜŞTÜR İLE KOD BİLGİSİ GEREKMEDEN İŞLENMESİ

Öğr. Gör. İsmail SARI
Pamukkale Üniversitesi / Denizli Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu / Bilgisayar Teknolojileri Bölümü
ismailsari@pau.edu.tr

Ömer BAĞCI
Bilgisayar Uzmanı, Eğitimci,
info@omerbagci.com.tr

Özet
Bilimsel gelişmeler sonucunda teknoloji üretimi toplumsal yaşama doğrudan ve aktif olarak etki etmektedir. Teknolojik ilerlemeler, bilgi birikiminin aktarılması sürecinde interaktif eğitimin önemini arttırmaktadır. Üretimdeki yenileşmeye ve gelişmeye paralel olarak teknolojik alandaki yenilikler eğitim alanına doğrudan katılabilmektedir. "Eğitim Teknolojileri" teknolojinin, eğitim açısından bir araç olarak kullanılabilmesini sağlamaktadır. Eğitimdeki yenileşme ve iyileşme teknolojik materyallerle, üretim alanında da kaliteyi artırmakta ve uygulamaları kolaylaştırmaktadır. Günümüzde, farklı alan ve uygulamalardan toplanan verilerin analizleri ve bu analizlerden yararlanarak sonuçlar çıkarmak çok önemli bir hale gelmiştir. Alışveriş kayıtlarından, hastane kayıtlarına, trafikteki araçların ışıklardan geçme sayılarından, AVM ziyaretçi sayılarına kadar hemen hemen her alanda toplanan kayıtların raporlanabilir hale gelmesi, raporlanması, analiz yapılması ve bu analiz sonuçlarına göre kararlar alınması, R, Pyhton gibi programlar ile yapılabilse de hemen hemen her bilgisayarda bulunan ve herhangi bir kod yazma ihtiyacı duyulmadan çalışılabilen Microsoft Excel ile de yapılabilmektedir. Excel'in 2010 ve 2013 versiyonlarına ücretsiz eklenen Power QUERY eklentisi ve Excel 2016 versiyonlarda bir eklenti ihtiyacı olmadan çalışan Verileri Al ve Dönüştür özelliği sayesinde Excel, 1.048.536 olan satır sayısının çok daha üstünde 3 milyon, 5 milyon gibi verinin bulunduğu Text dosyalarını ya da SQL bağlantılarındaki kayıtları okuyarak, Pivot Tablolar ve İş Zekası programı olan Power BI sayesinde raporlayabilmekte ve Power BI servisleri sayesinde internet üzerinden yetkili kullanıcılara erişim imkanı sağlamaktadır. Excel ile Büyük veri analizi yapabilmek için; - Kod yazmayı bilmeniz gerekmez. - Excel hemen hemen her bilgisayarda bulunduğu için rahatlıkla çalışılabilir - Dosyaları gönderilmesi, açılması ve başka birinin kaynaklara erişmesi oldukça kolaydır. Bu çalışmada örnek uygulamalar üzerinden Excel'in verileri al ve dönüştür özelliği açıklanacaktır. Kod bilgisi gerektirmeden yapılabilen bu özellik sayesinde veritabanı dosyalarına erişim, veritabanı dosyaları üzerinde yapılabilen işlemler açıklanacaktır.

Anahtar kelimeler: Bilgi, veri, veri tabanı, Excel

Receive And Transformation Data And Database Processing Files

Abstract
As a result of scientific developments, technology production directly and actively affects social life. Technological advances increase the importance of interactive education in the transfer of knowledge. In parallel with the innovation and development in production, technological innovations can directly participate in the field of education. "Educational Technologies" enables technology to be used as a tool for education. Innovation and improvement in education, with technological materials, increase quality in production and facilitate applications.

Nowadays, it has become very important to analyze the data collected from different fields and applications and draw conclusions from these analyzes. Shopping records, hospital records, the number of vehicles passing through the traffic lights, the number of visitors to the shopping center in almost all areas of the records become reportable, reporting, analysis and making decisions based on the results of this analysis, R, Pyhton can be done with programs such as almost every computer.

Microsoft Excel, which can be run without the need to write any code. Thanks to the Power QUERY plug-in for free in Excel 2010 and 2013, and the Import and Convert Data feature that runs without the need for a plug-in in Excel 2016 versions, Excel allows Text files containing 3 million, 5 million data to be much higher than the number of rows of 1,048,536. It reads the records in SQL connections and reports them through Power BI, a Pivot Tables and Business Intelligence program, and provides access to authorized users via the Internet through Power BI services. To make big data analysis with Excel; - You don't need to know how to write code. - Excel is found on almost any computer can be easily worked. - Files are sent, opened and access to someone else's resources is very easy. In this study, import and conversion of Excel data through sample applications will be explained. With this feature, which can be done without requiring code information, access to database files and operations that can be done on database files will be explained.

Keywords: Information, data,database, Excel

1.Giriş

Bilimsel gelişmeler sonucunda teknoloji üretimi toplumsal yaşama doğrudan ve aktif olarak etki etmektedir. Teknolojik ilerlemeler, bilgi birikiminin aktarılması sürecinde interaktif eğitimin önemini arttırmaktadır. Üretimdeki yenileşmeye ve gelişmeye paralel olarak teknolojik alandaki yenilikler eğitim alanına doğrudan katılabilmektedir. “Eğitim Teknolojileri” teknolojinin, eğitim açısından bir araç olarak kullanılabilmesini sağlamaktadır. Eğitimdeki yenileşme ve iyileşme teknolojik materyallerle, üretim alanında da kaliteyi artırmakta ve uygulamaları kolaylaştırmaktadır.

Günümüzde, farklı alan ve uygulamalardan toplanan verilerin analizleri ve bu analizlerden yararlanarak sonuçlar çıkarmak çok önemli bir hale gelmiştir. Alışveriş kayıtlarından, hastane kayıtlarına, trafikteki araçların ışıklardan geçme sayılarından, AVM ziyaretçi sayılarına kadar hemen hemen her alanda toplanan kayıtların raporlanabilir hale gelmesi, raporlanması, analiz yapılması ve bu analiz sonuçlarına göre kararlar alınması, R, Pyhton gibi programlar ile yapılabilse de hemen hemen her bilgisayarda bulunan ve herhangi bir kod yazma ihtiyacı duyulmadan çalışılabilen Microsoft Excel ile de yapılabilmektedir. Excel’in 2010 ve 2013 versiyonlarına ücretsiz eklenen Power QUERY eklentisi ve Excel 2016 versiyonlarda bir eklenti ihtiyacı olmadan çalışan Verileri Al ve Dönüştür özelliği sayesinde Excel, 1.048.536 olan satır sayısının çok daha üstünde 3 milyon, 5 milyon gibi verinin bulunduğu Text dosyalarını ya da SQL bağlantılarındaki kayıtları okuyarak, Pivot Tablolar ve İş Zekası programı olan Power BI sayesinde raporlayabilmekte ve Power BI servisleri sayesinde internet üzerinden yetkili kullanıcılara erişim imkanı sağlamaktadır. Excel ile Büyük veri analizi yapabilmek için; - Kod yazmayı bilmeniz gerekmez. - Excel hemen hemen her bilgisayarda bulunduğu için rahatlıkla çalışılabilir - Dosyaları gönderilmesi, açılması ve başka birinin kaynaklara erişmesi oldukça kolaydır. Bu çalışmada örnek uygulamalar üzerinden Excel’in verileri al ve dönüştür özelliği açıklanacaktır. Kod bilgisi gerektirmeden yapılabilen bu özellik sayesinde veritabanı dosyalarına erişim, veritabanı dosyaları üzerinde yapılabilen işlemler açıklanacaktır.

2.İşleyiş

Excel’in 1993 yılından itibaren yaygınlaşmaya başlamasıyla birlikte, iş dünyasında kullanılan fazla programın da olmaması nedeniyle bir veri tablosu gibi yoğun olarak kullanılmaya başlamıştır. Excel 2003 sürümlerinde bulunan 65.536 satırlık veri sınırı, düz listelerin yoğun olarak oluşturulması ve raporlanmasında kullanılmıştır. Bu listelerden raporlamalar yapmak için Özet Tablolar ve Özet grafik özelliklerinden yararlanılmıştır. Günümüzde Excel’in düz liste olarak verilerin oluşturulması gittikçe azalarak, SAP (System, Application & Products / Sistemler, Uygulamalar, Ürünler) gibi programların yaygınlaşması ile Excel’de veri listeleri oluşturma yerine, kullanılan SAP programlarından listeler Excel’e aktarılarak Özet Tablolar oluşturulma işlemi daha çok yapılır hale gelmiştir.

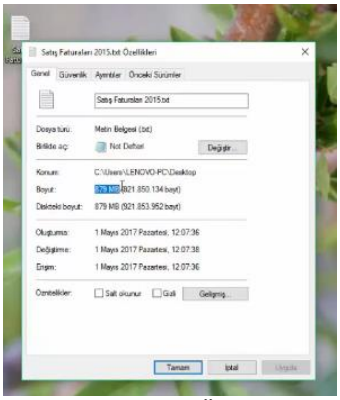
Excel’in 2007 sürümlerinde, artan verilerin Excel’de daha rahat işlenip, raporlanması için satır sayısı 1.048.536 ya çıkmıştır. SAP benzer yapıların yavaş yavaş daha fazla sayıda firma tarafından kullanılmaya başlamasıyla Excel daha çok raporlama amacıyla kullanmıştır. Excel’in 2010 ve 2013 versiyonlarına ücretsiz eklenen Power QUERY(çözümleme gereksinimlerinizi karşılamak üzere veri kaynaklarını bulmanıza, bağlanmanıza, birleştirmenize ve kapsamını daraltmanıza olanak sağlayan bir

veri bağlantısı teknolojisidir. Power Query 'deki Özellikler Excel ve Power BI Masaüstü 'nde kullanılabilir) eklentisi ve Excel 2016 versiyonlarda bir eklenti ihtiyacı olmadan çalışan Verileri Al ve Dönüştür özelliği sayesinde Excel, 1.048.536 olan satır sayısının çok daha üstünde 3 milyon, 5 milyon gibi verinin bulunduğu Text dosyalarını ya da SQL bağlantılarındaki kayıtları okuyarak, Pivot Tablolar ve İş Zekası programı olan Power BI sayesinde raporlayabilmekte ve Power BI servisleri sayesinde internet üzerinden yetkili kullanıcılara erişim imkanı sağlamaktadır.

Büyük verilerin tutulması için satır sayılarının Excel'de yeterli olmaması, SQL bağlantılarının kurulmasını ve verilerin aktif olarak Excel'e aktarılmasını sağlamak için Verileri Al ve Dönüştür özelliği kullanılmaktadır. Bu sayede büyük tablolardaki çok fazla miktardaki veri programlama bilgisi gerektirmeden raporlanabilmektedir. SQL bağlantıları ticari işletmeler de yoğun olarak kullanılırken, teknolojinin gelişmesi ile ortaya çıkan Büyük Veri kavramı, farklı veri tabanlarında verileri tutmaya başlamıştır. Yayılmaya başlayan farklı SQL dilleri ile(MySqL,Oracle,Dbase,Sql) bu veriler raporlanmaya başlamıştır. Excel'in yazmada 1.048.576 satır sınırı olmasına karşılık, verileri okumasında bu 1 milyon satır sınırı aşılabilmektedir. 3,5 Milyon satırdan oluşan ve kayıt verisi, Excel'e bağlantı yolu ile aktarılarak, raporlanabilmekte, grafiklere yansıtılabilmektedir. Programların topladıkları veriler, TXT dosyaları şeklinde dış ortamlara aktarılabilmekte ve Excel tarafından bu Txt dosyaları okunarak raporlanması gerçekleştirilmektedir. Excel, gelişen teknoloji ile farklı veri tablolarındaki verileri alabilmek ve raporlaya bilmek için, Excel 2010, Excel 2013 sürümlerinde Power Query eklentilerini ücretsiz olarak devreye almıştır. Yeni sürümlerinde Verileri Al ve Dönüştür olarak Excel'in için gömülü gelen Verileri Al ve Dönüştür özelliği ile çok sayıda farklı veri tabanına bağlanabilir bir hale gelmiştir.

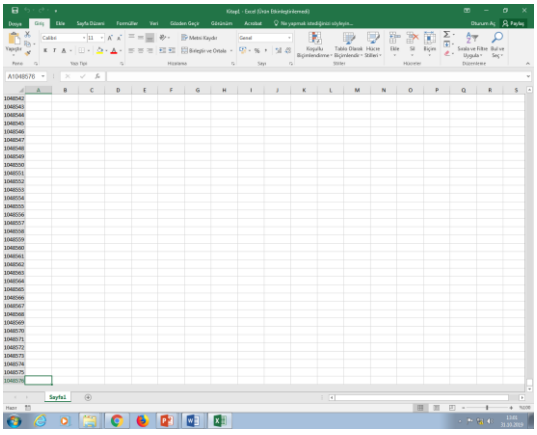
3.Uygulama Örneği

2015 Yılına ait bir satış faturası listesi, Dosya Boyutu : 879 mb, Satır sayısı : 3.724.000, Dosya adı: Satış Faturaları 2015.txt



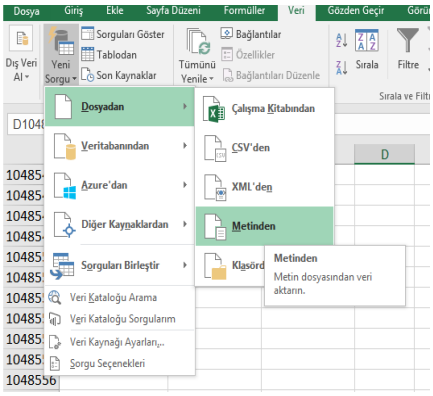
Şekil 1. Dosya Özellikleri

Excel 2016 programında boş bir sayfada CTRL + Aşağı yön tuşuna basıldığında imleç son satıra gider. Toplam satır sayısı 1.048.576 'dır.



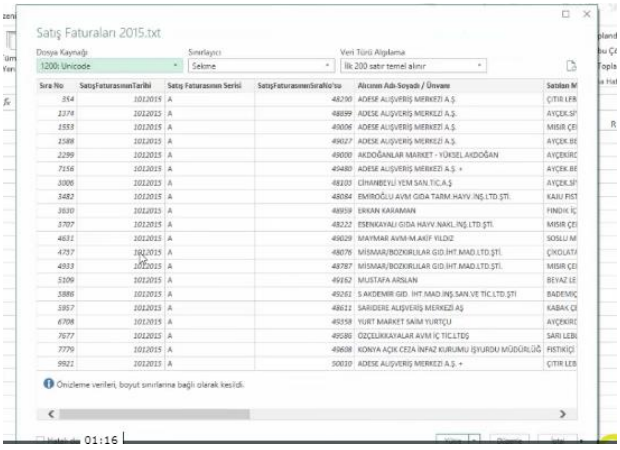
Şekil 2. Excel 2016 Satır Sayısı

3.724.000 satırlık bir veritabanı dosyası txt şeklinde kayıt edilmiş olup, bu dosya 1.048.576 satırlık bir Excel sayfasına tablo şeklinde getirilerek raporlanması yapılacaktır. Bunun için ilk olarak Excel Veri menüsü kullanılır. Veri menüsü aracılığı ile Yeni sorgu sekmesi açılır. Yeni Sorgu - Dosyadan-Metinden seçilir.



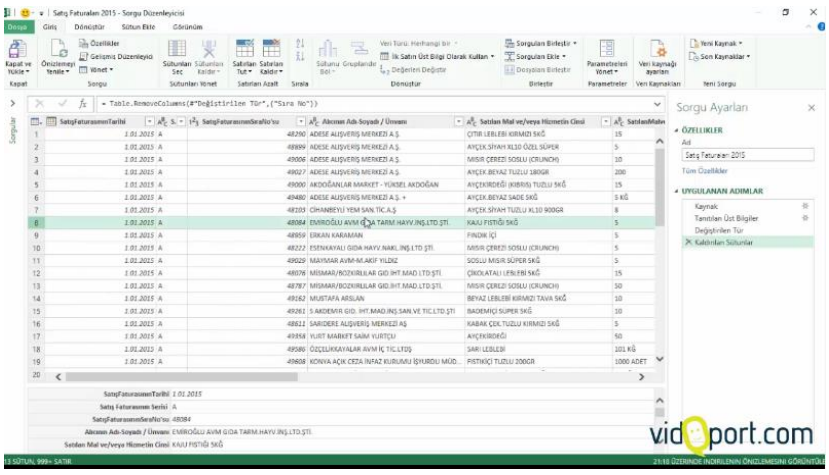
Şekil 3. Veri Menüsü-Yeni Sorgu sekmesi

Ekrana gelen Dosya Yöneticisi penceresi aracılığı ile sorgu ekranına getirilecek olan Satış Faturaları 2015.txt dosyası seçilerek Al denir. Ekrana Şekil 4'teki Sorgu ekranı gelir.



Şekil 4. Satış Faturaları 2015.txt

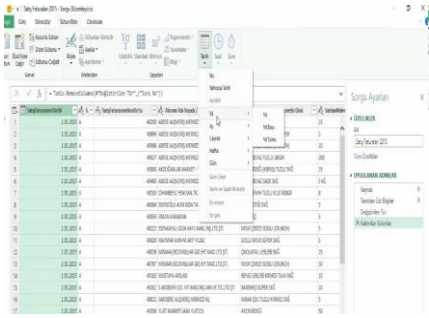
Sorgu Ekranı, Dosya Kaynağı sekmesi yardımıyla kullanılan dil düzenlenerek(Windows Türkçe) Türkçe karakterlere uyumlu şekle getirilir. Satır ve Sütunlara ilişkin düzenlemeler yapıldıktan sonra penceredeki düzenle sekmesi yardımıyla, Excel sayfalarına almadan sorgu ekranına aktarır.



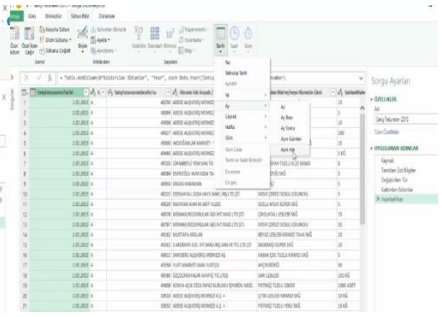
Şekil 5. Sorgu Ekranı

Sorgu ekranı yardımıyla alanlara ilişkin düzenlemeler gerçekleştirilir. Örneğin Tarih sintaksı, kullanılmayacak alanların silinmesi. Tablo üzerinde hangi yıl ve hangi ay ne kadar KDV çıkmış, Fatura KDV'lerinin toplamı ne kadar? Gibi bir rapor elde etmek istiyoruz. Bunun için:

Tarih sütunu seçili iken Sütun Ekle-Tarih-Yıl ve yine Tarih sütunu seçili iken Sütun Ekle-Tarih-Ay ve Ayadi seçelim.

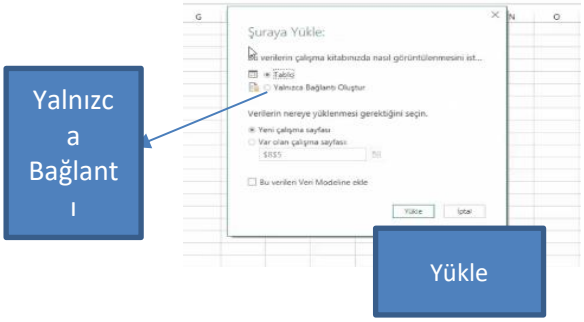


Şekil 6. Yıl Sütunu Ekle



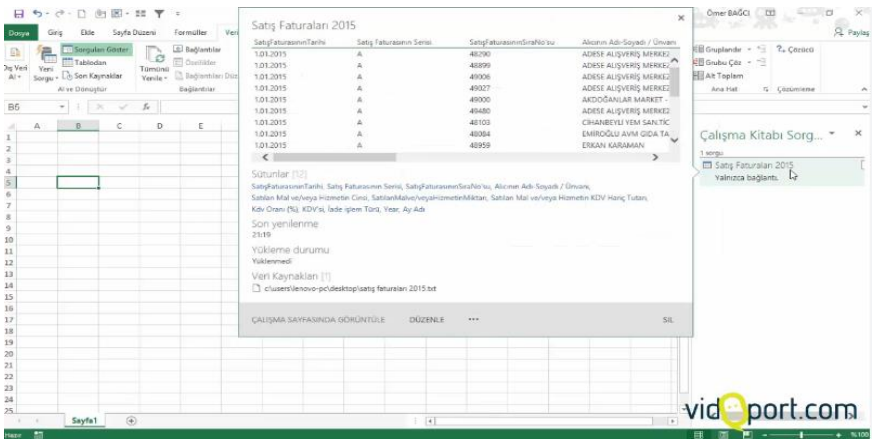
Şekil 7. Ay Sütunu Ekle

Sorgu ekranında yapılan düzenlemeler ve eklemelerden sonra Giriş menüsünden Kapat ve hedefe yükle seçeriz bunun nedeni Excel 1 milyon satırın üzerindeki verileri kendi sayfasına alamayacağı için dosyaya bağlantı kurmamız gerekir. Bundan dolayıdır ki Kapat ve Yükle seçmiyoruz.



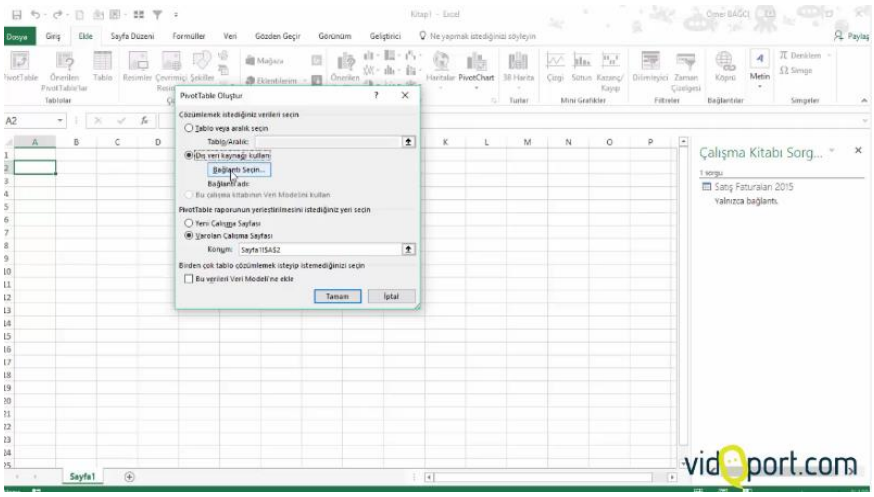
Şekil 8. Kapat ve Hedefe Yükle

Açılan pencerede yalnızca bağlantı oluştur seçilerek Yükle sekmesine basılır. Verileri Excel'e aktarmadan yalnızca sorguyu bir bağlantı olarak açar.

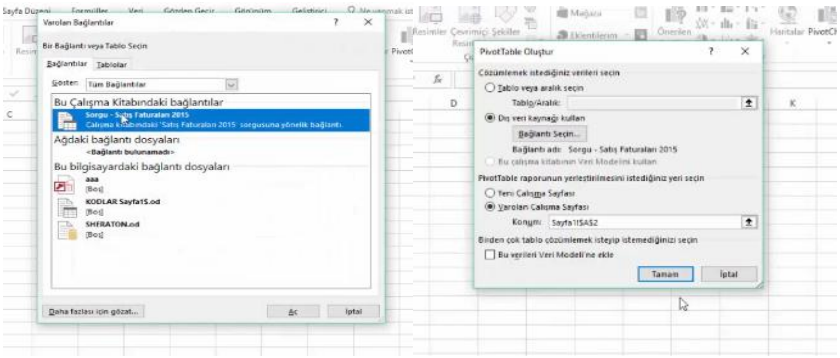


Şekil 9. Sorgu Bağlantı Ekranı

Artık 3.724.000 kayıtlı txt dosyası Excel içerisinde kullanılmaya hazırdır. Raporlama işlemleri için Ekle Menüsünden Pivot Table seçilerek açılan pencerede, Dış veri kaynağı kullan-Bağlantı seçin uygulanarak Varolan bağlantılardan Satış Faturaları sorgusu açılır.

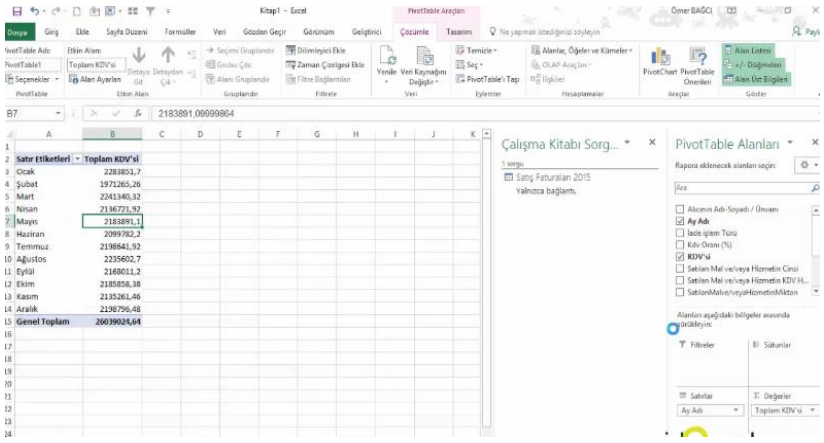


Şekil 10. Pivot Table Oluştur



Şekil 11. Varolan Bağlantılar ve Pivot Table Ekranı

Pivot Table Oluştur Ekranı yardımıyla verileri istediğimiz şekilde satır ve sütunlara aktararak raporlar elde edebiliriz. Elde edilen raporlara ilişkin grafik oluşturabiliriz. Oluşturulan raporları dökümantasyon şeklinde elde edebilir. Dosyayı istediğimiz gibi postalayabiliriz.



Şekil 12. Ay Adı Satırlar, Toplam KDV Sütunlara Alınarak Elde Edilen Rapor

Excel satırları toplamda 1 milyon iken 3 milyon satırlık veri ile elde edilen raporlar, Verileri al ve dönüştür özelliği yardımıyla işlenebilmektedir. İşlenen bu dosyanın boyutu ham tabloya göre daha küçüktür.

4.Sonuç

Büyük miktardaki veritabanı dosyalarından yola çıkılarak oluşturulan "Verileri Al ve Dönüştür" uygulaması ile programlama bilgisi gerektirmeden, bilgi teknolojilerinin kullanımı ile günlük yaşama ilişkin işlemler örnekte görüldüğü gibi kolaylaştırılabilir, çabuklaştırılabilir. Özet tablolar çok boyutlu tablolardaki verilerin özetlenerek gösterilmesinde kolaylık sağlar. Özet tablo verileri grafik olarak gösterilerek sunulabilir. Verilerin güncellendiği uygulamalar için bir şablon hazırlanıp, girilen verilere göre özet tablo ve grafik yenilenen verilere göre kolaylıkla güncellenebilir. Bilimsel araştırma sonuçları, istatistik veriler gibi çok boyutlu verileri içeren veritabanı ve tabloların incelenmesinde, eğitim teknolojilerinin etkin kullanımı değerlendirme sürecinin hızlandırılmasında ve verilerin grafiksel gösteriminde kolaylık sağlamaktadır.

Kaynaklar

Sarı, İ., Bağcı, Ö. (2008). Temel Bilgi Teknolojisi Kullanımı. Ankara: Seçkin Yayınları.

Bağcı, Ö. (2018) İleri Excel Ankara; Seçkin Yayınları

ÇEVRESEL KOŞULLARIN KAUÇUK MALZEMELERİN YORULMA DAVRANIŞLARINA OLAN ETKİLERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Berkan Tan
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Makine Mühendisliği Bölümü
Tekno Kauçuk A.Ş. Ar-Ge Mühendisi
berkant9361@gmail.com

Prof.Dr. Erol Feyzullahoğlu
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi/Makine Mühendisliği Bölümü
efeyz@kocaeli.edu.tr

Özet
Bu çalışmada kauçuk malzemelerin çevresel koşullar altında yorulma dayanımları ele alınmıştır. Günümüzde kauçukların çalışma ortamları farklılık göstermektedir. Buna bağlı olarak, geliştirilen kauçuk karışımlarının bu zorlu çalışma koşullarına tepkilerini görmek önem kazanmıştır. Bu amaç doğrultusunda doğal kauçuk (NR), özel geliştirilen doğal kauçuk (NR) ve etilen propilen dien monomer (EPDM) kauçukları kullanılarak çeşitli yaşlandırma işlemleri sonucunda yorulma dayanımları incelenmiştir. Çalışma sırasında kauçuk malzemelerin statik ve dinamik rijitlik değerlerinin koşullandırmadan öncesi ve sonrası incelenmiş, ardından yorulma testleri yapılmıştır. Gerçekleştirilen testler sonucunda özel geliştirilen doğal kauçuğun EPDM kadar sıcaklığa dayanıklı olduğunu ve bununla birlikte NR kadar iyi mekanik özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Bu amaç doğrultusunda özel geliştirilen NR kauçuğunun sıcaklığa daha dayanıklı ve iyi mekanik özellikleri nedeniyle sıcaklık dayanımı istenen çalışma ortamlarında kullanılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kauçuk, Yorulma, Çevresel faktörler, Statik rijitlik, Dinamik rijitlik

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON FATIGUE BEHAVIOR OF RUBBER MATERIALS

Abstract
In this study, fatigue strength of rubber materials under environmental conditions is discussed. Today, the working environment of rubbers varies. Accordingly, it has become important to see the responses of developed rubber compounds to these challenging working conditions. For this purpose, fatigue strengths of natural rubber (NR), specially developed natural rubber (NR) and ethylene propylene diene monomer (EPDM) rubber were investigated after various aging processes. During the study, the static and dynamic stiffness values of the rubber materials were examined before and after conditioning. After conditioning, the fatigue tests of the rubber compounds were performed. As a result of the tests, it was found that specially developed natural rubber is as resistant as EPDM to temperature and has good mechanical properties as NR. Specially developed NR rubber is more resistant to temperature and it is aimed to be used in working environments where temperature resistance is required due to its good mechanical properties.

Keywords: Rubber, Fatigue, Environmental conditions, Static stiffness, Dynamic stiffness.

1. GİRİŞ

Doğal kauçuk (NR), sahip olduğu yüksek mekanik dayanımı,düşük sönümleme karakterleri nedeniyle pek çok sektörde titreşim ve şok sönümleyici olarak kullanılan bir kauçuk türüdür. Örneğin; otomotiv sanayisinde, dinamik uygulamalarda sergiledikleri yorulma dayanımlarından dolayı, motor takozlarının üretilmesinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Ancak yüksek sıcaklıklara dayanımları, yağ/yakıt dayanımı ve yaşlanma dayanımlarına karşı dirençlerinin az olması doğal kauçukların kullanım alanlarını sınırlamaktadır (Sommer,2013). Etilen propilen dien monomer (EPDM), ana zincirinin doymuş yapıda olmasından kaynaklı, ozon ve ultraviyole (UV) dayanımı oldukça yüksek bir kauçuk türüdür. Çevresel koşullardan zorlayıcı etkilere sahip, oksijen ve ozona dayanımları sayesinde

yaşlanmaya karşı ömürleri uzundur. Isıl kararlılıkları ve yüksek sıcaklıklara dayanımları nedeniyle cam fitili, pencere contası, hortum, kemer gibi örnekleri endüstriyel alanda çok sayıda kullanılmaktadır. EPDM, doğal kauçuk ile karşılaştırıldığında mekanik ve yorulma dayanımları oldukça zayıf kalmaktadır (Spanos ve Beelen,2014), (Spanos ve Beelen,2015). Otomotiv sektörünün zorlu şartlarının başı çektiği endüstriyel alanlarda kullanılan malzemelerin yüksek sıcaklığa dayanımları ve bu dayanımlara karşı mekanik özelliklerinin kaybedilmemesine yönelik son yıllarda kullanıcı istekleri oluşmaktadır (Spanos ve Beelen,2014). Otomotiv sanayisinde ortalama performanstaki motor bağlantılarında kullanılan kauçuk bazlı parçaların 130°C'lik bir sıcaklığa maruz kalması gerektiği değerlendirilmiştir. Çalışma sırasında oluşabilecek sıra dışı durumlarda bu sıcaklıklar daha yükseklere çıkabilmekte ve parçaların bu sıcaklıklara dayanması gerektiği istenmektedir (Sommer,2013). Gelişen ve rekabetin fazla olduğu otomotiv sanayisinde verilen garantilere bağlı oluşan endüstriyel kısıtlamalar ve doğal kauçuğun yüksek sıcaklıklarda hızlı deformasyona uğraması nedeniyle yeni kauçuk geliştirilmesine zemin hazırlamıştır (Dick,2014), (Spanos ve Beelen,2014).

Herhangi bir sistem içerisinde kullanılan parçalar, kullanım sıralarında tekrarlayan yükler tarafından zorlanırlar. Bu tekrarlı gerilmeler, parçaları uygulanan gerilme dayanımlarından küçük olmasına rağmen belirli bir tekrar sayısından sonra parçada çatlaklara ve kopmalara neden olabilmektedir. Mekanik arızaların çoğunluğu yorulma adı verilen bu durumdan kaynaklanmaktadır. Yorulma olayı genellikle iç yapıda mevcut kusurlar civarında oluşan yerel gerilme yığılmalarından kaynaklanmaktadır. Yorulma olayında çatlama yüzeydeki bir pürüzde, bir çentikte, bir çizikte, bir kılcal çatlakta veya kesit değişimlerinin olduğu yerde başlar. Yorulma olayında parçaya dışarıdan uygulanan mekanik kuvvetlerin yanında ısıl genleşme ve büzülmelerden doğan ısıl gerilmeler de etki eder. Bu ana etkenlerin dışında yüzey kalitesi, korozyon, sıcaklık, aşırı yükleme, kalıcı iç gerilmeler, bileşik gerilmeler, gerilme konsantrasyonu, frekans ve mikroyapı çatlak oluşumu için etkendir. Günümüzde yüksek mukavemete sahip yapısal yorulma direncinin arttığı malzemelerin araştırılması ve geliştirilmesi büyük önem kazanmıştır (Gent,2012).

Bu çalışmanın amacı, çevresel koşulların kauçuk malzemelerin yorulma dayanımına olan etkilerinin incelenmesidir. Burada doğal kauçuk (NR), özel geliştirilen doğal kauçuk (Ö-NR) ve EPDM kauçuğu deneysel çalışmalarda kullanılmıştır. Bu çalışmada dinamik özelliklerin farklı ortamlardaki ısıl yaşlandırma öncesi ve sonrasındaki değişimleri ve yorulma dayanımları deneysel olarak incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1.Test Malzemeleri

Bu tez çalışmasında TEKNO KAUÇUK A.Ş. tarafından reçetelendirilmiş üç farklı kauçuk karışım kullanılmıştır. Ö-NR ve EPDM karışımları yarı etkin pişirme (SEV) sistemiyle üretilirken, NR karışımı konvansiyonel pişirme sistemiyle üretilmiştir. Malzemelere ait belirli özellikler Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1.Çalışmalarda kullanılan malzemeler ve özellikleri

Malzeme	**Karışımların Firma Kodu**	**Özellikleri**
Ö-NR	544768	Sertlik: 45 Shore A Yoğunluk: 1,132 g/cm^3 Kopma: 230 kgf/cm^2 Uzama: 622 % Gerilim %100: 10,9 kgf/cm^2 Gerilim %300: 38,7 kgf/cm^2
NR	24090	Sertlik: 45 Shore A Yoğunluk: 1,092 g/cm^3 Kopma: 193 kgf/cm^2 Uzama: 611 % Gerilim %100: 16,4 kgf/cm^2 Gerilim %300: 61,4 kgf/cm^2
EPDM	44030	Sertlik: 45 Shore A Yoğunluk: 1,111 g/cm^3 Kopma: 109 kgf/cm^2 Uzama: 652 % Gerilim %100: 13,4 kgf/cm^2 Gerilim %300: 38,2 kgf/cm^2

2.2.Yöntem

2.2.1 Üretim teknikleri

Test parçaları, 250 ton üretim kapasiteli, 2600 cm^3 enjeksiyon hacmi olan ve enjeksiyon işlemi üstten yapılan Werner marka bir hidrolik pres yardımıyla hazırlanmıştır. Bu parçalar hazırlanırken, sıcaklık 150°C'de sabit tutularak 150 bar hidrolik basınç uygulanmıştır. Bu işlem, test standartlarına uygun boyutlardaki kalıplarda ve reometre eğrilerinden saptanan optimum pişme sürelerine göre gerçekleştirilen vulkanizasyon aşamasıyla sonlandırılmıştır. NR bazlı numuneler geleneksel sülfür vulkanizasyonuna uygun olarak 900 sn, özel NR numuneleri ve EPDM bazlı numuneler yarı-verimli sülfür vulkanizasyonu kullanılarak 600 sn vulkanizasyon süresi belirlenmiştir. Vulkanizasyon sonrası test numunelerinin Shore sertliği 45 ShA'dır.

2.3. Yaşlandırma Koşulları

2.3.1. Hava ortamında yaşlandırma

Kauçuk karışımlarından hazırlanan numunelere 100°C sıcaklıkta ve 72 saat süreyle hava ortamında yaşlandırma yapılmıştır. Bu işlemin ardından statik ve dinamik rijitlik testleri tekrar edilmiş ve sonrasında tüm numunelere yorulma testi yapılmıştır. Yaşlandırma, Nuve marka etüv yardımı ile DIN 53508 standardına uygun şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.3.2.Yağ ortamında yaşlandırma

Kauçuk karışımlarından hazırlanan numunelere 100°C sıcaklıkta ve 72 saat süreyle yağ ortamında yaşlandırma yapılmıştır. Bu işlemin ardından statik ve dinamik rijitlik testleri tekrar edilmiş ve sonrasında tüm numunelere yorulma testi yapılmıştır. Yaşlandırma, Nuve marka etüv yardımı ile DIN 53508 standardına uygun şekilde gerçekleştirilmiştir. Mobil 1 marka 5W-30 incelikteki motor yağı içerisinde numuneler yaşlandırılmıştır.

2.4. Statik ve Dinamik Rijitlik Testleri

Statik ve dinamik rijitlik testleri tek eksenli bir MTS hidrodinamik test makinesi yardımıyla belirlenmiştir. Test cihazı, 0-200 Hz frekans aralığı, ±50 kN kuvvet ve ±60 mm deplasman aralığında çalışmaktadır.

Statik test prosedüründe, test hızı 10 mm/dk, test aralığı ±3 kN olmak üzere, 3 adet çevrim yapıldıktan sonra, ölçüm metodu olarak 4. çevrimdeki kuvvet ortalamasından çizilen eğrinin basma tarafında kalan kolundan değerler alınır. Ortalama kuvvet eğrisi Denklem (2.1)'deki şekilde hesaplanır. Ardından kuvvet-uzama grafiği çizdirilerek ilgili değerlerden Denklem (2.2)'de ortalama uzama(ΔS) ve Denklem (2.3)'de eğim hesabı yapılarak rijitlik (Kz) tespit edilir.

$$\text{Ortalama Kuvvet} = \frac{F_{12} + F_{21}}{2} \quad (2.1)$$

$$\text{Ortalama Uzama } [\Delta S] = \text{S1-S2} \quad (2.2)$$

$$K_Z = \frac{\Delta Kuvvet}{\Delta Uzama} \quad (2.3)$$

2.5. Yorulma Testleri

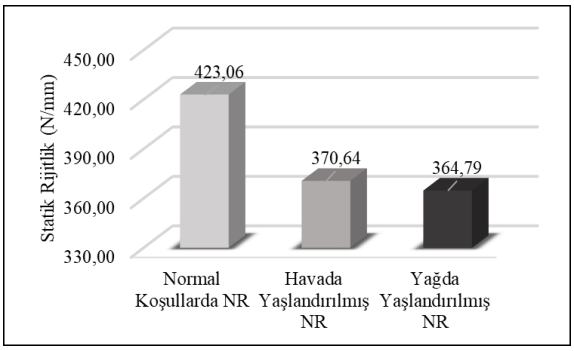
Bu bölümde Tekno Kauçuk A.Ş. tarafından üretilen ve/veya geliştirilen titreşim sönümleyicilerde kullanılan karışımların yorulma performanslarını tanımlamak için kullanılacak test metodu tarif edilmektedir. Sürekli yorulma test makinesi, altı istasyonlu test makinesidir. İstasyonlar elektrik motorları yardımıyla 720 dev/dk hız ile her bir test numunesini makinenin ilgili istasyonundaki alt mili ekseninde döndürmektedir. Testi yapılacak olan karışım kullanılarak üretilmiş iki tarafı pimli silindirik parça test numunesi olarak kullanılmaktadır.Ömür testi 10°, 20° ve 30° açılarda yapılır. Öncelikle 10° lik açı verilen ve 6 adet istasyona bağlı 6 numunenin testi yapılır. Ardından sırası ile 20° ve 30°lik açılarda ve her açı için 6 adet numune olmak üzere tüm test serisi 18 adet numunenin testi bitirilir.Numune üzerindeki yükün %50'den daha aşağı düşmesi (hasarın oluşması) durumunda ilgili istasyon durmaktadır.Bu test hakkında Tekno Kauçuk A.Ş. tarafından yapılmış örnek sonlu elemanlar analizinde (FEA) standart malzeme seviyesi test numunesi geometrisi ile 3 farklı zorlanma seviyesinde (10°, 20°, 30°) gerinim tespit edilmiştir. (10° için %40, 20° için %89, 30° için %161)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

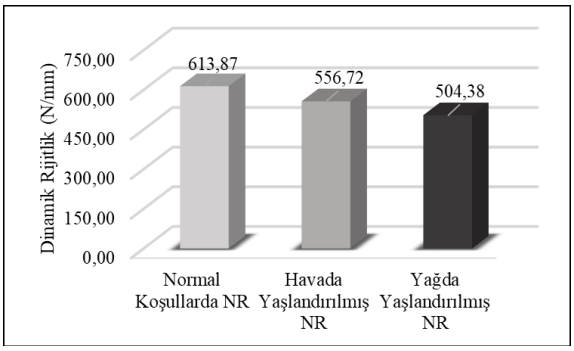
3.1. Statik ve Dinamik Test Sonuçları

Çalışmanın bu bölümünde NR, Ö-NR, EPDM karışımlarından üretilen ömür test takozlarının yaşlandırılmadan önceki statik ve dinamik rijitlikleri yaşlandırma sonrası rijitlikleriyle kıyaslanmıştır. NR'nin genel çalışma sıcaklığı dikkate alınarak yaşlandırma koşulları seçilmiştir. Bu nedenle 100°C'de 72 saat etüv içerisinde hem havada hem de yağda yaşlanmaya maruz bırakılan vulkanizatların yaşlandırma sonrası statik ve dinamik rijitlikleri ölçülmüştür. Yaşlanma öncesi ve sonrası değerlendirmeler yapılmıştır.

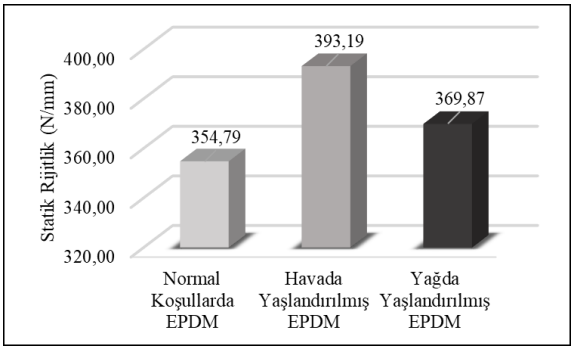
Şekil 1'de NR test numunelerinin havada ve yağda yaşlandırıldıktan sonraki statik rijitliklerinin ve Şekil 2'de dinamik rijitliklerinin karşılaştırılması verilmektedir. NR test numunelerinden; havada yaşlandırılan numunelerde %12 oranında statik rijitlikleri azalırken, yağda yaşlandırılan numunelerde %14 oranında azalma gözlemlenmiştir. 21 Hz'de yapılan dinamik taramadan elde edilen dinamik rijitlikler sonucunda; havada yaşlandırılan numunelerde %9 oranında azalma ve yağda yaşlandırılan numunelerde %18 azalma meydana gelmiştir. NR, birinci bölümdeki anlatımlarda da bahsedildiği gibi yüksek sıcaklıklardan ve yağ gibi apolar akışkandan kaynaklı yaşlanmalara dirençleri oldukça zayıftır. Ayrıca statik ve dinamik rijitliklerin birbirlerinden farklı orandaki değişimleri statik modülün dinamik modüle oranla azalış göstermesinden kaynaklanmaktadır. Bu durumu birinci bölümde vulkanizasyonun ürünler üzerindeki etkileri bölümünde görebilirsiniz. Bölümde verilen grafikte statik modül, dinamik modüle oranla eğimleri karşılaştırıldığında daha fazla artış göstermektedir.



Şekil 1. NR numunelerinin yaşlandırma koşulları sonrasındaki statik rijilik değişimleri

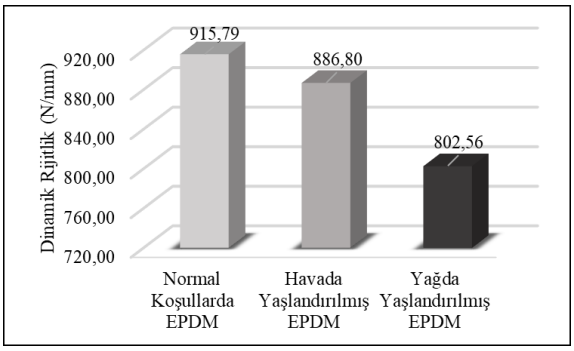


Şekil 2. NR numunelerinin yaşlandırma koşulları sonrasındaki dinamik rijilik değişimleri



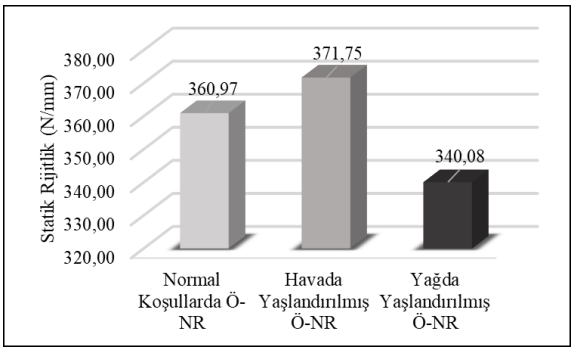
Şekil 3.EPDM numunelerinin yaşlandırma koşulları sonrasındaki statik rijilik değişimleri

Şekil 3'de EPDM test numunelerinin havada ve yağda yaşlandırıldıktan sonraki statik rijitliklerinin ve Şekil 4'de dinamik rijitliklerinin karşılaştırılması verilmektedir. EPDM test numunelerinden; havada yaşlandırılan numunelerde %11 oranında statik rijitlikleri artarken, yağda yaşlandırılan numunelerde %4 oranında artma gözlemlenmiştir. 21 Hz'de yapılan dinamik taramadan elde edilen dinamik rijitlikler sonucunda; havada yaşlandırılan numunelerde %3 oranında azalma ve yağda yaşlandırılan numunelerde %12 azalma meydana gelmiştir. EPDM numuneleri bozunma reaksiyonunda çapraz bağlanma göstermiştir. Böylece EPDM numuneler statik rijitlik olarak artma eğiliminde olmuşlardır. Ancak dinamik rijitlik sonuçlarına bakıldığında rijitlik azalma yönündedir. Dinamik koşullarda EPDM malzemelerin iç sürtünmelerden kaynaklı yüzey sıcaklıkları diğer kauçuk türlerine oranla fazla artmaktadır. Yüzeyde ve malzemede gerçekleşen bu sıcaklık artışı malzemenin ekstra olarak yaşlanmasına ve bozunmasına neden olmaktadır. Yapmış olduğumuz çalışma da bu anlatılanlara paralellik göstererek dinamik rijitliklerin azalma eğilimini açıklamaktadır.

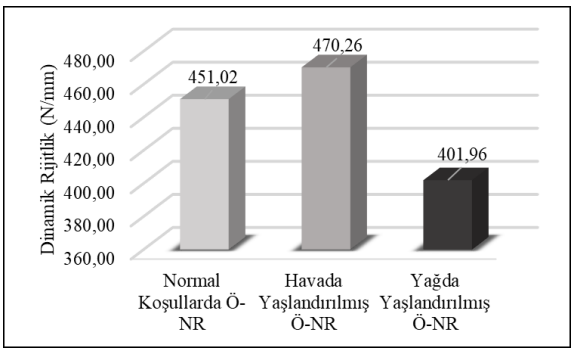


Şekil 4.EPDM numunelerinin yaşlandırma koşulları sonrasındaki dinamik rijilik değişimleri

Şekil 5'te Ö-NR test numunelerinin havada ve yağda yaşlandırıldıktan sonraki statik rijitliklerinin ve Şekil 6'da dinamik rijitliklerinin karşılaştırılması verilmektedir. Ö-NR test numunelerinden; havada yaşlandırılan numunelerde %3 oranında statik rijitlikleri artarken, yağda yaşlandırılan numunelerde %6 oranında azalma gözlemlenmiştir. 21 Hz'de yapılan dinamik taramadan elde edilen dinamik rijitlikler sonucunda; havada yaşlandırılan numunelerde %4 oranında artma ve yağda yaşlandırılan numunelerde %11 azalma meydana gelmiştir. Ö-NR numuneler, SEV vulkanizasyondan kaynaklı yapısında EPDM numunelerde de gördüğümüz çapraz bağlanma göstermişlerdir. Böylece havada yaşlandırılmış numunelerin rijitlikleri normal koşullardakilere göre artmıştır. Ancak apolar akışkanlara karşı dirençleri az olduğundan yağ ortamında rijitlikler azalma eğilimde oldukları gözlemlenmiştir. Ancak CV sistemi ile vulkanize edilen numunelere oran ile kıyaslatıldığında rijitlik kaybı daha azdır.



Şekil 5.Ö-NR numunelerinin yaşlandırma koşulları sonrasındaki statik rijilik değişimleri



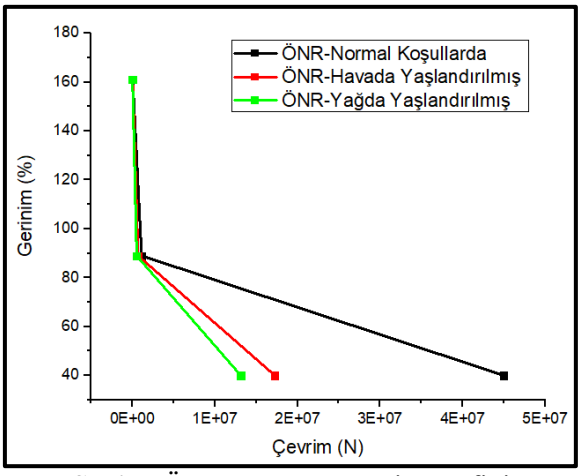
Şekil 6.Ö-NR numunelerinin yaşlandırma koşulları sonrasındaki dinamik rijilik değişimleri

3.2. Yorulma Test Sonuçları

Bu bölümde farklı koşullarda yaşlandırılmış NR, EPDM ve Ö-NR numunelerine ait yorulma test sonuçları sunulmuştur. Tablo 2'de Ö-NR'a ait yorulma test sonuçları ve bu sonuçlara bağlı olarak Şekil 7'de Ö-NR numunelerinin gerinim-çevrim grafiği gösterilmiştir.

Tablo 2. Ö-NR yorulma test sonuçları

Gerinim (%)	Eğilme Açısı (°)	Ö-NR Çevrim (N)	Ö-NR Havada Yaşlandırılmış 100°C 72h Çevrim (N)	Ö-NR Yağda Yaşlandırılmış 100°C 72h Çevrim (N)
40	10	5,E+07	2,E+07	1,E+07
89	20	1,E+06	7,E+05	5,E+05
161	30	3,E+04	1,E+04	8,E+03

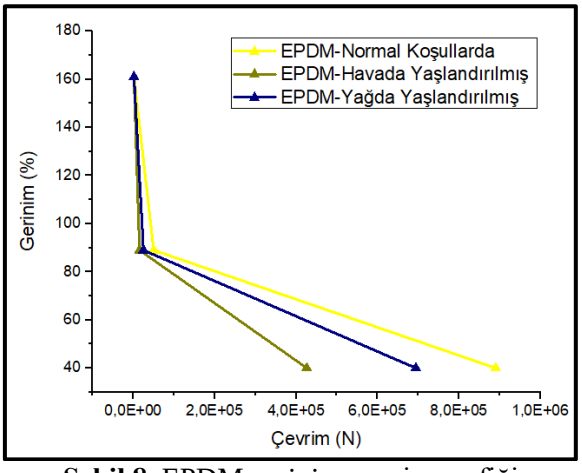


Şekil 7.Ö-NR gerinim-çevrim grafiği

Ö-NR numuneler kimyasal yapıları gereği NR ile özdeş özellikler sergilemektedirler. NR numunelerinden farkları SEV vulkanizasyon sistemi ile pişirilmeleridir. Bu durumdan ötürü mekanik özellikleri NR kadar iyi olup çevresel koşullara karşı dayanımları daha fazladır. Ancak NR malzemelerde olduğu gibi apolar akışkanlara karşı zayıf direnç göstermektedirler. Ö-NR numunelerinin anlatılan özellikleri yorulma testlerinden elde edilen sonuçlar ile doğrulanmıştır.
Tablo 3'de EPDM'ye ait yorulma test sonuçları ve bu sonuçlara bağlı olarak Şekil 8'de EPDM numunelerinin gerinim-çevrim grafiği gösterilmiştir.

Tablo 3. EPDM yorulma test sonuçları

Gerinim (%)	Eğilme Açısı (°)	EPDM Çevrim (N)	EPDM Havada Yaşlandırılmış 100°C 72h Çevrim (N)	EPDM Yağda Yaşlandırılmış 100°C 72h Çevrim (N)
40	10	9,E+05	4,E+05	7,E+05
89	20	5,E+04	2,E+04	3,E+04
161	30	2,E+03	2,E+03	2,E+03



Şekil 8. EPDM gerinim-çevrim grafiği

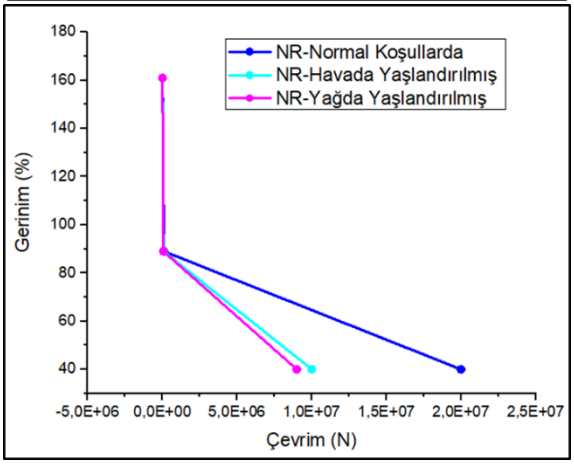
EPDM malzemeler, NR malzemelerle kıyaslandığında mekanik özellikler bakımından üstün özellikler göstermemektedirler. Ancak yaşlandırma ortamında çevresel koşullara karşı dirençleri NR'ye oranla

oldukça fazladır. Statik-dinamik test sonuçlarına bakıldığında havada yaşlandırılan numunelerin rijitlik değerleri artmaktadır ve bu duruma yaşlandırma koşullarından kaynaklı ilave çapraz bağ oluşumlarının sebep olduğu yorumlanmıştır. Artan rijitlik ile iç sürtünmelerin artması sonucunda havada yaşlandırılmış EPDM numuneler, yorulma testi sırasında malzeme ekstra sıcaklık kazanarak yorulma ömrünü kısaltmıştır. Yağda yaşlandırılmış numuneler statik-dinamik test sonuçlarına bakıldığında rijitlikleri azalmıştır. Yağın EPDM içerisinde kayganlaştırıcı etki göstererek çapraz bağlar arasındaki sürtünmeleri azalttığı düşünülmektedir. Bununla birlikte malzemenin rijitliğinin azalması ile esneklik kazanarak yorulma ömrü havada yaşlandırılmış numunelere kıyasla uzamıştır.

Tablo 4'te NR'ye ait yorulma test sonuçları ve bu sonuçlara bağlı olarak Şekil 9'de NR numunelerinin gerinim-çevrim grafiği gösterilmiştir.

Tablo 4. NR yorulma test sonuçları

Gerinim (%)	Eğilme Açısı (°)	NR Çevrim (N)	NR Havada Yaşlandırılmış 100°C 72h Çevrim (N)	NR Yağda Yaşlandırılmış 100°C 72h Çevrim (N)
40	10	2,E+07	1,E+07	9,E+06
89	20	1,E+05	8,E+04	6,E+04
161	30	8,E+03	5,E+03	4,E+03



Şekil 9. NR gerinim-çevrim grafiği

NR malzemeler mekanik olarak üstün özellikler sergilemelerinin aksine çevresel koşullardan kaynaklı yaşlanma dirençleri oldukça azdır. CV vulkanizasyon sistemi ile pişirilmiş numunelerin apolar akışkan olan yağa karşı dirençleri oldukça azdır. Bu nedenden ötürü ömür direnci havada yaşlandırılan numunelere kıyasla oldukça azalmıştır. Bütün numunelerin yorulma sonuçlarından da görüleceği üzere yaşlanan NR numuneler oldukça ömür dayanımlarından kaybetmişlerdir. Ancak SEV vulkanizasyonu ile geliştirilen Ö-NR numuneler, NR numunelere oranla çevresel koşullara dayanım direnci kazanarak ömür dayanımında NR numunelerin aynı ortamdaki yaşlanmış olanlarına kıyasla daha dirençli oldukları gözlemlenmiştir. EPDM numuneler seçilen koşullandırma parametreleri nedeniyle fazla ön plana çıkamamışlardır. Koşullandırma süresi uzun tutulsaydı NR numunelerin önüne geçebilecekleri düşünülmektedir.

4. SONUÇLAR

Statik-dinamik rijitlik değişimleri incelendiğinde; NR test numuneleri, hem havada hem de yağda yaşlandırılan diğer kauçuk türlerine kıyasla, statik ve dinamik rijitlik değerleri belirgin bir azalma eğilimi göstermektedir. Bu durum NR kauçuğunun, yüksek sıcaklık ve yağ gibi apolar bir akışkanın sebep olduğu yaşlanmalara karşı direncinin oldukça zayıf olmasıyla açıklanmaktadır. Yağda yaşlandırılan numunelerin sitatik rijitlik değerindeki azalma %14 iken dinamik rijitlik değerinin %18'dir ve bu durum dinamik rijitliğin daha fazla azalma eğiliminde olduğunu ifade etmektedir. EPDM test numuneleri, bozunma reaksiyonu sırasında ek çapraz bağlar oluşturarak statik rijitlik değerlerinin hem havada hem de yağda artmasına sebep olmuştur. EPDM'nin test sırasında iç sürtünmeden kaynaklanan yüzey ve malzeme sıcaklığı artışı diğer kauçuk türlerine göre daha fazladır.

Bunun sonucu olarak malzeme daha fazla bozunma ve yaşlanmaya maruz kalarak dinamik rijitlik değerlerini %4 ve %11 oranında azaltmaktadır. Ö-NR test numunelerinde ise, hava ortamındaki statik ve dinamik rijitlik değerleri SEV vulkanizasyonunun sağladığı çapraz bağlarla arttırılmaktadır. Ancak yağ gibi apolar bir akışkan varlığında daha az direnç göstererek statik ve dinamik rijikliklerinin azaldığı görülmektedir. Ö-NR numunelerin yağ ortamındaki rijitlik kaybı, statik koşullarda %6 ve dinamik koşullarda %11 azalma değerleriyle diğer CV sistemi ile vulkanize edilen numunelere oranla üstünlük sağlamaktadır.

Yorulma sonuçları incelendiğinde; yaşlandırılan NR numunelerinin ömür dayanımlarında belirgin bir azalma görülmüştür. Ancak SEV vulkanizasyonu ile geliştirilen Ö-NR numuneler, çevresel koşullara karşı dayanım direnci kazanarak, aynı ortamda yaşlandırılan NR numunelerine oranla daha fazla ömür dayanımı göstermişlerdir. EPDM numuneler, seçilen koşullandırma parametreleri nedeniyle ömür dayanımı açısından istenildiği kadar ön plana çıkamamışlardır. Koşullandırma süresi daha uzun tutulursa, NR numunelerin önüne geçebilecekleri düşünülmektedir.

Bu çalışma boyunca kazanılan bilgi ve deneyimler ışığında, ileride yapılabilecek çalışmalara katkı sağlaması amacıyla aşağıda birtakım öneriler sunulmaktadır:

- NR kauçuğunun üstün mekanik özellikleri dinamik uygulamalar için çok değerlidir. NR gerekli olan bu sıcaklık ve çevre şartlarına karşı istenilen özellikleri vermekte zorlanmaktadır. Bu çalışmada, vulkanizasyon sistemindeki değişim ile elde edilen Ö-NR kauçuğunun NR'ye oranla daha dirençli olduğu gözlemlenmiştir. Vulkanizasyon sistemine karışım malzemelerinin etkisini görebilmek amacıyla farklı dolgu maddeleri denenebilir. Kauçuk karışım içerisine eklenen dolgu maddeleri ve çevresel koşullara dayanım için ilave edilen maddelerle oluşturulan yeni karışımlar, müşteri isterlerini karşılayabilir.
- Çalışma için NR kauçuğunu zorlamak adına çevresel parametreler belirlenmiştir. Bu parametreleri belirlenmesinde sıklıkla karşılaşılan müşteri isterleri de etkili olmuştur. Parametreler gereği EPDM kauçuğu diğer numunelere karşı önemli değişim ve direnç gösterememiştir. Sürenin uzatılması, sıcaklıkların arttırılması EPDM'yi ön plana çıkaracaktır. Ayrıca kauçukların kullanım alanlarına yönelik ozon ve UV testleri de gerçekleştirilerek rijitlik değişimi ve ömür dayanımı üzerine çalışılabilir. Test sistemlerinin, yorumlama üzerindeki etkileri kauçuk malzemeler için önemli parametrelerdir. Test cihazlarında kullanılan frekansların değişimi ile malzeme iç sürtünmelerinden kaynaklı ömür dayanımının değişimi literatür kaynaklarında da görülmüştür. Çeşitli kauçuklara farklı frekanslara bağlı yorulma testleri yapılarak ömür dayanımlarında yeni sonuçlar ortaya konulabilir.

TEŞEKKÜR

Tekno Kauçuk A.Ş. vermiş oldukları, hem malzeme desteği hem de gerekli test alt yapısını bizlere sağladığı için çok teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Dick J.(2014), *How to Improve Rubber Compounds*, 2. Edition,Munich: Hanser Publishers.

Gent A. N.(2012), *Engineering with Rubber: How to Design Rubber Components*, 3rd ed., Munich: Hanser Publishers.

Sommer J.(2013), *Troubleshooting Rubber Problems*, 1. Edition, Munich: Hanser Publishers,

Spanos P., Beelen J.(14-16 October 2014), *NR Replacement by Ultra High Molecular Weight EPDMin Dynamic Application*,Nashville: 186th Technical Meeting of the Rubber Division ACS.

Spanos P., Beelen J., Gögelein C., Duin M., Aar N.(12-15October 2015), *Formulating Ultra HighMolecular Weight EPDMto Match NR Fatigue and Dynamic Performance*, Clevelant: 188th Technical Meeting of the Rubber Division ACS.

PLAKLARI YERLEŞTİRMEDE KULLANILAN KORTİKAL VİDALARI ÖNYÜKLEME DEĞERLERİNİN KEMİK VE PLAK ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Talip Çelik[1*]
[1*]Kocaeli Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye
celiktlp@gmail.com

Özet

Kemik, kırık bölgesinde kendini tamir edebilme özelliğine sahiptir. Kemik birbirine kaynayabilmesi için kırık bölgesinin sabit tutulması gerekir. Bunun için internal veya eksternal fiksatörler kullanılmaktadır. İnternal fiksatörlerde en yaygın kullanılan plaklardır. Kırık tedavisinde plakların kullanımı 18. yüzyıllara dayanmaktadır. O zamandan bugüne birçok implant tasarımları geliştirilmiştir. Ancak son 20 yılda kemik iyileşmesinde mekanik faktörlerin etkisi anlaşıldığında dinamik plak tasarımları ön plana çıkmıştır. Plaklar kemiğe kortikal vidalar ile sabitlenir ve kırık bu şekilde stabilite kazandırılır. Kemiğe gelen eksenel yükler plak üzerinden kemiğe aktarılır. Kemik plaklarının mekanik hasarı sık karşılaşılan bir sorundur. Bu sorunun ana sebebi travma, yani ani yükleme sonrasında plak kırılmalarıdır. Mekanik açıdan bakıldığında plak kırılmaları plak üzerindeki gerilmelerin artması ile gerçekleşir. Normal tekrarlı yükler altında da yorulma kırılması meydana gelebilir. Literatüre bakıldığında plak kırılmaları üzerine çalışmalar plak tasarımı üzerine yoğunlaşmıştır. Fakat, plakların femur kemiğine sabitlemede kullanılan kortikal vidaların sıkma kuvvetleri plak kırılmaları üzerine etkisi incelenmemiştir. Bu çalışmada, kortikal vida önyüklerinin kemik plakları üzerine etkisi araştırılması amaçlanmıştır. Bunun için plak tasarımı yapılmış ve sonlu elemanlar analizi için sınır şartları tanımlanmıştır. Önyükleme değerleri 100 N, 500 N, 1000 N, 1500 N ve 2000 N olmak üzere seçilmiştir. Değerlendirme kriterleri olarak, kemik ve plak üzerindeki gerilmeler incelenmiştir. Ayrıca kırık hattındaki stabiliteyi incelemek için total deformasyon miktarları dikkate alınmıştır. Sonuçta vida önyük değerleri arttıkça kemikte ve vidalarda gerilmeler artarken, plakta ise azalmaktadır. Ayrıca, vida önyük değerleri artarken deformasyon miktarı azalmaktadır. Dolayısıyla stabilite artmaktadır. Sonuç olarak, kortikal vidalarının önyükleme değerleri arttıkça vida ve kemikte hasar riski artmakta, plaklarda ise azalmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Plak, kortikal vida, vida önyükü, kemik kırığı

THE EFFECTS OF PRELOAD VALUES USED ON PLATE PLACEMENT FOR BONE FRACTURES

Abstract

The bone has the ability to repair itself in the fracture site. The fracture site must be kept constant so that the bone can fuse together. Internal fixators are used for this purpose. Plates are the most commonly used implants in the internal fixators. The use of plates in the treatment of fractures dates back to the 18th century. Since then many implant designs have been developed. However, in the last 20 years, when the effect of mechanical factors on bone healing is understood, dynamic plate designs have come to the forefront. The plates are fixed to the bone with cortical screws and the fracture is thus stabilized. Axial loads to the bone are transferred to the bone via the plate. Mechanical damage to bone plates is a common problem. The main cause of this problem is trauma, that is, plate breaks after sudden loading. From a mechanical point of view, plate failures occur with increasing stresses on the plate. Fatigue fracture may also occur under normal repeated loads. In literature, studies on plate breaks have focused on plate design. However, the effect of cortical screws used for fixing the plates to the femoral bone on the preloads of the plate fractures has not been studied. The aim of this study was to investigate the effect of cortical screw preloads on bone plates. For this purpose, the plate was designed and boundary conditions for finite element analysis were defined. The preload values are selected as 100 N, 500 N, 1000 N, 1500 N and 2000 N. Stresses on bone, plaque and fracture surfaces were evaluated as evaluation criteria. In addition, total deformation values were taken into consideration to investigate the stability of the fracture line. As a result, while the preload values

increased, the stresses on the bone and screw also increased. However, stresses on the plates were decreased according to changes of the preload values. Besides, the deformation was decreased while the preload values was increased. In conclusion, the failure risk of bone and screw were increased, the plate failure risk was decreased as the preload values of the screws were increased.

Keywords: Plate, cortical screw, screw pretension, bone fracture

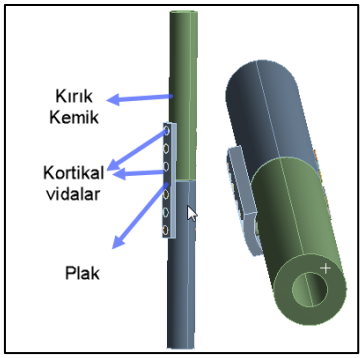
1. GİRİŞ

Femur ve tibia gibi uzun kemiklerde çok sık kırık oluşabilmektedir. Kemik kırıklarının tedavisinde kırık bölgesi sabitlenerek kırığın iyileşmesi amaçlanır. Cerrahlar bu sabitleme işleminde internal veya ekternal sabitleme yöntemlerini yaklaşık 100 yıldır kullanmaktdırlar. İnternal sabitleme yöntemlerinde ise en çok plaklar kullanılmaktadır (Casstevens et al. 2012).

Kırık sabitlemelerinde kullanılan plaklarda gevşeme önemli bir sorundur (Feng et al. 2019). Başarılı bir sabitleme ve tedavi için bu gevşeme ve hasar mekanizmasının çok iyi tespit edilmesi gerekmektedir. Aşırı yükleme ve ani aşırı yükleme sebepleriyle plak, vida veya kemikte hasarlar oluşmaktadır (Feng et al. 2019). Ayrıca stres kalkanı olayı sebebiyle vida gevşemesi görülmektedir. Diğer yandan kırık hattının stabilitesi kemik birleşiminin gerçekleşmesi için hayati öneme sahiptir (Gefen 2001). Kemiğe gelen yükler kırık hattında plak üzerinden aktarılır. Burada kuvveti aktarırken oluşacak gerilmelere dayanabilecek biyouymlu malzemeler kullanılmaktadır. Ayrıca, plaklar kemiğe kortikal vidaları ile sabitlenmektedir. Plak veya vida hasarları, vida gevşeme sorunları literatürde araştırılmış ve yeni yöntemler ile plak yerleştirme, plak optimizasyonu gibi çalışmalar ile bu sorunlar çözülmeye çalışılmıştır (Feng et al. 2019; MacLeod, Simpson, and Pankaj 2014; Fouda, Mostafa, and Saker 2019). Fakat, plaklar vida ile yerleştirilirken oluşan vida önyükleme değerlerinin plaklara, kemiğe ve vidalara etkisi incelenmemiştir. Bu çalışmada, plak yerleştirmede kullanılan kortikal vidaların ön yükleme değerlerindeki değişimin vida, plak ve kemik üzerine etkisi sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmiştir. Bu sayade vida önyüklerinin vida, plak ve gevşeme riskleri üzerinde etkisi değerlendirilmiştir.

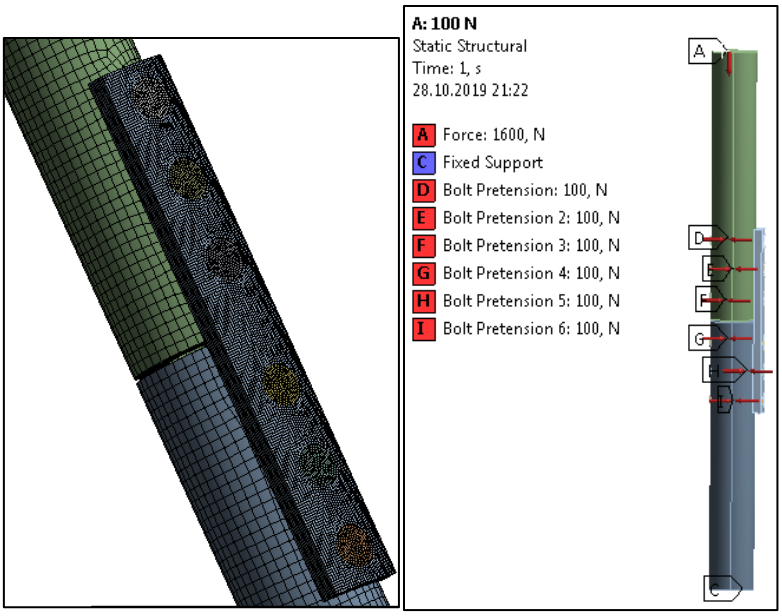
2. MATERYAL VE METHOD

Kemik modeli basitleştirilmiş olarak çizimi sonlu elemanlar analiznde kullanılan bir yöntemdir (Gefen 2001; MacLeod, Simpson, and Pankaj 2014; Fouda, Mostafa, and Saker 2019). Bu çalışmada da kemik modeli basitleştirilmiş şekilde SolidWorks yazılımı yardımı ile modellenmiştir. Pla tasarımı yine bu program vasıtası ile yapılmı ve montaj modülü ile modeller birleştirilmiştir (Şekil 1). Modeller sonlu elemanlar analizleri için Ansys yazılımına aktarılmıştır. Kemik malzemesi için femur kemiğinin mekanik özellikleri olan elastiklik modülü 17 Gpa ve v= 0.33 değerleri seçilmiştir. Plak ve vida malzemeleri 316L paslanmaz çeliğin malzeme özellikleri olan elastiklik modülü 190 GPa ve poisson oranı 0.3 girilmiştir (Celik et al. 2017). Kemik-vida, vida-plak kontakları bonded (yapışık), kemik-plak kontağı sürtünmesiz (frictionless) olarak tanımlanmıştır. Element tipi olarak hexdominant element seçilmiş ve yakınsama çalışması yapılmıştır. Yakınsama çalışması sonucunda kemik için 2 mm, vida ve plate için 0.5 mm element boyu belirlenmiştir. Ağ örgüsü oluşmasından sonra yaklaşık 570,000 düğüm noktası (node), 148,000 element oluşmuştur.



Şekil 6. Kırık kemik ve plak ile sabitlenmiş modeli

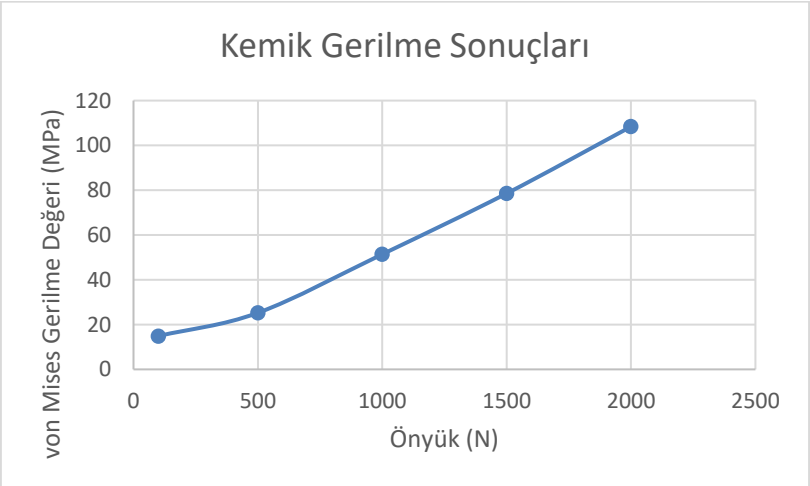
Sonlu elemanlar modelinde sınır şartları Şekil 2 gösterildiği gibi distalden sabitlenmiş ve proksimalden 1600 N'luk kuvvet uygulanmıştır. Ayrıca, çalışmanında amacı olan vida ön yükleme değerleri 100 N, 500 N, 1000 N, 1500 N ve 2000 N olarak farklı farklı programa tanıtılıp analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 7. Sonlu elemanlar modeli (solda) ve sınır şartlar (sağda)

3. SONUÇ

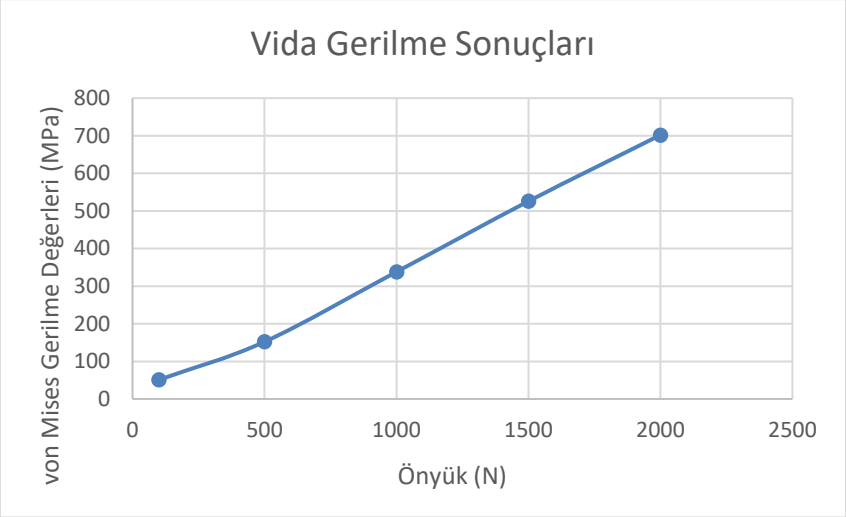
Sonuçları değerlendirmek için 4 farklı değerlendirme kriteri belirlenmiştir. Bunlar, kemikte, vidada ve plakta oluşan gerilmeler ve deformasyon miktarıdır. Şekil 3'te kemik üzerinde oluşan gerilme değerleri grafiği verilmiştir. Bu grafikte vida önyük değeri arttıkça kemik üzerindeki gerilmeler artmaktadır. Maksimum kemik üzerinde oluşan gerilme değeri 108,39 MPa olarak hesaplanmıştır. Bu değer kemik için kritik bir değerdir. Kemik mikro hasarı oluşmasına sebep olur ve sonrasında vida gevşemesi oluşabilir.



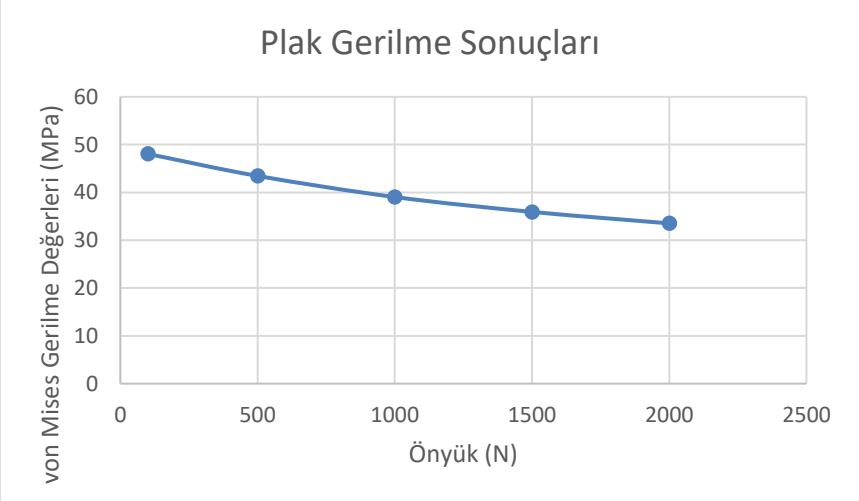
Şekil 8. Kemik üzerinde oluşan gerilme değerleri ile uygulanan vida önyükleri grafiği

Şekil 4'te ise kortikal vidalar üzerinde oluşan gerilmeler ile vida önyük değerlerinin grafiği verilmiştir. Bu grafiktende anlaşılacağı üzere lineer bir artış görülmektedir. Vida önyük değeri arttıkça vidalar üzerinde gerilmeler yükselmektedir. Öyle ki, vida gerilmeleri malzemenin akma mukavemetini geçmektedir. Özellikle 1500 ve 2000 N önyükleme değerleri kritiktir ve vida hasarlarına sebep olabilir. Bu sebeple vida önyükleme değerleri cerrahlar tarafından kontrol edilebilecek cihazlar geliştirilmeli veya bu tarz cihazlar cerrahlar tarafından kullanılmalıdır.

Şekil 5'te plak üzerindeki gerilmeler ile vida önyük değerleri arasındaki ilişki verilmişitir. Burada vida önyük değerleri ile plak üzerindeki gerilmeler arasında ters bir ilişki mevcuttur. Vida önyük değeri arttıkça plak üzerindeki gerilmeler azalmaktadır. Bunun sebebi maksimum plak gerilmeleri vida deliklerinde oluşmaktadır. Bu gerilmeler vida önyük değeri arttıkça daha düzgün yayılmakta ve maksimum gerilme değeri azalmaktadır. Ancak geilme değerleri arasında çok büyük farklar yoktur. Gerilmeler 43 ile 33 Mpa arasında değişmektedir.

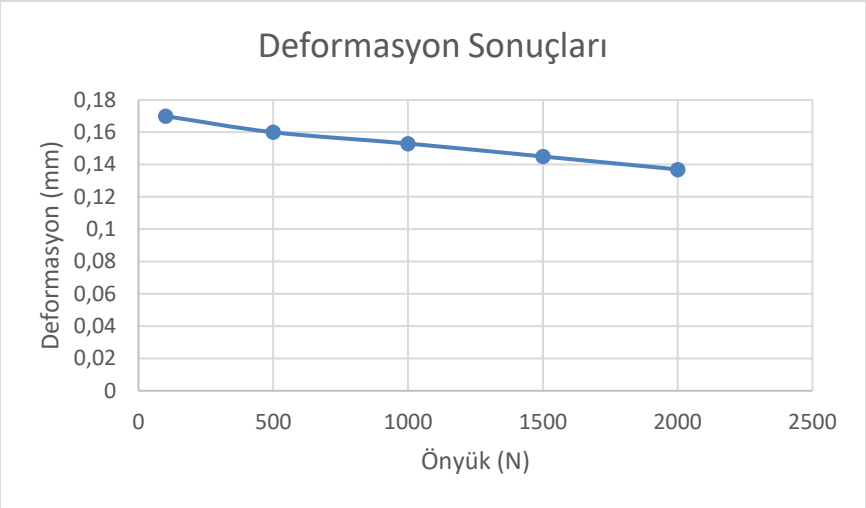


Şekil 9. Vida üzerinde oluşan gerilme değerleri ile uygulanan vida önyükleri grafiği



Şekil 10. Plaka üzerinde oluşan gerilme değerleri ile uygulanan vida önyükleri grafiği

Şekil 6'da ise vida önyükleme değerleri ile deformasyon arasındaki ilişki verilmiştir. Burada da ters bir ilişki mevcuttur. Vida önyük değerleri arttıkça deformasyon miktarı azalmaktadır. Bu da vida ne kadar çok sıkılırsa kırık stabilitesi o kadar iyi sağlanır sonucuna varılabilir. Maksimum deformasyon değeri 0,17 mm ile 100 N vida önyükü uygulandığında elde edilmiştir.En düşük deformasyon ise 0,137 mm ile 2000 N vida önyükleme uygulandığında elde edilmiştir. Vida önyük değeri arttıkça vidanın deforma olabilme kapasitesi azaldığı için plak ile daha stabil durmakta ve deformasyon miktarı azalmaktadır.



Şekil 11. Deformasyon değerleri ile uygulanan vida önyükleri grafiği

4. TARTIŞMA

Kemik kırıklarının tedavi yöntemlerinden en sık kullanılan plak ile kırık sabitleme yöntemi sık olarak cerrahlar tarafından tercih edilmektedir. Plaklarda en sık görülen gevşeme ve plak-vida hasarları genellikle çalışmalarda tasarımsal incelenmiştir (Streubel, Moustoukas, and Obremskey 2013). Bu çalışmada literatürde bulunmayan kortikal vida önyükleme değerlerinin vida gevşemesi ve plak-vida hasarı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Diş hekimliği alanında implant gevşemesinin tespiti ve stabilitesinin ölçümü için özel cihazlar geliştirilmiştir (Snijders, van Wijk, and Lindeboom 2013). Aynı durum ortopedi alanında dikkat edilmemektedir. Genellikle doktorun tecrübesine bağlı olarak vida-plak yerleşimleri gerçekleştirilmektedir. Bu çalışma ile plak yerleşiminde kortikal vidaların önyükleme değerlerinin önemi gösterilmiştir. Çok fazla ön yükleme vida-plak hasarlarına ve gevşemeye neden olurken, yetersiz ön yük ise kırık stabilitesinin düşmesine ve kırık iyileşmesinin gecikmesine veya gerçekleşmemesine neden olmaktadır.

KAYNAKLAR

Casstevens C, Chris MD, Le T, Wyrick J. Management of extra-articular fractures of the distal tibia: intramedullary nailing versus plate fixation. JAAOS-J Am Acad Orthopaedic Surgeons 2012;20(11):675–83.

Bone Resorption Triggered by High Radial Stress: The Mechanism of Screw Loosening in Plate Fixation of Long Bone Fractures

Gefen A. 2001. Dynamic simulations of cancellous bone resorption around orthopaedic fixative implants. Eng Med Biol Soc Proc Ann Int Conf. 2:1491–1493.

Alisdair (http://dx.doi.org/10.1080/10255842.2014.974580)

Fauda, Numerical study of stress shielding reduction at fractured bone using metallic and composite bone-plate models

Casstevens, Chris, Toan Le, Michael T. Archdeacon, and John D. Wyrick. 2012. "Management of Extra-articular Fractures of the Distal Tibia: Intramedullary Nailing Versus Plate Fixation." *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 20 (11):675-83. doi: 10.5435/jaaos-20-11-675.

Celik, T., I. Mutlu, A. Ozkan, and Y. Kisioglu. 2017. "The effect of cement on hip stem fixation: a biomechanical study." *Australasian Physical and Engineering Sciences in Medicine* 40 (2):349-57. doi: 10.1007/s13246-017-0539-1.

Feng, Xiaoreng, Guanghu Lin, Christian X. Fang, William W. Lu, Bin Chen, and Frankie K. L. Leung. 2019. "Bone resorption triggered by high radial stress: The mechanism of screw loosening in plate fixation of long bone fractures." *Journal of Orthopaedic Research* 37 (7):1498-507. doi: 10.1002/jor.24286.

Fouda, N., Rania Mostafa, and A. Saker. 2019. "Numerical study of stress shielding reduction at fractured bone using metallic and composite bone-plate models." *Ain Shams Engineering Journal* 10 (3):481-8. doi: 10.1016/j.asej.2018.12.005.

Gefen, A. 2001. "Dynamic simulations of cancellous bone resorption around orthopaedic fixative implants."1491-3. doi: 10.1109/iembs.2001.1020488.

MacLeod, Alisdair R., A. Hamish R. W. Simpson, and Pankaj Pankaj. 2014. "Reasons why dynamic compression plates are inferior to locking plates in osteoporotic bone: a finite element explanation." *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering* 18 (16):1818-25. doi: 10.1080/10255842.2014.974580.

Snijders, R. S., A. J. van Wijk, and J. A. Lindeboom. 2013. "A comparative study of the Osstell (TM) versus the Osstell Mentor (TM) to evaluate implant stability in human cadaver mandibles." *Journal of Oral Rehabilitation* 40 (10):774-9.

Streubel, Philipp N., Michael J. Moustoukas, and William T. Obremskey. 2013. "Mechanical Failure After Locking Plate Fixation of Unstable Intertrochanteric Femur Fractures." *Journal of Orthopaedic Trauma* 27 (1):22-8. doi: 10.1097/BOT.0b013e318251930d.

FARKLI STEM TASARIMLARININ KEMİK VE STEM ÜZERİNE ETKİLERİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ KULLANARAK İNCELENMESİ

Talip Çelik[1*]
[1*]Kocaeli Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye
celiktlp@gmail.com

Özet
Total kalça protezi ameliyatları yüksek başarı oranına sahip ameliyatlardan birisidir. Genel olarak çimentolu ve çimentosuz olmak üzere iki tür stem kullanılır. Genellikle çimentosuz stem, hasta kemik kalitesi iyi olan genç hastalarda tercih edilir. Çimentolu stemler ise kemik kalitesi daha zayıf yaşlı hastalarda uygulanır. Bu iki yöntemde en sık karşılaşılan sorunlar aseptik (mikropsuz) gevşeme ve stres kalkanı (stress shielding) sorunlarıdır. Bu çalışmada amaç, halihazırda kullanılan çimentosuz stem tasarımı üzerinde değişiklikler yaparak mevcut ve güncellenen tasarımların kemik ve stem üzerine etkilerinin incelenmesi ve buna göre ileriki dönem stem başarısını arttırma yönünde yeni geliştirilecek tasarımlara ışık tutmaktır. Bunun için sonlu elemanlar yöntemi (SEY) seçilmiştir. Femur üç boyutlu modeli MIMICS 12.0 yazılımı kullanılarak modellenmiştir. Stem tasarımları SolidWorks tasarım programı kullanılarak yapılmıştır. SEY için ANSYS Workbench yazılımı kullanılmış ve gerekli sınır şartları tanımlanmıştır. Gerçekleştirilen analiz sonuçları; kontaklar arası hareket miktarı, kontak yüzeylerindeki gerilme dağılımları ve stem üzerinde oluşan gerilmeler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme kriterlerine göre çimentosuz tasarım üzerinde çimento yerleştirilen çukurlar açılarak çimento yerleştirilen stem en iyi sonucu vermiştir. Çimentosuz yöntemle çimentolu yöntem birleşitirilmiş ve en iyi sonuç elde edilmiştir. Bu sebeple yeni tasarlanacak stemlerde karma yöntem kullanılarak tasarım iyileştirimeleri yapılabilir ve stem başarı ömrü uzayabilir.

Anahtar Kelimeler: Total kalça protezi, protez tasarımı, sonlu elemanlar yöntemi

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT STEM DESİGNS ON BONE AND STEM USING FINITE ELEMENT ANALYSIS

Abstract
Total hip replacement surgery is one of the operations with a high success rate. In general, two types of the stem are used, with or without cement. Generally, the cementless stem is preferred in young patients with good bone quality. Cemented stems are used in elderly patients with poor bone quality. The most common problems encountered in these two methods are aseptic (germ-free) relaxation and stress shielding problems. The aim of this study is to examine the effects of existing and updated designs on bone and stem by making changes on the cementless stem design that is currently used and to shed light on new designs to increase stem success in the future. For this, the finite element method (SEY) was chosen. The femoral three-dimensional model was modeled using MIMICS 12.0 software. Stem designs were made using SolidWorks design program. ANSYS Workbench software was used for SEY and required boundary conditions were defined. The results of the analysis; the amount of motion between the contacts, stress distributions on the contact surfaces and stresses on the stem were evaluated. According to these evaluation criteria, pits placed on cement were opened on cementless design and the stem placed on cement gave the best results. The cementless method and the cementitious method were combined and the best results were obtained. For this reason, design improvements can be made by using a mixed-method in the newly designed stem and stem life can be extended.

Keywords: Total hip prosthesis, prosthesis design, finite element metod

1. GİRİŞ

Total kalça ameliyatları yüksek başarı oranına sahip ameliyatlardan birisidir. Uzun süren ağrıların giderilmesinde alternatifi olmayan bir prosedürdür. Genel olarak iki tür protez kullanılır: çimentolu ve çimentosuz. Çimentolu kullanım protez etrafına kemik çimentosu ile sararak kemiğe yerleştirilme şeklidir. Çimentosuz protez ise çimento kullanmadan kemiğe sıkı geçme (press-fit) şeklinde yerleştirilen protezlerdir. Bu iki kullanım arasında protez dayanımı. kullanım süresi ve revizyon açısından belirli bir farklılık yoktur (Abdulkarim et al. 2013). Günümüzde çimentosuz kullanım giderek artmaktadır. Özellikle genç hastalarda ve aktif yaşamı olan hastalarda çimentolu kullanımdan kaynaklanan problemlerin giderilmesi açısından çimentosuz kullanım tercih edilmektedir. Kalça protezinin birincil kararlılığı uzun süreli başarılı tedaviler için önemli bir faktördür. Biricil kararlılığı belirleme yöntemleri farklılık göstermektedir. (Reggiani et al. 2007).

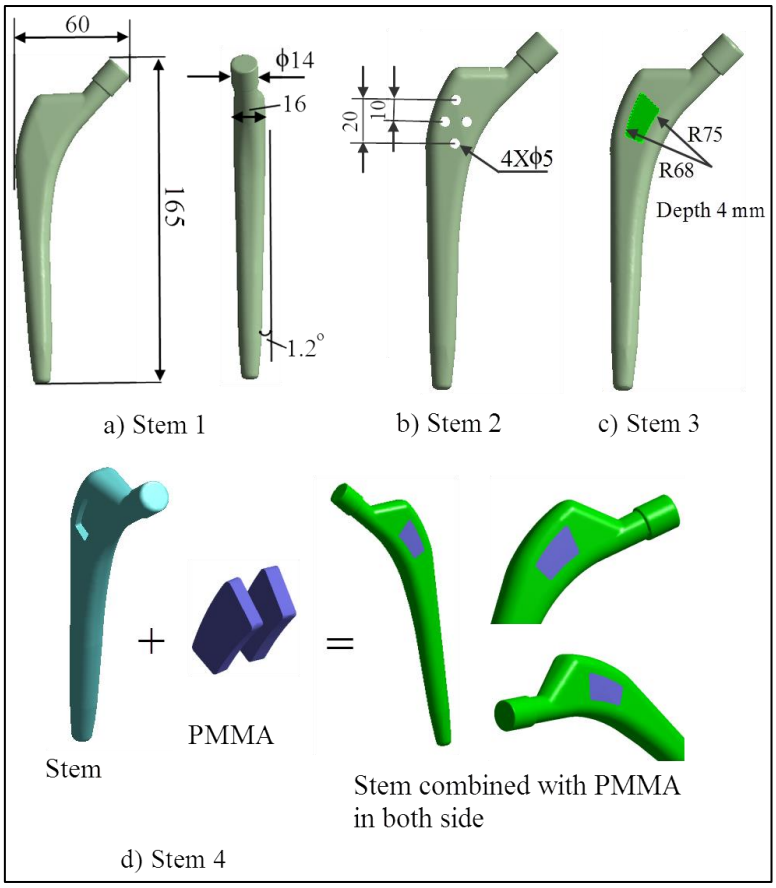
Kemik implant ara yüzündeki mikro hareketlerin birincil kararlılığı belirlemede önemli rol oynamaktadır (Reggiani et al. 2007). Kemik protez arasında hareketin olması protez etrafındaki kemik dokunun şekillenmesinde önemli rol oynar (Jasty et al. 1997). Kemik dokunun proteze tutunumunun (osseointegrasyon) oluşması için kemik protez ara yüzündeki hareket miktarı belli değeri geçmemelidir. 20 mikrondan az miktardaki hareket sadece kemik doku oluşumunu sağlar. 40 mikron ile 150 mikron arası kemik doku ile birlikte fibröz dokunun oluşumuna neden olur. 150 mikron üzeri ise sadece fibröz doku oluşumu tetikler. Fibröz doku protez ile arasında bağı engeller. Bu sebeple aseptik gevşemeye sebep olur (Engh et al. 1992; Jasty et al. 1997). Aseptik (mikropsuz) gevşeme sebepleri; hasta hareket seviyesi, genetik faktörler, vücut ağırlığı, cerrah tecrübesi ve protez tasarımı ve üretim yöntemleri sayılabilir. Özellikle bu faktörlerden protez tasarımı kemik protez tutunumunun (osseointegrasyon) oluşması için çok önemlidir (Reimeringer et al. 2013). Protez tasarımları üzerine yapılan çalışmalar genellikle protez profili ve optimizasyonu üzerine yapılmıştır (Higa et al. 2015; Chanda, Gupta, and Pratihar 2016).

Bu çalışmada mevcut çimentosuz protez tasarımı üzerinde değişiklikler yaparak protez tasarımını iyileştirmek amaçlanmıştır. Bu kapsamda modellenen kemik ve protez modelleri sonlu elemanlar yöntemi ile analiz edilmiştir. Sonuçlarda, protez ve kemikteki gerilmeler vekontaklar arası hareket miktarı incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METHOD

Femur modeli Bilgisayarlı Tomografi görüntülerinden MIMICS 12.0 yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. Çimentosuz kalça protezi modeli SolidWorks yazılımı kullanarak modellenmiş ve bu model üzerinde tasarım değişikleri yapılmıştır. Tasarım iyileştirmesi yapılırken sonuçlarda beklenen iyileşmeler şunlardır; protez stabilitesi arttırılmalı, protez üzerindeki gerilmeler malzeme akma mukavemetini geçmemeli, kemik protez tutunumunu arttıracak girintile ve çıkıntılar oluşturulmalı, çimento kullanımının dezavantajlarını en aza indirmelidir. Bu kapsamda Şekil 1'de dört adet protez tasarımı sunulmuştur. Stem 1 modeli halihazırda mevcut kullanılan stem modeli, stem 2 stem1 modelinde 4 adet delik açılmış, stem3 stem 1 modelinde belirli derinliği olan girinti oluşturulmuş ve stem 4 ise stem 3'teki girinti içerisine çimento yerleştirilmiştir. Protez tasarımları yapıldıktan sonra femur modeli ile SolidWorks programında ameliyattaki gibi yerleştirilmiş ve Ansys Workbench yazılımına aktarılmıştır.

Sonlu elemanlar analizi için protez malzemeleri çimentosuz kalça protezlerinde en çok tercih edilen Ti6Al4V malzemesinin mekanik özellikleri girilmiştir. Kemik çimentosu Polimetilmetakrilat (PMMA) malzemesini mekanik özellikleri tanımlanmıştır. Femur için elastisite modulu ve poisson oranı değerleri BT görüntülerine göre Rho ve ark. çalışmalarında elde edilen formule göre yapılmıştır (Rho, Hobatho, and Ashman 1995).



Şekil 12. Mevcut stem tasarımı (a) ve üzerinde yapılan tasarım değişikleri (b, c, d)

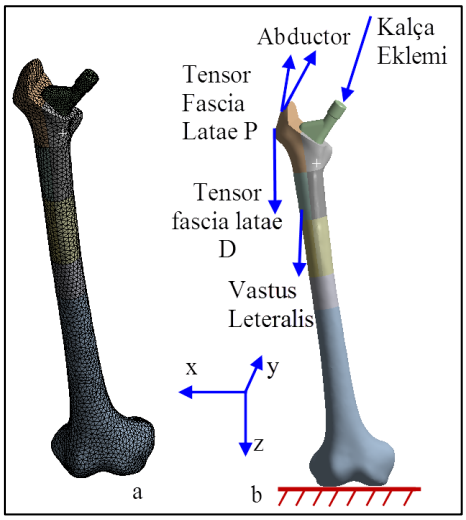
Modellenen stem tasarımları sonlu elemanlar analizi için Tablo 1'de gösterilen tanımlamalara göre femur modeli ile birleştirilmiştir. Bu birleşmede kontak tanımlamaları farklı yapılmıştır. Ameliyat sonrasında 12 aylık dönem sonunda kemik ile protez tam birbirine bağlandığı kabul edilmiş ve bonded kontak tanımlamaları yapılmıştır. Ameliyatın hemen sonraki dönemde kemik ile stem tam birbirine bağlanmadığından debonded kontak tanımlamaları yapılmıştır. Ayrıca bu dönemlerde kemik yoğunluğu değişimi de dikkate alınmıştır. Yapılan çalışmalarda kemik yoğunluğu stem yerleşiminden 12 ay sonra yaklaşık %12 azalmaktadır (Aldinger et al. 2003).

Tablo 8. Sonlu elemanlar model isimleri ve açıklaması

Model Numarası	Model tanımı
Model 1	Femur + Stem1 (ameliyat sonrası)
Model 2	Femur + Stem 1 (12 ay sonrası)
Model 3	Femur + Stem 2 (ameliyat sonrası)
Model 4	Femur + Stem 2 (12 ay sonrası)
Model 5	Femur + Stem 3 (ameliyat sonrası)
Model 6	Femur + Stem 3 (12 ay sonrası)
Model 7	Femur + Stem 4 (ameliyat sonrası)
Model 8	Femur + Stem 4 (12 ay sonrası)

Sonlu elemanlar modelleri yakınsama çalışması yapıldı ve optimum element boyutları kemik için 3 mm, çimento için 0.75 mm ve protez için 1.5 mm olarak belirlenmiştir. Element tipi tetrahedral element tipi seçilmiştir. Kontaklar ameliyat sonrası için kemik ile çimento arası bonded (yapışık), çimento ile stem arası debonded (sürtünmesiz) ve çimento ile stem arası sürtünmeli kontak tanımlanmış ve sürtünme katsayısı 0.3 olarak girilmiştir. 12 ay sonra ise bütün kontaklar bonded kabul

edilmiştir. Sonlu elemanlar modeli sınır şartları Şekil 2'de gösterildiği gibi yapılmıştır. Kuvvet değerleri Tablo 2'de gösterilen değerler alınmıştır.



Şekil 13. Sonlu elemanlar modeli ve sınır şartları

Tablo 9. Sonlu elemanlar modellerine uygulanan kuvvet değerleri

Kuvvet (N)	**F_x**	**F_y**	**F_z**	**$F_{bileşke}$**
Kalça Eklemi	378	230	1603	1669.2
Abductor	-406	-30.1	-605.5	729.7
Vastus leteralis	6.3	129.5	650.3	663.1
Tensor Fascia Latae Lateral part	3.5	4.9	133	133.2
Tensor Fascia Latae Proksimal part	-50.4	-81.2	-92.4	132.9

3. SONUÇ

Sonlu elemanlar analizleri belirlenen şu değerlendirme kriterlerine göre değerlendirilmiştir: Kemik prtoez arası hareket miktarı, protezin temas ettiği kemik kontak yüzeylerinde oluşan gerilme değerleri dikkate alınmıştır. Bu değerler Tablo 3'de gösterilmişitir. Kemik-protez arası hareket miktarı incelendiğinde ameliyat sonrası oluşan mikro hareket miktarı 12 aylık birleşmeden sonra her model için oldukça azalmaktadır. Fakat önemli olan ameliyat sonrası protez femur arası hareket miktarıdır. Çünkü, buradaki hareket ileride oluşacak osseointegrasyon için önem arz etmektedir. Şöyle ki, kontaklar arası hareket miktarı 45 mikron üzerinde kemik ile protez tutunumu gerçekleşmemekte ve gevşeme olmaktadır. Diğer yandan 30-45 mikron arası fibröz dokuoluşmakta ve 30 mikrondan daha az hareketlerde ideal osseointegrasyon oluşmaktadır (Nysted et al. 2014). Buna göre, model 7 en iyi sonucu vermektedir. Yani çimento kullanılan yöntem daha iyi sonuç vermiştir.

Protez üzerinde oluşan maksimum von Mises gerilmesinde ise Model 4 steminde çok yüksek gerilme oluşmuştur. Bunun sebebi çentik faktörü etkisidir. En iyi sonuç yine Model 7'de çıkmıştır. Femur üzerindeki gerilmeler incelendiğinde en yüksek gerilme Model 7'de elde edilmiştir. Fakat elde edilen femur gerilmeleri yaklaşık olarak birbirine yakındır. Kontak yüzeylerinde oluşan gerilmeler incelendiğinde yüksek gerilmeler ameliyat sonraki modellerde elde edilmiştir. Aynı zamanda kontak yüzylerindeki kayma gerilmeleri incelendiğinde Model 4 en yüksek sonucu vermiştir. Yine kompresif gerinim değerlerinde de en yüksek sonuç Model 4'te bulunmuştur. Sonuçları daha iyi anlayabilmek için puanlama sistemi yapılmıştır. Puanlamada beklenen en iyi sonuç 1, en kötü sonuç ise 8 ile değerlendirilmiştir. Tablo 4'te bu puanlama sonuçları yer almaktadır. En düşük değer en iyi sonuçtur. Bu tabloya göre stem 4 tasarımı ve çimentolu kullanım en iyi sonucu vermiştir.

Tablo 10. Sonlu elemanlar analizi sonuçları

	Model 1	**Model 2**	**Model 3**	**Model 4**	**Model 5**	**Model 6**	**Model 7**	**Model 8**
Kemik-Protez temas yüzeyleri hareketi (mikron)	74.4	0.44	67.1	8.6	75	1.6	36.7	0.6
Protez maksimum von Mises Gerilme değerleri (MPa)	183.7	247.8	186.3	1408	183.8	252	182.2	247
Femur maksimum von Mises Gerilme değerleri (MPa)	98.85	88.1	89.7	153	89.5	87	94.5	85.1
Femur-Protez temas yüzeylerinde oluşan von Mises gerilme değerleri (MPa)	98.5	52.1	81	153	84.3	52.6	94.5	52.9
Femur-Protez temas yüzeylerinde oluşan kayma gerilme değerleri (MPa)	49.7	29.8	46.5	85.9	48.3	30.1	53.6	30.2
Femur-Protez temas bölgesinde femur yüzeylerinde oluşan maksimum kompresif gerinim değerleri (%)	1.3	1.33	1.84	9.61	2.03	7.3	1.47	1.22

Tablo 11. Puanlama tablosu

STEM 1		**STEM 2**		**STEM 3**		**STEM 4**	
Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8
31	15	29	44	30	24	29	14
46		73		54		43	

4. TARTIŞMA

Stem tasarımları kalça protezi ameliyatlarının uzun dönem başarısı için çok önemlidir. Çünkü, tasarıma göre kemiğe aktarılan yük dağılımı değişmektedir. Yük dağılımı ne kadar homojen olursa gevşeme riski azalır. Wolff kanununa göre (Ridzwan et al. 2007) kemiğe gelen stres azaldıkça kemik yoğunluğunda azalma meydana gelir ve kemiğin mukavemeti azalır. Bu da stem yerleşimi sonrası dönemde başarısızlık riskini arttırır. Stres kalkanı olarak isimlendirilen bu durum stem tasarımları ile değitirilebilinir. Stem tasarımları üzerinde yapılan çalışmalar genellikle stem profilini değiştirmeye yönelik olmuştur (Higa et al. 2015). Bu durum sorunun çoğunluğunu giderse de halen gevşeme ve stres kalkanı olayları ile karşılaşılmaktadır. Bu sorunu çözebilmek için daha radikal tasarım değişikliklerine ihtiyaç vardır. Trust plate tarzı tasarım (Kaegi et al. 2016) femur morfolojik yapısına uygunluğu ve yük aktarımındaki başarısından dolayı çok iyi sonuçlar vermiştir. Bu tarz tsarımlar üzerine yoğunlaşılması gerekmektedir. Bu çalışmada mevcut stem tasarımında değişiklikler yapılmış, ameliyat sonrası ve 12 aylık dönemler dikkate alınarak değerlendirmelerde bulunulmuştur. Sonuçta çimento yerleştirilmiş hibrid stem en iyi sonucu vermiştir.

KAYNAKLAR

Abdulkarim, A., P. Ellanti, N. Motterlini, T. Fahey, and J. M. O'Byrne. 2013. "Cemented versus uncemented fixation in total hip replacement: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials." *Orthopedic Reviews* 5 (1):e8. doi: 10.4081/or.2013.e8.

Aldinger, P. R., D. Sabo, M. Pritsch, M. Thomsen, H. Mau, V. Ewerbeck, and S. J. Breusch. 2003. "Pattern of Periprosthetic Bone Remodeling Around Stable Uncemented Tapered Hip Stems: A prospective 84-month follow-up study and a Median 156-month Cross-Sectional Study with DXA." *Calcified Tissue International* 73 (2):115-21. doi: 10.1007/s00223-002-2036-z.

Chanda, Souptick, Sanjay Gupta, and Dilip Kumar Pratihar. 2016. "A combined neural network and genetic algorithm based approach for optimally designed femoral implant having improved primary stability." *Applied Soft Computing* 38:296-307. doi: 10.1016/j.asoc.2015.10.020.

Engh, C. A., D. O'Connor, M. Jasty, T. F. McGovern, J. D. Bobyn, and W. H. Harris. 1992. "Quantification of implant micromotion, strain shielding, and bone resorption with porous-coated anatomic medullary locking femoral prostheses." *Clin Orthop Relat Res.* 285 (Dec):13-29.

Higa, M., H. Tanino, I. Nishimura, Y. Mitamura, T. Matsuno, and H. Ito. 2015. "Three-dimensional shape optimization of a cemented hip stem and experimental validations." *Journal of Artificial Organs* 18 (1):79-85.

Jasty, M., C. Bragdon, D. Burke, D. OConnor, J. Lowenstein, and W. H. Harris. 1997. "In vivo skeletal responses to porous-surfaced implants subjected to small induced motions." *Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume* 79a (5):707-14.

Kaegi, Maja, Martin L. Buergi, Hilaire A. C. Jacob, and Heinz H. Bereiter. 2016. "The Thrust Plate Hip Prosthesis: A Follow-Up of 15-20 Years With 102 Implants." *The Journal of Arthroplasty* 31 (5):1035-9. doi: 10.1016/j.arth.2015.11.020.

Nysted, Mona, Olav A. Foss, Jomar Klaksvik, Pål Benum, Kristin Haugan, Otto Schnell Husby, and Arild Aamodt. 2014. "Small and similar amounts of micromotion in an anatomical stem and a customized cementless femoral stem in regular-shaped femurs." *Acta Orthopaedica* 85 (2):152-8. doi: 10.3109/17453674.2014.899846.

Reggiani, B., L. Cristofolini, E. Varini, and M. Viceconti. 2007. "Predicting the subject-specific primary stability of cementless implants during pre-operative planning: Preliminary validation of subject-specific finite-element models." *Journal of Biomechanics* 40 (11):2552-8. doi: 10.1016/j.jbiomech.2006.10.042.

Reimeringer, M., N. Nuño, C. Desmarais-Trépanier, M. Lavigne, and P. A. Vendittoli. 2013. "The influence of uncemented femoral stem length and design on its primary stability: a finite element analysis." *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering* 16 (11):1221-31. doi: 10.1080/10255842.2012.662677.

Rho, J. Y., M. C. Hobatho, and R. B. Ashman. 1995. "Relations of Mechanical-Properties to Density and Ct Numbers in Human Bone." *Medical Engineering and Physics* 17 (5):347-55.

Ridzwan, M. I. Z., Solehuddin Shuib, A. Y. Hassan, A. A. Shokri, and M. N. Mohamad Ibrahim. 2007. "Problem of Stress Shielding and Improvement to the Hip Implant Designs: A Review." *Journal of Medical Sciences(Faisalabad)* 7 (3):460-7. doi: 10.3923/jms.2007.460.467.

YEDİNCİ SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİ IŞIK ÜNİTESİNDE ALGODOO YAZILIMI İLE DESTEKLENEN 5E ÖĞRETİM MODELİNİN ÖĞRENCİLERİN AKADEMİK BAŞARI VE MOTİVASYONUNA ETKİSİ

Zülküf Osman GÜL[1], Elşen VELİ[2]
[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye
zosmangul21@gmail.com
[2] Prof. Dr., Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi ve Eğitim Fakültesi, Kocaeli, Türkiye,
elsen@kocaeli.edu.tr

Özet
Bu araştırmada, yedinci sınıf Fen Bilimleri dersi Işık ünitesinde Algodoo yazılımı ile desteklenen 5E öğretim modelinin öğrencilerin akademik başarıları ve motivasyonuna etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemi Kocaeli ili Çayırova ilçesinde bir devlet ortaokulunda yedinci sınıfta öğrenim gören toplam 52 öğrenciden oluşmaktadır. Yansız atama yoluyla 23 öğrenciden oluşan sınıf kontrol grubu, 29 kişiden oluşan sınıf ise deney grubu olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda 5E öğretim modeli, deney grubunda ise Algodoo ile desteklenen 5E öğretim modeli uygulanmıştır. Araştırmada uygulama öncesinde Algodoo yazılım programının tanıtımı ve kullanım eğitimi verilmiştir. Uygulama öncesinde ön testler uygulanmış, uygulama 6 hafta sürmüştür. Veri toplama aracı olarak Işık Ünitesi Akademik Başarı Testi ve Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği kullanılmıştır. Verilerin analizinde iki bağımsız grup arasında puanları açısından fark olup olmadığını belirlemek için Bağımsız Örneklemler t-Testi, eğitim öncesi ve sonrası her bir grubun akademik başarısının kendi içerisinde değerlendirilmesi için ise Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi (PairedSamples t-Test) uygulanıp, $p < 0.05$ düzeyi anlamlı olarak kabul edilmiştir. Verilerin analizi SPSS 17.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Araştırmada elde edilen bulgulara göre Işık Ünitesi Akademik Başarı Testinde kontrol ve deney gruplarının puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Araştırmada elde edilen sonuçlarda Algodoo yazılımı ile desteklenen 5E öğretim modelinin öğrencilerin akademik başarılarına anlamlı bir etkisi olduğu görülmüştür. Her iki grupta da öğrencilerin Fen Bilimleri dersine karşı motivasyonlarının yüksek seviyede olduğu görülmüş olup, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeğinde kontrol ve deney grupları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Bu çalışmanın sonuçları, Algodoo yazılım programının Fen Bilimleri dersinin soyut kavramlı konularında kullanılmasının, konuların anlaşılmasını kolaylaştırarak akademik başarıyı arttırabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Algodoo Yazılım Programı, 5E Öğretim Modeli, Işık Ünitesi, Bilgisayar Destekli Öğretim, Web Tabanlı Öğretim

The Effect of 5E Educational Model Supported by Algodoo Software in The Light Unit of 7th Grade Science Lesson on Academic Achievement and Motivation of Students

Abstract
In this research, it is aimed to determine the effect of 5E educational model supported by Algodoo software in the Light Unit of 7th grade Science lesson on academic achievement and motivation of students. In the research, the quasi-experimental design, including Pre-test and post-test control group, was used. The sample of the research comprises of a total of 52 seventh grade students in a public secondary school in Çayırova district in Kocaeli province. By means of unbiased selection, the class of 23 students was determined as the control group and the class of 29 students was determined as the experimental group. 5E educational model and 5E educational model supported by Algodoohas been applied in the control group and in the experimental group, respectively. Introduction and training of Algodoo software program were given prior to application in research. Preliminary tests were performed before the implementation which has lasted six weeks. Academic Achievement Test and Motivation Test have been used as a data collection device. In the analysis of the data, Independent

Samples t-Test was used to determine whether there was a difference between the two independent groups in terms of their scores, and Paired Samples t-Test was used to evaluate the academic success of each group before and after the education. Moreover $p < 0.05$ level has been accepted as meaningful. Data analysis was performed using SPSS 17.0 package program. According to the results of research, a significant difference was found between the control and experimental groups in favor of the experimental group in Academic Achievement Test in the Light Unit. The results of the study showed that the 5E educational model supported by Algodoo software had a significant effect on the academic achievement of the students. In both groups, students' motivation towards Science course was found to be high. Moreover there is no significant difference between the control and experimental groups in the Motivation Scale towards Learning Science. The results of this research show that the use of Algodoo software program in abstract subjects of Science course can increase the academic success by facilitating understanding of the subjects.

Keywords: Algodoo simulation software, 5E educational model, Light unit, Computer based education, Web based education

1. GİRİŞ

21. yüzyılda gezegenimizdeki ülkelerin politikaları bilim ve teknoloji üzerine yoğunlaştığı için teknoloji destekli eğitimler (TDE) çok büyük önem kazanmıştır. Bilim insanlığın ilk oluşumundan itibaren insanların doğayı tanımasıyla başlayarak günümüze kadar gelişerek ve değişerek gelmiştir. Fen bilimleri dersi küçük yaşlardan itibaren bizlere doğa bilimlerini aşılayan, çevremizdeki olaylara bilimsel bir gözle bakmamızı sağlayan ve bilimi bizlere sevdiren bir derstir. Fen, insanın doğal çevresindeki işleyiş ve düzenlilikleri amaçlı, planlı bir çalışmayla keşfetme, test etme, onları yeni bağlantıları içinde ayırma, bütünleştirme süreci ve bu yolla elde edilmiş güvenilir bilgiler bütünüdür. Aynı zamanda fen deneysel ölçütleri, mantıksal düşünmeyi ve sürekli sorgulamayı temel alan bir araştırma ve düşünme yoludur (MEB, 2005). Fen bilimleri dersi insanoğlunun kendinde ve çevresinde gerçekleşen fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayları içine alan bir derstir. Fen bilimleri dersindeki bazı konular soyut kavramlar içerdiğinden öğrenciler bu kavramları zihinlerinde yapılandırmada ve konuları anlamada zorluk çekmektedirler.

Öğrencilerin öğrendikleri bilgileri önceden bildikleri ile birleştirmeleri, ezber yönteminden kaçınılması ve öğrenmenin aktif katılım ile gerçekleştirilmesi amaçlanan yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında, çok fazla soyut kavramlar içeren fen bilimleri dersinde bu kavramların somutlaştırılması ve öğrencilere zengin ve kaliteli, öğretici ve aktif rol alabilecekleri etkinliklerin sunulmasında teknoloji destekli yazılımlar faydalı bir yöntemdir (Özmen, 2004). Aynı zamanda TDE çok fazla soyut kavramlar içeren fen bilimleri dersinde bu kavramların somutlaştırılmasına ve öğrencilerin fen dersine yönelik tutum ve motivasyonlarına da önemli bir katkı sağlıyor. TDE'de akla gelen ilk yöntem hiç kuşkusuz bilgisayar destekli eğitimlerdir.

TDE' nin kullanılmasının etkili öğrenmeye yardımcı olduğunu gösteren araştırmalar, öğrencilerin farklı konular arasında ilişki kurmalarını kolaylaştırdığını gösteren veriler, aktif katılım ve öğrenme sürecini sağlaması ve öğrenme etkinliği skalasının genişliği gibi özellikleri, bilgisayarların eğitimde daha fazla oranda kullanılmasının yolunu açmıştır (Özmen, 2004). Bilgisayar destekli öğretim (BDÖ) yönteminde görsel ve işitsel materyallerle desteklenmiş eğitim ortamları oluşması sağlanarak öğrencilerin bu soyut ve anlaşılması zor kavram ve olguları daha kolay öğrenmeleri sağlanabilir. Teknolojinin son yıllarda ucuzlayarak her yere yayılması ile okullarımızda teknolojik alt yapının güçlenmesi sağlanarak sınıflarda BDÖ ortamları oluşturulması ile daha nitelikli eğitim verilmesi sağlanabilir (Tavukcu, 2008). BDÖ yönteminde kullanılan bir öğrenme çeşidi ise web tabanlı öğrenmedir (WDÖ). Dünyada telekomünikasyon, bilişim teknolojileri ve yazılım sektörü alanlarındaki olağanüstü ilerlemeler eğitimin temellerini de değiştirmeye başlamıştır. Bu gelişmelerle eş olarak bilginin paylaşılmasıyla artık klasik eğitim şekillerinin yerini web tabanlı eğitim olanaklarının alması kaçınılmazdır (Başkaya, 2004). Öğretim amaçlı diğer yazılı materyallerin yenilenmesine oranla web ortamında yapılan güncellemeler, daha ucuz ve kolay olmaktadır. Sınıfta ders sırasında pasif olan öğrencilerin kendilerini ifade edebilecekleri etkileşimli ortamların WDÖ ile tasarlanması, bu öğrencilerin diğer öğrenciler ve öğretmen ile daha iyi ve daha fazla iletişim kurmasını

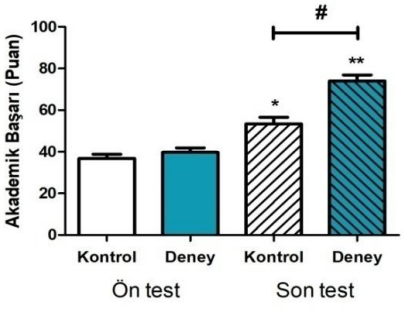
sağlayabilmektedir. Bununla birlikte, ölçme-değerlendirme aktivitelerinin web sayfalarında düzenli bir şekilde gerçekleştirilmesi, öğrencilerin derse olan istek ve ilgilerini artırmaktadır (Odabaşı, 2005). WDÖ'nün araçlarından özellikle fizik konularında kullanılan Algodoo, öğrencilere soyut olan konuları kendilerinin tasarlayabilme imkânı sunan yazılım programıdır. Yapılan araştırmalar 5E öğretim modelinin fen derslerinde öğrencilerin aktif katılımlarını sağlayan ve aynı zamanda ele alınan probleme çözüm oluşturmada etkin bir öğretim modeli olduğunu göstermiştir. Yalnız her öğretim modelinin başarılı olduğu konular olduğu gibi, başarılı olamadığı konular da vardır. 5E modelinin başarılı olamadığı alanlardan bir tanesi soyut olan konularda etkili olamamasıdır. Böyle konularda 5E öğretim modelini desteklemek gerekir. Yapılan araştırmalar Algodoo simülasyon yazılım programının fen dersinde öğrencilerin akademik başarılarına ve fen bilimlerine yönelik tutum ve motivasyonlarına belirgin bir katkı sunduğunu ortaya koymuştur. Bu bilgilerden yola çıkılarak tasarlanan bu araştırmanın amacı, yedinci sınıf fen bilimleri dersi Işık ünitesinde Algodoo yazılımı ile desteklenen 5E öğretim modelinin öğrencilerin akademik başarı ve motivasyonuna etkisini incelemektir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu araştırmada ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemi Kocaeli ili Çayırova ilçesinde bir devlet okulunda 7. sınıfta öğrenim gören kontrol grubu 23 deney grubu 29 olmak üzere toplam 52 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak Işık Ünitesi Akademik Başarı Testi (Sayın, 2015) ve Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği (Dede ve Yaman, 2008) kullanılmıştır. Araştırma Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) 7. Sınıf Fen Bilimleri dersinin "Işık" ünitesi kazanımları kapsamında eğitim – öğretim yılının 2. döneminde Mart ve Nisan aylarını kapsayan 6 haftalık uygulama sürecinde gerçekleşmiştir. Uygulamaya başlamadan önce bilgisayar odasında Algodoo yazılımıyla ilgili bir haftalık Algodoo yazılımı öğrencilere tanıtıldı ve kullanma eğitimi verildi. Uygulamaya başlamadan önce Işık ünitesi akademik başarı testi ve Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeklerinin ön testleri uygulandı. Altı haftalık süreçte Işık ünitesindeki kazanımlar 5E öğrenme modeliyle hem kontrol grubunda hem de deney grubunda işlenildi. Deney grubunda 5E öğrenme modeliyle birlikte Algodoo yazılım programı kullanılarak Işık ünitesinin kazanımları işlenildi. Üniteler tamamlandıktan sonra Işık ünitesi akademik başarı testi ve Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeklerinin son testleri uygulandı. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarı ve motivasyonlarının puanlarına ilişkin ön test ve son test bulgularını incelemek için unpaired t-testi, bu değişkenlere ilişkin puanların ön test-son testteki değişimini belirleyebilmek için ise paired t testi analizi kullanıldı. İki bağımsız grup arasında puanları açısından fark olup olmadığını belirlemek için Bağımsız Örneklem t-Testi, eğitim öncesi ve sonrası her bir grubun akademik başarısının kendi içerisinde değerlendirilmesi için ise Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi (PairedSamples t-Test) uygulanıp, $p < 0.05$ düzeyi anlamlı olarak kabul edildi. Verilerin istatistiksel analizi, bilgisayarda Statistical Package For Social Sciences (SPSS) 17.0 paket programı kullanılarak yapıldı.

3. SONUÇ

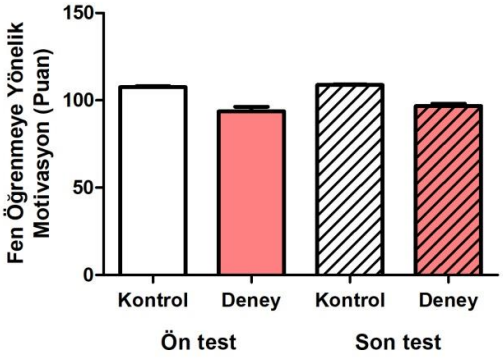
Araştırma süresince elde edilen sonuçlar; SPSS 17.0 paket programında kullanılarak istatistiksel analizleri yapılmış, bu analizler tablolar halinde verilmiş ve yorumlanmıştır. Araştırmada programlarında değişiklik yapılmadan derslerine giren kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin; Fen Bilimleri dersindeki akademik başarılarının ve derse olan motivasyonlarının karşılaştırılmasına yer verilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Işık Ünitesi Akademik Başarı Testi Grafiği

Şekil 1'deki grafikten öğrencilerin, kontrol ve deney grup ortalamaları ön testleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($p>0.05$). Fen Bilimleri dersinde ışık ünitesinde eğitim öncesinde kontrol ve deney gruplarındaki öğrencilerin akademik başarı puan ortalamaları arasında bir fark bulunmamıştır. Fen Bilimleri dersi akademik başarı düzeyleri eğitim öncesinde birbirine eşittir.

Şekil 1'deki grafik kontrol grubundaki öğrencilerin ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir ($p=0,0002$). Bu istatistiksel sonuç 5E öğretim modelinin olumlu etkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Şekil 1'deki grafik öğrencilerin, kontrol ve deney grup ortalamaları son testleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Fen Bilimleri dersinde ışık ünitesinde eğitim öncesinde kontrol ve deney gruplarındaki öğrencilerin akademik başarı puan ortalamaları arasında bir fark bulunmamıştır. Algodoo simülasyon yazılımı ile desteklenen 5E modelinin kullanımının öğrencilerin akademik başarılarını, 5E modeli kullanımı ile yapılan öğretime oranla daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 2. Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği Grafiği

Şekil 2'deki veriler incelendiğinde öğrencilerin Fen dersine motivasyonlarının yüksek olduğu görülmüş, çalışma sonucunda deney ve kontrol grubunun son testleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada; kontrol grubu akademik başarı ön testlerinin ortalama puanlarıyla son testlerinin ortalama puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür. Bu bağlamda kontrol grubuna uygulanan 5E modeli etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına katkı sağlamıştır. Öztürk (2013) yaptığı araştırmada, altıncı sınıf ışık ve ses ünitesinde 5E öğrenme modeline dayanan etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etkisi olduğu sonucuna varmıştır. Yine Özsevgeç (2007), yaptığı araştırmada beşinci sınıf kuvvet ve hareket ünitesinde 5E modeline göre oluşturulan materyallerin öğrenci başarılarına katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Yapılan bu araştırmalar çalışmamızı destekler niteliktedir. Bazı çalışmalarda ise öğrenme yaklaşımlarından biri olan 5E modelinin öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı bir artış sağlamamıştır. Çalışkan (2004) tarafından yapılan bir araştırmada, araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımlarının lise kimya dersine etkisi incelenmiştir. Araştırmacı, kontrol grubunda geleneksel yöntemin, deney grubunda ise araştırmaya dayalı öğretim uygulandığını belirtmiştir. Araştırmacı çalışma sonuçlarına dayanarak, öğrenme yaklaşımları bakımından deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farkın görülmediğini ifade etmiştir. Bu çalışmada farkın görülmemesinin nedeni öğrenme yaklaşımı etkisinin ölçülme zamanının uzun süreli olmasıdır.

Yaptığımız çalışmada deney grubuyla kontrol grubunun son testlerinin ortalama puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür. Bu anlamlı fark ise Algodoo yazılım programının öğrencilerin akademik başarılarına katkı sağladığını gösterir. Algodoo yazılım programıyla işlenen fen bilimleri dersi öğrencilerin akademik başarılarını artırmıştır.

Da Silva ve arkadaşları (2014) Algodoo programının kullanıcı dostu ve programlama gerektirmeyen doğasını öne çıkararak, öğretmen ve öğrencilerin bu simülasyon ortamında çalıştıkları fizik konusunun tüm boyutları ile keşfetmekte sorun yaşamadıklarını belirtmiştir. Da Silva ve arkadaşlarının çalışmasında katılımcı öğrencilere Algodoo kullanılarak öğretilen "Kuvvet ve Hareket" ve "Işık ve Ses" konularında farklı kavramları öğrenmelerine Algodoo programının yardımcı olmasının yanı sıra hipotez kurma, deney yapma, model oluşturma ve sonuç çıkarma-yorumlama gibi temel bilimsel süreç becerilerini de bu konular özelinde geliştirdiği sonucuna varmışlardır.

Hırça ve Bayrak (2013), üstün yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde bağımsız öğrenme isteklerini ve herhangi bir konu üzerinde uzun süre dikkatlerini yoğunlaştırabileceklerini göz önüne alarak proje tabanlı öğrenme yaklaşımının uygulanmasını tavsiye etmektedirler. Üstün yetenekli öğrencilere fen eğitiminde soyut olan fizik kavramlarından biri olan sıvıların kaldırma kuvveti deneyinin yapılışında Algodoo yazılım programını kullanmışlardır. Üstün yetenekli bireyler bu programları öğrendiklerinde sanal bir ortamda, uzun soluklu olarak, istedikleri yerde ve istedikleri zamanda fizik kanunlarını deneyebilir, kendi teorilerinin gerçekleşip gerçekleşmediğini kontrol edebilirler. Dolayısıyla bu gibi programların üstün yetenekli öğrencilerin problem çözme, akıl yürütme, karar verme gibi karmaşık düşünme ve bilimsel araştırma becerilerini pekiştireceği sonucuna varmışlardır.

Alan yazında araştırmamızdan elde ettiğimiz sonuca paralellik göstermeyen bir araştırmada Klein (2005), yaptığı çalışmada MyMathLab isimli online bilgisayar destekli öğretim yazılımını 2005 yılı bahar dönemi boyunca yüksekokul cebir öğrencileri üzerinde çalışmıştır ve çalışma sonucunda ortalama farkları karşılaştırmalarında istatistiksel olarak ($p<0.05$) anlamlı bir fark çıkmamıştır.

Fen dersine yönelik motivasyon ölçeğinde kontrol grubu ön test son test, deney grubu ön test son test, kontrol ve deney grubunun son testleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her iki grupta da araştırma öncesinde fen dersine karşı motivasyonun yüksek olduğu görülmüştür. Kontrol grubu öğrencilerin ön testte aldıkları puan ortalamasının deney grubu öğrencilerinin aldıkları puan ortalamasından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Son testlerde ise her iki grup ortalamalarında artış olsa da anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kullandığımız Algodoo yazılım programı öğrencilerin fen dersine yönelik karşı motivasyonlarında pozitif veya negatif bir anlamlı fark ortaya çıkarmamıştır.

TEŞEKKÜR

Araştırma sürecinin her aşamasında akademik birikimi, bilgisi ve tecrübesiyle ışık tutan ve yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğretim Üyesi Zülfiye GÜL' e en içten teşekkürlerimizi sunuyoruz.

KAYNAKLAR

Başkaya, Y., Döngel, A., Ünlü, M., Uysa,l M.P., Ağca, R.K., Kaya, Z. (2004), *Uzaktan Eğitimin Temelleri Dersi'nin Web Tabanlı Olarak Hazırlanması*, IV. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Sempozyumu, Sakarya.

Çalışkan, İ.S. (2004), *The Effect of Inquiry-BasedChemistry Course on Students'Understanding of Atom Concept, Learning Approaches, Motivation, Self-Efficacyand Epistemological Beliefs* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğiti Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dede, Y., Yaman S. (2008), Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 2(1), 19-37.

Da Silva, S.L., da Silva, R. L., Guaitolini Kunior J. T., Gonçalves E., Viana E. R., Wyatt J.B.L. (2014), Animation with Algodoo: A simple tool for teaching and learning physics, *Exatas online*, 5, 28-39.

Hırça, N., Bayrak N. (2013), Sanal fizik laboratuarı ile üstün yeteneklilerin eğitimi: Kaldırma kuvveti konusu, *Genç Bilim İnsanı Eğitimi ve Üstün Zeka Dergisi*, 1(1), 16-20.

Klein, A., & M. (2005). *The Effects of Computer Assısted Instructıon on College Algebra Students At Texas Tech Unıversıty.* (Master Thesis), Texas Tech University.

MEB. (2005), İlköğretim 1-5. *Sınıf Programları Tanıtım El Kitabı*, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.

Odabaşı, F., Çoklar A.N., Kıyıcı M., Akdoğan E.P. (2005), İlköğretim Birinci Kademede Web Üzerinden Ders İşlenebilirliği, *TOJET*, 4(4), 182-190.

Özmen, H. (2004), Fen Ögretiminde Ögrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı(Constructivist) Ögrenme, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 1-14.

Özsevgeç, T. (2007), *İlköğretim 5. sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E modeline göre geliştirilen rehber materyallerin etkililiklerinin belirlenmesi*, (Yayımlanmamış doktora tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğiti Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Öztürk, N. (2013), *Altıncı sınıf fen ve teknoloji dersi ışık ve ses ünitesinde 5E öğrenme modeline dayalı etkinliklerin öğrenme ürünlerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi), Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Sayın, Ş. (2015), *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi 7. Sınıf 'Işık' Ünitesinin Öğretiminde Kavram Karikatürleri Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarıları, Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algıları ve Motivasyonları Üzerine Etkisi*, (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

Tavukçu, F., (2008), *Fen Eğitiminde Bilgisayar Destekli Öğrenme Ortamının Öğrencilerin Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri ve Bilgisayar Kullanmaya Yönelik Tutuma Etkisi*, (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.

JONCRYL İLE UYUMLAŞTIRILMIŞ İNDİRGENMİŞ GRAFEN OKSİT TAKVİYELİ POLİ(ETİLEN TERAFTALAT)/POLİ(BÜTİLEN TERAFTALAT) KOMPOZİTLERİNİN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Canan Öztürk
Kocaeli Üniversitesi, Polimer Bilimi Ve Teknolojisi, Kocaeli-TÜRKİYE
cananosturk@gmail.com

Bedriye Ü. Durmaz
Kocaeli Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kocaeli-TÜRKİYE
ucpinarbedriye@gmail.com

Doç. Dr. Ayşe AYTAÇ*
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fak. Kimya Mühendisliği Böl., Kocaeli-TÜRKİYE
Kocaeli Üniversitesi, Polimer Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Kocaeli-TÜRKİYE
*Sorumlu yazar: aaytac@kocaeli.edu.tr

Özet
Polimer harmanlama istenen özelliklere sahip yeni malzemeler üretmek veya polimerlerin özellikleri iyileştirmek için kullanılan etkin bir yöntemdir. Poli (bütilen teraftalat) (PBT) ve poli (etilen teraftalat) (PET) çeşitli mühendislik uygulamalarında kullanılan termoplastik polyesterlerdir. Amorf fazda uyumlu olan PET ve PBT'nin harmanlanması var olan eksikliklerin aşılması için tercih edilmektedir. Yalıtkan olan bu karışıma iletken katkıların eklenmesi ile elektriksel olarak iletken kompozitler elde edilebilir. Bu amaçla grafen (Gr) ve karbon nanotüp gibi nano katkılar karışıma eklenmektedir. Gr, polimerlerin özeliklerini düşük yükleme oranlarında bile geliştirebilen grafen oksit (GO), indirgenmiş grafen oksit (rGO) gibi türevleri olan bir nano dolgudur. Yalıtkan GO'in indirgenmesi ile iletken olan fakat yapısında fonksiyonel gruplar barındırmayan rGO elde edilir. Yüksek özellikli kompozitlerin oluşturulabilmesi için rGO'in matris içerisinde dağılımın ve arayüzey etkileşiminin iyileştirilmesi gerekmektedir. Arayüzey etkileşimini arttırmak için kullanılan farklı yöntemler arasından yapıya bir uyumlaştırıcı ilavesi tercih edilen basit, ekonomik ve güvenilir bir yoldur. Uyumlaştırıcılar polimer ve takviye ile bağ kurabilecek fonksiyonel gruplara sahip bifonksiyonel kimyasallardır. Bu çalışmada, PET/PBT karışımı için uyumlaştırıcı olarak epoksi fonksiyonel grubuna sahip Joncryl kullanılmıştır. Kompozitler ekstrüzyon ve enjeksiyonlu kalıplama yöntemi ile hazırlanmıştır. 70PET/30PBT karışımına %1 oranında rGO ve farklı oranlarda Joncryl eklenmiştir. Örneklerin karakterizasyonu, termogravimetrik analiz, diferansiyel taramalı kalorimetre, çekme testi, dinamik mekanik analiz, termal iletkenlik ve taramalı elektron mikroskobu ile yapılmıştır. Çekme testi sonuçları Joncryl ilavesi ile dayanım değerlerinin arttığını göstermiştir. En yüksek dayanım % 1 Joncryl ilavesinde elde dilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Poli(etilen teraftalat), Poli(bütilen teraftalat), İndirgenmiş grafen oksit, Joncryl

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF REDUCED GRAPHENE OXIDE REINFORCED POLY (ETHYLENE TEREPHTHALATE) / POLY (BUTYLENE TEREPHTHALATE) COMPOSITES COMPATIBILIZED WITH JONCRYL

Abstract
Polymer blending is an effective way to improve the properties of polymers and to obtain new materials. Polybutylene terephthalate (PBT) and polyethylene terephthalate (PET) are both thermoplastic polyesters used in various engineering applications. Blending of PET and PBT is preferred to overcome existing drawbacks. Furthermore, by adding conductive additives to this insulating mixture, electrically conductive composites can be obtained. For this purpose, nano additives such as graphene (Gr) can be added. Gr is a nanofiller with derivatives such as graphene oxide (GO), reduced graphene oxide (rGO) which can improve the properties of polymers even at low loading rates. rGO, which is conductive but does not contain functional groups, is obtained by

reduction of insulator GO. In order to obtain high-performance composites, the distribution and interfacial interaction of rGO in the matrix needs to be improved. In order to increase the interaction, addition of a compatibilizer is economical and reliable method. Compatibilizers are bifunctional chemicals that can bond with polymer and reinforcement. In this study, Joncryl was used as compatibilizer. Composites were prepared by extrusion and injection molding. Joncryl was added to PET/ PBT/rGO at different loading levels. Characterizations was done by thermogravimetric analysis, differential scanning calorimeter, tensile test, dynamic mechanical analysis, thermal conductivity and scanning electron microscope. Tensile test showed that strength values increased with Joncryl addition. The highest strength was obtained with the addition of 1% Joncryl.

Keywords: Polyethylene terephthalate, Polybutylene terephthalate, Reduced graphene oxide, Joncryl

1. GİRİŞ

Termoplastik polyesterlerden olan PET ve PBT çeşitli mühendislik uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadırlar. Polimerlerin özelliklerini iyileştirmek ve kullanım alanlarını genişletmek için iki veya daha fazla polimerin harmanlanması kullanılan etkin bir yöntemdir. PBT iyi işlenebilirliği, kalıplanabilirliği, yüksek kristalizasyon hızı ve düşük eriyik viskozitesi geniş bir kullanım alanına hitap eden iyi özelliklere sahiptir (Rajakumar and Nanthini 2011; Colonna et al. 2017). PET ise ekonomik oluşu, iyi mekanik özellikleri, kimyasal direnci, ısıl eğilme sıcaklığı ile öne çıkmaktadır ve bu özellikleri sayesinde ambalaj, tekstil lifi, film ve kalıplanmış malzemelerin üretiminde kullanılmaktadır. Ancak, PET'in işlenmesi düşük erime dayanımı ve yavaş kristallenme hızı nedeniyle zordur (Aravinthan and Kale 2005; Rajakumar and Nanthini 2011; Szostak 2004). PET ve PBT'nin harmanlanması ile var olan eksikliklerin giderilmesine çalışılmaktadır. PET ve PBT'nin harmanlanması ile ilgili literatürde pek çok çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmalarda saf polimer özelliklerine göre gelişmiş sonuçlara ulaşılmıştır (Amramova 1995; Aravinthan and Kale 2005; Szostak 2004). PET ve PBT amorf fazda uyumludur (Aravinthan and Kale 2005). Bu karışıma yeni kullanım alanları kazandırmak ve özelliklerini iyileştirmek için çeşitli dolgular eklenebilir. Son yıllarda karbon karası, karbon nanotüp ve grafen gibi nano dolgular mekanik ve elektriksel özelliklerini iyileştirmek için tercih edilmektedir (Xing et al. 2018).

Farklı nano dolgular içinde üstün özellikleri ile dikkat çeken grafen, polimer kompozitlerin özelliklerini düşük yükleme oranlarında bile artırabilme olanağı sağlamaktadır. Grafen, karbon atomlarının altıgen bir kafes içerisinde bir araya gelmeleri sonucu oluşan iki boyutlu (2D) bir malzemedir. Grafen oksitin (GO) indirgenmesi ile elde edilen indirgenmiş grafen oksit (rGO) daha yüksek elektrik iletkenliğine sahiptir. Ancak, yüzeyinde fonksiyonel gruplar olmaması nedeniyle matris ile etkileşimi zayıf olmaktadır (Du ve Cheng, 2012). Kompozit özelliklerinde iyileşme sağlanabilmesi için grafenin matris içinde iyi dağılımı ve arayüzey etkileşimi önemlidir. (Du and Cheng 2012, Alexandrescu et al. 2017). Dolgu ile matris arasında güçlü bir etkileşim olduğu durumlarda kompozitin mekanik özellikleri iyileşebilir. Ayrıca dolgu ve matrisin uyumlaşması ile birlikte, dağılımın da homojenleşmesi beklenir (Xing et al. 2018). Genel olarak literatür incelendiğinde, rGO ve polimer matrisler arasında zayıf bir etkileşim olduğu bilinmektedir. Dolgu ve matris arasındaki arayüzey etkileşimini iyileştirmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu işlemler dolguların ve matrisin fonksiyonelleştirilmesini, çeşitli plazma, radyasyon uygulamalarını ve uyumlaştırma ilavesini içermektedir (Alexandrescu et al. 2017; Awad and Khalaf 2018; Xing et al. 2018).

Bu çalışmada ek bir fonksiyonelleştirme adımı gerektirmeyen, basit ve ekonomik bir yöntem olan uyumlaştırıcı ilavesi yöntemi tercih edilmiştir. Uyumlaştırıcılar polimer ve takviye ile bağ kurabilecek fonksiyonel gruplara sahip olan bifonksiyonel kimyasallardır ve bu uyumlaştırıcılar polimerlerle bağ yapabilme yeteneğine göre seçilirler (Mittal and Chaudhry 2015). PET ve PBT zincir sonlarında hidroksil ve karboksil gruplarını içerirler. Termoplastik PET karışımlarının uyumlaştırılmasında epoksi içeren bileşikler, maleik anhidrid ve metakrilatlar kullanılmaktadır. Burada tercih edilen uyumlaştırıcı Joncryl yapısında epoksi fonksiyonel grupları bulunduran bir zincir uzatıcıdır ve polikondenzasyon polimerleri için uygundur. Epoksi gruplarının, hidroksil ve karboksil ve diğer oksijenli gruplar ile bağ yaparak uyumlaştırma görevini yerine getirmesi beklenmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Malzemeler

Bu çalışmada, (rGO) takviyeli PET/PBT kompozitlerinin ısıl ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan rGO, Hazerfen Kimya Malzeme ve Enerji Tek. San A.Ş'den temin edilmiştir. PBT Eurotech firmasından Tecodur PB70 NL kodu ile alınmıştır. Çalışmada uyumlaştırıcı olarak kullanılan stiren akrilik temelli Joncryl, Joncryl® ADR-4300 koduyla BASF'tan alınmıştır.

2.1 Kompozitlerin Hazırlanması

Nanokompozitler, laboratuvar ölçekli çift vidalı ekstruder de eriyik harmanlama yöntemi ile hazırlanmıştır. Ekstruder kovan sıcaklığı 260 °C, vida hızı 100 rpm ve karıştırma süresi 3 dk. olarak belirlenmiştir. Elde edilen laboratuvar ölçekli enjeksiyon kalıplama makinesinde oda sıcaklığında kalıplanmıştır. Hazırlanan kompozitlerin bileşimleri Tablo 1`de verilmiştir.

Tablo 1. Kompozit bileşimleri

BİLEŞEN	% BİLEŞİM
PET/ PBT	70/30
(PET/PBT) / rGO	99(70/30)/1.0
(PET/PBT)/ rGO / JONCRYL	98(70/30)/1.0/0.5
(PET/PBT) / rGO / JONCRYL	98(70/30)/1.0/1.0
(PET/PBT) / rGO / JONCRYL	98(70/30)/1.0/2.0
(PET/PBT) / rGO / JONCRYL	98(70/30)/1.0/3.0

2.3 Karakterizasyon Yöntemleri

Hazırlanan kompozitlerin karakterizasyonu için diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC), termogravimetrik analiz (TGA), çekme testi ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılmıştır. Termal ve elektriksel iletkenliklerine de bakılmıştır. TGA analizi 10 °C/dk. ısıtma hızı ile 25 °C-750°C aralığında N_2 atmosferinde gerçekleştirilmiştir. Bozunma sıcaklıkları ve kütle kaybı belirlenmiştir. DSC ise, 10 °C/dk ısıtma hızı ile 25-270°C aralığında N_2 atmosferinde yapılmıştır. Camsı geçiş, erime sıcaklıkları, entalpileri ve kristalizasyon derecesi belirlenmiştir. Çekme testi, 5mm/dk. çekme hızı ile Instron üniversal çekme testi cihazı ile yapılmıştır. SEM ile çekme deneyi numunelerinin kırılma yüzeyleri incelenmiştir. Ayrıca seçilen örneklerin oda sıcaklığında ısıl iletkenlik değerleri belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik için LCR Meter cihazında oda sıcaklığında ve farklı frekanslarda ölçüm yapılmıştır.

3. SONUÇ

3.1 Termogravimetrik Analiz (TGA)

Hazırlanan kompozitlerin ısıl kararlılıkları TGA ile belirlenmiştir. Sonuçlar, Tablo 2'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, tüm örneklerin tek basamaklı bozunma sergilediği görülmüştür. 70PET-30PBT karışımına rGO eklenmesi T_{onset}, T_{max} sıcaklıklarında ve kalıntı miktarlarında bir miktar düşüşe neden olmuştur. %0.5 ve 1 Joncryl içeren kompozitlerin kalıntı değerleri çok değişmezken %2 ve 3 Joncryl eklendiğinde kalıntı miktarında düşüş olmuştur.

Tablo 2. TGA analizi sonucu elde edilen veriler

Numune	$T_{onset}(C^0)$	$T_{endset}(C^0)$	$T_{max}(C^0)$	Kalıntı$_{850\ C^0}$ (%wt.)
70PET/30PBT	385.1	439.1	415.3	15.8
1.0 rGO	384.1	435.9	412.6	14.6
0.5 Joncryl	388.5	438.7	412.1	15.0
1.0 Joncryl	384.5	435.2	408.4	14.4
2.0 Joncryl	377.2	433.5	408.4	6.7
3.0 J Joncryl	376.4	426.1	401.7	12.1

3.2 Diferansiyel Taramalı Kalorimetre

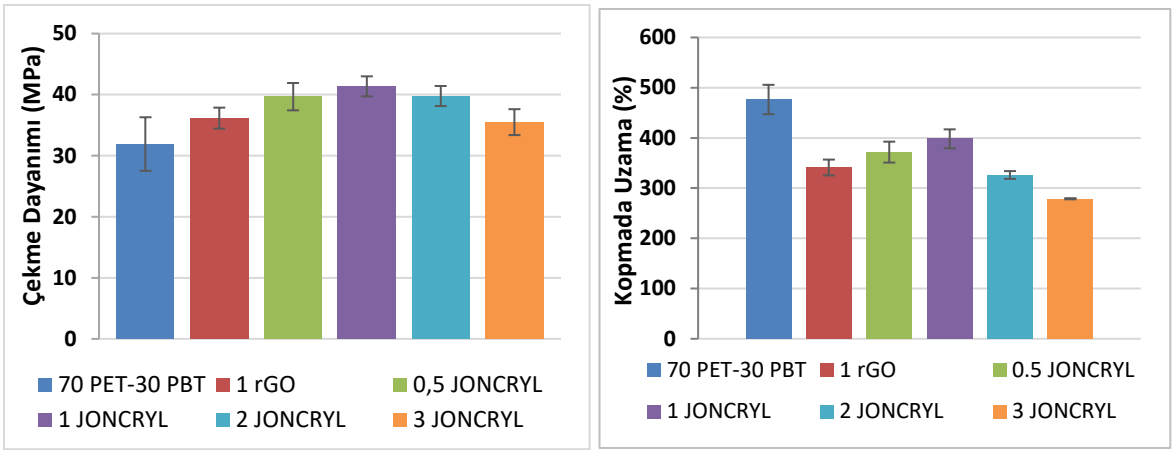
Üretilen kompozitlerin DSC testi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. PET/PBT karışımının camsı geçiş sıcaklığının(Tg), rGO ilavesi ile 7 ºC kadar azaldığı belirlenmiştir. En düşük Tg % 2 Joncryl içeren kompozitte görülmüştür. Karışımın soğuk kristalizasyon sıcaklığı (Tc) ve entalpisi (ΔH_C), rGO eklenmesi ile artmıştır. Yani rGO kristalizasyon sürecinde bir yavaşlamaya neden olmuştur. Yine bununla birlikte % kristalinite değeri de 1 rGO kompozitinde daha düşüktür. 1 rGO kompozitine %0.5 Joncryl ilavesi ile kristalinite biraz artmış ancak Joncryl içeren tüm kompozitlerin kristalinite değerlerinin karışıma göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Tablo 3. Örneklerin DSC sonuçları

Numune	T_g(°C)	Tc(°C)	T_m(°C)	ΔH_C (j/g)	ΔH_f (j/g)	%Kristalinite
70PET/30PBT	69.6	108.5	253.4	14.92	30.64	17.87
1.0 rGO	62.8	117.2	244.5	29.50	36.78	8.36
0.5 Joncryl	72.7	125.3	251.3	22.01	34.29	14.17
1.0 Joncryl	65.7	117.7	249.7	24.24	28.62	5.08
2.0 Joncryl	58.4	118.5	243.2	20.48	26.68	7.26
3.0 J Joncryl	72.2	111.2	249.0	8.21	13.05	5.73

3.3 Çekme Testi

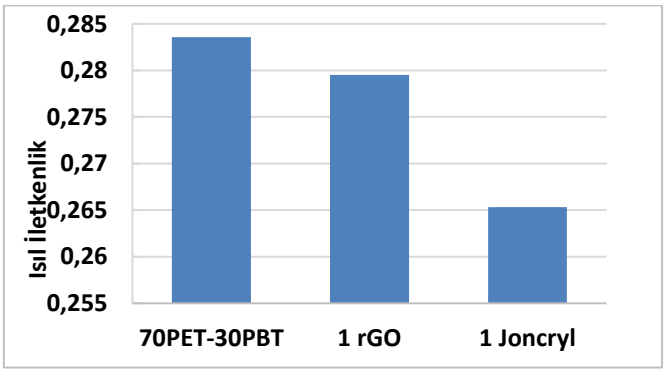
Kompozitlerin mekanik özellikleri Şekil 1'de verilmiştir. Çekme dayanımları incelendiğinde 70PET-30PBT karışımına rGO ve Joncryl eklenmesi ile artışlar olduğu görülmüştür. 70PET-30PBT'nin çekme dayanımı 32 MPa'dır ve değer %1 rGO ilavesi %13 artış sergilemiştir. Çekme dayanımında % 1 Joncryl ilavesi ile PET/PBT/rGO kompozitine göre %15, 70PET-30PBT'ye göre %28 artış olmuştur. 70PET-30PBT %476 uzama gösterirken %1 rGO ilavesi bu değerde %28 düşüşe neden olmuştur. %1 Joncryl eklenmesi ile kopma uzamasında 1rGO'ya göre %17 artış, % 2-3 Joncryl ilavesinde bir miktar düşüş görülmüştür. Joncryl miktarı arttıkça oluşan topaklanmaların uzamadaki düşüşün nedeni olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 1. Kompozitlerin çekme dayanımı **ve** kopma uzama değerleri

3.4 Termal İletkenlik

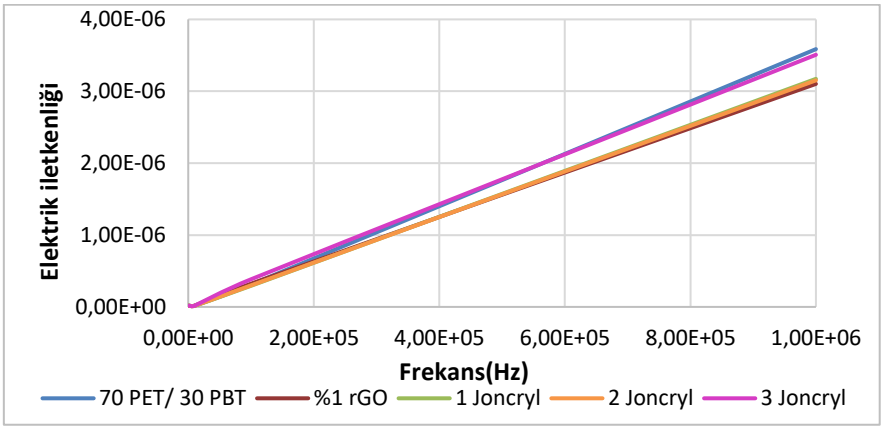
Termal iletkenlik analizi 70PET-30PBT karışımına, 1.0 rGO ve 1.0 Joncryl içeren örneklere uygulanmıştır. rGO ilavesi termal iletkenlik değerini iyileştirmezken, %1 düşüşe neden olmuştur. Joncryl ilavesi ile termal iletkenlik değerinde düşüş görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Isıl iletkenlik sonuçları

3.5. Elektriksel İletkenlik

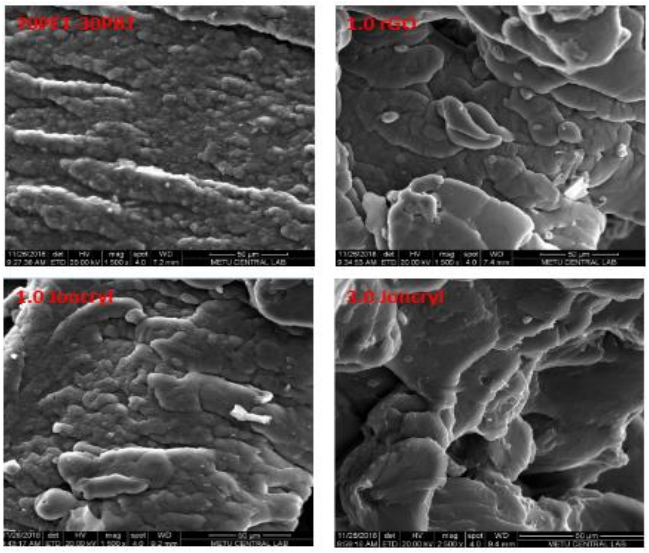
Şekil 3 incelendiğinde örneklerin iletkenliğinin frekans arttıkça arttığı görülmektedir. rGO ilavesi elektriksel iletkenlik değerini iyileştirmezken bir miktar düşüşe neden olmuştur. %3 Joncryl ilavesi ile iletkenlik değerinde artış olmuştur.



Şekil 3. Farklı frekanslarda elektriksel iletkenlik değerleri

3.6. Taramalı elektron mikroskobu (SEM)

Seçilen örneklerin kopma yüzeyleri SEM analizi ile incelenmiş ve sonuçlar Şekil 4'de sunulmuştur. SEM görüntüleri incelendiğinde 70PET-30PBT'de çok belirgin bir faz ayrımının olmadığı görülmektedir. Bu polimerlerin yarı-karışabilir oldukları söylenebilir. Karışıma %1 rGO ilavesi ile yapıda tabakalaşma olmuştur. Katmanlar şeklinde faz ayrımlarının da olması rGO ile polimer matrisin uyumsuz olduğuna işaret etmektedir. 1 Joncryl ilavesi ile daha bütün bir faz görülmektedir Joncryl miktarı %3'e arttığında ise daha fazla tabakalı bir yapı gözlenmiştir.



Şekil 3. Örneklerin SEM mikrografları

4. SONUÇ

Bu çalışmada PET/PBT/rGO kompoziti üzerine Joncryl uyumlaştırıcısının farklı oranlardaki etkileri incelenmiştir. Kompozite Joncryl eklenmesi ile çekme dayanımında artış olmuştur. TGA sonuçları Joncryl ilavesi bozunma sıcaklığında düşüş olduğunu göstermiştir. %0.5-1 Joncryl içeren kompozitlerde kalıntı miktarında artış gözlenmiştir. DSC sonuçlarına göre, PET/PBT karışımının rGO eklenmesi ile kristalizasyon süreci yavaşlamıştır. Kompozitte, Joncryl miktarı arttıkça kristalinite değerinde düşüş görülmüştür. Uyumlaştırıcı ilavesi ile termal iletkenlik değerleri düşüş sergilerken %3 Joncryl içeren kompozitin elektrik iletkenliği artmıştır. SEM sonuçları rGO eklenmesi ile karışım yapısında topaklanmaların olduğunu, %1 Joncryl'in yapıda dağılımı iyileştirdiğini doğrulamıştır.

KAYNAKLAR

Alexandrescu L, Sönmez M, Georgescu M, Nituica M, Ficai A, Trusca R, Gurau D, Tudoroiu L 2017. Polyamide/Polypropylene/Graphene Oxide Nanocomposites with Functional Compatibilizers: Morpho-Structural and Physico-Mechanical Characterization. Procedia Structural Integrity 5, 675–682.

Allen MJ, Tung VC, Kaner R B 2010. Honeycomb Carbon : A Review of Graphene. Chemical Reviews 110, 132–45.

Amramova N. 1995. Amorphous Poly (Ethylene Terephthalate)/ Poly (Butylene Terephthalate) Blends : Miscibility and Properties. Polymer 36 (4), 801–808.

Aravinthan G, Kale DD 2005. Blends of Poly(Ethylene Terephthalate) and Poly(Butylene Terephthalate). Journal of Applied Polymer Science, 98 (1), 75–82.

Awad SA, Khalaf EM 2018. Improvement of the Chemical , Thermal , Mechanical and Morphological Properties of Polyethylene Terephthalate – Graphene. Bulletin of Materials Science, 41 (67), 1–6.

Colonna S, Pérez R A, Chen H, Liu, Wang D, Müller AJ, Saracco G, Fina A 2017. Super Nucleation and Orientation of Poly (Butylene Terephthalate) Crystals in Nanocomposites Containing Highly Reduced Graphene Oxide. Macromolecules, 50 (23), 9380–93.

Du J, Cheng HM 2012. The Fabrication , Properties , and Uses of Graphene / Polymer Composites. Macromolecular Chemistry and Physics, 213, 1060–1077.

Mittal V, Chaudhry AU, 2015. Effect of Amphiphilic Compatibilizers on the Filler Dispersion and Properties of Polyethylene - Thermally Reduced Graphene Nanocomposites. Journal of Applied Polymer Science, 32 (35), 1–11.

Rajakumar PR, Nanthini R 2011. Thermal and Morphological Behaviours of Polybutylene Terephthalate/ Polyethylene Terephthalate Blend Nanocomposites. Rasayan Journal of Chemistry, 4 (3), 567–79.

Szostak M 2004. Mechanical and Thermal Properties of PET/PBT Blends. Molecular Crystals and Liquid Crystals, 416 (1), 209–15.

Xing L, Wang Y, Wang S, Zhang Y, Mao S, Wang G 2018. Effects of Modified Graphene Oxide on Thermal and Crystallization Properties of PET. Polymers, 10, 613.

İSTANBUL BÜYÜKADA'DA ORMAN YANGIN RİSKİNİN TESPİTİ

İkram ÇELİK
İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürü
ikramcelik@ogm.gov.

Dr. Öğretim Üyesi. Necmi Cemal ÖZDEMİR
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektrik Mühendisliği
necmi.ozdemir41@hotmail.com

Özet
Orman Yangınları, küreselleşen dünyada etkileri ve sonuçları yönünden bütün ülkeleri ilgilendiren doğal afetlerin en önemlilerinden biridir. Orman yangınlarında sadece ağaçlar değil, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem de zarar görmektedir. CO2 yutağı olan ormanlar yandıklarında atmosfere salınan karbon gazı nedeniyle sera etkisi oluşacağından küresel ısınma ve iklim değişikliklerini hızlandırıcı bir rol oynamaktadır. Bu nedenle orman koruma çalışmalarında orman yangınlarıyla mücadele çalışmaları özel bir önem arz etmektedir. Adalar, Boğazın güney ağzı ile İzmit Körfezi arasında ve İstanbul'a uzaklıkları 3 km. ile 13,5 km arasında değişen kara ile bağlantısı olmayan tek ilçesidir. İstanbul'un doğal akciğerleri olan ilçenin % 54'ü ormanlarla kaplıdır. Adaların koru ormanları toplam serveti 33.782 m3, toplam artımı 884 m3'dür. 2019 yılı itibariyle serveti ortalama 40.000 m3.dür.bDoğal orman yapısını oluşturan Kızılçamın dışında pseudomaki elemanlarınada rastlanmaktadır. Dikimle tesis edilmiş fıstıkçamı ağaçlandırma alanları vardır. Meşcereler altında ara tabakalar merdivensi yapı oluşturarak olası yangınlarda yangının tepe yangınına dönüşmesini sağlayacak niteliktedir. Bu araştırmada çalışma alanı olarak Büyükada alınmıştır. Yapılan analizlerde Büyükadada bulunan ormanlık alanlarının yangın açısından Yangın Riskini,Potansiyel Yangın Başlama Noktalarını,Potansiyel Yangın Şiddetini, Tepe Yangını Potansiyelini ve Yangın Tehlikesi Altındaki Yerleşim Alanları tespiti yapılmıştır. Tespit edilen verilere göre yangınla mücadele şekli ve alınacak tedbirler tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orman Yangını Riski, Yangın Tehlikesi, Tepe Yangını, Yerleşim Alanları

DETERMINATION OF FOREST FIRE RISK IN ISTANBUL BUYUKADA

Abstract
Forest fires are one of the important natural disasters which affects all countries in terms of their effects and consequences in the globalizing world. Forest fires have devastating effects not only on trees but also on biodiversity and ecosystem. Forests are living entities which are continuously absorbing CO2. Thus, forest fires plays a role in accelerating global warming and climate change due to carbon gas released into atmosphere, which create a greenhouse effect, when forests are burned. For this reason, forest firefighting have a special importance in forest protection works. The Princes' Islands, the only district of Istanbul with no connection with land, are located at a point between the southern part of the Bosphorus and the Gulf of Izmit. The distances of these islands to Istanbul vary between 3 and 13.5 km. 54% of the district is covered with the forests. The total volume of the forests of the Princes' Islands is equal to 33782 m3. The annual increase in the volume of the forests is equal to 884 m3. As of 2019, the total volume is around 40,000 m3. In addition to the pine tree that forms the natural forest structure, pseudomaki elements are also encountered. There are also parasol pine fields which are formed by planting. Intermediate layers under the stands are capable of forming a ladder structure and transforming the fire into a crown fire in case of possible fires. Büyükada is taken as the study area in this research. In the analyses, the fire risk, potential fire starting points, potential fire severity, peak fire potential and fire-threatened residential areas of forest areas in Büyükada is identified. According to the data, firefighting method and measures to be taken is also determined.

Keywords: Forest Fire Risk, Fire Hazard, Crown Fire, Residential Areas

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmanın konusu İstanbul'da bulunan Adalar İlçesine ait adalardan Büyükada'dır. Adalar ilçesinde bulunan Adalar Orman İşletme Şefliği Amenajman planları esas alınarak orman varlığı alan, Ağaç Türü ve bitki örtüsü esas alınmıştır. Ayrıca bu veriler İstanbul Büyükşehir Belediyesi Harita Müdürlüğünden temin edilen Ortofoto haritaları,mevcut yerleşim yerleri,yollar ve diğer verilerden de yararlanıldı. Ormanlık alanların risk tespiti ise İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü İstanbul İli Yangın Yönetim Planında kullanılan 13 adet risk etmeni dikkate alınarak yapıldı. Bu risk etmenlerinin Büyükada'ya uygulanması sonucu oluşan değerlere göre sınıflandırma yapılmıştır.

.

2.1. ORMAN YANGI

Ormanda bulunan yanıcı maddeleri (ağaçlar, dikili ve yatık kütükler, ot, ibre, yaprak, kuru ağaçlar ve dallar v.b.) kısmen veya tamamen yakan ve etrafının açık olması nedeniyle serbestçe yayılma (ve büyüme) eğilimi gösteren yangınlara "orman yangınları" denmektedir. Orman Yangınları, küreselleşen dünyada etkileri ve sonuçları yönünden bütün ülkeleri ilgilendiren doğal afetlerin en önemlilerinden biridir. Orman yangınlarında sadece ağaçlar değil, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem de zarar görmektedir. CO2 yutağı olan ormanlar yandıklarında atmosfere salınan karbon gazı nedeniyle sera etkisi oluşacağından küresel ısınma ve iklim değişikliklerini hızlandırıcı bir rol oynamaktadır. Bu nedenle orman koruma çalışmalarında orman yangınlarıyla mücadele çalışmaları özel bir önem arz etmektedir.

2.2. ADALAR İLÇESİ

Adalar, Boğazın güney ağzı ile İzmit Körfezi arasında ve İstanbul'a uzaklıkları 3 km. ile 13,5 km arasında değişen kara ile bağlantısı olmayan tek ilçesidir. İstanbul'un doğal akciğerleri olan ilçenin % 54'ü ormanlarla kaplıdır. (Tablo 1) Adaların koru ormanları toplam serveti 33.782 m3, toplam artımı 884 m3'dür. 2019 yılı itibariyle serveti ortalama 40.000 m3.dür. (Adalar Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı).Adalarda en büyük yangın 6 Ekim 2003 tarihinde Burgazada'da çıkmış olup toplam 40 hektar alan yanmıştır. 2000 yılından itibaren günümüze kadar toplam 46 adet orman yangını çıkmış ve toplamda yaklaşık 46 Hektar alan zarar görmüştür. Bu yangınların 9 adeti kasıtlı olarak diğerleri de dikkatsizlik, Piknik ateşi ve sigara izmaritinden çıkmıştır.

Tablo 1. Adalar İlçesi Orman Varlığı

	Büyükada	Heybeliada	Burgazada	Kınalıada
Orman Alanı (Ha.)	296.8	156.3	80.3	44.1
Orman Dışı Alan (Ha.)	241.3	94.8	66.1	91.9
Orman Alanı Yüzdesi (%)	55	62	55	32

Doğal orman yapısını oluşturan Kızılçamın dışında pseudomaki elemanlarınada rastlanmaktadır. Dikimle tesis edilmiş fıstıkçamı ağaçlandırma alanları vardır. Meşcereler altında ara tabakalar merdivensi yapı oluşturarak olası yangınlarda yangının tepe yangınına dönüşmesini sağlayacak niteliktedir.

2.3. BÜYÜKADA

Bu araştırmada çalışma alanı olarak Büyükada alınmıştır. Yapılan analizlerde Büyükadada bulunan ormanlık alanlarının yangın açısından Yangın Riskini,Potansiyel Yangın Başlama Noktalarını,Potansiyel Yangın Şiddetini, Tepe Yangını Potansiyelini ve Yangın Tehlikesi Altındaki Yerleşim Alanları tespiti yapılmıştır. Tespit edilen verilere göre yangınla mücadele şekli ve alınacak tedbirler tespit edilmiştir.

2.3.1. Büyükada Orman Varlığı

Tablo 2. Büyükada Orman Varlığı

ORMAN DURUMU				
		MESCERE_SAYISI	ALANI (Ha.)	%
Orman	1	67	296,52	55,32
Orman Toprağı	2	2	1,05	0,20
İskan	5	18	231,14	43,12
Diğer	6	5	7,28	1,36
TOPLAM			535,99	100,00

2.3.2. Büyükada Arazi Kullanımı

Tablo 3. Büyükada Arazi Kullanımı

ARAZI KULLANIMI				
		MESCERE_SAYISI	ALANI (Ha.)	%
Koru Ormanı	1	67	296,52	55,32
Taşlık, Kayalık	6	2	1,97	0,37
İskan	11	18	231,14	43,12
Orman Toprağı - Ziraat	21	2	1,05	0,20
Tesis	24	1	3,58	0,67
Mezarlık	27	2	1,73	0,32
TOPLAM			535,99	100,00

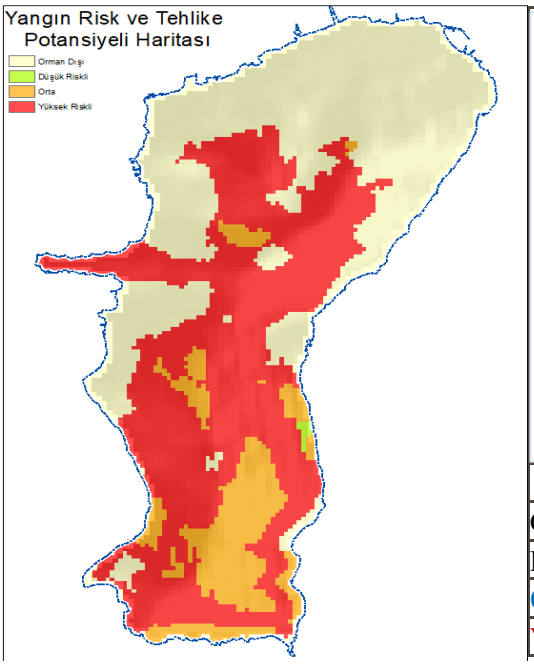
2.3.3. Büyükada Orman Yangını Risk Hesaplama

Orman yangını riski hesaplanırken öncelikle risk etmenleri belirlenmiştir. Bunlar: Ağaç Türü (Yanıcı Madde), Ara Tabaka,Ölü Örtü, Kapalılık,Bakı, Eğik,Ruzgar, Yağış, Sıcaklık, Nispi Nem, Yollar, Enerji Nakil Hatları, Yerleşim Yerine Uzaklık ve Çıkmış Yangınlar gibi etmenler seçilmiştir.
Bu Risk Etmenleri

1- **Bitki Örtüsü -Yanıcı Madde** :Meşcere Haritası,Kapalılık Haritası,Ölü Örtü Tabakası ve Ara Tabaka,
2- **Topoğrafik Faktörler**: Eğim, Bakı ve Yükseklik,
3- **Meteorolojik Faktörler:** Nispi Nem, Yağış,Sıcaklık,Rüzgar
4- **İnsan Kaynaklı Faktörler**: Geçmiş Yangınlar,Yerleşim Yerine Uzaklık,Yollar ,Enerji Nakil Hatları gibi dört anabaşlık altında toplanmış ve buna görerisk haritaları yapılmıştır.

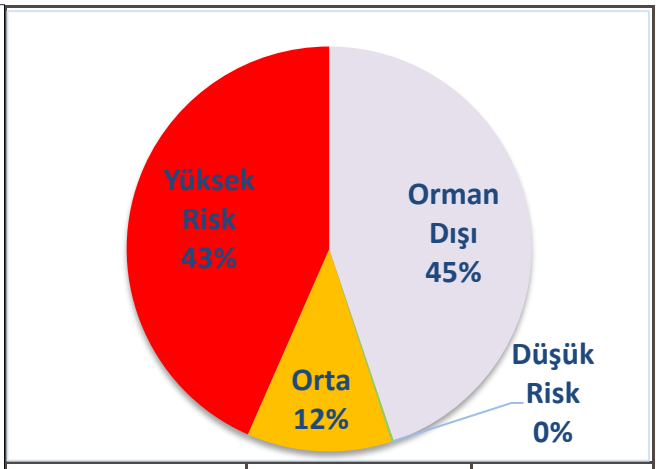
Bu çalışma sonunda Büyükada ormanlarının 235.5 Ha. lık kısmı(%3.42) Yüksek yangın riskine sahip, 62.75 Ha. lık kısmı(%11,57) orta yangın riskine sahip olduğu tespit edilmiştir. (Tablo 3)

Şekil 1. Yangın Risk Haritası



Tablo 3. Yangın Risk Tespiti

Şekil 2. Yangın Risk Oranları

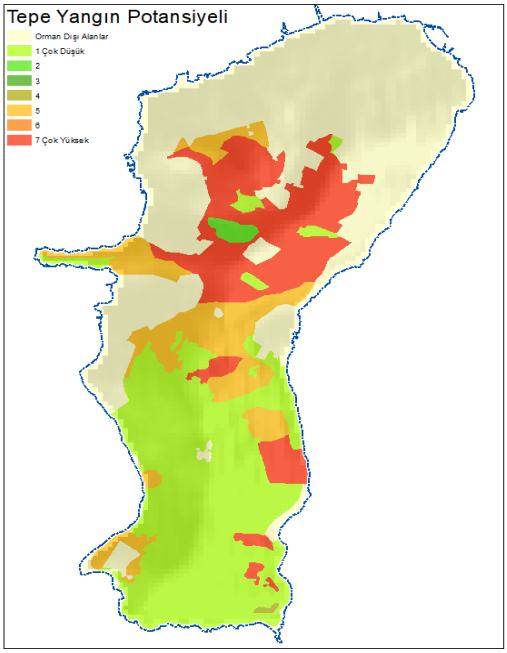


	Alan (Ha.)	%
Orman Dışı	225,31	44,84
Düşük Risk	0,94	0,17
Orta	**62,75**	**11,57**
Yüksek Risk	**235,50**	**43,42**

2.3.3. Büyükada Orman Yangını Risk Hesaplama

Yangın risk haritası yapldıktan sonar yine mevcut risk etmenlerinden faydalanılarak olası orman yangını durumunda bu yangının Tepe Yangını Potansiyelide hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda Büükada da çıkacak orman yangınlarının tepe yangınına dönme olasılığı 57.62 Ha. alanda (%10.49) Yüksek, ve 83.88 Ha. alanda (%15.27) çok Yüksek oranları çıkmıştır. Bu da toplamda 141.5 Ha. alanda (%25.76) Tepe Yangını Potansiyeli olduğunu göstermektedir. (Tablo 4, Şekil 3)

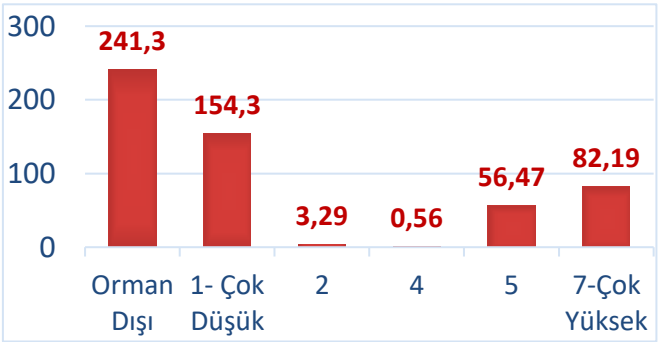
Şekil 3. Tepe Yangını Potansiyeli Haritası



Tablo 4. Tepe Yangını Potansiyeli

Şekil 4. Tepe Yangını Potansiyeli Haritası

	Alan (Ha.)	%
Orman Dışı	**233,11**	44,84
1- Çok Düşük	**157,46**	28,67
	3,36	0,61
4	**0,57**	0,10
5-Yüksek	**57,62**	**10,49**
7-Çok Yüksek	**83,88**	**15,27**
TOPLAM	**535,99**	**100,00**



2.3.4. Büyükada Orman Yangınına Karşı Yapılması Gerekli Çalışmalar

Amaç	Faaliyetler
Güvenlik	• Planlama birimi sınırlarında yaşayan insanların güvenliği birinci önceliktir. Yapılacak bütün uygulamalar bu önceliğe yönelik olmalıdır.
Yangın Önleme	• Uyarı levhaları ,İlköğretim okullarına ziyaretler,Yazılı ve görsel medyanın kullanımı, Doğa/ yangın temalı yarışmalar,diğer bilinçlendirme faaliyetleri yapılmalıdır.
Yangına Hazırlıklı Olma	• Çıkabilecek bir yangına hızlı ve etkin müdahaleyi sağlayacak ekip ve ekipmanlar tam olmalıdır. • Yapılacak uygulamalar yangını erken tespit etme ve hızlı müdahale prensibine göre olmalıdır. • Kameralı ve uzaktan izleme çalışmaları güncel teknolojik imkânlar kullanılarak ilk müdahale hızı artırılmalıdır. • Yapılacak yanıcı madde düzenlemeleri ile tepe yangını ve yangın şiddeti potansiyeli azaltılmalıdır.
Eğitim	İletişim ve eğitim programları aracılığıyla planlama birimi yerleşim alanlarında yangın yönetim politikaları ve uygulam aları hakkında bilgi ve anlayış geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Ana, İlk, Orta ve Lise öğrencilerine yönelik bire bir eğitimlerin yanında orman yangınlarıyla ilgili hazırlanacak eğitim videoları ve filimler ile bilinçlendirme ve eğitim çalışmalarına önem ve öncelik verilmelidir.

3.SONUÇ

Adalar İlçesinin alan ve Nüfus olarak en büyük adası olan Büyükada bulunan ormanlık alanı 296.8 Ha. olup bu alan adanın %55'ine tekabül etmektedir. Bu çalışma sonunda Büyükada ormanlarının 235.5 Ha. lık kısmı(%3.42) yüksek yangın riskine sahip, 62.75 Ha. lık kısmı(%11,57) orta yangın riskine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yangın risk haritası yapldıktan sonar yine mevcut risk etmenlerinden faydalanılarak olası orman yangını durumunda bu yangının Tepe Yangını Potansiyelide hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda Büükada da çıkacak orman yangınlarının 141.5 Ha. alanda (%25.76) Tepe Yangını Potansiyeli olduğu tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA

Orman Yangınlarına karşı hazırlıklı olmak ona uygun bir yaklaşımı ve yönetim tarzını gerekli kılmaktadır. Orman yangınlarına karşı temel yaklaşımın yangın önleyici tedbirler olması olmalıdır. Önleyici tedbirler başta olmak üzere çıkabilecek yangınlara hazırlıklı olma, yangın yönetim planları oluşturma, gerekli işlemleri yapma ve denetleme konusunda yoğun çalışmalar yürütmelidir. Orman yangınlarının önlenmesi, çıkan yangınların zararlarının hafifletilebilmesi ve sahip olduğumuz mücadele gücünün en verimli şekilde kullanılabilmesi olanlama ile mümkündür. Bu çalışmada gerçekleştirilen analiz ve değerlendirmeler ışığında ortaya konulan yangın tehlike ve risk haritaları, yangın yönetim zonları ve bunlara ilişkin faaliyet ve uygulamalar çerçevesinde yangınların önlenmesi, yangınlara karşı hazırlıklı olma ve yangınla mücadele faaliyetleri gerçekleştirilmelidir. Ziraat-Orman, İskân-Orman arakesitlerinde yanıcı madde azaltma çalışmaları gerçekleştirilecek, olası bir yangının ormana sirayet etmesinin önüne geçilmeye çalışılmalıdır. Yangın risk ve tehlikesinin yüksek olduğu yolların sağ ve sol kenarlarında 20-30 metrelik tampon zonlarda yangın tehlikesini azaltmaya yönelik yanıcı maddenin kontrollü olarak azaltılması ve yanıcı madde dikey sürekliliğinin kırılması amacıyla silvikültürel uygulamalar gerçekleştirilmelidir.Ayrıca bu zon içerisinde yer alan yerleşim alanları içi ve civarında yangın risk ve tehlike potansiyelin göre belirlenecek 20-50 m'lik tampon zonlarda yanıcı madde temizliği gerçekleştirmek çok önemlidir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma esnasında özellikle haritaların oluşturulması ve model oluşturarak risklerin tespitinde vermis olduğu destekler için sayın Kağan ÇİNTİMUR'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

EFFİS,2018. European Forest Fire Information System (EFFIS),:http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports (Erişim Tarihi 24.04.2019)

OGM, 2019. Orman Genel Müdürlüğü, Ormancılık İstatistikleri 2018, http:// www.ogm.gov.tr/ ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx

İOBM,2018. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, İstanbul İli Yangın Yönetim Planı (2018-2022) (s. 43-51)

İOBM,2019. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, 2019 yılı Yangın Eylem Planı (s.16-17)

ADALAR, Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Plan (2012-2031

SENSÖR TABANLI CİHAZLAR İÇİN UZAK MESAFE VE DÜŞÜK GÜÇ TÜKETİMLİ KABLOSUZ HABERLEŞME TEKNOLOJİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE TÜRKİYE'DEKİ KULLANIM ALANLARI

Abdullah Çınar[1*]
[*1]Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği. Kocaeli, Türkiye
cnrabdullah@gmail.com

Prof. Dr. Oğuzhan Urhan[1]
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği. Kocaeli, Türkiye
urhano@kocaeli.edu.tr

Özet
2020 yılı itibariyle nesnelerin interneti kapsamında 30 milyar cihazın internete bağlı olması beklenmektedir. Sensör tabanlı cihazların en önemli ayırt edici özelliği uzaktan erişilebilir olmaları ve düşük güç tüketimine ihtiyaç duymalarıdır. Bu çalışmada sensör tabanlı cihazlar için geleneksel M2M haberleşme teknolojilerine alternatif olarak doğan LPWAN (Düşük Güç Geniş Alan Haberleşme Ağı) teknolojileri ele alınmıştır. Bunlardan yaygın olarak kullanılmakta olan LoRaWAN, Sigfox ve NB-IoT protokollerinin Türkiye'de kullanılabilirliği test edilmiş ve bu teknolojiler menzil, veri oranı, güç tüketimi, maliyet ve güvenlik kriterleri bakımından birbirleriyle ve geleneksel M2M teknolojileriyle karşılaştırılmıştır. Teorik ve deneysel karşılaştırmalar sonucunda bu teknolojilerin avantajları, dezavantajları, uygulama alanları ve eksik yönleri ortaya koyulmuştur. Türkiye'de Sigfox protokolünü kullanmak isteyen kullanıcılar hala şirketin (Sigfox) ülkeye resmi olarak giriş yapıp baz istasyonlarını açmasını beklemektedir. Bu sebepten, operatör bazlı LPWAN teknolojilerinden sadece NB-IoT Türkiye'de test edilebilmiş ve 2G/3G teknolojileri ile kıyaslanmıştır. LoRaWAN teknolojisinde ise kapalı çevrim bir özel ağ oluşturularak testler gerçekleştirilmiştir. Teoride bu teknolojilerin haberleşme menzilleri birbirine yakın olsa da pratikte Sigfox ve NB-IoT teknolojilerinin tıpkı 2G/3G teknolojileri gibi baz istasyonları arasında dolaşım (roaming) özelliği sayesinde menzil açısından daha avantajlı olduğu ortaya koyulmuştur. Bu teknolojiler hem teknik özellikler hem de uygulanabilirlik açısından karşılaştırıldıktan sonra, Türkiye'de düşük güç tüketimi gerektiren uygulamalarda kapalı çevrim ağlar için LoRaWAN, operatör bazlı çözümler için de NB-IoT'nin daha üstün olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: LPWAN, Nesnelerin İnterneti, LoRaWAN, Sigfox, NB-IoT, M2M.

Comparison of Low Power Wide Area Network Technologies for Sensor Devices and Their Feasibility in Turkey

Abstract
By 2020, 30 billion devices are expected to be connected to the Internet within the scope of the Internet of Things (IoT). The most important distinguishing feature of sensor-based devices is that they are remotely accessible and require low power consumption. In this study, LPWAN (Low Power Wide Area Network) technologies which were born as an alternative to conventional M2M communication technologies for sensor-based devices are discussed. For this perspective, the most common LPWAN technologies; LoRaWAN, Sigfox and NB-IoT are tested in terms of feasibility in Turkey and compared in terms of communication range, data rate, power consumption, price and security criteria between M2M technologies and each other. After theoretical and experimental comparisons; the advantages, disadvantages, application fields and missing aspects of these technologies have been revealed. Users wishing to use Sigfox protocol in Turkey are still waiting for the company (Sigfox) to release public base stations in Turkey. Therefore, only the NB-IoT technology has been tested in Turkey and compared to the 2G/3G technologies. As for the LoRaWAN technology, a closed loop private network was constructed and tested. Although the communication

ranges of these technologies are close to each other in theory, it has turned out to be more advantageous for Sigfox and NB-IoT in practice in terms of range thanks to their roaming feature between base stations just like the 2G/3G technologies. Upon comparison of these technologies both in terms of feasibility and technical specifications, it was concluded that LoRaWAN has the lead in private network solutions and NB-IoT has the lead in operator based solutions in Turkey.

Keywords: LPWAN, Internet of Things, LoRaWAN, Sigfox, NB-IoT, M2M.

1. GİRİŞ

Günümüzde nesnelerin interneti (IoT) alanında büyük bir ivme ile artan cihaz sayısı ve uygulama çeşitliliği, bu uygulamaların kendine has gereksinimlerinin de doğmasına sebep olmuştur. Nesnelerin interneti alanındaki uygulamaların büyük çoğunluğu kablosuz haberleşme kullanan ve dolayısıyla pille çalışan cihazları içermektedir. Sensör teknolojileri ve mikroişlemci mimarilerinde halihazırda düşük güç tüketimi gerektiren uygulamalar için farklı ürün portföyleri sunulurken kablosuz veri iletimi gerektiğinde uygulamalar hala çoğunlukla hücresel veri kullanımına yönelmektedir. Küçük ölçekli uygulamalarda Bluetooth, ZigBee, WiFi gibi yerel ağlar ya da mesh teknolojileri üzerinden verilerin toplanması ve tek bir cihaz üzerinden İnternete çıkarılabilmesi ne kadar mümkün olsa da cihazların sayısı ya da bölgelere dağınıklığı arttıkça bu teknolojilerin eksikliği hissedilmektedir [1]. Bu kapsamda yerel ağ çözümleri ile üstesinden gelinemeyen uygulamalarda hücresel veri kullanımı zorunlu hale gelmektedir. Hücresel veri iletimi sağlayan bu teknolojiler (GPRS, 3G, 4G) menzil anlamında büyük bir avantaj sağlasa da beraberinde yüksek güç tüketimi, yüksek donanım ve abonelik ücretlerini getirmektedir.

Nesnelerin interneti kapsamındaki cihazların büyük çoğunluğunda yüksek veri boyutları ya da veri transfer hızları gerekmediğinden, maliyeti ve güç tüketimini minimuma indirmek için çoğunlukla GPRS teknolojisi kullanılmaktadır. GSM operatörlerinin LTE ve 5G teknolojilerinin önünü açmak için yakın gelecekte 2G teknolojilerini desteklemeyi durduracağı bilinmektedir [2]. Ülkeden ülkeye tarihler değişmekle birlikte dar bant IoT (NB-IoT) ve LTE-M teknolojilerinin güç tüketimi ve frekans spektrumunun verimli kullanılması bakımından daha avantajlı olduğunun ortaya koyulmuş olması bu planların er ya da geç bütün dünyada faaliyete geçirileceğini göstermektedir. Bu çerçevede yüksek güç tüketimi ve maliyet parametreleri göze alınsa dahi ürün sürekliliğini sağlamak adına GPRS teknolojisine bağımlılığın azaltılması mantıklı bir seçim olacaktır.

LPWAN (Low Power Wide Area Network) teknolojileri tam olarak bu anlamda nesnelerin interneti alanında kullanılmak üzere optimize edilmiş kablosuz haberleşme çözümleri ortaya koymayı amaçlamaktadır. LPWAN teknolojileri farklı modülasyon teknikleri kullanarak çoğunlukla veri oranından ya da downlink özelliklerinden feragat ederek düşük güç tüketimi ile yüksek menzillerde (5-15 km) haberleşmeyi sağlayabilmektedir [3]. Bu çalışmada da LPWAN teknolojilerinin genel özelliklerinden bahsedilmiş, yaygın olarak kullanılmakta olan LPWAN teknolojileri birbirleriyle ve hücresel veri teknolojileriyle pozitif ve negatif yönleri ortaya koyularak karşılaştırılmış ve bu teknolojilerin Türkiye'deki kullanım alanları belirtilerek hangi uygulamalarda hangi teknolojinin daha avantajlı olduğu ortaya koyulmuştur. Böylece Türkiye'de nesnelerin interneti alanında uygulama geliştirmek isteyenlerin hangi teknolojiyi seçmesi gerektiğine dair karşılaştırmalı bir rehber oluşturulmuştur.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada günümüzde yaygın olarak kullanılmakta olan LPWAN teknolojilerinden 3 tanesi incelenmiştir. Bunlarla ilgili genel bilgiler verildikten sonra Türkiye'deki saha testleri sonuçları paylaşılmış ve bu teknolojilerin hangi uygulama alanlarında kullanılmasının avantajlı olduğu belirtilmiştir.

3. İNCELENEN TEKNOLOJİLER

3.1. Sigfox

Sigfox LPWAN alanında yaygın olarak en uzun süredir kullanılmakta olan LPWAN teknolojisidir. Fransız bir startup firması olarak kurulan Sigfox, Avrupa'nın birçok yerini (özellikle de Fransa'yı)

sunduğu haberleşme ağı ile donatarak operatör bazlı bir çalışma sunmaktadır. Yani Sigfox ağını kullanıcılar kendi baz istasyonu ve end-node'larını tasarlayarak kullanamazlar. Bu sebepten şu anda Sigfox'un kurulum yaptığı bölgeler dışında bu protokolü kullanmak mümkün değildir. Sigfox kullanıcılarının günlük transfer edebilecekleri mesaj sayısı 140 olarak belirlenmiştir. Bu teknoloji lisans gerektirmeyen (ISM) frekans bantlarında çalışır.

3.2. LoRaWAN

LoRa, patenti Semtech firması tarafından alınmış bir modülasyon tekniğidir. FSK modülasyonlarından farklı bir teknik kullanarak (CSS) daha uzun menzillere çıkabilir. Bu modülasyon tekniği üzerine LoRa Alliance topluluğu tarafından açık standart LoRaWAN MAC protokolü eklenerek bir haberleşme protokolü haline getirilmiştir. Bu teknoloji de Sigfox gibi lisans gerektirmeyen (ISM) frekanslar bantlarında çalışır.

3.3. NB-IoT

3GPP tarafından geliştirilmiş bir açık teknoloji IoT standardı olan NB-IoT teknolojisi lisanslı bantlarda çalışır. LTE spektrumundaki bantları kullandığı için hücresel ağ operatörlerinin alt yapısına ihtiyaç duymaktadır. Kapalı alanlarda çekim gücü yüksek olan NB-IoT protokolü kurulumu operatörler üstleneceği için kullanım kolaylığı sunmaktadır. UDP ve TCP katmanlarını desteklemesi network sunucu tarafı için de kullanıcılara kolaylık sağlamakta, GPRS bazlı cihazlardan geçiş yapacaklar için avantaj olmaktadır. Mevcut LTE baz istasyonlarında yazılım ve donanım (kısmen) güncellemeleri yapılarak aktif edilebilmektedir [4].

3.4. Teknik Özelliklerin Karşılaştırılması

İncelenen 3 teknolojinin teknik özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 1'de verilmiştir [5]. Bu teknolojilerdeki donanım pazarı henüz yeni yeni gelişmeye başladığı için maliyet bilgileri bu çalışmanın yapıldığı tarihler için verilmiştir ve bu teknolojiler yaygınlaştıkça maliyetlerin daha da aşağıya inmesi beklenmektedir.

Tablo 1. LPWAN Teknolojileri Teknik Özellikleri

	Sigfox	LoRaWAN	NB-IoT
Modülasyon	BPSK	CSS	QPSK
Frekans	ISM (868,915,433 MHz)	ISM (868,915,433 MHz)	Lisanslı LTE Bantları
Band Genişliği	100 Hz	125 kHz ve 250 kHz	200 kHz
Veri Oranı	100 bps (maksimum)	50 kbps (maksimum)	200 kbps (maksimum)
Çift-Yönlü İletişim	Sınırlı (Günde 4 mesaj)	Mevcut	Mevcut
Mesaj Sınırı	Günlük Mesaj Sınırı	Sınırsız (FCC Dahilinde)	Sınırsız
Menzil	10 km – 40 km	5 km – 20 km	1 km – 10 km
Güvenlik	Yok	AES (128 bit)	LTE şifreleme
Yerel Ağ Seçeneği	Yok	Var	Yok
Güç Tüketimi	22mA (TX 15dBm)	45mA (TX 14dBm)	130mA (TX 12dBm)
Alt Yapı Maliyeti	Operatör karşılar	300-600 $	Operatör karşılar
Modül Maliyeti	5-10 $	9-12 $	7-12 $
Abonelik Maliyeti	< 1 $/ay	Yok	< 1 $/ay

4. SAHA TESTLERİ

4.1. Sigfox Saha Testleri

Sigfox şirketinin 2020 Ocak ayı itibari ile Türkiye'de operasyonel faaliyetlere başlaması beklenmektedir. Başlangıçta büyük şehirlerde havalimanı, AVM gibi yoğun bölgelerde pilot uygulamalar için baz istasyonu kurulacağı bildirilmiştir. Baz istasyonları kurulduktan sonra Sigfox uygulama katmanına sahip cihazlar aracılığıyla Sigfox sunucularında abonelik yöntemi ile üyelik oluşturmak gerekmektedir.

4.2. LoRaWAN Saha Testleri

LoRaWAN saha testleri için yerel ağ kurma amacıyla baz istasyonu ve veri gönderim cihazları temin edilmiştir. Şehir içi testleri için regülasyonun izin verdiği maksimum limitlere göre saha testleri gerçekleştirilmiştir. Hareketli cihazlardan testler yapılarak mobilite testi yapılmıştır. LoRaWAN

teknolojisinin sunduğu Adaptive Data Rate özelliği kullanılarak güç tüketimi gözlemlenmiştir. LoRaWAN saha testlerinde kullanılan donanımlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. LoRaWAN Saha Testi Donanımları

Baz İstasyonu	Multitech Conduit (MTCDT-210L) + MTAC-LORA-868
Veri Gönderim Cihazı	Microchip Lora Technology Mote (868MHz RN2483 Class A)
Anten (Baz İstasyonu)	Taoglass 8dBi Omnidirectional Çubuk Anten

4.2.1. Yerleşim Yeri Ağırlıklı Bölgeler

Yerleşim ağırlıklı bölgelerde yapılan testlerle şehir içinde doğrudan görüş (line of sight) sağlanamadığı senaryolarda LoRaWAN teknolojisinin durumu gözlemlenmiştir. Bu test için çevresinde bol sayıda yüksek bina, bir adet araştırma hastanesi ve bir adet üniversite bulunan bir apartmanın en üst katına baz istasyonu ve anten yerleştirilmiştir (Bkz. Şekil 1). Antenin yer hizasından yüksekliği yaklaşık 20 metredir.

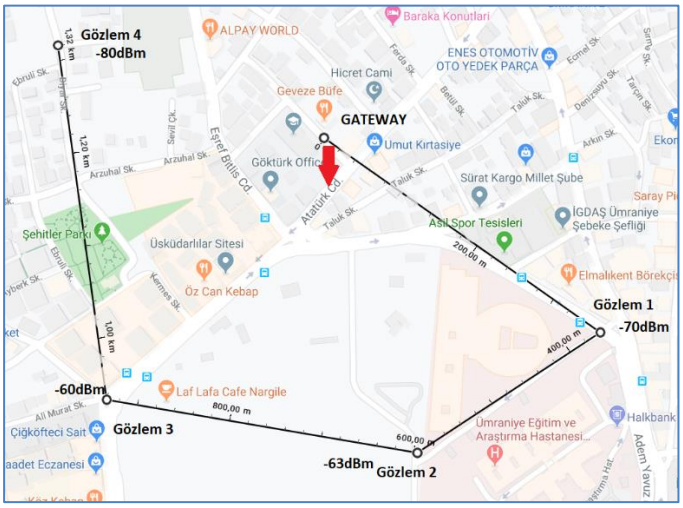
Testler için her birinin antenin bulunduğu binaya uzaklığı 350 metre olan 4 adet gözlem noktası seçilmiştir. Çekim gücü testlerinin tamamında veri gönderim cihazı yer hizasında çalıştırılmıştır. Gözlem noktaları arasında seyahat ederken de cihazlar 5 saniyede bir periyodik olarak veri gönderecek şekilde ayarlanmış ve hareket halindeki paket başarı oranları da gözlemlenmiştir.
Testlerde kullanılan LoRaWAN konfigürasyonları Tablo 3'de verilmiştir:

Tablo 3. LoRaWAN Saha Testi Konfigürasyonları

Yayılma Faktörü	SF12
Frekans	868 MHz
Adaptive Data Rate Özelliği	Kapalı
Veri Gönderim Cihazı Çıkış Gücü	14dBm
Band Genişliği	125 kHz
Bağlantı Modu	OTAA



Şekil 1. Test1 Anten Konumu



Şekil 2. Test1 Gözlem Noktaları

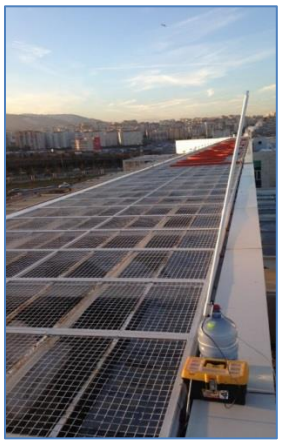
Testler sonucunda elde edilen RSSI değerleri ve gözlem noktalarının konumları Şekil 2'de verilmiştir. RSSI değerinin 0'a yaklaşması çekim gücünün artması anlamına gelmektedir.
Gözlemler sonucunda elde edilen veriler ışığında aşağıdaki çıkarımlar yapılmıştır:

- En iyi çekim gücü aradaki binaların en az olduğu ve antenin bulunduğu yöne yakın bakan 3 numaralı gözlem noktasında saptanmıştır.
- En kötü çekim gücü antenin bulunduğu binanın arka tarafındaki yönde kalan 4 numaralı gözlem noktasında saptanmıştır.

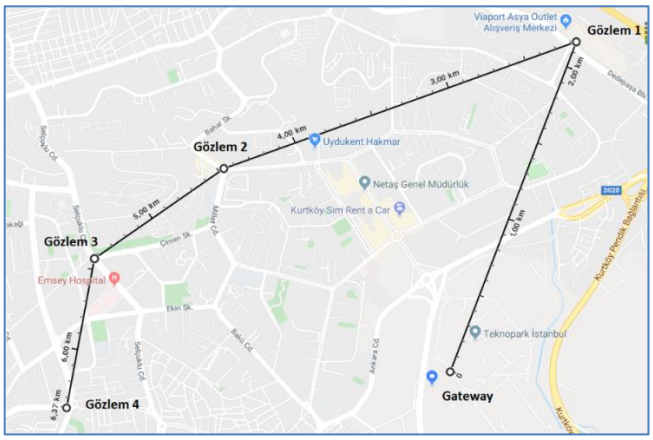
- 1 ve 2 numaralı gözlem noktaları yakın bölgelerde ve antene eşit mesafede olmalarına rağmen hastane ve konutlarla daha iç içe bulunan 1 numaralı gözlem noktasında çekim gücü daha düşük saptanmıştır.
- Şehir içinde 1 kilometreye kadar yapılan testlerde hata oranı yüzde 5'in altında çıkmıştır.
- Hareket halindeyken gönderilen paketlerde başarı oranında ve çekim gücünde yüzde 10 ile yüzde 15 arasında (5-10 dBm) düşüş gözlemlenmiştir.
- Hareket halindeyken baz istasyonu ve cihaz arasındaki bağlantı koptuğunda bağlantının tekrar sağlanabilmesi için cihazın durağan konuma getirilmesinin bağlanma hızını artırdığı gözlemlenmiştir.

4.2.2. Şehir İçi Açık Alan Testleri

Bu testlerde şehir içinde LoRaWAN teknolojisinin ulaşabileceği maksimum menzilin test edilmesi amaçlanmıştır. Şehir içi menzil testi için Pendik ilçesindeki Teknopark İstanbul yerleşkesinde bir binanın çatısına baz istasyonu ve anten yerleştirilmiştir (Bkz. Şekil 3). Bu testte kullanılan donanımlar Tablo 2'de, LoRaWAN konfigürasyonları da Tablo 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Test2 Anten Konumu



Şekil 4. Test2 Gözlem Noktaları

Testin yapıldığı bölgede yerleşkeye en yakın mesafede bir havalimanı ve 1 kilometre mesafeden sonra da yerleşim yerleri başlamaktadır. Ayrıca antenin yerleştirildiği çatıda da antenin çevresi açık ve antenden daha yüksekte herhangi bir yapısal engel bulunmamaktadır.

Çevrede haberleşmenin sağlanabildiği maksimum mesafeyi bulabilmek için antenden uzaklaşırken line of sight'ın sağlanabildiği konumlar bulunması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda baz istasyonu ve veri gönderim cihazı arasında doğrudan görüşün (line of sight) engellenmediği yaklaşık 2.5 kilometrelik bir uzaklıktan yüzde 60 başarı oranı ile maksimum menzile ulaşılmıştır.

4 numaralı gözlem noktasında maksimum menzile ulaşılmış olmasına rağmen gözlem 4 noktasından gözlem 3 noktasına doğru ilerlerken antene olan mesafe azalsa dahi hata oranının azaldığı ve zaman zaman bağlantı kopmaları yaşandığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebi 4 numaralı gözlem noktasının açıklık alanda bulunması sebebiyle anten ve cihaz arasındaki görüşün daha net olmasıdır. 3 numaralı gözlem noktasına doğru giderken arada kalan bölgelerde yerleşim yerlerinin içindeki noktalarda antene olan mesafe daha kısa olmasına rağmen araya giren yapılar sebebiyle haberleşme sağlanamamaktadır. Gözlemler sonucunda elde edilen veriler ışığında aşağıda belirtilen yöntemlerin haberleşme menzilinin artmasında büyük rol oynadığı ortaya çıkarılmıştır:

- Baz istasyonu ve veri gönderim cihazı birbirlerini çok uzaktan da olsa kuş uçuşu görebilecek şekilde konumlandırıldığında menzil artmaktadır.
- Hem baz istasyonu ve mümkünse hem de veri gönderim cihazı bölgedeki diğer yerleşim yerlerine göre daha yükseğe konumlandırıldığında menzil artmaktadır.

- Veri gönderim cihazı konumu sabitlenip hareketsiz olarak testler tekrarlandığında menzil artmaktadır.
- Uzak mesafelerde bağlantı kopması yaşanırsa tekrar bağlantı kurabilmek için OTAA aktivasyonunun tekrar yapılması gereklidir. OTAA aktivasyonu esnasında güvenlik anahtarlarının paylaşımı gerektiğinden, normalden daha büyük boyutlarda veri iletimi yapıldığı için antene normalden daha da fazla yaklaşmak gerekmektedir.

4.3. NB-IoT Saha Testleri

NB-IoT baz istasyonları henüz halkın erişimine açılmadığından ve bu teknolojide private network kurma şansı bulunmadığından, Turkcell Ar-Ge binasına test amaçlı kurulan baz istasyonu üzerinde Turkcell IoT takımı eşliğinde haberleşme testi yapılmıştır.

Testlerde üzerinde Quectel BC95G modülü bulunan bir sensör cihazı kullanılmıştır. NB-IoT ağı üzerinden UDP ve TCP paketleri gönderilmiş, baz istasyonu üzerinden teyit edilmiştir. Sonrasında TCP komutları kullanılarak bir HTTP sunucusuna HTTP POST isteği yapılarak istek/yanıt ulaşma süreleri gözlemlenmiş ve GPRS teknolojisini kullanan modüldeki sürelere yakın olduğu gözlemlenmiştir. GPRS modülü üzerinde yapılan testlerde ortalama çekim gücü seviyelerinde, 30 byte veri içeren bir paketin ulaşımı 50 milisaniye aralığında tamamlanırken, NB-IoT modülü ile yapılan testlerde aynı paketin gönderimi 100 milisaniye civarında tamamlanmıştır. İki testte de veri gönderiminin başlatıldığı an ile sunucudan gönderilen HTTP yanıtının cihaza ulaştığı an arasındaki süre dikkate alınmıştır.

5. SONUÇLAR

Sonuçlar bölümünde incelenen teknolojiler ile ilgili edinilen bilgiler ışığında hangi teknolojinin hangi durumlarda tercih edilmesinin avantajlı olduğu ortaya koyulmuştur.

5.1. Sigfox Tercih Sebepleri

Sigfox teknolojisinin kullanılmasının tercih sebebi olabileceği uygulamalar veri boyutu küçük olan ve çok sık aralıklarla veri transferi yapılması gerekmeyen uygulamalardır. Sigfox teknolojisinde günlük downlink sayısı da çok sınırlı olduğu için gönderilen her mesajda gönderildi bilgisi (ACK) almak mümkün değildir.
Bu sebeplerden aşağıdaki durumlarda Sigfox teknolojisinin kullanılması önerilmemektedir:

- Günlük 140 mesaj ve mesaj başına 12 byte sınırının aşıldığı uygulamalar.
- Uzaktan konfigürasyon ya da yazılım güncellemesi gerektiren uygulamalar.
- Mesaj içeriğinin hayati olduğu durumlarda Sigfox kullanılması önerilmemektedir.

5.2. LoRaWAN Tercih Sebepleri

Karşılaştırılan 3 teknoloji arasında 2019 yılı itibariyle Türkiye'de kullanıma en hazır olan teknoloji LoRaWAN teknolojisidir. Private networkler kurularak ülkenin herhangi bir yerinde regülasyon kurallarına uymak kaydı ile kullanılabilir.
LoRaWAN teknolojisinin tercih sebebi olabilecek avantajları şunlardır:

- Operatör ya da hizmet bağımlılığı olmaması.
- Özellikle kırsal alanlarda operatörün baz istasyonu kurmadığı bölgelerde tarım, enerji, hayvancılık gibi alanlarda veri toplama amacıyla kullanılabilir.
- Havalimanı, fabrika gibi büyük kapalı alanlarda az sayıda baz istasyonu ile binlerce cihazdan veri toplanabilir.
- Hareketli cisimlerde geolocation aracılığıyla konum takibi yapılabilir. Bu özelliğin kullanılabilmesi için cihazın en az 3 adet baz istasyonunun kapsama alanında olması gerekmektedir.
- Uyarlamalı Veri Oranı (ADR) sayesinde baz istasyonuna yakın cihazlar için çıkış gücü değeri düşürülerek güç tüketimi optimizasyonu sağlaması

5.3. NB-IoT Tercih Sebepleri

NB-IoT teknolojisinin kullanılmasının önerildiği senaryolar aşağıda belirtilmiştir:

- Hayati önem taşıyan verilerin iletileceği durumlarda diğer iki teknolojiye göre daha güvenilir.
- Bina içine nüfuz etme anlamında diğer iki teknolojiye göre daha üstün. Baz istasyonuna hem açık alanlardaki cihazlardan hem de kapalı alanlardaki cihazlardan erişim sağlanması gereken uygulamalarda avantajlı durumda.
- GPRS teknolojisini kullanan uygulamalardan geçiş yapma anlamında büyük avantajı var. Hem kullanım şekli bakımından hem de TCP katmanını destekliyor olması bakımından çok kısa sürede projeler bu teknolojiye taşınabilir.
- Az sayıda cihazın dağınık bölgelerde bulunduğu durumlarda avantajlı.

KAYNAKLAR

[1] Song, Y., Lin, J., Tang, M., Dong, S. (2017). An Internet of Energy Things Based on Wireless LPWAN. *Elsevier*, *3*(4)

[2] (2019), *2G shutdown: When and where is it happening*, 1 Kasım 2019 tarihinde:

https://www.oliviawireless.com/learn-overview/2g-shutdown adresinden alındı.

[3] Centenaro, M., Vangelista, L., Zanella, A., Zorzi, M. (2016). Long-range communications in unlicensed bands: the rising stars in the IoT and smart city scenarios. *IEEE Wireless Communications*, *23*(5)

[4] Chen, Min & Miao, Yiming & Humar, Iztok. (2019). Simulation of Narrowband Cellular Internet of Things. 10.1007/978-981-32-9170-6_10.

[5] Mekki, K., Bajic, E., Chaxel, F., Meyer, F. (2019). A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment. *ICT Express*, 5(1)

YANGIN SÖNDÜRME KÖPÜĞÜ NEDİR? KULLANIM ALANLARI NELERDİR?

Cihan Aktaş
Kolagom Kimyasallar San. Tic. Ltd. Şti. , Laboratuvar Deney Sorumlusu
cihan@kolagom.com

Dr. Öğretim Üyesi, Necmi C. Özdemir
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü
necmi.ozdemir@kocaeli.edu.tr

Özet

Bu çalışmanın temel amacı, yangın söndürme köpüklerinin kullanımı hakkında farkındalık yaratmak ve yangın söndürme köpüklerine uygulanan test yöntemleri hakkında bilgi vermektir. Yangın söndürme köpükleri, yangına müdahale için geliştirilen kimyasal karışımlardır. Yangın söndürme köpüklerinin temel amacı, yanma olayını gerçekleştiren üç bileşenden birini ya da bir kaçını ortadan kaldırarak yanma olayına son vermektir. Karışım oranı, karıştırılan köpük miktarının su miktarına oranını belirtir. Örneğin %3'lük bir karışım oranında; 3 ölçek köpük, 97 ölçek su vardır. Köpük maddesi türüne bağlı olarak karışım oranları %0,1 ile %6 arasında değişim gösterir.

Köpük konsantreleri, TS EN 1568 standardına göre dört farklı gruba ayrılır. Bu gruplar;

- EN 1568-1, Yangın Söndürücü Maddeler-Köpük Konsantreleri-Bölüm 2:Suyla Karışmayan Sıvıların Yüzeyine Uygulanan Orta Genleşmeli Köpük Konsantreler için Özellikler
- EN 1568-2, Yangın Söndürücü Maddeler-Köpük Konsantreleri-Bölüm 2:Suyla Karışmayan Sıvıların Yüzeyine Uygulanan Yüksek Genleşmeli Köpük Konsantreler için Özellikler
- EN 1568-3, Yangın Söndürücü Maddeler-Köpük Konsantreleri-Bölüm 3:Suyla Karışabilen Sıvıların Yüzeyine Uygulanan Düşük Genleşmeli Köpük Konsantreler için Özellikler
- EN 1568-4, Yangın Söndürücü Maddeler-Köpük Konsantreleri-Bölüm 4: Suyla Karışabilen Sıvıların Yüzeyine Uygulanan Düşük Genleşmeli Köpük Konsantreler için Özellikler

Yangın söndürücü köpüklerin geniş bir uygulama alanı vardır. Örnek olarak; Kimya Fabrikaları, Solvent ve Hidrokarbon Depolama Alanları, Boya Üretim ve Depolama Alanları, Katı Malzeme Depoları, Raflı Depolama Alanları, Jeneratör ve Motor Test Odaları, Kablo ve Tesisat Galerileri, Enerji Üretim Alanları, Jeneratör Odaları, Uçak Hangarları, Helikopter Hangarları, Gemi Makine Daireleri ve Kargo Alanları, Kazan Daireleri, Yanıcı, Parlayıcı Ortamlarda Buhar Bastırma, Endüstriyel Uygulamalar, vb.

Anahtar Kelimeler: Yangın, yangın söndürme köpüğü, yangın söndürme köpüğü kullanım alanları.

WHAT IS FIRE EXTINGUISHING FOAM? WHAT ARE THE USAGE AREAS?

Abstract

The main purpose of this study is to raise awareness about the use of fire extinguishing foams and to give information about test methods applied to fire extinguishing foams. Fire fighting foams are chemical mixtures developed for fire fighting. The main purpose of the fire fighting foams is to stop the combustion by eliminating one or more of the three components which carry out the combustion process. The mixing ratio refers to the ratio of the amount of foam mixed to the amount of water. For example, in a mixing ratio of 3%; There are 3 parts foam, 97 parts water. Depending on the type of foam material, the mixing ratios range from 0,1% to 6%.

Foam concentrates are divided into four different groups according to TS EN 1568 standard. These groups;

- EN 1568-1, Fire extinguishing media - Foam concentrates - Part 1: Specification for medium expansion foam concentrates for surface application to water-immiscible liquids
- EN 1568-2, Fire extinguishing media - Foam concentrates - Part 2: Specification for high expansion foam concentrates for surface application to water-immiscible liquids
- EN 1568-3, Fire extinguishing media - Foam concentrates - Part 3: Specification for low expansion foam concentrates for surface application to water-immiscible liquids

• EN 1568-4, Fire extinguishing media - Foam concentrates - Part 4: Specification for low expansion foam concentrates for surface application to water-miscible liquids

Fire extinguisher foams has a wide range of applications. As an example; Chemical Factories, Solvent and Hydrocarbon Storage Areas, Dyestuff Production and Storage Areas, Solid Material Storage Areas, Shelved Storage Areas, Generator and Engine Test Rooms, Cable and Installation Galleries, Power Plants, Generator Rooms, Airplane Hangers, Helicopter Hangers, Hull Machinery Rooms and Cargo Areas, Boiler Rooms, Steam Suppressing at Combustible, Inflammable Mediums, Industrial Applications, etc.

Keywords: Fire, fire fighting foam, application areas of fire fighting foam.

1.Giriş

Yangın söndürme köpük konsantreleri, tüm dünyada uygulama alanı bulmuş yangına müdahalede kullanılan kimyasal karışımlardır. Yangın söndürme köpükleri, gelişmekte olan yangın söndürme teknolojilerine paralel olarak gelişim göstermiştir. Yangın söndürme köpüklerinin özelliklerinin belirlendiği bir takım standartlar vardır. Bu standartlar da zaman zaman güncellenmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, yangın söndürme köpüklerinin kullanımı hakkında farkındalık yaratmak ve yangın söndürme köpüklerine uygulanan test yöntemleri hakkında bilgi vermektir. Yangın söndürme köpüklerinin tabi olduğu standartlar ve bu standartlarda yapılan değişiklikler hakkında bilgi vermektir.

2.Köpük Nedir?

Yangın söndürme köpükleri, yangına müdahale için geliştirilen kimyasal karışımlardır. Yangın söndürme köpüklerinin temel amacı, yanıcı madde üzerinde bir tabaka oluşturup, oksijenin ve ısının yüzeyden uzaklaşmasını sağlayarak ortam sıcaklığını düşürüp yanmayı söndürmektir. Yangın söndürme köpük konsantresi, su ile karıştırılır ve hava ile genleşmesi sağlanarak yangın söndürme köpüğüne dönüşür. Yangın söndürme köpükleri beş söndürme etkisi gösterir;

- Ayırma etkisi
- Soğutma etkisi
- Bastırma etkisi
- Yalıtım etkisi
- Örtü etkisi

2.1.Köpük Nasıl Oluşur?

2.1.1.Konvansiyonel Köpük Üretimi

Konvansiyonel köpük üretiminde su ve köpük ortam havasını emen bir jet boruda köpürtülür.

2.1.2.CAFS Köpük Üretimi (Compressed Air Foam System (Hava Basınçlı Köpük Sistemi)

Basınçlı Hava Köpük sistemi olan CAFS, köpükle suyun karıştıktan hemen sonra sıkıştırılmış hava ile köpürtülür, bu durum ince kabarcıklı köpük oluşumuna olanak sağlar. Karıştırma oranı %0,1 ile %6 arasında değişmektedir.

2.1.3.Yangın Söndürme Tüpü İle Köpük Üretimi

Yangın söndürme tüplerinde, köpük çözeltisi dışarıda hazırlanır ve tüpün içine doldurularak azot gazı yardımı ile basınçlandırılır. Tüpten basınçlı bir şekilde çıkan çözelti tüpün çıkışına bağlı nozul yardımı ile hava ile temas eder ve köpük haline dönüşür.

2.2.Yangın Söndürme Köpüğü Sınıfları Nelerdir?

TS EN 1568 Standardında köpük konsantreleri, aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

a) Protein köpük konsantreleri (P): Bunlar, hidrolizlenmiş protein malzemelerinden elde edilen sıvılardır.

b) Floroprotein köpük konsantreleri (FP): Bunlar, florlu yüzey aktif maddelerin ilave edildiği protein konsantreleridir.

c) Yapay köpük konsantreleri (S): Bunlar, hidrokarbonlu yüzey aktif madde karışımlarından oluşur ve ilave kararlılık sağlayıcılarla birlikte florlu yüzey aktif maddeleri içerebilir.
d) Alkole dirençli köpük konsantreleri (AR): Bunlar, hidrokarbon yakıtlar üzerinde kullanıma uygundur ve ayrıca, suyla karışabilir sıvı yakıtlar üzerine uygulandığında, etkinliğini uzun süre korur. Alkole dirençli bazı köpük konsantreleri, alkol yüzeyi üzerinde polimerik bir zar oluşturarak çökebilir.
e) Bir sulu film oluşturucu köpük konsantreleri (AFFF): Bunlar, genel olarak, hidrokarbon ve florlu yüzey aktif madde karışımlarından oluşur ve bazı hidrokarbon yakıtların yüzeyinde sulu bir film oluşturmaözelliğine sahiptir.
f) Film oluşturucu floroprotein köpük konsantreleri (FFFP): Bunlar, bazı hidrokarbonlu yakıtların yüzeyi üzerinde bir sulu film oluşturma özelliğine sahip floroprotein köpük konsantreleridir.
g) Florsuz köpük konsantreleri (F3): Bu köpükler, performans değerleri ve AFFF ve / veya AR köpüklerine benzer olarak fakat floroorganik bileşikler kullanmadan söndürmeyi karşılamak için tahsis edilmiştir. Bu köpük konsantreleri, hidrokarbon yüzey aktif maddelerin ve flor içermeyen stabilizatörlerin karışımlarına dayanmaktadır.

2.3.Yangın Söndürme Köpüğü Kullanım Alanları?
Yangın söndürücü köpüklerin geniş bir uygulama alanı vardır. Örnek olarak; ormanlık alanlar, kütük ve kereste depoları, tekstil ve kağıt antrepoları, kimya fabrikaları, solvent ve hidrokarbon depolama alanları, boya üretim ve depolama alanları, katı malzeme depoları, raflı depolama alanları, jeneratör ve motor test odaları, kablo ve tesisat galerileri, enerji üretim alanları, jeneratör odaları, uçak hangarları, helikopter hangarları, gemi makine daireleri ve kargo alanları, kazan daireleri, yanıcı, parlayıcı ortamlarda buhar bastırma, endüstriyel uygulamalar, vb.

2.4.Yangın Söndürme Köpüğü Türleri Nelerdir?
TS EN 1568 Standardında köpük konsantreleri, aşağıdaki şekilde dört bölümde sınıflandırılmıştır:
1. TS EN 1568:2018-1 Yangın söndürücü maddeler - Köpük konsantreleri -bölüm 1: Suyla karışmayan sıvıların yüzeyine uygulanan orta genleşmeli köpük konsantreleri için özellikler
2. TS EN 1568:2018-2 Yangın söndürücü maddeler - Köpük konsantreleri -bölüm 1: Suyla karışmayan sıvıların yüzeyine uygulanan yüksek genleşmeli köpük konsantreleri için özellikler
3. TS EN 1568:2018-3 Yangın söndürücü maddeler - Köpük konsantreleri -bölüm 1: Suyla karışmayan sıvıların yüzeyine uygulanan düşük genleşmeli köpük konsantreleri için özellikler
4. TS EN 1568:2018-4 Yangın söndürücü maddeler - Köpük konsantreleri -bölüm 1: Suyla karışabilen sıvıların yüzeyine uygulanan düşük genleşmeli köpük konsantreleri için özellikler

2.4.1.Düşük Genleşmeli Köpük (Köpük genleşme katsayısı < 20 olan köpük)
Yüksek ağırlıkta ve düşük hacimli ince kabarcıklı "ıslak" köpüktür. Karışım miktarına bağlı olarak dikey yüzeylerde iyi yapışma kabiliyeti vardır. Söndürme olayı, ayırma ve soğutma etkisi ile gerçekleşir. Ağır köpük, tesislerde kurulan sistem veya mobil köpük borularında üretilebilir. Sisteme monte edilmiş süzgeçler ya da sistemin dışarıdan hava almasını sağlayan sonradan sisteme dahil aksamlar, köpük solüsyonunun emilen hava ile daha iyi köpürmesini sağlar, bu durum ince kabarcıklı ve sert köpük oluşumunu sağlar.

2.4.2.Orta Genleşmeli Köpük (20 ≤ Köpük genleşme katsayı < 200)
Söndürme etkisi, ayırma, soğutma ve bastırma etkisine dayanan orta genleşmeli köpük, büyük hacimli, nemli ince kabarcıklı veya kuru, büyük kabarcıklı olarak oluşur. Köpük lansında emilen hava ile köpük solüsyonunun karşılaşmasıyla köpük oluşumu sağlanır. Solüsyon, köpük borusunun içinde bulunan süzgeç ızgarası ile basınç altında karşılaşır ve ek olarak köpüklenme meydana gelir. Böylece kısa zamanda daha hacimli köpük elde edilir.

2.4.3.Yüksek Genleşmeli Köpük (200≤ Köpük genleşme katsayı olan köpük)
Yüksek oranda hava içeren yüksek genleşmeli köpük, oldukça hafif ve büyük hacimlidir. Hava yüzdesinin çok olması büyük kabarcıklı ve kuru olmasını sağlar. Yüksek genleşmeli köpük, büyük hacimli ve hafif olması sebebiyle atış kabiliyetine sahip değildir, hafif köpük jenaratörleriyle üretilir. Ayırma, yalıtma ve bastırma etkisine dayanarak söndürür. Söndürme esnasında yüksek yanma ısılarının hemen buharlaştırarak, 1700 kata kadar su buharı oluşturur ve ortamın sıcaklığı soğutulur.

Büyük hangarlar ve depolar gibi, kapalı alanlarda kullanılması uygundur. Alanı kısa sürede tamamen doldurabilir. Köpüğün kuru olması itibariyle, su hasarları minimalize edilir. Önleyici olarak kullanıldığında yanıcı gazları bastırarak, alev ve ısı etkisine karşı önlem alınmış olur.

2.5.Yangın Söndürme Köpüğü Kullanımındaki Faydalar Nelerdir?

Yangın söndürme köpükleri kullanım kolaylığı, verimi, çevreye karşı zararsız oluşu ve söndürme performansı gibi birçok sebepten dolayı yangın söndürmede tercih sebebidir. %0,1 ila %6 arasında bir oranda kullanılmasına karşı çözelti hacminin 500-1000 katına kadar hacme ulaşarak etkin bir söndürme olanağı sağlarlar. Ayrıca, her türlü yangın türüne uygun üretildikleri için, söndürme verimleri oldukça yüksektir.

2.6.Yangın Söndürme Köpüğü Neden Kullanılmalıdır?

Yangın söndürme köpükleri, gerek yangına olan söndürme etkisi ile gerekse kullanımından alınan verime göre yangını söndürmede oldukça etkilidir. Ülkemizde çıkan yangınların sıklığını düşünürsek, etkili söndürmenin önemini bir kez daha kavramış oluruz. İstanbul ve Türkiye'de 2018 yılı içerisinde ortaya çıkmış bazı yangınlara dair istatistikler şu şekildedir.

İstanbul İtfaiyesi, 2018'de 7 bin 153'ü söndürülmemiş sigara izmaritinden kaynaklanan 20 bin 416 yangına müdahale etmiştir. Bu durum İstanbul'da her 37,6 dakikada bir yangın çıktığını gösteriyor.
2018 yılında, Türkiye'de en az 436 endüstriyel yangın ve patlama gerçekleşmiştir. Bu olayların 385'i endüstriyel yangın, 51 tanesi ise endüstriyel patlamadır. Bu endüstriyel yangın ve patlamalarda en az 25 kişi hayatını kaybetmiş, 72 kişi yaralanmıştır. Yüzlerce kişi ise yangından sonra ortaya çıkan boğucu ve zehirleyici gazlardan etkilenerek tedavi görmüştür. Mesai saatleri dışında yaşanan olaylar bilançonun çok daha ağır olmasını yine engellemiştir. Bu veriler ışığında etkin bir söndürme sistemi varlığının önemi bir kez daha anlaşılmaktadır.

2.7.Yangın Söndürme Köpüğü Kullanım Oranı

Karıştırılan köpük konsantresi miktarının su miktarına oranını belirtir. Örneğin %3'lük bir karışım oranında 3 ölçek köpük konsantresi, 97 ölçek su vardır. Söndürme sisteminde köpük konsantresi, enjeksiyon karıştırıcı, basınç karıştırıcı veya etki basınç karıştırıcı ile dozajlanır. Köpük maddesi türüne bağlı olarak karışım oranları %0,1 ile %6 arasında değişim gösterir.

3. Standartlar

Yangın söndürme köpükleri, tüm dünyada kabul gören uluslar arası veya ulusal bir takım standartlara uymak zorundadır.

3.1.Yangın Söndürme Köpükleri İle İlgili Ulusal ve Uluslararası Standartlar Nelerdir?

Yangın söndürme köpüklerinin fizikokimyasal özellikleri ve performans testlerinin özellikleri standartlar ile belirlenmiştir. Tüm dünya'da uygulamada olan bir takım standartlar vardır. Bu standartlardan bazıları aşağıda belirtilmiştir.

- UL (Underwriters Laboratory)
- ICAO (International Civil Aviation Organization)
- IMO (International Maritime Organization)
- LASTFIRE (Large Atmospheric Storage Tanks)
- NFPA (National Fire Protection Agency)
- EN 1568 (European Standard)

3.2. Ulusal ve Uluslararası Standartlar'a Uygunluğun Önemi Nedir?

Standartlar, yangın söndürme köpüğünün uyması gereken şartları belirlediği gibi, yangın söndürme köpüğünün güvenilirliğini de kanıtlaması açısından önemli ve gereklidir. Yangın söndürme köpüğünün Standard'a uygun olması kalitesinin ve güvenilirliğinin bir ölçütüdür. Tabi tutulduğu testler sayesinde garanti edilmiş olduğu süre içerisinde performansının devamlılığı sağlanmış olur. Tüketici açısından bir garanti belgesi niteliğindedir.

3.2. Türkiye'de Uygulanmakta Olan Standart Nedir?

Türkiye'de Türk Standartları Enstitüsü, "European Standard (EN 1568)" standartlarını kabul etmiş ve uygulamaya koymuştur. TS-EN 1568 standardı; Yangın söndürme köpük konsantrelerinin sahip olması gereken özellikleri kapsayan standarttır.
TS EN 1568:2018 Standart'ı TS EN 1568:2008 Standart'ına göre bir takım değişiklikler içermektedir. Yapılan değişiklikler standart'ın daha doğru ve uygulanabilir olmasını sağlamıştır.

3.3.TS EN 1568:2018 Standardındaki Değişiklikler Nelerdir?

Bir önceki yayına göre aşağıdaki alanlarda değişiklikler yapılmıştır.

- Ara yüzey gerilimi ve yayılma katsayısı testi kaldırıldı.
- Donma noktası testi tanıtıldı.
- Kullanılan köpük konsantresinin stabilite / ayrışma testi tanıtıldı.
- İş sağlığı ve ekotoksikolojik testler tanıtıldı.
- Teknik bilgi formu örneği dahil edilmiştir.
- Köpük Konsantresinin film oluşumunun değerlendirilmesi için yeni test prosedürleri tanıtıldı.

3.4.TS EN 1568:2018 Standardındaki Test Metodları Nelerdir?

TS EN 1568 Standardında yapılan testler genel olarak aşağıda belirtilmiştir.

- Köpük konsantresinde çökelti
- Donma noktası
- Sıcaklıla şartlandırma
- Köpük konsantresinin viskozitesi
- Köpük konsantresinin pH değeri
- Köpük çözeltisinin yüzey gerilimi
- Köpük çözeltisinin stabilite /ayrışması
- Genleşme ve boşalma zamanının saptanması
- Yangın deneyi performansı
- İş saplığı ve ekotoksikolojik testler
- Köpük Konsantresinin film oluşumunun değerlendirilmesi testi

Bu standartlarda belirtilen özellikler spesifik testler haricinde aynıdır. Çökelti, viskozite, pH, sıcaklıkla şartlandırma, donma noktası tayini, yüzey gerilimi, insan sağlığı ve ekotoksikolojik bilgiler gibi testler tüm standart türleri için aynıdır. Fakat genleşme ve drenaj, söndürme performansının tayini ve film oluşturma özelliğinin değerlendirilmesi (film oluşturma özelliği sadece 1568-3 standardında uygulanmaktadır) gibi testler içerik olarak farklılık göstermektedir.

4. Sonuçlar

Tüm bu bilgiler ışığında; Yangın söndürme köpüğü seçerken dört duruma özellikle dikkat etmek gerekir,

- Yangın türünün tanımlanmasına, (Orman yangını mı?, Alkol yangını mı?, Yağ yangını mı? vs)
- Yangın söndürme köpüğünün istenen standarda uygunluğuna, (TS EN 1568, UL, IMO, Şartname vs.)
- Yangın söndürme köpüğünün performansına, (Söndürme performans testlerinde başarılı olmuş mu?)
- Doğada biyolojik olarak bozunabilirliğinin yüksek olmasına, (Çevre açısından zararlılık boyutu nedir? vs.)

Teşekkür

Bu bildiri hazırlanırken doğrudan veya dolaylı yoldan emeği geçen tüm KOLAGOM çalışanlarına teşekkür ederiz. Ayrıca, FCEF başta olmak üzere bu yolda bizi yalnız bırakmayan tüm dostlarımıza da saygılar sunarız.

Kaynaklar

EKAP (Elektronik Kamu Alımları Platformu) www.ekap.kik.gov.tr

International Maritime Organization (IMO)

TMMOB KİMYA MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ www.kmo.org.tr

Türk Standartları Enstitüsü TS EN 1568-1 Suyla Karışmayan Sıvıların Yüzeyine Uygulanan Orta Genleşmeli Yangın Söndürme Köpük Konsantreleri, 2018

Türk Standartları Enstitüsü TS EN 1568-2 Suyla Karışmayan Sıvıların Yüzeyine Uygulanan Yüksek Genleşmeli Yangın Söndürme Köpük Konsantreleri, 2018

Türk Standartları Enstitüsü TS EN 1568-3 Suyla Karışmayan Sıvıların Yüzeyine Uygulanan Düşük Genleşmeli Yangın Söndürme Köpük Konsantreleri, 2018

Türk Standartları Enstitüsü TS EN 1568-4 Suyla Karışabilen Sıvıların Yüzeyine Uygulanan Düşük Genleşmeli Yangın Söndürme Köpük Konsantreleri, 2018

Underwriters Laboratories (UL)

PERFORMANCE COMPARISON OF CMOS *LC* VCO CIRCUITS

R.A. Mahir ŞANLI
Ankara Yıldırım Beyazıt University / Faculty of Engineering and Natural Sciences / Electrical and Electronics Engineering
msanli@ybu.edu.tr

Asst.Prof.Dr. Ertan ZENCİR
University of Turkish Aeronautical Association / Faculty of Engineering / Electrical and Electronics Engineering
ezencir@thk.edu.tr

Assoc.Prof.Dr. Enver ÇAVUŞ
Ankara Yıldırım Beyazıt University / Faculty of Engineering and Natural Sciences / Electrical and Electronics Engineering
ecavus@ybu.edu.tr

Abstract
Growing demand for high speed mobile communication circuits necessitates the design of frequency synthesizers with high purity oscillators under low power dissipation. CMOS oscillators have paved the way for implementing low phase noise Voltage Controlled Oscillators (VCO) with low power consumption in frequency synthesizers, which are critical blocks of both receivers and transmitters. In this work, a comparative detailed study of a variety of VCO topologies under the constraint of low phase noise with low power dissipation is presented. Biasing, and phase noise filtering techniques are comparatively studied for the well-known *LC*-VCO topologies, namely NMOS-only, PMOS-only, and CMOS cross-coupled. Furthermore, a review of prominent performance enhancement techniques is also provided with simulation results. Results show that no unique topology could provide the necessary noise performance with low dissipation constraint for different applications. Every application requires a specific topology optimized for meeting the system requirements.

Keywords: CMOS oscillators, *LC* VCO, phase noise, low power CMOS design

1. INTRODUCTION

Explosive growth of wireless mobile communication has generated renewed interest in the design of low power, high performance transceiver architectures. One important sub-block of transceivers is voltage controlled oscillators as they are one of the most influential blocks in the overall system performance. Design of low phase noise, power efficient Voltage Controlled Oscillators (VCO) are becoming increasingly crucial as the high speed mobile communications become main stream.

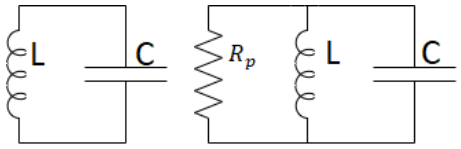
Operating frequency, tuning range, power consumption and phase noise are the main parameters affecting the choice of VCO topologies. Due to the nature of MOSFET transistors, NMOSs are faster than PMOSs, while, PMOS has much better noise performance. Therefore, PMOS-only topology is preferred for low-frequency applications with low power consumption (De Muer et al., 2000), whereas NMOS-only topology is used in high-frequency applications (Berny et al., 2005). CMOS cross-coupled topology, which employs both PMOS and NMOS (Fard et al., 2004), is mostly adopted to operate in specific frequency ranges as this topology benefit the characteristics of both transistors types. Some applications such as video streaming and advanced surveillance systems needs more bandwidth. This wide bandwidth requirement is achieved by dynamically changing capacitor and inductor values in VCOs (Yoshihara et al., 2005), (Tanabe et al., 2011), (Herzel et al., 2001), (Stagni et al., 2008), (The et al., 2009), (Zhujin et al., 2007). Every communication applications need an acceptable level of phase noise. Many studies using different techniques have been carried out to reduce phase noise (Hsu et al., 2014), (Boon et al., 2004), (Ahrens and Lee, 1998), (Hegazi et al., 2001).

As it is clear from the literature review, many studies have been made using different CMOS LC-VCO topologies. Some studies aimed only to keep the phase noise low, while others mostly focused on reducing the power consumption. Similarly, some works concentrated on having more tuning range for synthesized frequency. In this study, it is aimed to determine the most accurate topology for different systems that need different requirements by showing the advantages and disadvantages of different topologies.

The remainder of paper is organized as follows. *LC* VCO basics are presented in Section 2. Section 3 shows the condition for the oscillation to start. In Section 4, the performance parameters of the oscillator are explained in detail. In Section 5, different cross coupled *LC* VCO topologies, biasing techniques and some methods used for performance improvement are explained in detail and performance comparison with examples is given. Finally, section 6 concludes this paper.

2. BASICS OF *LC* VCO

Ideal oscillator consists of an inductor and a capacitor as shown in Fig. 1(a). When, a voltage is supplied to the circuit, energy exchange is observed between inductor (magnetic energy) and capacitor (electric energy). When the reactance of inductor (X_L) and the reactance of capacitor (X_C) cancel out each other, the system oscillates. The oscillation frequency depends on capacitor and inductor values and can be expressed as $f_{osc} = 1/2\pi\sqrt{LC}$, where f_{osc} represents the oscillation frequency, L and C are inductor and capacitor values, respectively.



(a) **(b)**

Figure 1. Ideal Oscillator and Real Oscillator

On the other hand, in real implementations the oscillation behavior of a system is limited because of existing parasitic resistance of the inductor and the capacitor. The energy exchange is reduced because a certain amount of energy is spent in the resistor. So, the oscillation is damped as shown in Fig. 2.

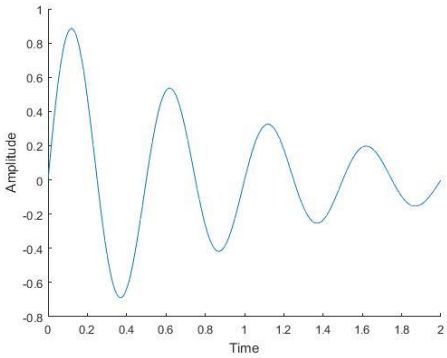


Figure 2. Damped Oscillation

The parasitic resistances of inductor and capacitor are calculated from Q_C *and* Q_L, which represent the quality factor of the inductor and the capacitor, respectively. Q_C and Q_L are inversely proportional to parasitic resistance. When the parasitic resistance of inductor and the parasitic resistance of capacitor are compared, it is seen that the inductor's parasitic resistance is much larger. Therefore, the capacitor parasitic resistance can be neglected. If the inductor parasitic resistance is taken in parallel with the inductor and the capacitor as shown in Fig. 1(b), the parallel resistance value is expressed as $R_p = (1 + Q_L^2) * R_L$, where R_p represents the parallel resistance of the system. In order to sustain oscillation in the circuit, R_p must be eliminated. There are different topologies to realize this. This study focuses on cross-coupled *LC* VCO topologies.

3. OSCILLATION CONDITION

One of the cross-coupled *LC* VCO topologies is NMOS-only cross-coupled topology shown in Fig. 3. The task of the transistor pair is to eliminate the parallel resistance of the *LC* tank and r_{ds} (drain-source resistance) of the transistor pair. At the resonance frequency, the impedance seen looking into the cross-coupled pair is a negative resistance of value $-1/g_m$. To get sustainable oscillation, the specific amount of g_m needs to be taken in parallel with the loss resistance of the system ($R_{loss} = R_p \,//\, r_{ds}$) from the transistor pair. Because, if g_m is too low, equivalent resistance of the system ($R_{equ} = -\frac{1}{g_m} // R_{loss}$) is bigger than zero and the oscillation is damped. So, g_m must be large enough to obtain negative resistance in R_{equ}, and to get more realistic and accurate oscillation in the output. However, when it becomes too large, oscillation peak voltage might exceed the supply voltage causing reliability problems.

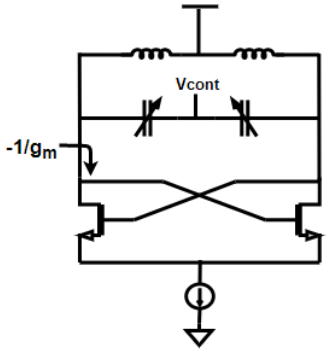


Figure 3. NMOS cross-coupled LC VCO

4. SPECIFICATIONS OF VCO

Specific parameters are important to analyze VCO performance. These are oscillation frequency, power consumption, tuning range and phase noise. Two general figure of merit formulations (FOM) are used for performance comparison of different VCOs proposed in literature. One of the FOMs also contains tuning range as a performance parameter, which is called tuning-range-normalized figure of merit (FOMT). FOM and FOMT formulations are shown in Eqs. (1) – (2), respectively.

$$FOM = L(f_{offset}) - 20\log\frac{f_o}{f_{offset}} + 10\log\frac{P_{DC}}{1mw} \quad (1)$$

$$FOMT = FOM - 20\log\frac{FTR}{\%10} \quad (2)$$

Eqs. (1) contains power consumption of oscillator, P_{DC}, phase noise at offset frequency, $L(f_{offset})$, and oscillation frequency, f_o. FTR represents frequency tuning range as a percentage in Eqs. (2).

4.1 Phase Noise

Spectral purity of a signal is determined by a phase noise measurement. The impurity comes from noise sources that causes variations in the phase (Yu, 2012) as shown in Fig. 4. The most important noise sources of an oscillator are Q factor of the resonator, Q factor of the varactor, flicker noise, the active devices used in the circuit, power supply noise and biasing circuit noise. The ideal oscillator output does not depend on time. Its frequency spectrum is formed from Dirac impulses at the center frequencies as shown in Fig. 5(a). In real oscillators, noise sources make both amplitude and phase dependent on time. Therefore, real oscillator frequency spectrum is formed with noise sidebands around the center frequency as shown in Fig. 5(b). Amplitude noise is usually unimportant because nonlinearities that limit the amplitude of oscillation also stabilize the amplitude noise (Nandanwar et al., 2012). It is also important at what point the noise is added to the system. If the noise is added at zero crossing point, phase noise increases, while the amplitude does not change. But, if the noise is added at the peak value, the amplitude changes, whereas the phase noise is not altered (Hajimiri and Lee, 1998). As the amplitude change is not very important, the self-bias tail transistor technique is used in some studies (Hsu et al., 2014), (Boon et al., 2004) to reduce negative impact of tail current on

the phase noise, the tail current noise towards the peak value of oscillation. Leeson's model (Leeson, 1996) is widely used for oscillator phase noise representation as shown in Eqs. (3), where P_s denotes the power consumption, F is an empirical parameter often called device excess noise number, T is the absolute temperature, k is the Boltzmann's constant, w_0 is oscillation frequency, Δw is the frequency offset from the carrier, and w_{1/f^3} is the frequency of corner between the $\frac{1}{f^3}$ and $\frac{1}{f^2}$ regions. This model shows the importance of power consumption and the inductor quality factor. According to this model, the quality factor of the inductor is the most important parameter as it is squared. Therefore, bond wire inductors are used in circuits, where phase noise is very important (Ahrens and Lee, 1998).

$$L(\Delta w) = \left\{\frac{2FkT}{P_s}\left[1 + \left(\frac{w_0}{2Q_L\Delta w}\right)^2\right]\left(1 + \frac{w_{1/f^3}}{|\Delta w|}\right)\right\} \quad (3)$$

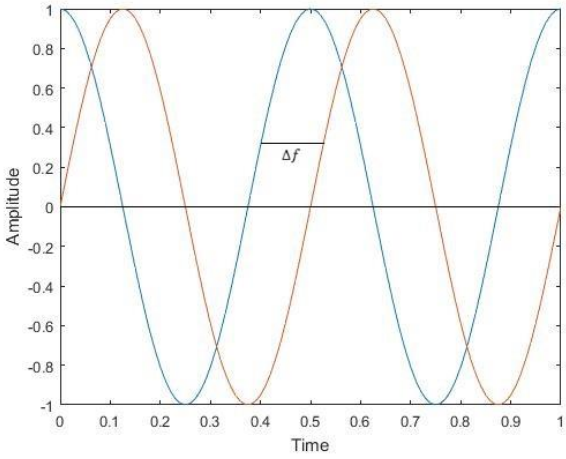
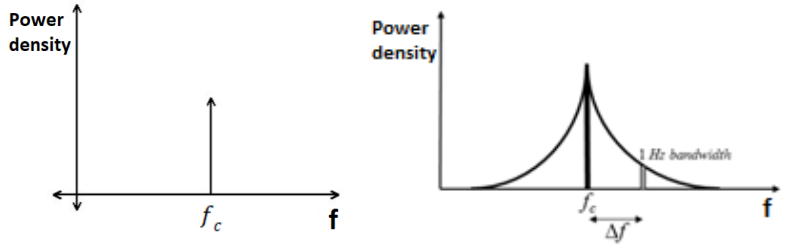


Figure 4. Phase Differences



(a) **(b)**

Figure 5. Ideal and Real Oscillator Frequency Spectrums (Yu, 2012)

4.2 Tuning Range

Tuning range defines the frequency range over which an oscillator can be operated. In defining the tuning range, it is important to set the center frequency precisely, which varies due to temperature differences and production process. As discussed in Section 2, the oscillation frequency only depends on inductor and capacitor values. In order to get wide tuning range, these values need to be changed over an extended range. Although it is generally preferred to alter only the capacitor value, there are systems that change the inductor value (Yoshihara et al., 2005), (Tanabe et al., 2011), (Herzel et al., 2001). Consequently, these systems obtain good phase noise performance at the cost of occupying more area compared with the fixed value inductor systems. However, some systems just change the capacitor value using switchable capacitor bank and switchable varactors (Stagni et al., 2008), (The et al., 2009), (Zhujin et al., 2007), where, a capacitor bank is used for coarse tuning, while varactors are utilized for fine tuning. In these systems if an extra switch is added to the capacitor bank to increase the tuning range, or if the varactor is enlarged, the phase noise will deteriorate due to the added parasitic. When the frequency adjustment is made, the tuning shows non-linear behavior. This nonlinearity also badly affects the phase noise.

4.3 Power Consumption

Power consumption has always been a critical concern in IC design as affects the battery life. However, designing a power efficient oscillator is very challenging. The total power consumption of the *LC* oscillator is equal to the current flowing through the tank multiplied by the supply voltage. As it can be seen from Eqs. (3), power consumption is inversely proportional to phase noise. When power consumption is reduced by lowering the supply voltage, voltage swing level decreases. A low voltage swing results in a more phase shift at the same noise level, which deteriorates the phase noise. The effect of voltage swing on phase noise is illustrated in Fig. 6.

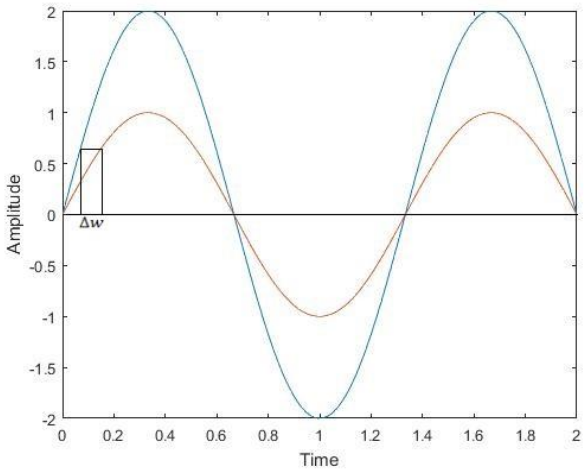


Figure 6. Voltage Swing Effect on Phase Noise

5. COMPARISON OF LC-VCO TOPOLOGIES

Fig. 7(a) illustrates an NMOS cross-coupled topology (Berny et al., 2005), which is suitable for high frequency applications due to greater carrier mobility of NMOS transistors. On the other hand, flicker noise of NMOS transistors are not good when compared with that of PMOS transistors. The disadvantage of NMOS transistors is diminished by using less number of transistors in the NMOS cross-coupled topology.

The current passing through the tank of oscillator only depends on the supply voltage and the impedance of switching transistors when there is no biasing. Therefore, oscillation amplitude is affected by supply voltage level and temperature due to transistors impedance variation. Also, current passing to ground has oscillation frequency component. This loads the tank with the switching transistors while they are in triode region (Mahmoud, 1996). So, the tank quality is reduced and phase noise is badly affected. A biasing source can be added to prevent the transistors from entering the triode region. Oscillation amplitude does not have to be connected to the supply voltage and temperature with biasing. In literature, various biasing techniques are proposed. Resistive biasing technique is preferred in some studies (Gagliolo et al., 2005) because of its better phase noise performance compared with current biasing technique. Using less number of transistors can improve the phase noise performance. However, this technique makes difficult to keep the amount of current flow to the tank steady. The performance of circuit can be different after manufacturing because of PVT (process voltage temperature) and instantaneous variations can be observed in the bias current. Therefore, it is not preferred too much. Current biasing technique is preferred instead. Studies differ according to where bias are given. In some studies, bias is given from above using PMOS transistors which is called top-biased technique as shown in Fig. 8(b), (Fard et al., 2004), while others give bias from bottom using NMOS transistors which is called tail-biased technique as shown in Fig. 8(a), (Berny et al., 2005), (De Muer et al., 2000). Although, top-biased oscillators are more immune to substrate noise because of n-well structure at biasing point and it upconverts less flicker noise into phase (Hegazi et al., 2001), their voltage swing performance is much worse than the tail-biased oscillators. This greatly reduces the phase noise as described in section 4.3.

Even though adding a bias current has many advantages, it adversely affects the phase noise performance due to its thermal noise. Also, it upconverts the flicker noise of the biasing current towards the tank of oscillator. Upconversion occurs when transmitting the noise power to oscillation frequency, f_o, via effect of switching transistors and it occurs with upconversion of the flicker noise to $2f_o$ by channel length modulation of the bias transistors (Mahmoud, 1996). The upconverted noise at $2f_o$ also effects to f_o via switching transistors. Large capacitor can be added between current source and ground to eliminate the effect of flicker noise at $2f_o$ as shown in Fig. 7(a). However, this capacitor cannot eliminate the current at $2f_o$ (Hegazi et al., 2001). The current loads the tank and quality of the tank reduces. Degeneration inductor can be added to overcome this problem (Hegazi et al., 2001) as shown in Fig. 9(b). The inductor resonate with the parasitic capacitance coming from common sources of the switching transistors at $2f_o$. So, tank is not loaded anymore and quality factor drop disappears. Also, tail current source consumes zero voltage headroom with noise filter and larger oscillation amplitude is observed (Hegazi et al., 2001). While, upconverted noise at f_o point still adds noise to the system, noise coming at $2f_o$ is suppressed. However, this filter technique only suitable for narrow band applications. After the changing oscillation frequency, the frequency that the inductor resonating will no longer be the oscillation frequency. So, after a certain point, the inductor starts to increase the system noise instead of reducing.

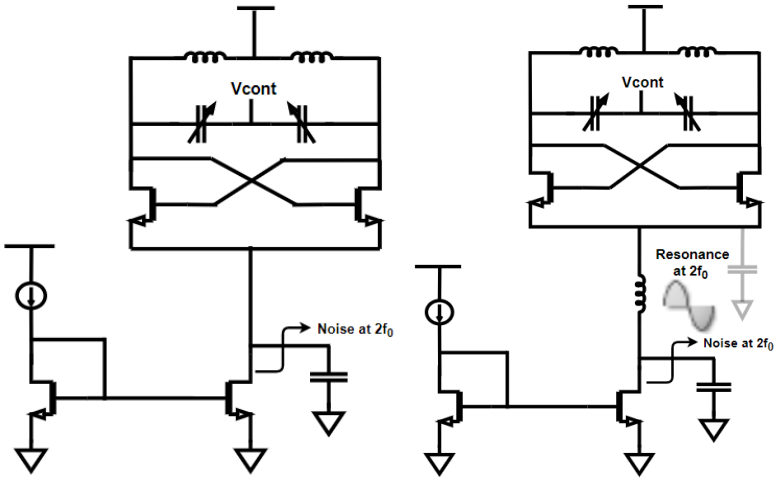
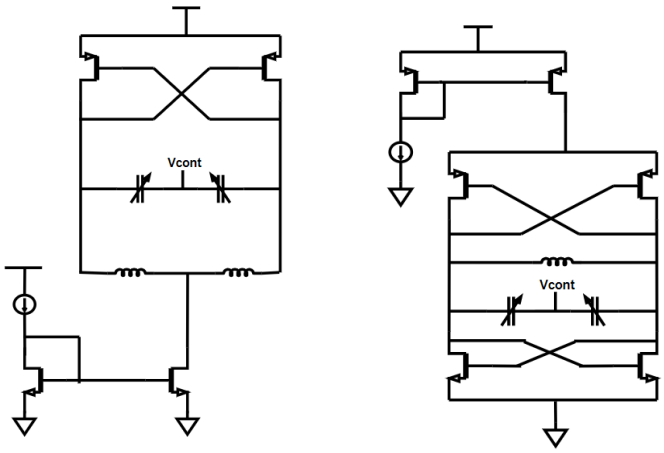


Figure 7. Noise Filtering. (a) Capacitor alone. (b) Complete noise filter

Complementary *LC*-VCOs provides negative resistance with PMOS-NMOS pair (Fard et al., 2004) as shown in Fig. 8(b). The topology yields more transconductance and gain with adding the PMOS transistors for same current when compared with NMOS-only VCOs. Also, its oscillation amplitude is almost twice NMOS-only VCOs amplitude at same current. Besides these advantages, complementary *LC*-VCO offers better symmetry in oscillation amplitude. According to LTV phase noise theory (Hajimiri and Lee, 1998), c_0 component of ISF (impulse sensitivity function) is minimized. So, upconverted flicker noise reduces. This topology is preferred because it achieves better phase noise performance by using less power than the NMOS-only topology at certain frequency range in literature. PMOS-only *LC*-VCOs is preferred like Bluetooth and mobile applications (De Muer et al., 2000) because of PMOS transistor's phase noise performance as shown in Fig. 8(a). However, due to their smaller carrier mobility, usage area is restricted to few gigahertz frequency operations. This topology provides very low phase with low power consumption. Biasing and filtering techniques are described in this section can be used for all structures. Comparisons of some studies are shown in Table 1 using the described topologies according to the parameters in Section 4.



(a) **(b)**

Figure 8. (a) PMOS-only design with tail-biased. (b) Complementary design with top-biased

Table 5. Performance Comparison of Different VCOs

Study	Technology (nm)	f_o (GHz)	PN (dBc/Hz)	Tuning Range	Power Consumption (mw)
(Hsu et al., 2014)	180	1.1	-123.6@1MHz	%13.8	8.28
(Ahrens and Lee, 1998)	500	1.4	-107@100kHz	%17	3
(Yoshihara et al., 2005)	350	2.63	-114@1MHz	%38	28.8
(Stagni et al., 2008)	90	4	-114@1MHz	%40	1.8
(Stagni et al., 2008)	90	8.25	-102@1MHz	%45	3.12
(Zhujin et al., 2007)	180	4.1	-125@1MHz	%34.1	5.6
(Berny et al., 2005)	180	1.8	-123.5@600kHz	%73	4.8
(Fard et al., 2004)	350	4.25	-118.5@1MHz	4.25 - 6.25 GHz	7
(Fard et al., 2004)	350	4.5	-117.2@1MHz	4.5 - 6.7 GHz	12.4
(De Muer et al., 2000)	250	1.8	-127.5@600kHz	%28	32.4
(Gagliolo et al., 2005)	180	1.8	-113@100kHz	%7	10

6. CONCLUSION

In this paper, a review of different VCO topologies are given. Advantages and disadvantages of each topology is discussed and trade-offs between the different performance parameters are explained. VCOs differs from used topology, biasing techniques and techniques used to improve performance. Generally, NMOS transistors have been used in high frequency applications due to its fast structure. In applications where phase noise is very important, PMOS transistors are used more, tuning range is kept low. Even bond wire and degeneration inductors have been used. In wide range applications, variable inductors, switchable capacitor banks and switchable varactors have been added to the system. Their noise, power consumption and space requirements have been agreed. In this study, it is shown how to select a VCO which is suitable for system requirements with these tradeoffs.

REFERENCES

Ahrens, T. I., & Lee, T. H. (1998, August). A 1.4-GHz 3-mW CMOS LC low phase noise VCO using tapped bond wire inductances. In *Proceedings. 1998 International Symposium on Low Power Electronics and Design (IEEE Cat. No. 98TH8379)* (pp. 16-19). IEEE.

Berny, A. D., Niknejad, A. M., & Meyer, R. G. (2005). A 1.8-GHz LC VCO with 1.3-GHz tuning range and digital amplitude calibration. *IEEE journal of solid-state circuits*, *40*(4), 909-917.

Boon, C. C., Do, M. A., Yeo, K. S., Ma, J. G., & Zhang, X. L. (2004). RF CMOS low-phase-noise LC oscillator through memory reduction tail transistor. *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs*, *51*(2), 85-90.

De Muer, B., Itoh, N., Borremans, M., & Steyaert, M. (2000, May). A 1.8 GHz highly-tunable low-phase-noise CMOS VCO. In *Proceedings of the IEEE 2000 Custom Integrated Circuits Conference (Cat. No. 00CH37044)* (pp. 585-588). IEEE.

Fard, A., Johnson, T., Linder, M., & Aberg, D. (2004, July). A comparative study of CMOS LC VCO topologies for wide-band multi-standard transceivers. In *The 2004 47th Midwest Symposium on Circuits and Systems, 2004. MWSCAS'04.* (Vol. 3, pp. iii-17). IEEE.

Fiorelli, R., Peralías, E., & Silveira, F. (2012). An all-inversion-region gm/ID based design methodology for radiofrequency blocks in CMOS nanometer technologies. In *Wireless Radio-Frequency Standards and System Design: Advanced Techniques* (pp. 15-39). IGI Global.

Gagliolo, S., Pruzzo, G., & Caviglia, D. D. (2005, September). Phase noise performances of a cross-coupled CMOS VCO with resistor tail biasing. In *2005 18th Symposium on Integrated Circuits and Systems Design* (pp. 149-153). IEEE.

Hajimiri, A., & Lee, T. H. (1998). A general theory of phase noise in electrical oscillators. *IEEE journal of solid-state circuits*, *33*(2), 179-194.

Hegazi, E., Sjoland, H., & Abidi, A. A. (2001). A filtering technique to lower LC oscillator phase noise. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, *36*(12), 1921-1930.

Herzel, F., Erzgraber, H., & Weger, P. (2001). Integrated CMOS wideband oscillator for RF applications. *Electronics Letters*, *37*(6), 330-331.

Hsu, M. T., Li, W. J., & Hsu, Y. T. (2014). Design of self-bias tail transistor technique for low phase noise CMOS VCO with harmonic suppression using capacitance ground. *Microelectronics Journal*, *45*(1), 35-42.

Lesson, D. B. (1966). A simple model of feedback oscillator noise spectrum. *proc. IEEE*, *54*(2), 329-330

Mahmoud, A. K. A. E. (2003). *Low Phase Noise VCO Design A Thesis* (Doctoral dissertation, Ain Shams University).

Nandanwar, M. A., Gaikwad, M. A., & Dandekar, D. (2012). Low Power Low Phase Noise CMOS LC VCO–A Review. *FEEDBACK*, *3*(3).

Razavi, B. (2012). RF microelectronics, 2nd, international ed.

Stagni, C., Italia, A., & Palmisano, G. (2008, October). Wideband CMOS LC VCOs for IEEE 802.15. 4a Applications. In *2008 European Microwave Integrated Circuit Conference* (pp. 246-249). IEEE.

Tanabe, A., Hijioka, K. I., Nagase, H., & Hayashi, Y. (2011). A novel variable inductor using a bridge circuit and its application to a 5–20 GHz tunable LC-VCO. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, *46*(4), 883-893.

The, Y. J., Arasu, M. A., Gao, Y., & Zheng, Y. (2009, December). A 0.18-µm CMOS 3.2-10 GHz quadrature VCO for IEEE 802.15. 4a UWB transceivers. In *2009 Asia Pacific Microwave Conference* (pp. 245-248). IEEE

Yoshihara, Y., Sugawara, H., Ito, H., Okada, K., & Masu, K. (2005). Wide tuning range LC-VCO using variable inductor for reconfigurable RF circuit. *IEICE transactions on fundamentals of electronics, communications and computer sciences*, *88*(2), 507-512.

Yu, G. (2012). *A study of two wideband CMOS LC-VCO structures* (Doctoral dissertation, University of British Columbia).

Zhujin, Z., Ning, L., Wei, L., & Junyan, R. (2007, May). A power-optimized CMOS quadrature VCO with wide-tuning range for UWB Receivers. In *2007 IEEE International Symposium on Circuits and Systems* (pp. 437-440). IEEE.

AA7075 MALZEMENİN GELENEKSEL İMALAT YÖNTEMLERİYLE İŞLENEBİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa BAL
Düzce Üniversitesi/ Fen Bilimleri A.B.D/ İmalat Mühendisliği
mustafabal.me@gmail.com

Öğr. Gör. Dr. Ömer ERKAN
Düzce Üniversitesi/ Teknoloji Fakültesi/ Makine ve İmalat Mühendisliği
omererkan@duzce.edu.tr

Özet
AA 7075 başta havacılık ve savunma sanayisi olmak üzere yüksek mukavemet, yüksek yorulma dayanımı, daha kolay yüksek sertliğe ulaşabilir olması nedeniyle geniş kullanım alanına sahiptir. Bu çalışmada AA 7075 malzemesinin geleneksel imalat yöntemleri kullanılarak yüzey pürüzlülük değerleri, ivmelenme değerleri, kesme kuvvetleri, kesici takım uç sıcaklıkları, titreşim ve çapak oluşumu üzerine yapılan çalışmalar taranıp incelenmiştir. İncelenen çalışmalarda kesme hızının artmasıyla kesme kuvvetinin azaldığı, yüzey pürüzlülüğünün yüksek kesme hızı düşük ilerlemede daha düşük olduğu, delme işlemlerinde ilerlemenin artması durumunda matkap uç sıcaklıklarının arttığı, çapak oluşumunun delme parametrelerinden bağımsız olduğu gibi sonuçlar tespit edilmiştir. AA 7075'in işlenmesinde tüm geleneksel imalat yöntemleri için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: AA 7075, frezeleme, tornalama, matkap ile delme, yüzey pürüzlülüğü, kesme parametreleri.

EVALUATION OF MACHINABILITY WITH TRADITIONAL MANUFACTURING METHODS OF THE AA 7075 MATERIAL

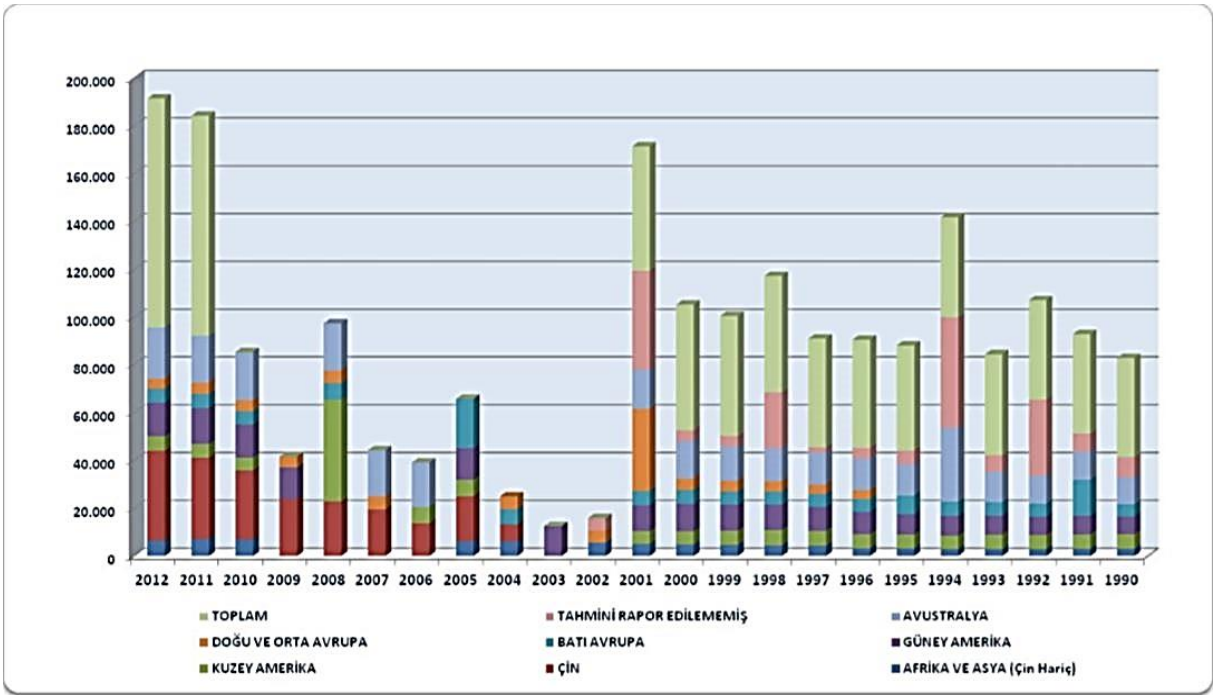
Abstract
AA 7075 is widely used in aerospace and defense industry due to its high strength, high fatigue strength and high hardness. In this study, surface roughness values, cutting forces, cutting tool temperatures, vibration and burr formation were investigated by using conventional manufacturing methods of AA 7075 material. In the studies examined, it was found that the cutting force decreases with increasing cutting speed, surface roughness is lower with high cutting speed at low feed, drill bit temperatures increase in case of progression in drilling operations, and burr formation is independent of drilling parameters. Recommendations have been made for conventional manufacturing methods for the machinability of AA 7075.

Keywords: AA 7075, milling, turning, drilling, surface roughness, cutting parameters.

1.GİRİŞ

Alüminyum madeninin çıkışı 1808 yılında İngiltere'de olmuştur. 1886 yılında elektroliz yöntemi ile alüminyumun endüstriyel çapta üretimi başlamıştır. Elektroliz yöntemi günümüzde kullanılmaya devam edilmesi nedeniyle 1886 yılı alüminyum endüstrisi için başlangıç yılı olarak kabul edilir. Ancak alüminyumun verimli kullanılmaya başlanması 1895 yılını bulmuştur. Günümüzde alüminyum hammaddesi üretiminde, kullanılan beş ana üretim aşaması vardır. Bunlar sırasıyla boksit madeni işletmeciliği, boksit cevherinden alümina üretimi, alüminadan elektroliz yolu ile sıvı alüminyum üretimi, sıvı alüminyumun alaşımlandırılarak dökülmesi, ekstrüzyon, haddeleme işlemleriyle yarı ürün veya son ürün üretimini kapsamaktadır. Birincil alüminyum ürünlerinin dünya çapındaki üretimi 2001 yılından itibaren artış göstermiştir. Birincil alüminyum üretimi 2008 yılında %3,4 oranında artmıştır ve 25,7 milyon tona ulaşmıştır. 2009 yılında ise dünya çapındaki üretim, 23,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bir önceki yıla göre %9'luk bir küçülme olmuştur. 2010 yılındaki üretim miktarı, 2009 yılına göre %4'lük bir büyüme sergilemiş ve 24,3 milyon tona ulaşmıştır. 2011 yılı için ise 2010 yılına göre %5,4'lük bir büyüme ile 25,6 milyon tonluk bir üretim yapılmıştır. 2012 yılında %3'lük bir

düşüşle 24,853 milyon ton olmuştur. 2012 yılında Çin üretiminde %11'lik bir artış nedeniyle toplam dünya üretiminde artış gözlemlenmiştir [1]. Bu veriler Şekil 1'deki grafikte gösterilmektedir.



Şekil 1. Dünyada Bölgesel Alüminyum Üretimi (1.000 Ton)[1].

Alüminyumun Türkiye'de kullanılması 1950'li yılları bulmuştur ve alüminyum uygulamaları, 20.yüzyılın ikinci yarısında çeşitli alanlarda kullanılmasıyla başlamıştır. Gelişmiş ülkeler ile karşılaştırıldığında, alüminyumun ülkemizde kısa bir geçmişe sahiptir. 1956 yılında, çok küçük ve az sayıdaki atölyelerde, 100 ton kadar alüminyum işlendiği belirtilmektedir. 1960'lardan sonra otomotiv sektöründeki gelişmeler ve dayanıklı malların üretimine başlanması alüminyuma olan talepte artışa sebep olmuştur.1967' de, birincil ham alüminyumun üretildiği tek tesis olan Eti Alüminyum AŞ'nin Seydişehir Alüminyum Tesisleri ile Türkiye'de alüminyum üretimine başlanmıştır. Fabrika, 1970'li yılların sonuna dek değişik ünitelerin eklenmesiyle gelişim göstermiştir. 1980'li yıllarda, enerji krizleri nedeniyle, kapasitede dalgalanmalar yaşayan fabrikada, 1985' te %100 kapasite geri kazanılmıştır. Firma, 2005 yılında özelleştirilmiştir. Diğer özel sektör alüminyum üreticisi kuruluşlar da, yarı ya da son ürün (işlenmiş alüminyum) üretimi yapmaktadır. Türkiye alüminyum sektörü, 4 milyar dolara yakın iş hacmiyle, ülke sanayiinin en önemli sektörlerinden biridir. Son yıllardaki yapılan yeni yatırımlar sayesinde kapasite artışlarıyla dünya pazarlarında rekabet edebilir olup, ihracat yönünden ülkeye katkılar sağlanmıştır. Günümüzde alüminyum sektörü, hem dünyada hem de Türkiye'de büyüyen ve gelişen bir sektör durumundadır. Alüminyum sektörü, alüminyum yarı ürünlerini ve çeşitli diğer ürünleri, çeşitli ülkelere ihraç ederek gelişmekte ve büyümektedir. [1].Türkiye'nin 2007-2012 yılları arasındaki alüminyum üretimi Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Türkiye'nin Alüminyum Üretimi (TON) [1]

Üretim	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Birincil Alüminyum (7601)	63.000	61.000	30.000	54.000	56.000	35.000
İkincil Alüminyum (7602)	80.000	94.000	120.000	150.000	165.000	221.934
Ekstrüzyon (7604)	235.000	265.000	230.000	275.000	290.000	320.000
Yassı Ürünler(Levha-Rulo) (7606)	146.281	140.584	135.230	198.016	224.000	233.020
Folyo (7607)	39.504	43.173	50.721	60.000	65.000	85.000
İletken (7605-7614)	35.000	33.150	50.000	70.000	85.000	116.771
Döküm	112.150	122.000	96.500	128.000	150.000	-

AA 7075, yüksek sertlik ve mukavemet değerlerine sahip olmasının yanında ısıl işlem uygulanabilmesi nedeniyle tercih edilen bir alaşımdır. Yüksek sertlik ve mukavemetinin yanında hafifliği ile savunma uzay ve havacılık endüstrisinin en önemli alaşımlarındandır. AA 7050-7075 serileri uçakların ana gövdelerinin vazgeçilmez malzemelerindendir [2]. AA 7075'in mekanik özellikleri Tablo 2 ' de, kimyasal özellikleri Tablo 3' te, fiziksel özellikleri ise Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 2. AA 7075 malzemesinin mekanik özellikleri [2].

Isıl İşlem Durumu	Akma Mukavemeti (MPa)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Sertlik (Brinel)
0	105	225	60
T6	460-505	530-570	140-160
T7	435	505	140

Tablo 3. AA 7075 malzemesinin kimyasal özellikleri [2].

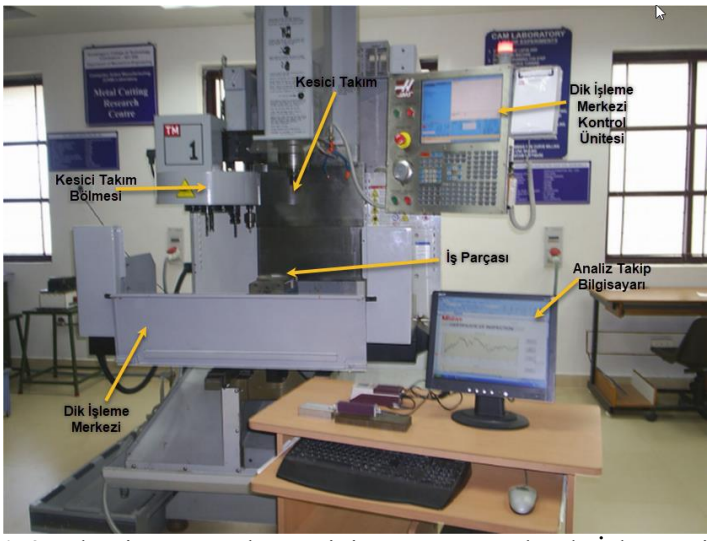
Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Zi+Ti	Diğer
0,5	0,5	1,2-2,0	0,3	2,1-2,9	5,1-6,1	0,18-0,28	0,25	0,15

Tablo 4. AA 7075 malzemesinin fiziksel özellikleri [3].

Yoğunluk	Elastisite Modülü	Elektrik İletkenliği	Isı İletkenliği	Isıl Genleşme Katsayısı	Spesifik Isı Kapasitesi
2,81 g/cm³	72,000 N/mm²	19-23 m/Ω.mm²	130-160 W/m.K	23,4 K-1.10-6	865 J/kg.K

2. AA 7075'İN FREZE İLE İŞLENMESİ

AA 7075 malzemesinin freze tezgahlarında çift frezeleme, profil frezeleme, kanal frezeleme, testere frezeleme, düzlem yüzey frezeleme, kanal ve T kanal frezeleme, parmak frezeleme gibi frezeleme işlemleri sıklıkla tercih edilmektedir. Şekil 2' de frezelenen bir AA 7075 malzeme gösterilmektedir.



Şekil 2. Alüminyum Malzemesinin Freze Tezgâhında İşlenmesi[4].

Yapılan çalışma HAAS CNC dik işleme merkezi kullanılarak yapılmıştır. Kesici takım, 12 mm çapında yüksek hız çeliği (HSS) bir takım seçilmiştir. İş parçasının geometrisi 100 x 50 x 25 mm alüminyum bloktan oluşmaktadır. Radyal talaş açıları 4°-20° arasında, kesici takım burun yarıçapı 0,4-1,2 mm arasında, kesme hızı 75-155 m/dak arasında, ilerleme 0,02-0,06 mm/diş, eksenel kesme

derinliği 1,5-3,5 mm arasında tercih edilmiştir. Radyal talaş açısı 4°'den 12°'ye değiştiğinde ivme genliğinin azaldığını elde edilmiştir. Kesici takım burun yarıçapı ilerleme yönünde 0,4 mm' den 1,2 mm' ye yükselirken titreşimin azaldığı gözlemlenmiştir. Minimum titreşim genliği için en uygun kesme parametreleri; Radyal talaş açısı 12°, kesici takım burun yarıçapı 0,8 mm, kesme hızı 115 m/dak, ilerleme 0,04 mm/diş, eksenel kesme derinliği 2,5 mm olarak belirlenmiştir [4].

Yapılan çalışmada DECKEL MAHO DMU 60 P CNC dik işleme merkezi kullanılmıştır. Mikro frezeleme deneylerinde, 139 Vickers sertliğe sahip AA 7075 malzemesi, 15 mm x 10 mm x 20 mm boyutundaki iş parçası olarak kullanılmıştır. Mikro frezeleme deneylerinde 800 mm çapında iki oluklu küresel uçlu freze (Union Tool, CB3A 20080-040) kullanılmıştır. İş mili hızı 10.000-12.000 dev/dak arasında, diş başına ilerleme 0,5-1,5 (µm/diş) arasında, kesme derinliği (µm) 50-100 arasında seçilmiştir. Elde edilen sonuçlardan, takım aşınmasını en aza indirmek için en uygun değerlerin 10.000 dev/dak iş mili hızı, diş başına 0,5 µm/diş ilerleme ve 50 µm kesme derinliği olduğu sonucuna varılmıştır. X eksenindeki en küçük kesme kuvveti (Fx) için uygun değer kombinasyonu, 10,000 dev/dak iş mili hızı, 0,5 µm/diş ilerleme ve 100 µm kesme derinliği olmuştur. Y eksenindeki en küçük kesme kuvveti (Fy) için uygun değer kombinasyonu, 10,000 dev/dak iş mili hızı, 0,5 µm/diş diş başına ilerleme ve 75 µm kesme derinliği olmuştur. Ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) için uygun değer parametrelerinin 12.000 dev/dak iş mili hızı, diş başına 0,5 µm/diş ve 50 µm kesme derinliği olduğu bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, takım aşınmasını en aza indirmek için en iyi değerlerin, 10.000 dev/dak iş mili hızı, diş başına 0,5 µm/diş ve 50 µm kesme derinliği olduğu tespit edilmiştir [5].

Kuru kesme koşullarında iki karbür kesici uçlu frezenin yer aldığı bir HAAS CNC dik işleme merkezinde gerçekleştirilen çalışmada iş parçası malzemesi AA 7075-T6 malzemesi olarak seçilmiştir. İş parçası boyutu enine kesitte 50 mm x 25 mm ve 100 mm uzunluğunda kullanılmıştır. Kesme hızı 100-220 m/dak arasında, ilerleme 0,06-0,10 mm/diş arasında, kesme derinliği 0,5-2,5 mm arasında seçilmiştir. Kesme hızı 100 m/dak ile 220 m/dak arasında değiştiği zaman, kesme açısını ve dolayısıyla ısıl yumuşama nedeniyle kesme hızının artmasıyla kesme kuvvetinin azaldığı sonucuna varılmıştır. Kesme hızının 100 m/dak' dan 220 m/dak ya artmasıyla ve ilerlemenin 0,06 mm/diş' ten 0,01 mm/diş' e artmasıyla kesme kuvvetinin arttığı bulunmuştur. Burada 100 m/dak ile 160 m/dak aralığında kesme hızının ve 0,5 mm ile 1,5 mm' lik eksenel kesme derinliğinin minimum kesme kuvveti sağlayacağı sonucuna varılabiliceği ifade edilmiştir [6]. AA 7075-T6 işlenmesi için gerekli optimum değerler ve kesme kuvvetleri Tablo 5' de gösterilmiştir.

Tablo5. AA 7075-T6 Değişkenlerinin İşlenmesinde Optimum Değerler [6].

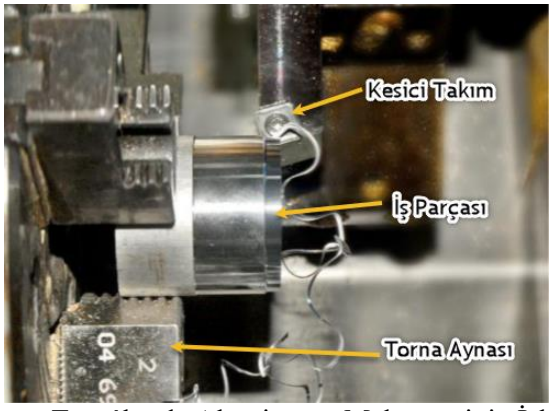
Kesme Kuvveti	***V_c (m/dak)* (Kesme Hızı)**	***f_z (mm/diş)* (İlerleme)**	***a_p (mm)* (Kesme Derinliği)**
Teğet (Bileşke) Kuvvet 367,367N	190	0,09	1,5
Radyal Kuvvet 569,843N	190	0,09	1,5
Eksenel Kuvvet 28,1141N	190	0,09	2

Diğer bir çalışmada deneyler Johnford VMC550 modelinde üç eksenli CNC dik işkene tezgâhında kuru kesme koşullarında gerçekleştirilmiştir. Tek bir kesici uç ile standart bir 40 mm takım tutucu kullanılmıştır. Deneyler için 0,8 mm yarıçaplı WK10 kaplamasız karbür kesici uç kullanılmıştır. Kullanılan kesme parametreleri eksenel açı 90°, kesme hızı 170-290 m/dak, ilerleme 0,08- 0,13 mm/diş, eksenel kesme derinliği 0,8-1,3 mm, kesme genişliği 24 mm, takım tutucu ölçüsü 40 mm tercih edilmiştir. Kesimi yapılan iş parçasının ölçüleri 95 x 50 x 21 mm olarak tercih edilmiştir. Ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) için optimum işleme değerleri, 170 m/dak kesme hızında, 0,8 mm' lik bir eksenel kesme derinliği ve 0,08 mm/diş başına ilerleme olduğu sonucuna varılmıştır. Kesme hızı, AA 7075' in frezelemesinde yüzey pürüzlülüğü üzerinde minimum bir etki göstermiştir. Kaplanmamış karbür kesici uçlar, AA 7075'in frezelemesinde yüzey kalitesi açısından iyi bir performans gösterdiği belirtilmiştir [7].

Bir diğer çalışmada HAAS CNC nümerik kontrole sahip üç eksenli HAAS TM-1CNC dik işleme merkezi kullanılmıştır. 100 × 50 × 30 mm AA 7075-T6 örnekleri soğutma sıvısı kullanılmadan işlenmiştir. Kullanılan kesme parametreleri radyal talaş açısı 4°- 20°, kesici takım burun yarıçapı 0,4-1,2 mm, kesme hızı 75-155 m/dak, ilerleme 0,02-0,06 mm/diş, eksenel kesme derinliği 1,5-3,5 mm olarak tercih edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü, ilerleme hızındaki artışla artar ve yüzey pürüzlülüğü, iş mili hızındaki azalma ile artacağı, yani yüzey pürüzlülüğü daha yüksek bir kesme hızında ve daha düşük bir ilerlemede daha düşük gerçekleşeceği bildirilmiştir. Düşük kesici takım burun yarıçapında minimum yüzey pürüzlülüğü artışı görülürken, yüksek burun yarıçapında yüzey pürüzlülüğünde bir azalma görülmüştür. Burun yarıçapı 0,4'ten 1,2 mm'ye yükseltildiğinde yüzey pürüzlülüğü azalmıştır. Kesme hızı 75 m/dak ila 115 m/dak arasında değiştiği zaman, yüzey pürüzlülüğünün, yüzeyin sertleşmesine ve dolayısıyla da plastik şekil değiştirmeye uğramasına neden olacağı anlaşılmıştır. Yüzey pürüzlülüğü, kesme hızındaki artışla artar ve kesme hızındaki düşüşle artar, yani yüzey pürüzlülüğü daha yüksek bir kesme hızında ve daha düşük bir ilerleme de daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Düşük kesici takım burun yarıçapında minimum yüzey pürüzlülüğü artışı bulunurken, yüksek burun yarıçapında yüzey pürüzlülüğünde bir azalma görülmüştür. Yüzey pürüzlülüğü düşük radyal talaş açısında arttığı ve yüksek radyal talaş açısında azaldığı tespit edilmiştir [8].

3. AA 7075'in TORNA İLE İŞLENMESİ

Torna tezgahlarında AA 7075 malzemesine dış çap tornalama, konik tornalama, yay sarma, tırtıl çekme, pafta çekme, rayba çekme, diş açma, kılavuz çekme, pah kırma, kanal açma, profil tornalama, kesme ve delik delme gibi işlemler (Şekil 3) yapılabilmektedir.



Şekil 3. Torna Tezgâhında Alüminyum Malzemesinin İşlenmesi [9].

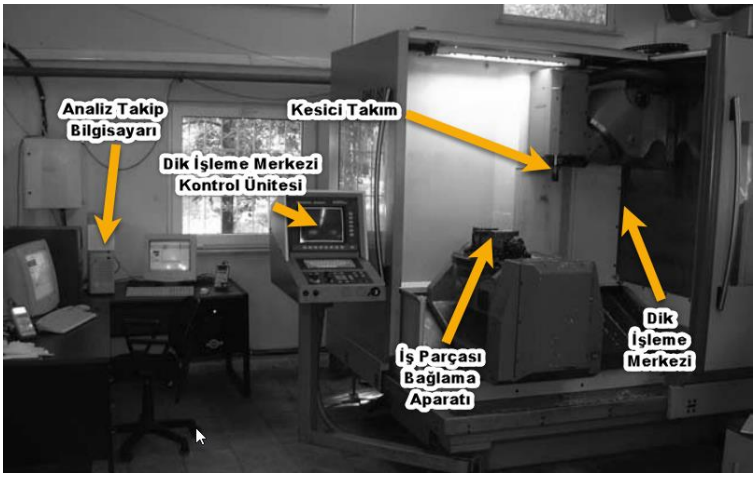
Yapılan çalışma sırasıyla 35 mm ve 37 mm çaptaki 36 adet AA 7075-T6 alaşımı iş parçası üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kennametal marka karbür takım kesici uçları, SCMT09T308LF KC5025- (PVD Kaplamalı), SCMT09T308THM (Kaplamasız) olarak bu deneyler için kullanılmıştır. Soğutma sıvılı - soğutma sıvısız olarak kesme yapılmıştır. Kesme parametreleri, kesme hızı 200-370 m/dak, ilerleme 0,1-0,3 mm/dev, kesme derinliği 0,5-1,5 mm tercih edilmiştir. Sırasıyla ilerleme 0,1 mm/dev ve kesme derinliği 0,5 mm AA 7075'in yüksek hızlarda işlenmesi için yukarıdaki şartlar için en uygun parametrelerdir. AA 7075' in yüksek hızda tornalaması için önerilen kesme parametreleri, kaplamalı karbür uç ve kuru işleme koşullarında kesme hızı 200 m/dak, ilerleme 0,1 mm/dev seçilmesi tavsiye edilmiştir [9]. Diğer bir çalışmada 30 mm çapında silindirik AA 7075 ekstrüzyon çubukları üzerinde kuru kesme koşullarında, elmas (PCD) kesici takımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İş mili hızı 40-4000 dev/dak arasında, torna aynasının kapasitesi çapında 225 mm ve 325mm boyunda parça bağlamaya elverişlidir. Kesme parametreleri; kesme hızı 80-170 m/dak, ilerleme 0,05-0,2 mm/dev, yanaşma açısı 45°-90° olarak belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü, ilerleme hızı, iş mili hızı etkileşimi ile belirgin bir şekilde etkilenmektedir. İlerleme hızı, yüzey pürüzlülüğü üzerinde en belirgin etkiye sahiptir ve minimum ilerleme hızında (0,05 mm / dev) en iyi sonucu vermiştir. İlerleme hızı ve iş mili hızı arasındaki etkileşim, yüzey pürüzlülüğü üzerinde de önemli bir etki sağlamıştır. En iyi yüzey kalitesi en düşük ilerleme hızında (0,05 mm / dev), yüksek kesme hızında (170 m / dak) ve en büyük yaklaşım açısında (90°) elde edilmiştir [10].

Turn 5075-SPM CNC torna kullanılarak soğutma sıvısı kullanılmadan yapılan çalışmada takım olarak DLC (Diamond Like Carbon) kaplamalı karbür takım kullanılmaktadır. Kullanılan parametreler; kesme hızı 50-90 m/dak, ilerleme 0,1-0,3 mm/dev, kesme derinliği 0,5-1,5 mm olarak tercih edilmiştir. İşleme işleminde önerilen en uygun kesme parametreleri, kuru kesim koşullarında DLC kaplamalı kesici uç ile kesme hızı için 90 m/dak, ilerleme için 0,1 mm/dev, kesme derinliği için 0,5 mm olduğu tespit edilmiştir. İlerleme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerinde en etkili parametre olduğunu ortaya çıkmıştır [11]. JYOTI CNC torna tezgâhında yapılan deneylerde iş parçaları olarak 20 mm çapında ve 50 mm uzunluğunda AA 7075 silindirik çubuklar tercih edilmiştir. Kesici takım olarak TNMG karbür kesici uçlar kullanılmıştır. Parametreler olarak kesici takım burun yarıçapı 0,4-1,2 mm, iş mili hızı 2000-4000 dev/dak, ilerleme 0,05-0,25 mm olarak tercih edilmiştir. Takım ucu yarıçapının artışıyla birlikte, yarıçap 1 mm olana kadar pürüzlülüğün kademeli olarak en aza düştüğü görülmektedir. Kesici takım burun yarıçapı arttıkça, pürüzlülük artma eğilimindedir. Kesme hızının arttırılması, yüzey pürüzlülüğünü arttırmakta olduğu ortaya çıkmıştır. İlerleme hızını artırmak, pürüzlülüğü arttırır ve bu nedenle düşük ilerleme oranlarında minimum pürüzlülük elde edilmektedir. En iyi minimum pürüzlülük değerini için, kesici takım burun yarıçapı 1 mm, iş mili hızı 3500 dev/dak ve ilerleme 0,1 mm olarak tercih edilmesi tavsiye edilmiştir [12].

Johnford TC 35 CNC Fanuc 0T CNC torna kullanılan deneysel çalışmada DLC kaplı CNMG 12 04 08 4225 takımları kullanılmıştır. Çubuk uzunluğu 220 mm ve çapı 50 mm olarak seçilmiştir. Kesme parametreleri olarak kesme hızı 150-300 m/dak, ilerleme 0,15-0,25 mm/dev, kesme derinliği 0,75-2,25 mm olarak belirlenmiştir. Elde edilen ortalama yüzey pürüzlülük değerleri 0,8-3,6 µm arasındadır. Optimum kesme kuvveti değerine ilerleme 0,20 mm/dev, kesme hızı 150 m/dak ve kesme derinliği 1,5 mm' de ulaşılmıştır. Optimum ısı üretim değerine ilerleme 0,15 mm/dev, kesme hızı 150 m/dak ve kesme derinliği 0,75 mm' de ulaşılmıştır. Öngörülen en uygun, yüzey pürüzlülüğü 0,77 µm için uygun değerler 0,15 mm/dev ilerleme, 225 m/dak kesme hızı ve 0,75 mm kesme derinliği olarak belirtilmiştir [13]. Yapılan çalışma için tornalamada kullanılan tezgâh genel amaçlı bir torna tezgâhı (Namsun hi-tech, 600 × 2000) tercih edilmiştir. Takım olarak SCLCR 2525-M12, Korloy kullanılmıştır. Parametreler olarak kesme hızı 275-375 m/dak, ilerleme 0,05-0,15 mm/dev, kesme derinliği 0,25-0,75 mm tercih edilmiştir. Tornalamada, kesme derinliği ve ilerleme hızı mümkün olduğu kadar küçük ayarlanırsa ve kesme hızı yaklaşık 320 mm/dak' da tutulursa, yüzey pürüzlülüğü ve kesme kuvveti açısından iyi sonuçlar elde edilebilmektedir. Tepki yüzeyi yöntemiyle elde edilen optimum işleme koşulları 0,25 mm kesme derinliği, 0,05 mm/dev ilerleme hızı, 322,5 m/dak kesme hızı bulunmaktadır[14].

4.AA 7075'in MATKAP İLE DELİNMESİ

Matkap tezgâhlarında yapılan işlemleri genellikle freze tezgâhlarında da yapabilmek mümkündür. Matkap tezgâhlarında delik delme, kademeli delik delme, aynı anda birden fazla delik açma, yatay delik delme tezgâhı sayesinde frezeleme, tornalama ve raybalama gibi işlemler yapılabilmektedir. Şekil 4'te delinen bir Alüminyum alaşımının deneysel kurulumu gösterilmektedir.



Şekil 4. Matkap ile delik delme işlemi [15].

Yapılan çalışmada kuru kesme koşullarında, maksimum 12.000 dev/dak iş mili hızına ve 15 kW gücünde bir iş mili motoruna sahip bir DECKEL MAHO DMU 60 P beş eksenli CNC dik işleme tezgahında delme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sandvik Coromant Kataloğu'ndan AA 7075-T651 malzemesinin delinmesinde R840 1000 A1A kodlu matkap ucu kullanılmıştır. Bu maktap' ın özellikleri ise takım uzunluğu 10 mm, 2 helisli, takım taşması 47 mm, uç açısı 140°, helis açısı 30°, sap tipi silindirik, kaplaması TiN/TiAlN olarak seçilmiştir. Sürekli delme için kullanılan kesme parametreleri; iş mili hızı 2547 dev/dak, ilerleme 0,1-0,2 mm/dev, delme derinliği 20-40 mm olarak tercih edilmiştir. Kademeli delme için kullanılan delme parametreleri ise iş mili hızı 1910-2547 dev/dak ve ilerleme 0,1-0,2 mm/dev olarak tercih edilmiştir. AA 7075-T651 malzemesi için sürekli delme işleminde ilerleme hızı % 50 arttırıldığında matkap ucu sıcaklığı delik derinliği 20 mm için %25,5 artmakta, delik derinliği 30 mm için %10,7 artmakta ve delik derinliği 40 mm için %14,5 artmaktadır. Sürekli delme işleminde ilerleme hızı %100 artırıldığında bu değerler sırasıyla %39,3, %36,5 ve %38,5 olmaktadır. AA 7075-T651 alaşımının delme işlemi sırasında (iş mili hızı 2547 dev/dak, ilerleme 0,10 mm/devir ve delme derinliği 30 mm), adım adım ve sürekli delme için maksimum delme ucu sıcaklığı sırasıyla 203 ve 271 °C olduğu ortaya çıkmıştır. Sürekli delme işleminde maksimum sıcaklığın % 33 arttığı tespit edilmiştir[15]. Diğer bir çalışmada radyal delme makinesi olarak MAS VR2(maksimum 800 dev/dak) tercih edilmiştir. Numunelerdeki 8 mm çapında 10 mm derinliğindeki delikleri delmek için Tungsten Karbür kesici takım seçilmiştir ve kuru delme koşullarında çalışılmıştır. Delme işlemi yapılacak malzeme AA 7075 olup bu alaşıma % 2, % 4, % 6 oranlarında Al_2O_3 eklenmektedir. Delme parametreleri olarak iş mili hızı 355-710 dev/dak, ilerleme 0,05-0,12 mm/dev arasında seçilmiştir. En iyi yüzey kalitesini elde etmek için 355 dev/dak iş mili hızı ,% 4 Al_2O_3 malzemesi, ilerleme 0,05 mm/dev değerleri tercih edilmelidir. [16].

AA 7075 malzemesine Boron Karbür (B4C)' yi ağırlıkça%2, %4 ve %6 oranında değişen ağırlık oranı için takviye olarak eklenen başka bir çalışmada kuru kesme koşullarında yaklaşık 10 mm uzunluğunda 8 mm' lik bir delik açılmıştır. Sertlik ölçümleri sonucunda AA 7075-B4C kompozit için % 0,76'lık bir sertlik artışı olduğu gözlemlenmiştir. Daha iyi yüzey kalitesi elde etmek için Taguchi Tekniği kullanılmıştır ve optimize edilmiş parametrenin sonucu 355 dev/dak iş mili hızı, 0,08 mm/dev ilerleme, ağırlıkça% 2 B4C malzeme için yüksek yüzey kalitesi elde edildiği tespit edilmiştir [17].
Farklı bir çalışmada AA 7075 malzemesine ağırlıkça %2, %4, %6 oranlarında silikon karbür eklenmiştir ve delme yapılacak malzemeler elde edilmiştir. Numunenin delinmesi, 8 mm çapında tungsten karbür matkap kullanarak Radyal delme tezgahında gerçekleştirilmiştir. AA 7075-SiC kompozit için % 0,93 oranında sertlik artışı olduğu sonucuna varılmıştır. En iyi yüzey kalitesine 355 dev/dak iş mili hızı, % 4 SiC malzeme destekli, ilerleme 0,12 mm/dev değerleri ile ulaşıldığı gözlemlenmiştir [18].

AA 7075 malzemesi 20 mm aralıklarla delme işlemleri uygulanmıştır. Kuru delme koşullarda DIN 338 / RN standardına uygun 7,5 mm çapında, 30 ± 3° helis açısı ve 118° uç açılı bir HSS matkap kullanılarak delinmiştir. Delme parametreleri olarak çıkış yüzey açısı 15°-45° arasında, iş mili hızı 1300-2300 dev/dak, ilerleme 0,1-0,3 mm/dev olarak tercih edilmiştir. Delme parametrelerinden bağımsız olarak, çapakların yalnızca deliğin çevresinde belirli bir bölgede (110°ila 357° arasında) meydana geldiği gözlemlenmiştir. Minimum çapak yüksekliği üreten parametre değerleri 15° çıkış yüzey açısı, 2300 dev/dak iş mili hızı ve 0,1 mm/dev ilerleme hızı olduğu gözlemlenmiştir. Delme parametrelerinin artışı ile çapak yüksekliğinde artış görülmüştür. İlerleme hızı %72,5 ile en çok çapak yüksekliğini etkileyen parametre olduğu tespit edilmiştir [19].

150 x 100 x 3mm' lik AA 7075 malzemesi kullanılarak yapılan bir başka çalışmada delik delmek için kullanılan matkap 5 mm çaplı HSS matkaptır. Kesme parametreleri olarak kesme hızı 4-20 m/dak arasında, ilerleme 0,1-0,3 mm/dev arasında, uç açısı 90°-135° arasında tercih edilmiştir. En uygun yüzey pürüzlülüğü değeri için 4 m/dak kesme hızı, 0,1 mm/dev ilerleme hızı ve 135 ° uç açısı olduğu tespit edilmiştir [20].

5.SONUÇLAR

Bu çalışmada AA 7075 malzemesinin literatürde geleneksel imalat yöntemleriyle işlenmesinde kullanılan kesme parametreleri, kesici takım malzemeleri ve geometrileri, işleme şartları ele alınarak

ortalama yüzey pürüzlülüğü ile birlikte kesme kuvveti ve talaş bölgesinde meydana gelen sıcaklık verileri ele alınarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda aşağıdaki sonuçlar gözlenmiştir:

- Frezeleme işleminde kesme hızının artmasıyla kesme kuvvetinin azaldığı sonucu tespit edilmiştir.
- Frezeleme işleminde yüzey pürüzlülüğü daha yüksek bir kesme hızında ve düşük bir ilerlemede daha düşük olduğu tespit edilmiştir.
- Frezeleme işleminde yüzey pürüzlüğü yüksek radyal talaş açısında azaldığı tespit edilmiştir.
- Frezeleme işleminde kesici takım burun yarıçapı yükselirken titreşimin azaldığı tespit edilmiştir.
- Tornalama işleminde en iyi yüzey kalitesine en düşük ilerleme hızında, yüksek kesme hızında ve en büyük yaklaşım açısında ulaşıldığı tespit edilmiştir.
- Tornalama işleminde kesici takım burun yarıçapı arttıkça pürüzlülük artma eğliminde olduğu tespit edilmiştir.
- Tornalama işleminde kesme hızının arttırılması, yüzey pürüzlülüğünü arttırmakta olduğu tespit edilmiştir.
- Matkap ile delme işleminde sürekli delme işlemlerinde ilerleme hızları arttırlması durumunda matkapların uç sıcaklıklarında artışlar olduğu tespit edilmiştir.
- Matkap ile delme işleminde delme parametrelerinden bağımsız olarak, çapakların yalnızca deliğin çevresinde belirli bir bölgede meydana geldiği tespit edilmiştir.
- Matkap ile deleme işleminde yüzey pürüzlülüğü iş mili hızı arttıkça ve ilerleme hızı azaldıkça artış olduğu tespit edilmiştir.

Geleneksel imalat işlemlerinde en iyi sonuçlara ulaşmak için önerilen işleme parametreleri Tablo 6 ‘da gösterilmiştir.

Tablo 6. AA 7075 Malzemenin geleneksel imalat işlemlerinde önerilen kesme parametreleri.

İmalat İşlem Türü	**Kesme Hızı (m/dak)**	**İş Mili Hızı (dev/dak)**	**Kesme Derinliği (mm)**	**İlerleme (mm/diş, mm/dev)**	**Kesici Takım Malzemesi**	**Kesici Takım Uç Açısı (°)**	**İş parçası Isıl İşlemi**	**Soğutma Sıvısı Var/Yok**	**Yaklaşma Açısı (°)**	**Kesici Takım Burun Yarıçapı (mm)**
Frezeleme	115-170	10.000-12.000	0,5-2,5	0,04-0,09 mm/diş	Karbür - HSS	-	T6	Yok	90	0,8
Tornalama	90-320	2.000-3.500	0,25-0,75	0,05-1,5 mm/dev	Karbür(DLC)-Elmas(PCD)	-	T6	Yok	90	1
Matkap ile Delme	4-20	355-2547	0,1-1	0,05-0,12 mm/diş	Tungsten Karbür-HSS	135	T6	Yok	90	-

KAYNAKÇA

[1] ALÜMİNYUM RAPORU, (2019), http://www.aso.org.tr/wp-content/uploads/2017/09/17.pdf
[2] SEYKOÇ ALÜMİNYUM, (2019), http://www.seykoc.com.tr/icerik/7075?dil=tr
[3] EMPO ALÜMİNYUM, (2019), http://www.empo.com.tr/aluminium-bars/en-aw-7075.html
[4] K. Sooryaprakash, M. Sakthivel, M. Subramanian, R. Sudhakaran. (2013), Optimization of end mill tool geometry parameters for Al7075-T6 machining operations based on vibration amplitude by response surface methodology, Measurement, 46, 4005–402.
[5] Babur Ozcelik, Emel Kuram.(2013), Multi-objective optimization using Taguchi based grey relational analysis for micro-milling of Al 7075 material with ball nose end mill, Measurement, 46,1849–186.
[6] K.Sooryaprakash, M.Subramanian, M.Sakthivel, R.Sudhakaran. (2013), Optimization of Cutting Parameters for Cutting Force in Shoulder Milling of Al7075-T6 Using Response Surface Methodology and Genetic Algorithm, Procedia Engineering, 64, 690 – 700.
[7] Halil Karakoc, Sener Karabulut. (2017), Investigation of surface roughness in the milling of Al7075 and open-cell SiC foam composite and optimization of machining parameters, Neural Comput & Applic, 28, 313-327.
[8] M. Subramanian, M. Sakthivel, R. Sudhakaran. (2014), Modeling and Analysis of Surface Roughness of AL7075-T6 in End Milling Process Using Response Surface Methodology, Arab J Sci Eng, 39, 7299–7313.

[9] A.M. Manea, D.M. D'Addonab, S.J. Raykara. (2015), Multi-objective optimization of high speed turning of Al 7075 using grey relational analysis, Procedia CIRP, 33, 293 – 298.
[10] Ravinder Kumar, Santram Chauhan. (2015), Study on surface roughness measurement for turning of Al 7075/10/SiCp and Al 7075 hybrid composites by using response surface methodology (RSM) and artificial neural networking (ANN), Measurement, 65, 166–180.
[11] Ajithkumar J P, Anthony Xavior M. (2019), Cutting Force and Surface Roughness Analysis During Turning of Al 7075 Based Hybrid Composites, Procedia Manufacturing, 30, 180–187.
[12] M.Sakthivel, M.Subramanian, M.P.Siva, R.Sivaperumal. (2014), Using RSM and GA to Predict Surface Roughness Based on Process Parameters in CNC Turning of AL7075-T6, IJIRSET, 3, Special Issue 3.
[13] Ay Mustafa, Karagol Tanju. (2011), Investigation of the machinability of the Al 7075 alloy using DLC coated cutting tools, Scientific Research and Essays, 6(1), 44-51.
[14] Hakjin Im, Jeongsuk Kim, Jihoon Jeong, Jonghwan Lee, Joonyoung Koo, Pyeongho Kim. (2012), Machining Optimization of Al7075-T0 Turning Process Considering Surface Roughness and Cutting Forces, Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, 21(5), 842-847.
[15] Babur Ozcelik, Eyup Bagci. (2006), Investigation of the effect of drilling conditions on the twist drill temperature during step-by-step and continuous dry drilling, Materials and Design, 27, 446–454.
[16] Anilkumar H.M, K.Lingamurthy, Raghavendra Joshia, T.H.Manjunatha, Yadavalli Basavaraja. (2018), Drilling Parameters Optimization and Characterization of Al7075 Reinforced with Al2O3, Materials Today: Proceedings, 5, 25092–25101.
[17] Kavadiki Veerabhadrappa,Malthesh Karnam, Raghavendra Joshi, ShivaramakrishnaA, T H Manjunatha. (2018), Study of Mechanical Properties and Drilling Behavior of Al7075 Reinforced with B4C, Materials Today: Proceedings, 5, 25102–25111.
[18] Parmesh Kumar, Raghavendra Joshi, R Suresh Kumar, T H Manjunatha, Vijay Kumar B.P. (2018), Evaluation of Al7075 Reinforced with SiC for its Mechanical Properties & Surface Roughness by Drilling, Materials Today: Proceedings, 5, 25121–25129.
[19] Burak Özdemir, Erkan Bahce. (2019), Investigation of the burr formation during the drilling of free-form surfaces in al 7075 alloy, Journal of Materials Research and Technology, 8(5), 4198-4208.
[20] Erol Kilickap. (2010), Modeling and optimization of burr height in drilling of Al-7075 using Taguchi method and response surface methodology, Int J Adv Manuf Technol, 49, 911–923.

KUZEY MARMARA OTOYOLUNUN KOCAELİ İLİ' NDEKİ HAVA KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gökçe Orak Öktem[1*], Aykan Karademir[2], Şenay Ç. Doğruparmak[2]
[1*]Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı, Kocaeli, Türkiye
[2]Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye
[*]e-mail: orakgokce41@gmail.com

Özet
Teknolojinin beraberinde getirmiş olduğu önemli çevre problemlerinden birisi de motorlu taşıtların neden olduğu çevre kirliliğidir. Motorlu taşıt kaynaklı, taşıtın özelliklerine göre atmosfere salınan partikül madde (PM), uçucu organik bileşikler (VOC), azot oksitler (NOx), ve karbon monoksit (CO) gibi emisyonlar hava kirliliğinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu çalışmada, 2020'de bitmesi planlanan Kuzey Marmara Otoyolunun Kocaeli İli'nde hava kalitesine yapacağı etkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla otoyolun trafik kaynaklı emisyonlarının envanteri çıkarılmıştır. Çalışma kapsamında değerlendirilen emisyonlar NO_X, SO_2, CO, CO_2, PM ve NMVOC emisyonları olup envanterleme için kullanılan metot Tier 1 olarak belirlenmiştir. 2018 yılında Anadolu Otoyolu ve D100 Karayolunu kullanan taşıt sayıları baz alınarak 2020 yılında bitmesi planlanan Kuzey Marmara Otoyolu'nu kullanacak taşıt sayıları için belirlenen iki ayrı senaryo ile hava kalitesine etkisi değerlendirilmiştir. Bu amaçla hesaplanan taşıt kirletici yükleri AERMOD hava dağılım modeline girilerek belirlenen kirleticiler için yer seviyesi konsantrasyonları belirlenmiş ve kirletici dağılım haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar bölgede ölçülen mevcut hava kalitesi değerleri ile karşılaştırılarak otoyolun hava kirliliğine yapacağı katkı tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Taşıt emisyonları, emisyon envarteri, hava dağılım modeli.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF NORTH MARMARA HIGHWAY ON KOCAELI AIR QUALITY

Abstract
Traffic emissions and their impact on the air quality are significant environmental problems brought into by our modern life and technology. Pollutants emitted from the vehicles such as particulate matter (PM), volatile organic compounds (VOC), nitrogen oxides (NOx) and carbon monoxide (CO) make considerable contribution to ambient air pollution in cities. The study includes assessment of the impact of North Marmara Highway, that is planned to be completed and opened in 2020, on the air quiaty of Kocaeli. For this purpose, an emission inventory of motor vehicles was taken firstly. Inventory study included the pollutants of NO_X, sulfur dioxide (SO_2), CO, CO_2, PM ve non-methane VOC (NMVOC), and Tier 1 method was used in the calculations. The effects of the new highway on the ambient air quality were evaluatedaccording to two different scenarios by using the number of vehicles that will use the North Marmara Highway which is planned to be completed in 2020 based on the number of vehicles using the Anatolian Highway and D100 Highway in 2018. For assessment, AERMOD air dispersion model was used to estimate the ground level concentrations of the pollutants by using pollutant emission rates calculated by corresponding emission factors, and pollution maps were obtained. Then the results were evaluated in comparison to the current pollutant levels measured in the monitoring stations in Kocaeli and contribution of the highway emissions was assessed.

Key Words: Traffic emissions, emission inventory, air dispersion modeling.

1. GİRİŞ

Hava, yasam ve insan etkinlikleri üzerindeki etkisini de dikkate almak koşuluyla belirli bir zamanda atmosferin durumunu belirtmektedir ve bütün canlıların solunumuna yarayan; renksiz, kokusuz, akışkan bir gaz karışımıdır. Bu kavramla birlikte, artan sanayileşme, kentleşme ve bunlara bağlı olarak

sirkülasyon sağlayıcı motorlu araç trafiği gibi etkenler sonucunda hava kalitesi terimi de ortaya çıkmıştır (Demirarslan, 2018).

Çevre kalitesi dendiğinde de hava kalitesi, su ve toprak gibi alıcı ortamlarla birlikte ilk etapta akla gelen kavramlardandır. Bundan hareketle, çevre politikalarında hava kirliliği kontrolünün önemi büyüktür. Politikaların oluşturulması ve uygulanmasında bilgi yönetiminin ve göstergelerin önemli bir rolü olduğuna göre, hava kirliliği de en önemli gösterge başlıklarından biri olmaktadır. Kaldı ki farklı politika yaklaşımları ve gösterge yönetim modellerinin tamamında hava kirliliğine ilişkin göstergeler (hava kirletici emisyonları ve kentsel hava ortamının kalitesi) yer almaktadır (Sanalan, 2017).

Hava kirliliğine neden olan kaynakları genel olarak yapay ve doğal kaynaklar olarak gruplandırmak mümkündür. İnsan faaliyetleri sonucu oluşan yapay kaynakların hava kirleticilere katkısının ölçümü ve izlenmesi doğal kaynaklara göre genellikle daha kolay olmakla birlikte insan faaliyetlerinin katkısının değerlendirilebilmesi için ölçüm sonuçlarının kaynak envanter bilgisiyle desteklenmesi gerekmektedir (Çalıştay, 2017).

Kirleticiler atmosferde rüzgâr, bağıl nem, sıcaklık, sıcaklığın yükseklikle değişimi, basınç, yağış gibi meteorolojik değişkenlere bağlı olarak hareket ederler. Bir yerin hava kalitesinin belirlenebilmesinde hava kirliliği ölçümleri pahalı olduğu için sayısal modeller yardımıyla kaynağından çıkan kirleticiler tahmin edilmektedir. Hava kirliliği, modelleme, emisyon envanteri çalışmaları dünyanın birçok ülkesinde farklı yaklaşımlar ve modeller ile devam etmektedir (Toros, 2017).

Bu çalışmada 2020 yılında faaliyete geçecek Kuzey Marmara Otoyolu'nun Kocaeli'ndeki hava kalitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla iki ayrı senaryo geliştirilerek modelleme çalışması yapılmıştır. Çalışma kapsamında değerlendirilen emisyonlar; karbon monoksit (CO), karbondioksit (CO_2), partiküler madde (PM10), kükürt dioksit (SO_2), azot oksit (NO_X) ve metan dışı uçucu organik bileşikler (NMVOC)' dir. Envanterleme için kullanılan emisyon hesaplama metodu, elde edilebilecek veriler de göz önünde bulundurularak Tier 1 metodu olarak belirlenmiştir. Kullanılan dağılım modeli EPA onaylı AERMOD dağılım modelidir.

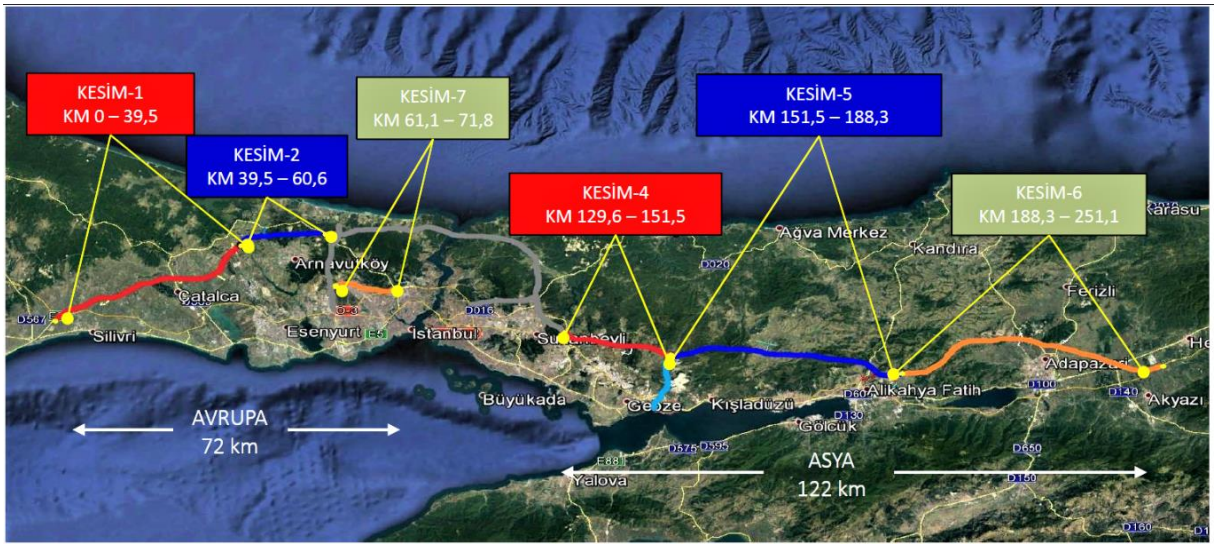
2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma Alanı

Adını 1320 yılında İzmit yöresini fetheden Akça Koca'dan alan Kocaeli İli 2018 itibarıyla 1.906.391 kişilik nüfusa sahiptir. Asya ile Avrupa kıtaları arasında önemli kara ve demiryolu güzergâhlarının kesiştiği bir yerde kurulan Kocaeli, bugün Marmara Bölgesi'nin ve yurdumuzun en önemli endüstri ve sanayi yerleşimlerinden biridir. Kocaeli'nin sanayileşmesinde en önemli etken, tüm ulaşım imkanlarına sahip olmasıdır. Doğal bir liman olan İzmit Körfezi, işlek bir denizyoludur (Url-1)

Kuzey Marmara Otoyol Projesi, ülkemizin en büyük metropolleri ve sanayi bölgelerini barındıran Marmara bölgesinin ulaşımını rahatlatacak, Yavuz Sultan Selim Köprüsü ve bağlantı yolları ile entegre edilecek önemli bir ekonomik, kültürel, turistik ve sosyal boyutu olan yüksek standartlı, güvenli, kaliteli ve kesintisiz bir ulaşım yatırımıdır. Projenin tamamlanması ile; Kuzey Marmara Bölgesinde Doğu-Batı istikametindeki ana ulaşım arterleri civarında gelişerek büyüyen, kentleşme ve sanayileşmenin oluşturduğu bölgesel trafik ile bölgeden geçen şehirlerarası ve uluslararası trafik birbirinden ayrıştırılarak ulaşımdaki hizmet kalitesinin artırılması hedeflenmektedir. Tekirdağ ve Sakarya arasında, Yavuz Sultan Selim köprüsü ve 3. Köprü bağlantı yolları ile birleşen otoyol güzergahımız, mevcut ulaşım ağları ve özellikle İstanbul Boğazı geçişlerinde kapasitenin üzerinde olan trafik yükünü önemli ölçüde azaltacaktır. Artan yakıt tüketimi, araç bakımı ve onarım giderleri gibi ekonomik kayıplar, trafik yoğunluğunun neden olduğu gürültü ve çevre kirliliği en aza inecektir (Url-2).

Kınalı'dan başlayıp Sakarya-Akyazı'ya kadar devam edecek olan Kuzey Marmara Otoyol güzergahı ve bu çalışmada kullanılan çalışma alanına olan Kesim-5 ait harita Şekil 1'de verilmiştir. Çalışmaya dahil olan 2018 yılı karayolu verilerinden alınan D-100 ve Otoyol ait uzunluk ve kategorilerine göre taşıt geçiş sayıları Tablo 1, Tablo 2' de verilmiştir.



Şekil 1. Kuzey Marmara Otoyol Güzergahı ve Kesimleri (Url-3)

Tablo 1. 2018 yılı Otoyolların uzunluk ve taşıt sayıları (Url-4)

	Güzergah	Uzunluk (km)	Hafif Taşıt (taşıt/gün)	Ağır Taşıt (taşıt/gün)
OTOYOL	Gebze-Dilovası	6,2	57.648	18.136
	Dilovası-Batı Hereke	6,1	53.434	17.500
	Batı Hereke-Doğu Hereke	2,4	52.008	16.532
	Doğu Hereke-Körfez	13,4	52.528	17.075
	Körfez-Batı İzmit	7,2	50.200	18.260

Tablo 2. 2018 Yılı D-100 yolları uzunlukları ve taşıt sayıları (Url-4)

	Güzergah	Uzunluk (km)	Otomobil (taşıt/gün)	Orta Yüklü Ticari Taşıt (taşıt/gün)	Otobüs (taşıt/gün)	Kamyon (taşıt/gün)	Tır (taşıt/gün)
DEVLET YOLU (D-100)	Gebze-Dilovası	14	46.438	5.854	113	3.015	6.365
	Dilovası	1	23.668	2.810	265	3.016	4.360
	Dilovası-Körfez	20	27.664	3.705	323	2.391	4.608
	Körfez-Derince	10	53.507	5.130	368	2.464	3.358
	İzmit	11	55.638	5.996	295	3.885	3.884
	İzmit-Kartepe	7	46.943	4.103	327	3.039	3.864

2.2. Emisyonların Hesaplanması

Çalışmada, "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016" isimli veri tabanında yer alan emisyon faktörleri kullanılmıştır (EEA, 2017). Emisyon hesaplamalarında elde edilebilecek veriler de göz önünde bulundurularak Tier 1 metodu, kirletici dağılımlarının belirlenmesi için EPA onaylı AERMOD dağılım modeli kullanılmıştır. Tier 1'e göre verilen emisyon faktörleri Tablo 3a, 3b, 3c, 3d' de, araç kategorisine göre kilometre başına tipik yakıt tüketim verileri ise Tablo 4' de verilmiştir. Emisyon miktarının belirlenmesi için (1) denklemi kullanılmıştır.

$$E_i = \Sigma\ (V_{ehj} \times D_j) \times E_{i,j,km} \quad (1)$$

E_i : emisyon miktarı (i)
V_{ehj} : araç tipine bağlı araç sayısı (j)
D_j : aracın kat ettiği mesafe (j)
$E_{i,j,km}$: araç tipi (j) ve hıza (km) bağlı emisyon faktörü (i)

Tablo 3a. CO ve NMVOC' ler için Tier 1 emisyon faktörleri (EEA, 2017)

Kategori	Yakıt	CO (g/kg yakıt)			NMVOC (g/kg yakıt)		
		Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.
Binek Otomobil	Benzin	84.7	49.0	269.5	10.05	5.55	34.42
	Dizel	3.33	2.05	8.19	0.7	0.41	1.88
	LPG	84.7	38.7	117.0	13.64	6.10	25.66
Hafif Ticari Taşıt	Benzin	152.3	68.7	238.3	14.59	3.91	26.08
	Dizel	7.40	6.37	11.71	1.54	1.29	1.96
Ağır Ticari Taşıt	Dizel	7.58	5.73	10.57	1.92	1.33	3.77
	CNG	5.70	2.20	15.00	0.26	0.10	0.67
İki Tekerli	Benzin	497.7	331.2	664.5	131.4	30.0	364.8

Tablo 3b. NO_X ve PM' ler için Tier 1 emisyon faktörleri (EEA, 2017)

Kategori	Yakıt	NOx (g/kg yakıt)			PM (g/kg yakıt)		
		Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.
Binek Otomobil	Benzin	8.73	4.48	29.89	0.03	0.02	0.04
	Dizel	12.96	11.20	13.88	1.10	0.80	2.64
	LPG	15.20	4.18	34.30	0.00	0.00	0.00
Hafif Ticari Taşıt	Benzin	13.22	3.24	25.46	0.02	0.02	0.03
	Dizel	14.91	13.36	18.43	1.52	1.10	2.99
Ağır Ticari Taşıt	Dizel	33.37	28.34	38.29	0.94	0.61	1.57
	CNG	13.00	5.50	30.00	0.02	0.01	0.04
İki Tekerli	Benzin	6.64	1.99	10.73	2.20	0.55	6.02

Tablo 3c. Farklı karayolu ulaşımı fosil yakıtları için Tier 1 CO_2 emisyon faktörleri (EEA, 2017)

Taşıt Sınıfı	Yakıt Türü	Kg yakıt başına Kg CO_2*
Tüm Taşıt Türleri	Benzin	3.180
Tüm Taşıt Türleri	Dizel	3.140
Tüm Taşıt Türleri	LPG**	3.017

* CO_2 emisyon faktörlerinde yakıtın karbon içeriği temel alınmıştır ve yakıttaki karbonun %100'nün oksitlendiği varsayılmıştır (maksimum CO_2).
** LPG'nin %50'sinin bütan, %50'sinin ise propan olduğu kabul edilmiştir.

Tablo 3d. Tier 1 için yakıtın tipik kükürt oranı (1 ppm = 10^{-6} g/g yakıt) (EEA, 2017)

Yakıt Türü	Temel Yakıt 1996	Yakıt 200	Yakıt 2005	Yakıt 2009
Benzin	165 ppm	130 ppm	40 ppm	40 ppm
Dizel	400 ppm	300 ppm	40 ppm	8 ppm

Her m tipi yakıt için SO_2 emisyonları, yaktın içindeki tüm kükürdün tamamen SO_2'ye dönüştüğü kabul edilerek (2) denkleminden hesaplanmıştır;

$$\mathbf{E_{SO2,m} = 2 \times k_{S,m} \times FC_m} \quad (2)$$

$E_{SO2,m}$ = m yakıtı başına SO_2 emisyonları (g)
$k_{S,m}$ = m yakıtı içindeki kükürdün kütlesel oranı (g/g yakıt)
FC_m = m tipi yakıtın yakıt tüketimi (g)

Tablo 4. Her bir taşıt kategorisi için km başına Tier 1 tipik yakıt tüketimi (EEA, 2017)

Taşıt Kategorisi	Yakıt	Karakteristik Yakıt Tüketimi (g/km)
Binek Otomobiller	Benzin	70
	Dizel	60
	LPG	57.5
	E85	86.5
	CNG	62.6
Hafif Ticari Taşıtlar	Benzin	100
	Dizel	80
Ağır Ticari Taşıtlar	Dizel	240
	CNG (otobüsler)	500
İki Tekerlekli Taşıtlar	Benzin	35

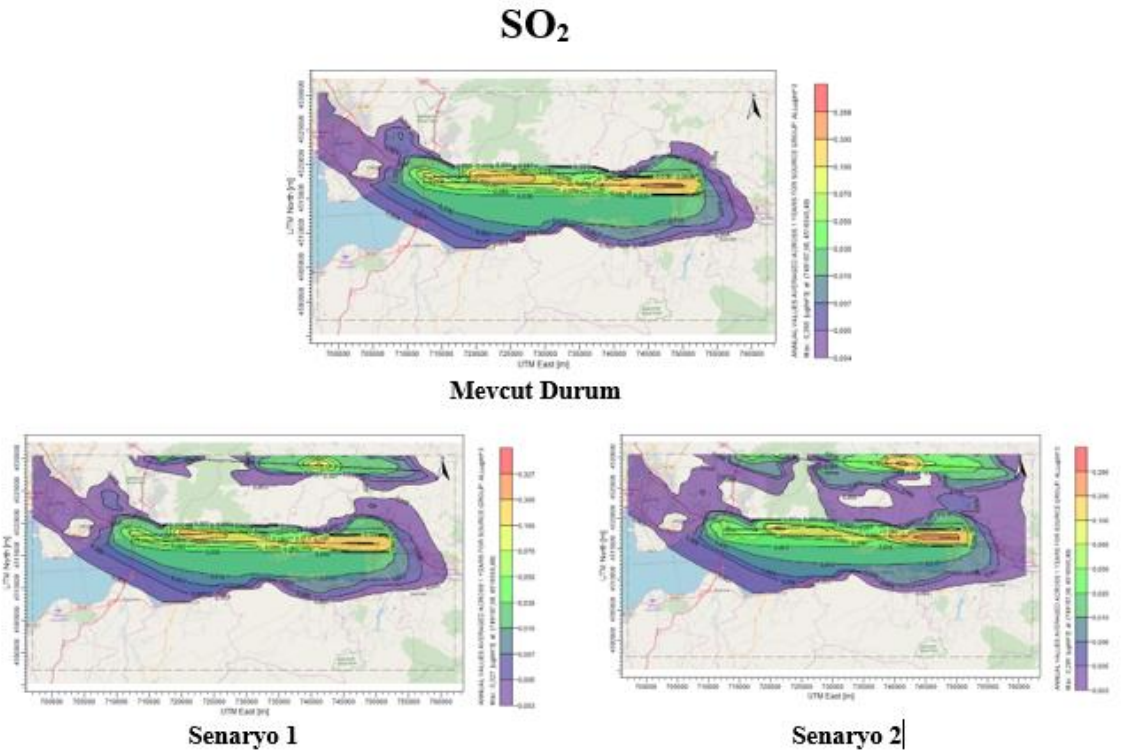
3. BULGULAR

Yapılan çalışmada 2018 yılında Anadolu Otoyolu ve D100 Karayolunu kullanan taşıt sayıları baz alınarak 2020 yılında bitmesi planlanan Kuzey Marmara Otoyolu'nu kullanacak taşıt sayıları için belirlenen iki ayrı senaryo ile hava kalitesine etkisi değerlendirilmiştir.

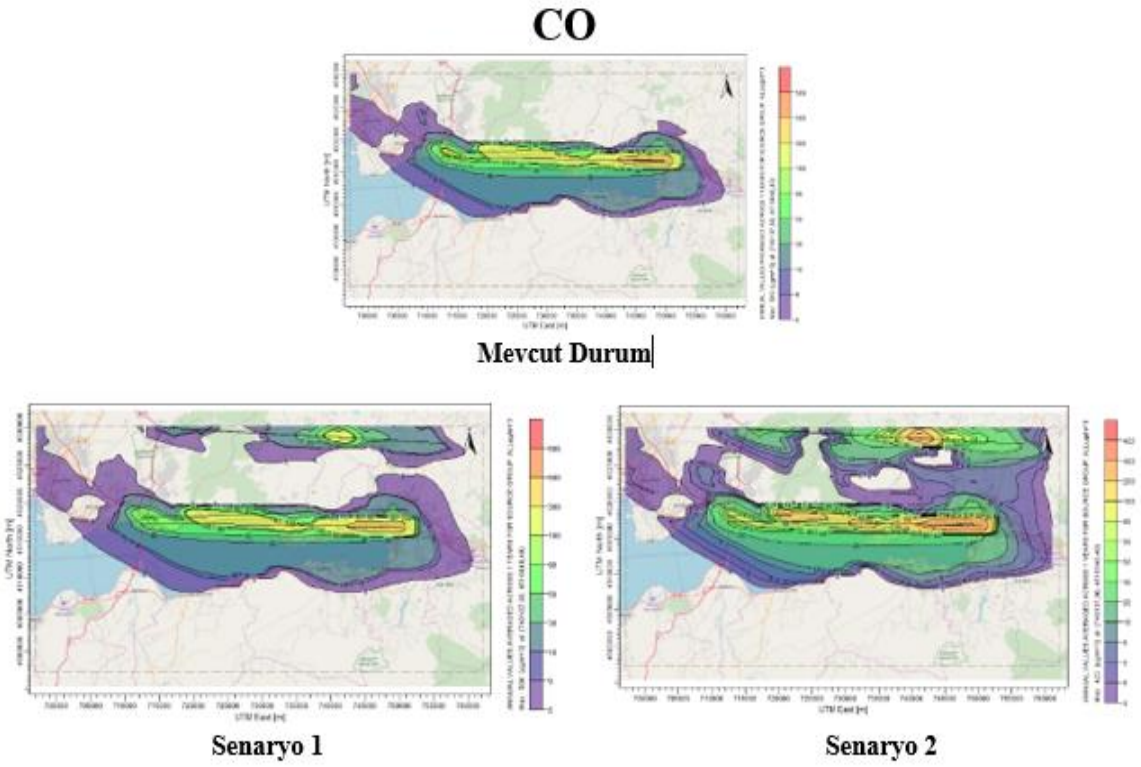
- **Mevcut Durum:** 2018 yılı Otoyol ve D-100 araç sayıları baz alınmıştır (Tablo 1-2).
- **Senaryo 1:** Otoyoldaki araç sayısının %25' inin, D-100'deki araç sayısının %10' unun Kuzey Marmara Otoyolundan geçtiği varsayılmıştır.
- **Senaryo 2:** Otoyoldaki araç sayısının %50' sinin, D-100'deki araç sayısının %25' inun Kuzey Marmara Otoyolundan geçtiği varsayılmıştır.

Kirletici dağılımlarının belirlenmesi için EPA onaylı AERMOD dağılım modeli kullanılarak oluşan mevcut durum, senaryo 1 ve senaryo 2' ye ait yıllık dağılım haritaları Şekil 2-7'de verilmiştir. Dağılım haritalarına göre bulunan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

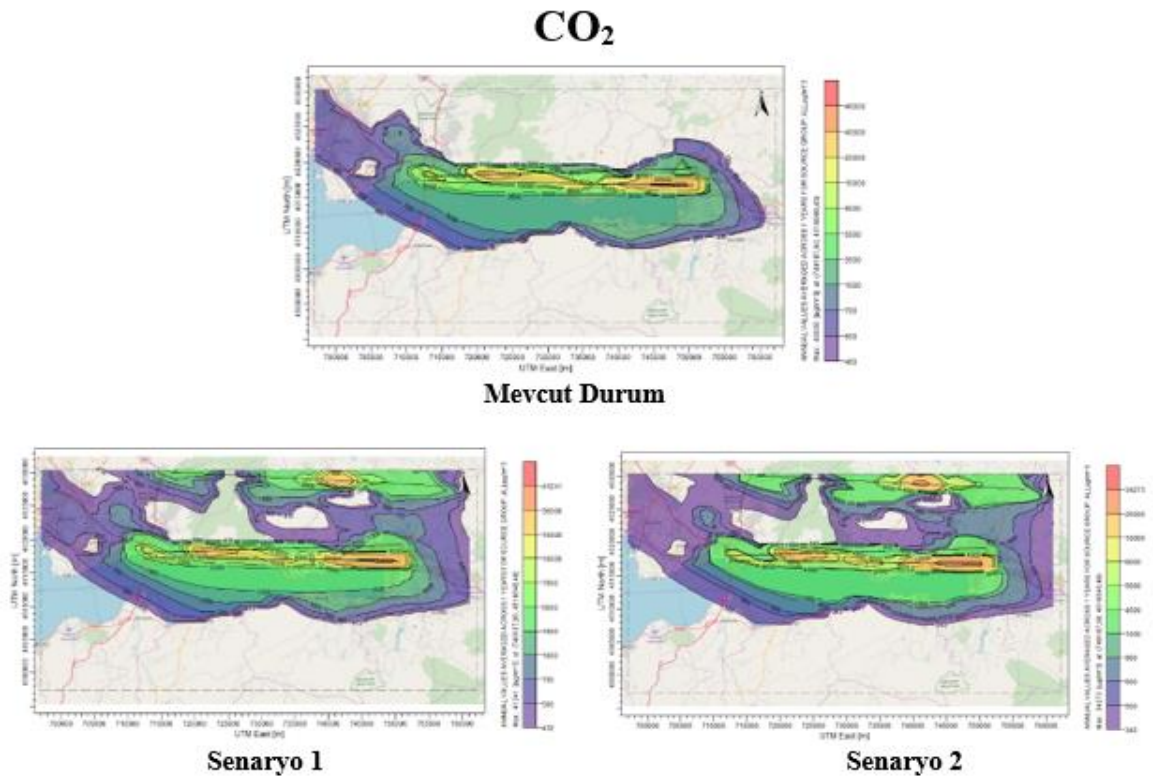
- Max konsatrasyonun görüldüğü yer olan şehir merkezinde, SO_2 konsantrasyonu Senaryo 1'e göre % 11,1, Senaryo 2'ye göre % 22,3 azalmıştır (Şekil 2).
- Max konsatrasyonun görüldüğü yer olan şehir merkezinde CO oranı Senaryo 1'e göre % 11,1 Senaryo 2'ye göre %26 azalmıştır (Şekil 3).
- Max konsatrasyonun görüldüğü yer olan şehir merkezinde CO_2 oranı Senaryo 1'e göre % 10,3 Senaryo 2'ye göre %25,5 azalmıştır (Şekil 4).
- Max konsatrasyonun görüldüğü yer olan şehir merkezinde NMVOC oranı Senaryo 1'e göre % 11 Senaryo 2'ye göre %25,8 azalmıştır (Şekil 5).
- NO_X için, mevcut durum ve senaryo 1' e göre max konsantrasyonun görüldüğü yer şehir merkezi iken, senaryo 2' ye göre Kuzey Marmara Otoyolu civarındadır. Şehir merkezinde NO_X oranı Senaryo 1'e göre % 10,5 Senaryo 2'ye göre ise % 26 azalmıştır (Şekil 6).
- PM10 için, mevcut durum ve senaryo 1' e göre max konsantrasyonun görüldüğü yer şehir merkezi iken, senaryo 2' ye göre Kuzey Marmara Otoyolu civarındadır. Şehir merkezinde PM10 oranı Senaryo 1'e göre % 9 Senaryo 2'ye göre ise % 27 azalmıştır (Şekil 7).



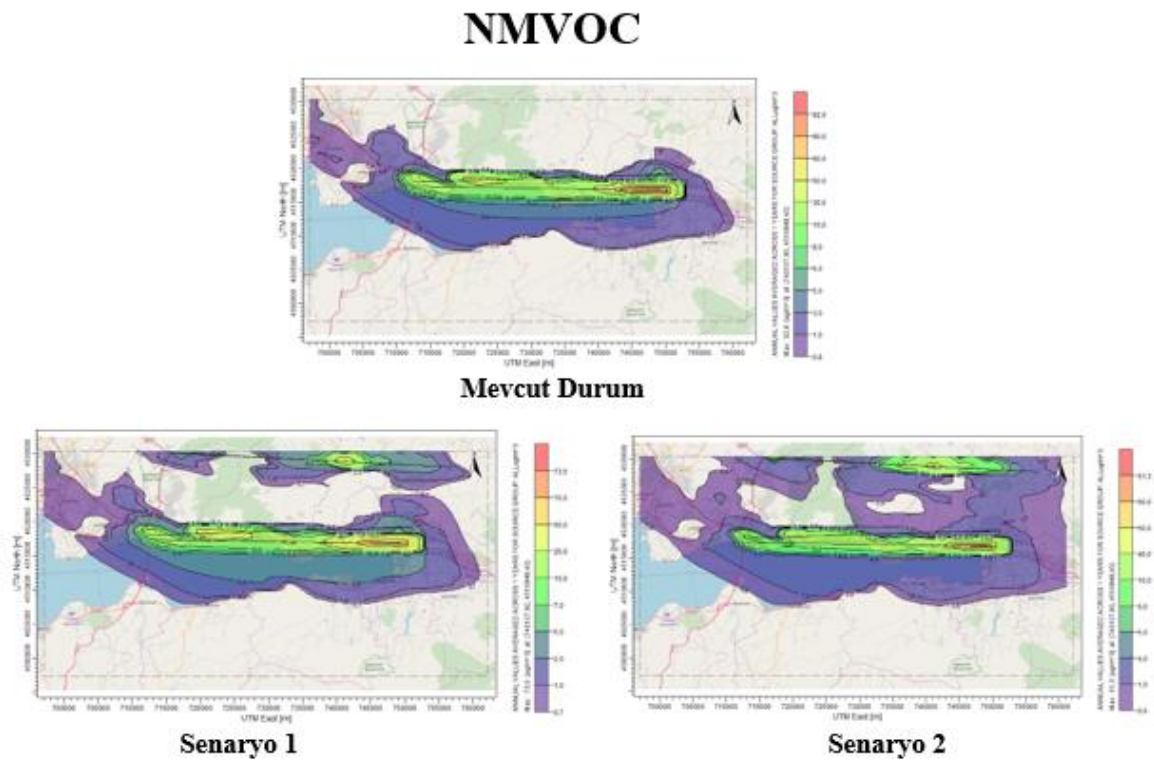
Şekil 2. SO_2 için yıllık dağılım haritaları



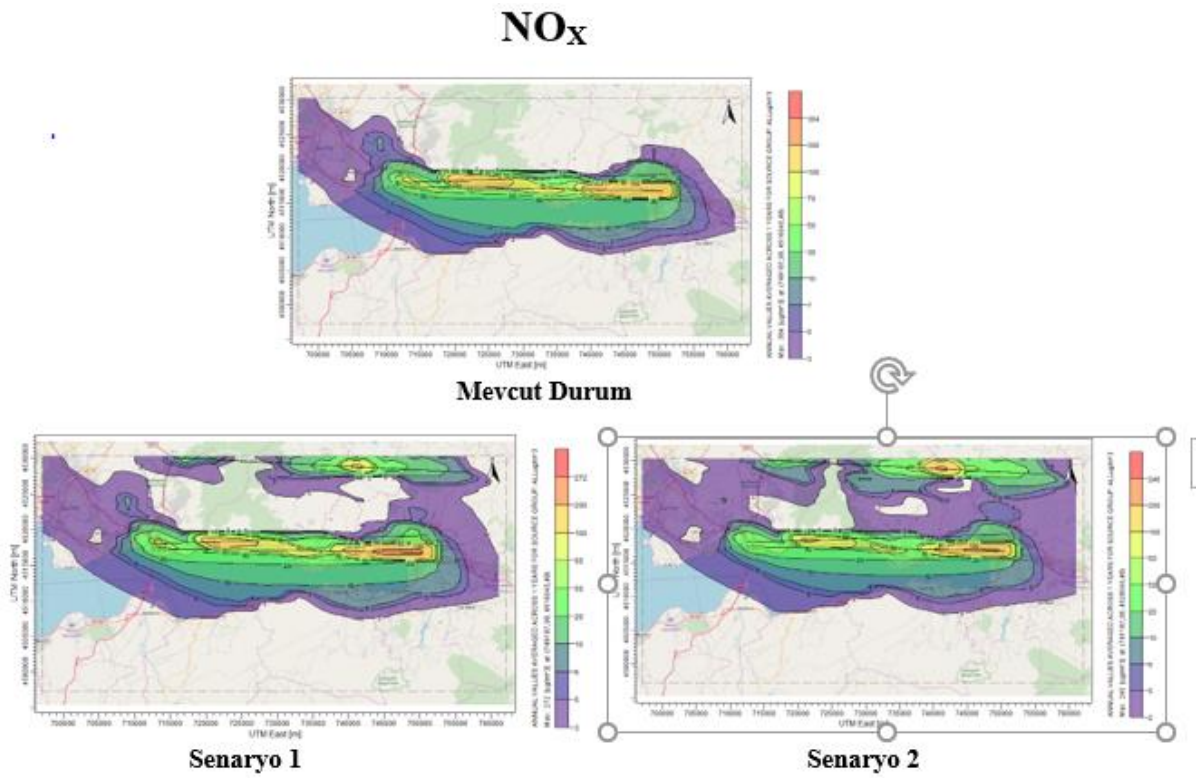
Şekil 3. CO için yıllık dağılım haritaları



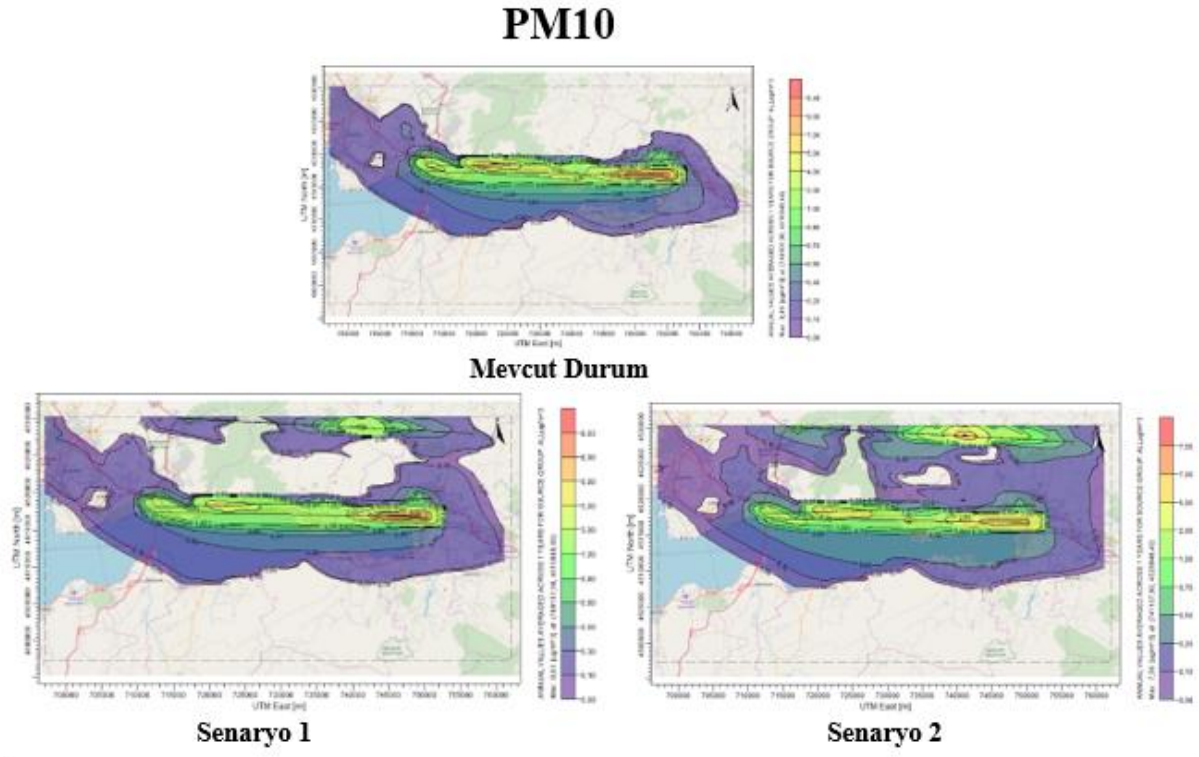
Şekil 4. CO_2 için yıllık dağılım haritaları



Şekil 5. NMVOC için yıllık dağılım haritaları



Şekil 6. NO_X için yıllık dağılım haritaları



Şekil 7. PM10 için yıllık dağılım haritaları

4. SONUÇ

Yapılan çalışmada Kuzey Marmara Otoyolu'nun Kocaeli' deki Anadolu Otoyolu ve D-100 Karayolu trafiğinden kaynaklanan hava kirliliğini Senaryo 1'e göre %10-15, Senaryo 2'ye göre ise %20-25 civarında azaltması beklenmektedir. Buna karşılık Kuzey Marmara Otoyolu'nun açılması ile ilin kuzey kısmındaki yol güzergahı boyunca trafik kaynaklı hava kirliliğinde bir artış meydana gelecektir.

Mevcut durumda trafik ve endüstriyel kaynaklı emisyonlardan etkilenmeyen ve görece temiz sayılan Kuzey Marmara Otoyolu güzergahındaki mevcut hava kirliliği için, benzer özellikteki Kandıra'da son 1 yılda ölçülen ortam havası konsantrasyonları gösterge olarak kabul edilebilir. Bu bağlamda, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bağlı Ulusal Hava Kirliliği İzleme Ağı'nda Kandıra İstasyonunda ölçülen son bir yıllık PM10 ve NO_x değerleri ortalama olarak sırasıyla 20.40 ve 5.46 µg/m^3'tür. Maksimum değerler ise yine sırasıyla 65.41 ve 26.23 µg/m^3'tür. Diğer parametreler ölçülmemiştir (Url-5). Dağılım grafiklerinde Kuzey Marmara Otoyolu güzergahında elde edilen en büyük PM10 değerleri, Senaryo 1 için 5 µg/m^3, Senaryo 2 içinse 7 µg/m^3 civarındadır. Aynı şekilde NO_x değerleri de Senaryo 1 için 150 µg/m^3, Senaryo 2 içinse 200 µg/m^3 civarındadır. Görüldüğü üzere Kuzey Marmara Otoyolu, Kocaeli'ndeki Anadolu Otoyolu ve D-100 Karayolu trafiğinden kaynaklanan hava kirliliğini azaltırken otoyol güzergahı üzerindeki Kandıra'da hava kirliliğine önemi katkılar yapabilecektir. Bu katkıyı azaltmak adına daha düşük emisyonlu araçların ve yakıtların kullanımının artırılması teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

DEMİRARSLAN, K.O. (2018), PUFF dağılım modellemesi ve hava kalitesi değerlendirmesinde kullanımı, *BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi*, 20(1), 1-12.

EEA (2017), *Air Pollutant Emission İnventory Guidebook 2016–Last Update June 2017*, 21 Kasım 2018 tarihinde https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016 adresinden alındı.

SANALAN, A.T. (2017), Hava Kalitesi Konusundaki Çevresel Performans Göstergeleri, VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, Antalya.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2017), Ulusal Hava Kalitesi Yönetimi Çalıştayı, Sonuç Bildirgesi ve Raporu, Afyonkarahisar.

TOROS, H. (2017), Hava Kirlilik Modellerinde Kullanılacak Emisyon Envanteri Oluşturulması için Yaklaşımlar ve İstanbul Hava Kirliliği Dağılımı Örneği, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(2), 1 -12.

(Url-1), 05 Kasım 2019 tarihinde http://www.kocaeli.bel.tr/tr adresinden alındı.

(Url-2), 05 Kasım 2019 tarihinde http://www.kuzeymarmaraotoyolu.com adresinden alındı.

(Url-3), 05 Kasım 2019 tarihinde https://www.yolyardim.com/kuzey-marmara-otoyolu-yol-yardim adresinden alındı.

(Url-4), 12 Ekim 2019 tarihinde http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Trafik/ TrafikveUlasim Bilgileri.aspx adresinden alındı.

(Url-5), 31 Ekim 2019 tarihinde http://laboratuvar.cevre.gov.tr/Default.ltr.aspx adresinden alındı.

PLASTİK AMBALAJ SEKTÖRÜNDE KESİCİ TAKIM PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ

Mesut YAVUZ
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
mesutyavuzgazi@gmail.com

Prof. Dr. Salim ASLANLAR
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
aslanlar@sakarya.edu.tr

Abdurrahman YILMAZ
Banaş A.Ş.
ayilmaz@banasas.com

Özet
Ülkemiz Endüstriyel alanda ithalat ve ihracat dallarında günden güne büyümektedir. Çeşitli endüstriyel ürünlerin üretimi ülkemizde yaygınlaşmaya başlamıştır. Yapılan ürünlerin üretim aşamasında karşılaşılan bazı sorunlar üreticiyi çok büyük maliyet ve iş kaybına sokmaktadır. Dolayısıyla hurda ve ıskartaların artması ile firmanın kar payı düşmektedir. Bu çalışmada plastik, naylon, kot, deri, kumaş vb. ürünlerin talep ve arzı karşılayacak motif ve formlarda üretimi (kesimi) esnasında ki verimi çoğaltıp maliyeti azaltmak hedeflenmektedir. Yapılan tasarımda kesim sayısı zamana bağlı olarak çoğaltılarak üretim sayısını arttırmak amaçlanmaktadır. Bu tasarım, firmalarda kullanılan benzer tasarımlar üzerinde düşük maliyetler ile yapılacak revizyonlar sayesinde ambalaj sektöründe üretim yapan firmalardaki kullanımını da artıracaktır. Piyasada kullanılan makinelerde bir dakika da 100-120 adet kesim elde edilmektedir. Bu çalışmada bu oranın dakikada 160-170'lere çıkarılması hedeflenmektedir. Tasarım ve prototip imalatı PLC kontrollü hale dönüştürülerek üretim verimliliği arttırılmıştır. Bu şekilde hız, devir, kesim sayısı ayarı, kesimler arası boşluk mesafesi gibi ayarlamaların daha hassas (mm) yapılması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plastik, Kesici Takım, Perfore, Aşınma

1. GİRİŞ

Ülkemizin endüstriyel alanda ithalat ve ihracat dallarında büyümesi ile beraber plastik ambalaj sektörü de büyümektedir. Türkiye'de ambalaj sektörü hızlı gelişme göstermektedir. Üretim yapan firma bazında bakıldığında 3000'e yakın firmanın bu alanda çalıştığı görülmüştür (ASD, 1992), (Turkishtime, 2019). Ülkemizdeki plastik ambalaj üretimi yaklaşık 2016 yılı itibariyle 1,5 milyon tonun üzerindedir (Pagev, 2018).

Ülkemizde yılda toplamda yaklaşık 24 milyar adet plastik poşet tüketilmektedir (Ekonomi Bakanlığı, 2013). Son zamanlarda, plastik poşet tüketimi çevre kirliliği hassasiyeti göz önüne alındığından, doğada çözünebilir poşet üretimi sektörde öne çıkmaktadır (Pagev, Türkiye Plastik Ambalaj Sektörü Raporu, 2016). Diğer taraftan ülkemizde poşet ikincil bir kullanım ile atık toplanmasında kullanıldığından toplumda önemli bir işlevselliğe sahiptir. 2019 yılı itibariyle plastik poşet kullanım oranının azaltılması amacıyla çeşitli uygulamalar başlatılmıştır (Okur & Çetinkaya, 2013).

Poşet üretiminde rulo halinde gelen yarı mamul plastik malzeme, üzerinde mekanik olarak kesme işlemi yoğun bir şekilde uygulanarak son şekli verilmektedir (SEPA, 2019). Poşet üretimi alanında ise bu mekanik kesim işlemi daha çok el geçme yerinin kesimi ile karşımıza çıkmaktadır (MEB, 2012). Bu konudaki üretim çok esnek olup, piyasanın talebine göre değişik formlarda kesim gerekebilmektedir. Bu kesim işlemi çoğu zaman dikey zımbalar vasıtası ile yapılmakta iken, bazı formlar için baskı (press) ile ezme yöntemi ile tek tek elde edilmektedir.

Dikey kesim yöntemi plastik ve benzeri endüstriyel ürünlerin kesilmesinde en temel yöntemdir. Fakat yöntemde kesim esnasında toleranslar, aşınma ve dinamik titreşimler dolayısı ile meydana gelen kesici

kırılması ve eğilmesi veya kesim kalitesinin düşmesi büyük maliyetler ve iş kaybı getirmektedir. Dolayısıyla hurda ve ıskartaların artması ile firmanın kar marjı düşmektedir ve rekabet edebilme kabiliyetini azaltmaktadır. Ülke ekonomisine ise enerji ve hammadde kaybı, dolayısı ile zarar vermektedir.

Bu proje ile kesim yönteminin, dikey kesimden yatay kesim yöntemine dönüştürülmesi amaçlanmaktadır. Bu kesim türü plastik ambalaj sanayide şu ana kadar kullanılmamaktadır. Yatay kesim yönteminde plastik ürün sabit kesici ile dönel bir tambur vasıtası ile ezilerek yapılmaktadır.
Öngörülen kesim yönteminde, sündürerek koparma temelli kesme yerine, ezerek kesimi temel aldığından dolayı titreşim miktarı çok düşüktür. Böylece çalışanların uzun zamanlı maruz kaldığı gürültü seviyesi azaltılmaktadır. Klasik yöntemde üretim hızı artması ile gürültü miktarı çok artmakta iken, yeni yöntemde bu gürültü miktarı daha az artmaktadır.

Eğer ezme ile kesmede gereken minimum basınç bulunduktan sonra, kesici takımda meydana gelen aşınmaya bağlı tolerans değişimlerini tamamlayacak ek baskı ile kesme işlemine devam etmek mümkün olacaktır. Bu ise kesme takımının daha uzun kullanımını sağlayacaktır. Kesme işleminde meydana gelen aşınma ile ilgili yapılmış çalışmaların saha uygulaması yapılacak ve aşınma miktarları ölçülerek azaltılması için AR-GE faaliyetleri yapılacaktır.

2. YÖNTEM

Çalışmada SolidWorks, AutoCAD ve MasterCam programları kullanılarak kesici takımın modellemesi ve programlanması gerçekleştirilmiştir. Tam otomatik CNC dik işlem ve taşlama tezgahları ile kesici takımın üretimi gerçekleştirilmiştir.

2.1. Tasarım

Çalışmada hedeflenen kesimi elde edebilmek için uygun kesici takım tasarımı sanal ortamda modellenmiştir. Kesici takım beraberi ile ürünü makine üzerine adapte edebilmek için uygun bir gövde tasarımı da yapılmıştır. Bu gövde ile portatif olarak ürün herhangi bir bant sistemi üzerine yerleştirilerek aktif hale getirilmektedir. Bıçak ve gövde tasarımı yapılırken bazı unsurlar göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Bunlar;
1-) Dakikada 100-120 kesim yaparken iyileştirme ile 170-180 kesim sayısını elde edecek kesici ağız formu,
2-) Tek kesim yapılan sistemleri otomasyona çevirerek belirli bir çalışana gerek duyulmadan çalıştırılabilmesi,
3-) Prototip de montaj bir yapıya sahip olduğundan taşınabilmesi amacı ile hafif olması,
4-) Prototipin hafif olması gerektiği kadar da çalışma esnasında prosesi aksatmaması amacı ile rijit bir yapıya sahip olması,
5-) Kullanımı ve ayarı basit olmasıdır.

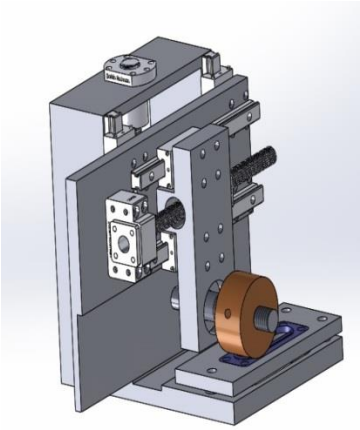
Çalışmada ürünün kontrolünü PLC ile yapılacaktır. Bunun gerekçesi ise piyasada bu ürünü kullanacak olan şirketlerin bant sistemlerinin hepsi PLC kontrollü makineler kullanmaktadır. Dolayısı ile sonradan adapte bir ürünü hali hazırda olan sisteme monte etmek ve aktif hale getirmek daha kolay olacaktır.

Çalışmada kesici takım sabit baskı kuvveti ile ürünü ezerek kesim yapmaktadır. Ezme işlemi esnasında ileri yönde kesim yaparken geri dönüşünde de ikinci ürünü kesecektir. Dolayısı ile konumlama ya da boş geri dönüş olmadığından zaman tasarrufu yapılmaktadır. Tasarımda dişi kesici olarak kullanılan plaka, 3 noktadan yay üzerine konumlandırılmıştır. Bu sayede baskı kuvveti sürekli sabit kalacak ve her konumda kendisini erkek ezici tanbura göre konumlayacaktır. Çalışmada baskı kuvveti bu aşamada manuel olarak tasarlanmıştır. Kesim hattını duraksatmadan manuel ayar ile belirli bir kesimden sonra baskıyı arttırarak kesime devam edebilmesi içindir. İlerleyen çalışmalarda baskı kuvvetini otomatik algılama ile verilmesi sağlanarak verimi daha da arttırıp çalışmayı tam otomatik

hale getirilebilir. Şekil 1 de mevcut durumda kullanılan yapı görseli verilmiştir. Şekil 2'de tasarlanan prototip verilmiştir.



Şekil 1. Mevcut durumda kullanılan yapı

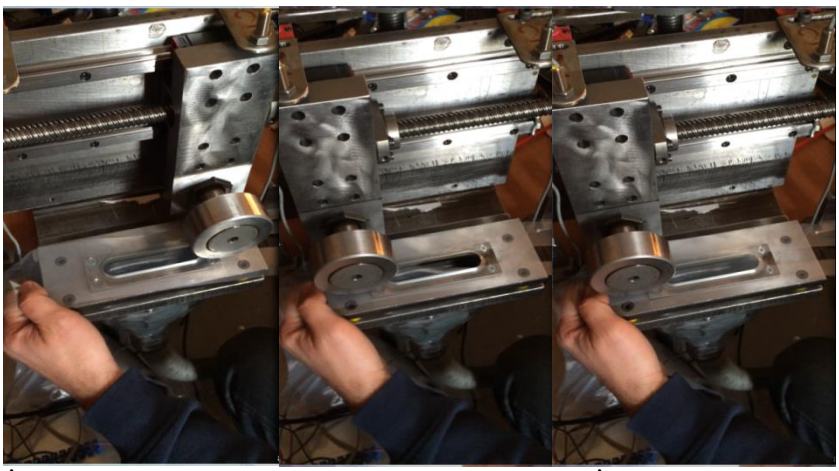


Şekil 2. Tasarımı yapılan prototip

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Piyasada aktif olarak kullanılan sistem vurmalı olduğundan üretim sırasında zaman kaybı oluşmaktadır. Aktif olarak kullanılan sistemlerde 1 adet kesimin gerçekleşmesi için geçen süre 0,50sn/0,545sn arasındadır. Bu çalışmada ki hedef 1 adet kesim için 0,353sn/0,333sn arasındadır. Bu zaman kaybı, günlük üretimin %30 daha az olmasına denk gelmektedir. 8 saatlik bir çalışmada aktif kullanılan sistemlerde günlük üretim sayısı 57,600 adet olacaktır. Bu çalışmada ise 74,880 adet olacaktır.

Yapılan çalışmada, sistemin çalışma prensibi değiştirilmiştir. Kullanılan sistemlerin hidrolik ya da pnömatik bir pres üzerine dişi-erkek kalıp montajlanarak yapılmaktadır. Bu yöntemde kendi arasında 2'ye ayrılmaktadır. Birincisi, dişi-erkek kalıbın birbirine vurarak kesmesidir. İkincisi, dişi-erkek kalıbının birbiri içerisinde girerek çalışmasıdır. Bu çalışmada servo motor ve sonsuz dişli-somun kullanılarak dikey hareketi yatay harekete çevrilmiştir. Bu sayede vurma ve birbirine geçme yöntemi yerine ezerek kesim elde edilmiştir. Yapılan değişiklikler ile birlikte üretim zamanının düşürülmesi ve günlük üretim sayısının artırılması hedeflenmiştir. Çalışma sistemi üzerinde yapılan değişiklikler ile birlikte üretim için bir prototip yapılmıştır. Üretilen prototip, belirli malzemeler üzerinde denemeler yapılarak tasarlanan sistemin çalışması test edilmiştir. Prototipin çalıştırılması esnasında tasarımın amacına uygunluğu gözlemlenmiştir. Yapılan denemeler sonucunda aktif olarak kullanılan sistemlerde dakikada ortalama 80-90 vuruş elde edilirken, bu çalışmada dakikada ortalama 120-130 kesime ulaşılmıştır. Çalışma üzerinde denemelere devam edilmektedir. Elde edilen bu kesim sayısını daha da iyileştirilmesi hedeflenmektedir.



a. İleri hareket b. Geri hareket c. İlk hareket konumuna dönüş

Şekil 3. Prototipin kesim aşamaları



Şekil 4. Kesim işlemi yapılan örnekler (Funbou, 2019)

Şekil a'da numune kesilecek ürünün kesimi için prototipe manuel olarak konumlaması gösterilmektedir. Şekil b'de yer alan görüntüde ilk kesimin gerçekleştiği gösterilmektedir. Şekil c'de yer alan görüntüde ilk kesim sonrası ikinci kesime geçmesi gösterilmektedir.

Şekil 3'de çalışma aşamaları yer alan prototip seri üretim hattı üzerine monte edilerek çalışmaktadır. PLC kontrol ile hat üzerine adapte edilerek 2 sensör sayesinde gidiş-dönüş hareketi yaparak kendisini konumlamaktadır. Gidiş hareketinde bir adet ürün çıkartmakta ve sensörü gördüğünde dönüş hareketini gerçekleştirerek ikinci ürünü çıkarmaktadır. Şekil 4'te kesim yapılan ürün örnekleri verilmiştir.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

1) Kullanılan sistemlerde oluşan titreşim minimize edilmiştir.
2) Geliştirilen sistemde bıçak montaj ve ayar zaman kayıpları %40 oranında azalmıştır.
3) Üretim zamanı 0,50sn den 0,35sn düşürülerek %20-30 oranında arttırılmıştır.
4) Kesici takım maliyetlerinde %40 azalma meydana gelmiştir.
5) Kullanılan sistemlerde 2 ayda bir bileme işlemi gerçekleştirilirken, bu çalışmada bileme süresi 3 aya çıkarılmıştır.
6) Kullanılan sistemlerdeki çene sütunları, hava hortumları, valfler, sensörler ve diğer montaj ekipman parkuru azaltılmıştır.
7) Kullanılan sistemlerin çalışma prensibi pnömatik olduğundan kompresör arızaları ya da dalgalı basınç değerleri yüzünden sistemin verimliliğinde düşüşler meydana gelmektedir. Bu çalışmada sistemi elektrik ve mekanik sisteme dönüştürerek bu tip sorunlar ortadan kaldırılmıştır.

KAYNAKLAR

ASD. (1992). *Ambalaj sektörü katlanarak büyüyor*. 10 2019, 1 tarihinde Ambalaj sektörü katlanarak büyüyor: www.ambalaj.org.tr/tr/gundem-ambalaj-sektoru-katlanarak-buyuyor.html adresinden alındı

Ekonomi Bakanlığı, T. C. (2013, Şubat 2-3). Plastik Ambalaj Sektörü Gelecek Araştırması. *2015-2023 Hedefler - Strajiler Sonuç Raporu*, s. 1-31.

Funbou. (2019, 9 4). *Funbou*. 9 4, 2019 tarihinde Funbou: https://www.funbou.com/image/cache/data/seffaf-poset-1b-750x750.jp adresinden alındı

MEB. (2012). *Plastik Teknolojisi.* Ankara: Mlli Eğitim Bakanlığı.

Okur, Y. D., & Çetinkaya, D. M. (2013). Türkiye'de Plastik Ambalaj Sektöründe Piyasa Yapısının Analizi. *2. Uluslararası Ambalaj Kongresi ve Sergisi*, 49-58.

Pagev. (2016). Türkiye Plastik Ambalaj Sektörü Raporu. s. 1-15.

Pagev. (2018). *Türkiye plastik ambalaj malzemeleri sektör izleme raporu 2018 / 3 aylık*. 10 2, 2019 tarihinde Türkiye plastik ambalaj malzemeleri sektör izleme raporu 2018 / 3 aylık: https://www.pagev.org/upload/files/Hammadde%20Yeni%20Tebliğ%20Bilg.%203/Plastik%20Ambalaj%20Malzemeleri%20Sektör%20Raporu%202018%20Ocak%20-%20Mart.pdf adresinden alındı

SEPA. (2019). Plastik Poşetler Hakkında Bilinmesi Gerekenler. *Sert (rijit) Plastik Ambalaj Sanayicileri Derneği*, 1-4.

Turkishtime. (2019, 4 9). 10 1, 2019 tarihinde Ambalaj sektörü 1.3 milyar dolar fazla verdi: http://www.turkishtimedergi.com/ekonomi/ambalaj-sektoru-1-3-milyar-dolar-fazla-verdi/ adresinden alındı

ÜRETİM İŞLETMELERİNDE EKOLOJİK YETENEKLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERFORMANSINA OLAN ETKİSİNE ALTERNATİF BİR BAKIŞ

Öğr.Gör.Dr.Barış AKSU
Kocaeli Üniversitesi, Kandıra MYO, Yönetim ve Organizasyon
baris.aksu@kocaeli.edu.tr

Doç.Dr.Gülşen AKMAN
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
akmang@kocali.edu.tr

Özet
Modernleşme, insan hayatını kolaylaştırmasının yanında, çevresel olarak doğayı ve dolaylısıyla insanları da tehdit eden sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Bu sorunların çözümü için yenilikçi yaklaşımlar ve politikalar geliştirilmekte ve uygulanmaya çalışılmaktadır. Bu aşamada eko-inovasyon kavramı hayata geçmektedir. Eko-inovasyon işletmelerin üretkenliğinin artması ve rekabet edebilirlik açısından öne geçme konusunda kritik öneme sahiptir. Bu nedenle eko-inovasyon sadece sosyal ve teknolojik yönleriyle değil, şirket kültürü ve organizasyonel yönetim yapısındaki yenilikçiliğin de ön plana çıkması gereken bir konudur. Eko-inovasyon, insanların ve/veya ürettiklerinin çevre üzerindeki etkilerinizi azaltan teknoloji, ürün ve hizmetleri geliştirmek suretiyle, üretim ve tüketim modellerinin değiştirilmesine yardımcı olmaktadır. Geleneksel çevre koruma yöntemlerinin yeterli olmamasından dolayı işletmeler veya kişiler çevresel etkileri azaltmayı ya da önlemeyi amaçlayacak şekilde eldeki kaynakları optimum bir şekilde kullanmak zorunda kalmaktadırlar. Bunun sonucunda uygulanan yenilikçi yaklaşımlarla da çevreye dost (eko-inovatif) hizmetlerin, ürünlerin, tekniklerin ve süreçlerin ortaya çıkması kaçınılmaz olmaktadır. Ekolojik açıdan inovatif olan işletmelerin çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğe olan pozitif katkıları pek çok çalışmada dile getirilmiştir. Sürdürülebilirlik yaklaşımının işletme seviyesindeki karşılığı olarak kurumsal sürdürülebilirlik kavramından bahsedilebilir. Kurumsal sürdürülebilirlik, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılamak şartıyla, şirketin tüm paydaşlarının (hissedarlar, çalışanlar, toplum ve diğerleri) memnuniyeti olarak tanımlanmaktadır. Özellikle işletmelerin ekolojik olarak ortaya koyduğu yetenekler (eko-yetenekler) sürdürülebilirliğe etki eden önemli faktörlerden birisidir. Firmaların gerçekleştireceği tüm çevreci operasyonlar, ürün geliştirmeden başlayarak yönetimine kadar giden çevresel uygulamaları içeren ürün yaşam döngüsünü kapsamaktadır. Bir çok araştırmanın bulgularına göre firmaların eko-organizasyon, eko-proses ve eko-ürün inovasyonu yapma yetenekleri sürdürülebilirlik performanslarına dolaylı veya doğrudan etkisi bulunan faktörler olarak belirlenmiştir. Ancak yapılan çalışmalarda eko-yetenekleri oluşturan organizasyon, proses ve ürün üçlüsünün kendi içlerindeki döngüsü üzerinde durulmamıştır. Bu çalışma ile eko-yetenekleri oluşturan faktörlerin kendi içlerindeki etkileşimleri ve bunun sonucunda işletmenin sürdürülebilir performansına olan etkileri oluşturulan yapısal eşitlik modellemesi ile incelenmiştir. Oluşturulan modele göre eko-organizasyon eko-prosesi, eko-proses de eko-ürün yeteneğini etkilemektedir. Sonuçta da eko-ürün yeteneğinin sürdürülebilir performansa olan etkisine bakılmıştır. Bu noktada sürdürülebilir performansın içerisinde yer alan alt başlıklardaki etkileşimler de gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eko-inovasyon, eko-yetenekler, sürdürülebilirlik

AN ALTERNATIVE OVERVIEW TO THE EFFECT OF ENTERPRISES' ECOLOGICAL CAPABILITIES ON THEIR SUSTAINABLE PERFORMANCES

Abstract
In addition to facilitating human life, modernization brings about environmental problems that threaten nature and indirectly people. Innovative approaches and policies are being developed and tried to solve these problems. At this stage, the notion of eco-innovation has passed. Eco-innovation has a crucial pre-requisite for increasing the productivity of businesses and forefront in terms of competitiveness. For this reason, eco-innovation is not only about social and technological aspects, but also about innovations in corporate culture and organizational management. Eco-innovation helps change production and

consumption patterns by developing technology, products and services that reduce the environmental impacts of people and/or people's production. Because conventional methods of environmental protection are not sufficient, enterprises or individuals have to optimally utilize available resources in an attempt to reduce or prevent environmental impacts. As a result, it is inevitable that environment-friendly (eco-innovative) services, products, techniques and processes will emerge with the innovative approaches applied. The positive contributions of ecologically innovative enterprises to environmental, economic and social sustainability have been expressed in many studies. The concept of sustainability can be referred to corporate sustainability as the level of the enterprise level. Corporate sustainability is defined as satisfaction of all stakeholders (shareholders, employees, society and others) of the company, provided that it meets the needs of future generations. Especially the ecological skills of the enterprises (eco-capabilities) are one of the important factors affecting the sustainability. All environmental operations that companies will undertake include the product life cycle that includes environmental practices, from product development to management. According to the findings of many researchers, firms' ability to perform eco-organization, eco-process and eco-product innovation has been identified as factors that have an indirect or direct impact on their sustainability performance. However, in the work done, the cycle of the organization, process and product trio forming eco-capabilities has not been emphasized. This study examines the interactions of the factors that make up eco-capabilities within themselves, and consequently the impact on the sustainable performance of the enterprises by using structural equation modeling. According to the created models, eco-organization affects eco-process and eco-process affects eco-product capability. Finally, the effect of eco-product competence on sustainable performance has been examined. At this point, the interactions in the subheadings included in sustainable performance have also been observed.

Keywords: Eco-innovation, eco-capabilities, sustainability

1. GİRİŞ

Doğal kaynakların hızla tükenmesi ve çevre kirliliğinin küresel ölçekte etkilerini hissettirmeye başlamasıyla birlikte çevreye duyarlı üretim ve hizmet süreçleri daha fazla önemsenmektedir. Bu nedenle firmaların üretim ve hizmet süreçlerinde kaynak verimliliği ve çevre kirliliği pek çok ülkenin bir an önce eyleme geçmek için üzerinde düşündükleri bir konu haline gelmiştir.

Gelişmekte olan ülkelerde yer alan üretim yapan işletmelerin büyük çoğunluğu ekonomik kaygılarla çevre duyarlılığını öncelik sıralamasında daha geriye ötelemektedir. Bu da gelecekte sadece o ülkeyi değil tüm dünyayı etkileyecek ve geri dönülemez çevresel felaket noktasına getirecek sebeplerden en önemlisi olarak görülebilir. Üretim yapan büyük ve küçük ölçekli firmaların çevre duyarlılığı ile hammaddelerinde, süreçlerinde, atıklarında, yönetimsel yapılarında, pazarlamada, vb çevreci yenilikler ortaya koyması önemlidir.

2. EKO-İNOVASYON (EKOLOJİK YENİLİK)

Eko-inovasyon (ecological/eco-innovation) kavramına ilk olarak Fussler ve James'in 1996'da yayımladıkları kitapta rastlanmaktadır. Yazarlar eko-inovasyon kavramını yeni ürün ve süreçlerin müşteri ve işletme açısından bir değer sağlarken, çevresel etkileri önemli ölçüde azaltmaları olarak tanımlamışlardır (Yiğit, 2014).

Farklı tanımları yapılan eko-inovasyonun en fazla kullanılan ifadesi "çevreye olan olumsuz etkilerin azaltılması amacıyla yeni veya iyileştirilmiş ürün, hizmet ve süreçlerin geliştirilmesi/ürün, hizmet ve süreçlerin çevreye olumsuz etki yaratmayacak şekilde geliştirilmesi" olarak söylenebilir. Bunun yanı sıra Avrupa Komisyonu'nun (2007) tanımına göre eko-inovasyon "çevre üzerindeki etkileri azaltarak veya enerji dahil doğal kaynakların daha etkin ve sorumlu kullanımı ile sürdürülebilir kalkınma amacına yönelik önemli ve gösterilebilir ilerlemeyi amaçlayan her tür yenilik faaliyetidir. Bu nedenle, işletmedeki yenilikçi çaba, düşük karbon teknolojilerinin benimsenmesi ve geliştirilmesi yoluyla ürünlerin ve süreçlerin etkilerinin azaltılmasına odaklanan çevresel unsurları dikkate almalıdır (Baumgartner ve Ebner, 2010).

Eko-inovasyon, makro açıdan sürdürülebilir kalkınma hedefine; mikro açıdan da işletmenin ekonomik hedeflerine katkıda bulunmaktadır. İşletmelerin maliyetlerinin azalması, rekabet gücünün artması, çevre dostu ürün ve süreçler talep eden yeni pazarları oluşturması eko-inovasyonun önemini gösteren temel faktörlerdir. Örneğin; küçük bir eko-inovatif işlem olarak görülen üretimde oluşan atıkların yeniden kullanımı işletmeye özgü (mikro açıdan) etki sağlarken, otomobillerde fosil yakıt yerine hidrojen veya elektrik enerjisinin kullanımı makro açıdan çevreci bir yenilik olarak görülmektedir.
Eko-inovasyonun tanımının yapılması ve türlerinin belirlenmesi konusunda literatürde çok geniş ve farklı noktalara değinen çalışmalar yer almaktadır. Bunlar içerisinde önemli olan bir tanesi Dong ve diğ.nin (2013) yaptığı çalışmadır. Bu çalışmaya göre eko-inovasyonun boyutları inovasyon içeriği, ekolojik hedef ve inovasyon yoğunluğu olmak üzere üç ana başlığa ayrılmaktadır (Dong ve diğ., 2014). Ancak inovasyon süreçlerine etki eden iç ve dış faktörler ile farklı etmenler arasındaki dinamik etkileşim ve bağlılıkla ortaya çıkan ve sistematik bir süreç olan inovasyona evrimsel bir bakış açısı getiren Hermosilla ve diğ. (2010) yaptığı çalışma sonucunda eko-inovasyonu oluşturan dört temel boyut elde etmiştir. Bu boyutların ilki ürüne bileşen eklenmesi, alt sistemin değişmesi ve sistemin bütün olarak değişmesini içeren tasarım boyutudur. İkincisi ise kullanıcının gelişimi ve yeniliği kabullenmesi olan kullanıcı boyutudur. Üçüncüsünde ise ürün-hizmet sürecinde ve dağıtımındaki değişim olan ürün-hizmet boyutundan bahsedilir. Son olarak da yönetişim boyutuyla birlikte kamu ve özel sektör yöneticilerinin işbirliği yapması hususuna değinilmektedir.

2.1. Firmalarda sürdürülebilir performans

Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (1987) tarafından söylenen sürdürülebilir kalkınmanın en yaygın tanımı şudur: "Bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların da kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamaktır." Bu ihtiyaçlarının karşılanabilmesini için ürünler, hizmetler ve yatırımların verimliliği ve etkinliğinin maksimize edilmesi gerekmektedir. Bu bakımdan sürdürülebilir kalkınma çevre ile ekonomi arasında bir denge sağlamaya çalışmaktadır.

İnovasyon, üretim yapan sektörlerinin sürdürülebilir üretime yönlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır ve küresel sürdürülebilir üretim evrimi eko-inovasyon sayesinde gerçekleşmektedir. Birçok şirket ve hükümet rekabetçiliği geliştirirken, işletmelerin sürdürülebilir kalkınmaya katkılarının tanımlanmasında eko-inovasyon terimini kullanmaktadır. Eko-inovasyon, geleneksel kirlilik kontrolünden temiz üretime, yaşam döngüsü yaklaşımına ve kapalı döngü üretim sistemlerine varan sürdürülebilir üretim uygulamalarına olanak sağlamaktadır (Engin ve Altınışık, 2012).

Sürdürülebilirlik yaklaşımının işletme seviyesindeki karşılığı olarak kurumsal sürdürülebilirlik kavramından bahsedilebilir. Kurumsal sürdürülebilirlik, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılamak şartıyla, şirketin tüm paydaşlarının (hissedarlar, çalışanlar, toplum ve diğerleri) memnuniyeti olarak tanımlanmaktadır (Dyllick ve Hockerts, 2002).

Sürdürülebilir kalkınmayla ilgili inovatif yaklaşımların son yirmi yılda artış göstermesine rağmen, bu konuda az sayıda yapılan ampirik çalışmanın olduğunu belirten Bos-Brouwers (2010), yapılan bu çalışmaların da, yeni çevreci ürünün pazar potansiyeline ve ekonomik çıktısına vurgu yapıldığını belirtmektedir. Çevre ile ilgili ve özellikle sosyal çıktılarının göz ardı edildiği bu çalışmalar eko-inovasyonu belirleyememektedir. Çünkü eko-inovasyon sadece ekonomik performansın iyileştirilmesine değil, bunun yanı sıra çevresel ve sosyal performansın geliştirilmesine de odaklanmaktadır (Bos-Brouwers, 2010). Bununla birlikte, Birleşmiş Milletler Örgütü kurumsal sürdürülebilirliği tanımlarken sürdürülebilirliğin en önemli boyutları olarak "çevre", "ekonomik" ve "sosyal" değerleri ön plana çıkarmaktadır (Sezen ve Çankaya, 2015). İşletmeler sürdürülebilirliklerini sağlayabilmek amacıyla bu üç değeri korumak ve geliştirmek zorundadır.

Çevresel sürdürülebilirlik performansını gerçekleştirmek isteyen işletmeler aynı zamanda ekolojik sistemin bir parçası olduklarını kabul ettikleri için, gösterecekleri çevresel performans ile yenilenebilir ve yenilenemez kaynakları daha sorumlu kullanmayı ve çevresel zararlardan mümkün olduğu kadar kaçınmayı hedef olarak görmelidirler (Steurer ve diğ., 2005). Çevresel sürdürülebilirlik için firmalar, kullandıkları malzemelerin daha çevreci olmasına, enerji tüketiminin düşürülmesine, ürün-dışı çıktılar

ve bunların oluşturduğu zararları minimize etmeleri gerekmektedir (Besler, 2009). Böylece kirliliğe sebep olabilecek salımlarda azalma sağlanabilecektir.

Ekonomik sürdürülebilirlik performansı işletmenin insan sermayesini yönetme şekli, ulusal ve uluslararası ekonomiye olan etkisi ile sosyal ve çevresel etkileri yönetme biçimi unsurlarının göz önüne alınmasıyla değerlendirilir (Doane ve MacGillivray, 2001). Firmanın eko-inovasyona bağlı faaliyetleri ve insan sermayesinin rasyonel şekilde kullanımıyla, ekonomik sürdürülebilirlik performansı kapsamında, enerji tüketimindeki, satın alınan malın ve ortaya çıkan atıkların maliyetlerindeki azalmanın yanında (Zhu ve diğ., 2008), yatırımın geri dönüşündeki artış, pazar payındaki büyüme, kârlılığın ve satışların artması ve benzeri unsurlar ortaya çıkacaktır (Cheng ve Shiu, 2012).

Sosyal sürdürülebilirlik performansı ile işletmeler tüm toplumun gelişmesi yönünde, hem şimdi hem de gelecekte sorumlu olduğunu kabul ederler ve bunu gerçekleştirmek için çaba gösterirler (Azapagic ve Perdan, 2000). Sosyal sürdürülebilir bir işletme "insan sermayesi"ni önemser ve bunu geliştirmek için sorumluluk üstlenir (Dexter ve diğ., 2003). Bunun sonucunda da sosyal adalet, topluluklar arası işbirliği, katılımcılık ve güvenlik konularında iyileştirmeler ortaya çıkarılmış olur (Nemli, 2004).

2.2. Eko-inovasyon yeteneği

Kendisini eko-inovatif olarak tanımlayan şirketler, çevrecilik bakımından faydalı oldukları durumu maksimize ederek ve daha fazla insanı tatmin etmek adına, finans gibi bazı önceliklerini erteleyerek kaynakları başarılı bir şekilde yönetme konusunda yetenekli olmak zorundadır (Hirschmann ve Mueller, 2011). Firmaların gerçekleştireceği tüm çevreci operasyonlar, ürün geliştirmeden başlayarak yönetimine kadar giden çevresel uygulamaları içeren ürün yaşam döngüsünü kapsamaktadır. Bu çevresel uygulamalar ise genel olarak eko-tasarım, temiz üretim, geri dönüşüm, ürünlerin imalatı, dağıtımı, kullanımı, yeniden kullanımı ve bertarafı ile ilgili masrafları en aza indirmeye odaklanmaktadır (Lai ve diğ., 2011).

OECD'nin Oslo Kılavuzunda eko-inovasyonlar "proses, ürün ve örgütsel inovasyonlar" başlıkları altında ele almaktadır. Buna göre süreç inovasyonları verilen bir çıktı (ürün, hizmetler) miktarı daha az girdiyle üretilebildiğinde gerçekleşmektedir. Ürün inovasyonları mevcut ürünlerde (veya hizmetlerde) iyileştirmeleri veya yeni ürünlerin geliştirilmesini gerektirirken, örgütsel inovasyonlar ise toplam kalite yönetimi gibi yeni yönetim biçimlerini kapsamaktadır (TUBİTAK, 2017).

Buna göre, *eko-proses inovasyonu,* eko-ürün inovasyonu ve eko-organizasyonel inovasyon, idari destek, organizasyonel faaliyetler ve yapı, çevreci altyapı, eko teknolojiler vb. gibi çeşitli kaynaklarla geliştirilen farklı çevreci yetenekler olarak görülebilir. Bu kaynakların yeşil faaliyetlere yönelik birikimi, üç tür eko-inovasyon biçiminde çevreci yetenekler geliştirir ve bu da rekabet avantajı ve iş performansına katkıda bulunmaktadır.

Eko-organizasyonel inovasyon örgütün temel iş ve altyapı faaliyetlerine çevreci unsurları dikkate alarak dolaylı bir etki ortaya koymaya çalışır. Organizasyonel inovasyonun firmaların performansına etkisini ortaya çıkarmaya çalışan araştırma bulgularına göre, organizasyonel inovasyonun uzun dönemli rekabet üstünlüğü sağlama konusunda çok kritik bir aşama olduğu vurgulanmaktadır (Caroli, ve Van Reenen, 2001; Greenan, 2003). Organizasyonel inovasyon uzun dönemli rekabetin elde edilebilmesi için firmaların kendilerine özgü yeteneklerini kullanma ve geliştirme fikrine dayanan ve stratejik yönetimin kaynak tabanlı inovasyon teorisinden hareketle, taklit edilemeyen, organizasyona özgü ve değerli bir öz yetkinliktir (Burmaoğlu ve Şeşen, 2011).

Süreç eko-inovasyonu, insan sağlığını ve çevresel etkilerin azaltılmasını düşünen ve çevre yönetmelikleriyle oluşturulan düzenlemelere uygun materyallerin tüm üretim ve hizmet aşamalarına entegrasyonuyla elde edilen bir yaklaşımdır (Brasil ve diğ., 2016).Cheng & Shiu (2012)'nin çevresel etkinin azaltılmasını içeren yeni süreçlerin uygulanmasında "süreç geri dönüşümü" ismini verdiği eko-inovatif bir yaklaşım mevcuttur. Bu bakış açısına göre girdilerin ve ham maddelerin geri dönüşümlü malzemelerle değiştirilerek süreç içerisinde değerlendirilmesi bir örnek olarak gösterilebilir. Buna

benzer faaliyetleri uygulayarak süreç eko-inovasyonunu benimseyen firmalarda hammaddelerin geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması ile üretim maliyetlerinde düşüş yaşanacaktır.

Ürün eko-inovasyonları, malzeme ve enerjinin tüketimini azaltarak ürün ve üretim sistemlerinin verimliliğini arttırarak elde edilen, bu sayede çevresel etkiyi azaltmaya çalışan ürün yaşam döngüsüne odaklanmaktadır (Cook ve diğ., 2006; Paul ve diğ., 2014).Ürün eko-inovasyonu, aynı zamanda daha az enerji tüketen, atıkları azaltan ve insan sağlığına zararlı daha az miktarda madde içeren ürünlerin yeniden tasarlanmasını ve geliştirilmesini de içermektedir (Ekins, 2010).

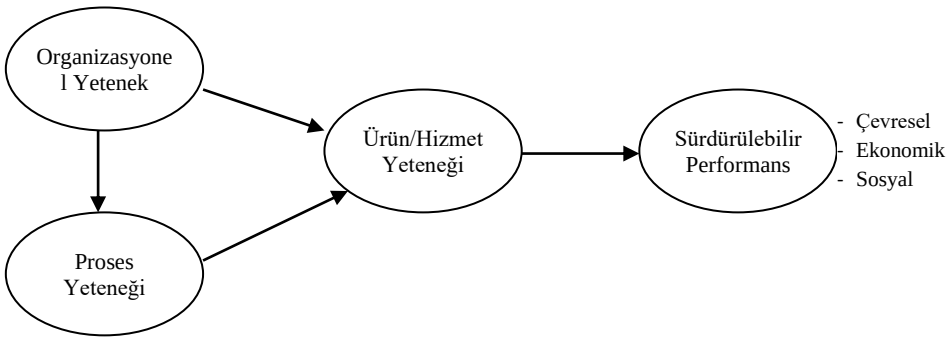
Bir çok araştırmanın bulgularına göre firmaların eko-organizasyon, eko-proses ve eko-ürün inovasyonu yapma yetenekleri sürdürülebilirlik performanslarına dolaylı veya doğrudan etkisi bulunan faktörler olarak belirlenmiştir (Cheng ve Shiu, 2014; Cheng ve diğ., 2014; SegarraOna ve diğ., 2014; Sezen ve Çankaya, 2013; Brasil ve diğ., 2016; Sezen & Çankaya, 2015). Bu çalışmaların çoğunda da eko-süreç ve eko-organizasyonun doğal olarak eko-ürün üzerindeki etkisi ve nihai olarak da eko-ürünün sürdürülebilirliğe olan etkisi incelenmiştir.

Organizasyonel inovasyonla ilgili önceki çalışmalar, öncelikli olarak teknolojik açıdan ve sosyal sistemdeki ihmal edilmiş değişime odaklanmıştır (Cheng ve Shiu, 2014). Bu çalışma, teknolojik (örneğin eko-üretim ve eko-süreç) ve idari (ör. Eko-organizasyonel) inovasyonun eş zamanlı olarak benimsenmesinin firmalar için önemli olduğunu savunmaktadır.

3. METODOLOJİ VE BULGULAR

Firmaların eko-inovasyon uygulamaları sonucunda ortaya çıkacak performans göstergelerinin incelenmesinde, literatürde kullanılan ve birçok çalışmada konu edinilip üzerinde tartışılmış olan "eko-yetenekler" temel faktörler olarak belirlenmiştir. Bu faktörlerin firma performansı (sürdürülebilirliği) üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkileri ve ilişkileri incelenmiştir. Araştırmanın genel yapısı Şekil 1'de verilmiştir.

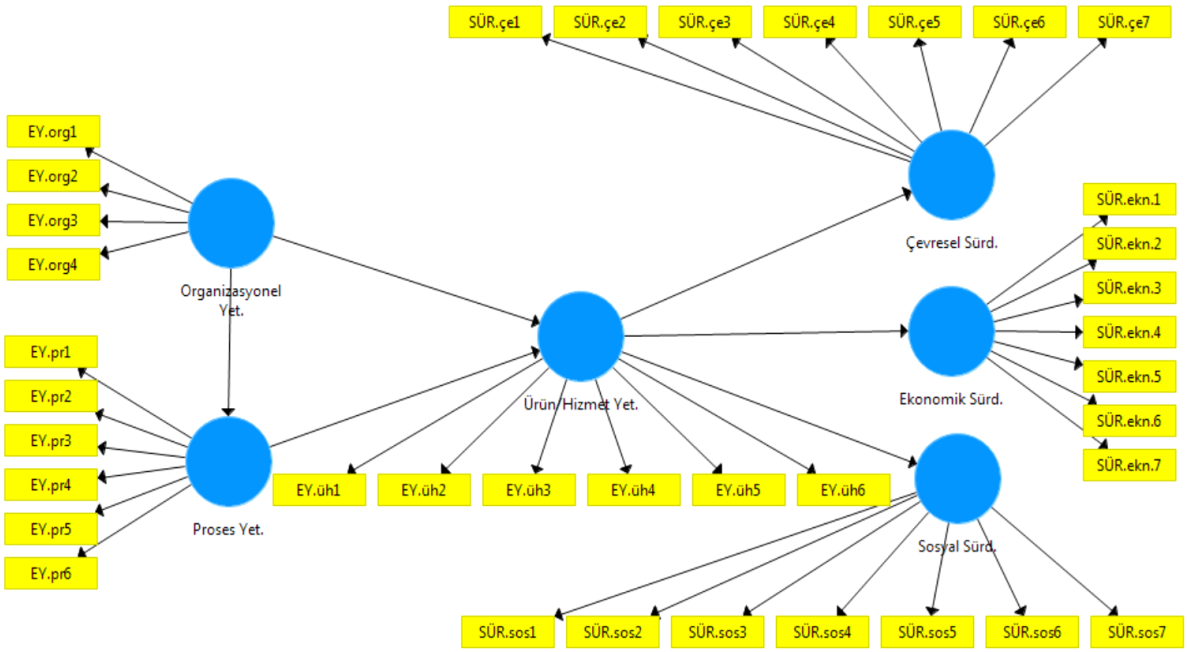
İncelenecek firmalar Kocaeli'de faaliyet gösteren firmalar üzerinden seçilmiştir. Kocaeli Sanayi Odası'na bağlı 2848 firma içerisinden tabakalı rassal örneklem yöntemiyle belirlenen orta ve büyük ölçekli 138 firma yöneticisiyle yapılan yüzyüze ve elektronik anketler doğrultusunda veriler toplanmıştır. Araştırma yapılan firmaların tamamı ISO 9001 ve ISO 14001 sertifikalarına sahiptir. Bu firmaları eko-inovasyon yönelimlerinin belirlenmesi ve bunların sonuçlarının değerlendirilmesi yapılacağı için temel değişkenlere ait veriler 5'li likert yapısında yer alan sorularla elde edilmiştir. Bu sorular geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış ölçekler (Cheng ve Shiu, 2012; Hermosilla ve diğ., 2010) aracılığıyla oluşturulmuştur.



Şekil 1: Araştırma modeli

Oluşturulan model SmartPLS paket programında "yapısal eşitlik modellemesi" yöntemiyle incelenerek değişkenlerle ilgili bilgi edinilmeye çalışılmıştır (Şekil 2). Çalışmada kullanılan bağımlı değişken "Sürdürülebilir Performans" olarak belirlenmiştir. Buna etki eden bağımsız değişkenler de "Eko-Yetenekler" olarak oluşturulmuştur. Yapılan istatistiksel testlerde anlamlılık düzeyi %5 (p=0,05) olarak alınmıştır. Bununla birlikte "Eko-Yenekler"in kendi içerisindeki etkileşimleri de incelenmiştir. Üzerinde çalışılan hipotezler şu şekilde sıralanabilir:

H_1: Organizasyonel yeteneğin proses yeteneği üzerinde doğrudan bir etkisi vardır.
H_2: Organizasyonel yeteneğin ürün/hizmet yeteneği üzerinde doğrudan bir etkisi vardır.
H_3: Ürün/hizmet yeteneğinin sürdürülebilir performans üzerinde doğrudan bir etkisi vardır.
H_4: Organizasyonel yeteneğin sürdürülebilir performans üzerinde dolaylı bir etkisi vardır.
H_5: Proses yeteneğinin sürdürülebilir performans üzerinde dolaylı bir etkisi vardır.



Şekil 2: Araştırma modelinin PLS programındaki görüntüsü

3.1. Eko-yetenekler için sonuçlar

Araştırma modeli üzerinde yapılan incelemeler sonucunda eko-yetenekleri oluşturan gözlenen değişkenlerin aldıkları değerler Tablo 1'de belirtilmiştir. Tabloda her gözlenen değişken için yüklendikleri ağırlıklar, aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları gösterilmiştir. Buna göre organizasyonel yetenekte en yüksek değer "Çevreci yenilik kullanımı şirketin yönetim politikalarından biridir." değişkeninde çıkmıştır.

Proses eko-yeteneği için en fazla önem "İşletmemiz üretim süreçlerinin içerisine geri dönüşüm sistemlerini kurar" ifadesinde yoğunlaşmaktadır. Bununla birlikte, ürün ve hizmetler ile ilgili eko-yeteneklerde ise "İşletmemiz tehlikeli hammadde, malzeme ve ambalaj kullanımını önlemek için yeni çevreci ürünler geliştirmeye çalışmaktadır" diyen yöneticiler daha fazla ön plana çıkmaktadır.

Tablo 1: Eko-yetenekler ile ilgili alt faktör sonuçları

EKO-YETENEKLER	Ağırlık	Ort	s
Organizasyonel			
EY.org1. Firmamızda çevre koruma ve güvenliği için bağımsız bir bölüm kurulmuştur.	0,786	3,5	1,73
EY.org2. Çevreci yenilik kullanımı şirketin yönetim politikalarından biridir.	0,877	3,67	1,2
EY.org3. Şirket yönetimi çevreci yenilik için genellikle Ar-Ge'ye yüksek oranda yatırım yapar.	0,898	2,57	1,34
EY.org4. Şirket yönetimi çevreci yeniliğe dahil olan çeşitli bölümler arasında deneyimleri paylaşır.	0,909	3,18	1,49
Süreç (Proses)			
EY.pr1. İşletmemiz tehlikeli madde kullanımını ve atık oluşumunu azaltmak için üretim sürecini düzenli olarak günceller.	0,817	3,24	1,14
EY.pr2. İşletmemiz çevre yasası standartlarını karşılamak için üretim sürecini düzenli olarak günceller.	0,782	3,06	1,33
EY.pr3. İşletmemiz üretim süreçlerinin içerisine geri dönüşüm sistemlerini kurar.	0,767	3,78	1,19
EY.pr4. Firmamızda çevreci bir proses akışı oluşturmak için yeni üretim hattı veya yapı araçları uygulanmaktadır.	0,237	3,14	1,27
EY.pr5. Firmamızda çevreci bir proses akışı oluşturmak için süreç rotaları iyileştirilmiş veya değiştirilmiştir.	0,221	3,06	1,26
EY.pr6. Firmamızda çevreci bir proses akışı oluşturmak için enerji sistemi iyileştirilmiş veya değiştirilmiştir. (ör. katı veya sıvı yakıt yerine gaz kullanımı gibi.)	0,248	3,18	1,23
Ürün ve hizmetler			
EY.üh1. İşletmemiz kullanılan hammadde, malzeme ve ambalaj miktarını azaltmak için yeni çevreci ürünler geliştirmeye çalışmaktadır.	0,787	3,45	1,31
EY.üh2. İşletmemiz ürün geri kazanımı (yeniden kullanım, geri dönüşüm, yenileştirme, yeniden üretim) için yeni çevreci ürünler geliştirmeye çalışmaktadır.	0,832	3,68	1,42
EY.üh3. İşletmemiz tehlikeli hammadde, malzeme ve ambalaj kullanımını önlemek için yeni çevreci ürünler geliştirmeye çalışmaktadır.	0,808	3,15	1,37
EY.üh4. İşletmemiz mümkün olduğunca atıkları azaltabilmek için yeni çevreci ürünler geliştirmeye çalışmaktadır.	0,825	3,53	1,23
EY.üh5. İşletmemiz mümkün olduğunca daha az enerji (su, elektrik, doğalgaz) kullanmak için yeni çevreci ürünler geliştirmeye çalışmaktadır.	0,932	3,41	1,26
EY.üh6. Enerji verimlilik derecesi, geri dönüştürülebilir, enerji tasarruflu gibi özel etiketler ürünlere eklenir.	0,611	3,14	1,26

3.2. Sürdürülebilir performans için sonuçlar

İşletmeler çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan sürdürülebilir performanslarını artırıcı yönde çalışmalar yapmalıdırlar. Bunun için eko-inovasyona önem verilmeli ve gerekli çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Araştırmaya katılan işletmelerde sürdürülebilir performans sonuçları Tablo 2'de gösterilmektedir.

Çevresel bakımdan sürdürülebilir performans gösteren işletmelerde en fazla "Çevreyi kirleten kazalarda azalma olmuştur" maddesi ön plana çıkmaktadır. Bunu takip eden durumlar ise "Birim ürün başına malzeme tüketimi azalmıştır" ile "Sıvı, gaz, katı kirleticiler veya atık ürünlerin emisyonu azaltılmıştır" sonuçları olmuştur. Ekonomik olarak sürdürülebilir performans gösteren işletmelerde ise en fazla "Atıkların oluşturduğu maliyetlerde azalma sağlanmıştır" ifadesi dile getirilmektedir. Bunun yanı sıra, ortaya çıkan sonuçlarda "Satışlarda ve pazar payında artış sağlanmıştır" ve "Kaynak yönetimindeki verimlilikte gelişme sağlanmıştır" ifadeleri de önem kazanmaktadır.

İşletmelerin sosyal açıdan sürdürülebilir performanslarına bakıldığında "Müşteri şikâyetleri ve/veya geri dönen ürün miktarı azalmıştır" ifadesi göze çarpmaktadır. Bununla birlikte "Çalışanların iş sağlığı ve güvenliğinde geliştirmeler yapılmıştır" ve "Müşterilerin gözündeki imaj gelişmiştir" sonuçları da işletme yöneticilerinin belirttiği önemli noktalardır.

Tablo 2:Sürdürülebilir performans ile ilgili alt faktör sonuçları

SÜRDÜRÜLEBİLİR PERFORMANS	Ağırlık	Ort	s
Çevresel			
SÜR.çe1. İşletmenin çevre duyarlılığı konumunda olumlu gelişmeler yaşanmıştır.	0,827	4,06	1,06
SÜR.çe2. Çevreyi kirleten kazalarda azalma olmuştur.	0,813	3,43	1,21
SÜR.çe3. Birim ürün başına malzeme tüketimi azalmıştır.	0,930	3,48	1,21
SÜR.çe4. Birim ürün başına enerji tüketimi azalmıştır.	0,879	3,75	1,13
SÜR.çe5. Birim ürün başına su tüketimi azalmıştır.	0,920	3,43	1,23
SÜR.çe6. Sıvı, gaz, katı kirleticiler veya atık ürünlerin emisyonu azaltılmıştır.	0,928	3,36	1,26
SÜR.çe7. Zararlı kimyasalların kullanımı azalmıştır.	0,816	3,36	1,26
Ekonomik			
SÜR.ekn.1. Satışlarda ve pazar payında artış sağlanmıştır.	0,925	3,41	1,26
SÜR.ekn.2. Yeni pazar oluşturulmuştur.	0,933	3,69	1,22
SÜR.ekn.3. Atıkların oluşturduğu maliyetlerde azalma sağlanmıştır.	0,721	3,37	1,17
SÜR.ekn.4. Kaynak yönetimindeki verimlilikte gelişme sağlanmıştır.	0,568	3,43	1,12
SÜR.ekn.5. Karlılık artmıştır.	0,943	3,29	1,35
SÜR.ekn.6. Yatırım getirisi artmıştır.	0,949	3,14	1,17
SÜR.ekn.7. Rekabet avantajı elde edilmiştir.	0,948	3,33	1,11
Sosyal			
SÜR.sos1. Müşterilerin gözündeki imaj gelişmiştir.	0,976	4,02	1,31
SÜR.sos2. Müşteri şikâyetleri ve/veya geri dönen ürün miktarı azalmıştır	0,949	3,6	1,41
SÜR.sos3. Sivil Toplum Kuruluşları (STK), aktivistler gibi toplum paydaşları ile olan ilişkilerde gelişme yaşanmıştır.	0,920	3,62	1,50
SÜR.sos4. Sosyal projelere (eğitim, kültür, spor) yapılan yatırımlar artmıştır.	0,908	3,5	1,28
SÜR.sos5. Tüm paydaşların refahında artış yaşanmıştır.	0,875	3,27	1,52
SÜR.sos6. İnsan hak ve taleplerinin korunması konusundaki farkındalık artmıştır	0,965	3,55	1,46
SÜR.sos7. Çalışanların iş sağlığı ve güvenliğinde geliştirmeler yapılmıştır.	0,907	3,78	1,01

3.3. Faktörlerin güvenilirlik değerleri

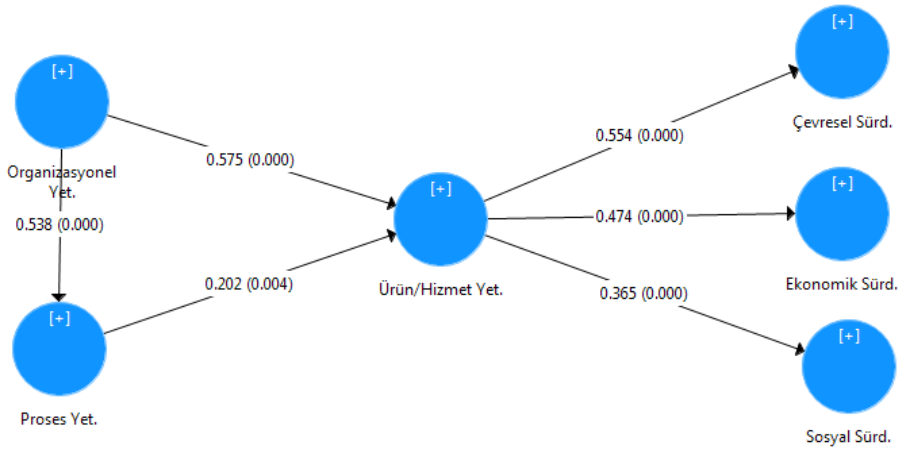
Modelin güvenilirliğinin testi için kompozit güvenilirlik (CR) ve Cronbach Alfa değerlerine bakılmıştır. Eko-belirleyiciler içerisinde yer alan "firmaya özgü faktörler" haricindeki tüm birinci düzey örtük değişkenlerin CR ölçümlerinin 0,80 sınırının üzerinde (CR>0,80) olduğu görülmüştür. Bununla birlikte Cronbach Alfa skorları da "firmaya özgü faktörler" dışında 0,70 değerinin üzerinde çıkmıştır. (Tablo 3).

Tablo 3: Faktörlerin güvenilirlik değerleri

		Ort	s	CR	Cronbach Alfa	AVE
EKO-YETENEKLER	Organizasyonel	3,16	1,52	0,916	0,878	0,733
	Proses	3,28	1,28	0,830	0,797	0,459
	Ürün ve hizmetler	3,36	1,35	0,908	0,878	0,626
SÜRDÜRÜLEBİLİR PERFORMANS	Çevresel	3,76	1,15	0,940	0,926	0,692
	Ekonomik	3,45	1,25	0,940	0,921	0,695
	Sosyal	3,47	1,26	0,965	0,957	0,797

3.4. Doğrudan ve dolaylı etkiler

Oluşturulan model iki aşamalı olarak incelenmiştir. İlk önce eko-yeteneklerin sürdürülebilir performans faktörlerine (çevresel, ekonomik ve sosyal) olan etkilerine bakılmıştır. Elde edilen doğrudan ve dolaylı etki değerleri incelenmiştir. Sonuçlar Şekil 3'te gösterilmektedir. Şekilde verilen sayılar yol katsayılarını (path) ve parantez içerisindeki değerler de anlamlılık seviyelerini ($p<0,05$) ifade etmektedir.



Şekil 3: Eko yeteneklerin sürdürülebilir performans faktörlerine olan etkileri

3.5. Doğrudan etkiler

Analiz sonucunda ortaya çıkan doğrudan etkiler Tablo 4'te sunulmuştur. Gizli değişkenlerin model içerisindeki yol katsayıları (path–β), standart sapmaları ve test sonuçları tabloda gösterilmiştir. Buna göre, eko-yetenekler içerisinde,organizasyonel yeteneğin proses yeteneğine (β=0,538) ve ürün/hizmet yeteneğine (β=0,575) doğrudan bir etkisi olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05). Ayrıca proses yeteneğinin düşük düzeyde de olsa ürün/hizmet yeteneği üzerinde doğrudan bir etkisinin olduğu (β=0,202) görülmektedir. Bunlarla birlikte, eko-yeteneklerde son aşama olan ürün/hizmet yeteneği, sürdürülebilir performans faktörlerinin her biri üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir (p<0,05).

Tablo 4: Doğrudan etki sonuçları

	β	s	t-test	p
Organizasyonel Yet→ Proses Yet.	0.538	0.067	8.012	0.000
Organizasyonel Yet. → Ürün/Hizmet Yet.	0.575	0.053	10.882	0.000
Proses Yet. → Ürün/Hizmet Yet.	0.202	0.069	2.928	0.004
Ürün/Hizmet Yet. →Ekonomik Sürd.	0.474	0.052	9.033	0.000
Ürün/Hizmet Yet. →Sosyal Sürd.	0.365	0.051	7.192	0.000
Ürün/Hizmet Yet. →Çevresel Sürd.	0.554	0.052	10.650	0.000

3.6. Dolaylı etkiler

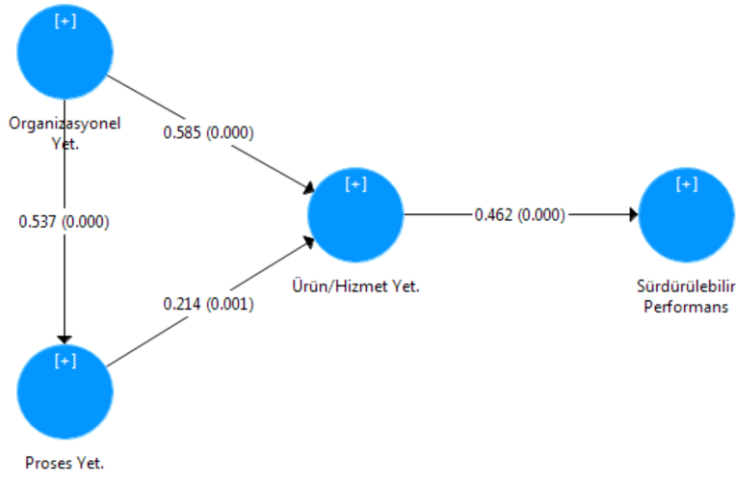
Eko-yeteneklerin sürdürülebilir performans faktörlerine olan dolaylı etkileri incelendiğinde ise (Tablo 5) organizasyonel ve proses yeteneklerinin çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik üzerinde dolaylı etkilerinin olduğu ortaya çıkmıştır (p>0,05). Ayrıca organizasyonel yeteneğin ürün/hizmet yeteneği üzerinde de dolaylı bir etkisi mevcuttur.

Tablo 5: Dolaylı etki sonuçları

	β	s	t-test	p
Organizasyonel Yet. → Ekonomik Sürd.	0.324	0.045	7.255	0.000
Organizasyonel Yet. →Sosyal Sürd.	0.250	0.043	5.858	0.000
Organizasyonel Yet. → Çevresel Sürd.	0.379	0.041	9.135	0.000
Organizasyonel Yet. → Ürün/Hizmet Yet.	0.109	0.037	2.927	0.004
Proses Yet. →Ekonomik Sürd.	0.096	0.036	2.647	0.008
Proses Yet. → Sosyal Sürd.	0.074	0.031	2.394	0.017
Proses Yet. → Çevresel Sürd.	0.112	0.043	2.628	0.009

Modelde yer alan sürdürülebilir performans faktörlerinin oluşturduğu değişken ile ilgili ölçme modelleri yapısal eşitlik çalışmalarında ikinci düzey (second-order) veya üst düzey (higher-order) doğrulayıcı faktör analizi incelemeleriyle bulunmaya çalışılır. Sürdürülebilir performans faktörlerinin oluşturduğu ikinci düzey incelemesi sonucunda eko-yeteneklerin sürdürülebilir performansa ne derece etki ettikleri Şekil 4 ve Tablo 6'da gösterilmiştir.

Şekil ve tabloda verilen değerlere bakıldığında eko-yeteneklerin sürdürülebilir performans üzerinde anlamlı ve pozitif yönde bir etkisinin olduğu görülmektedir (p<0,05).



Şekil 3: Eko yeteneklerin sürdürülebilir performans faktörlerine olan etkileri

Tablo 6: Dolaylı etki sonuçları

	β	s	t-test	p
Organizasyonel Yet. → Proses Yet.	0.537	0.067	7.985	0.000
Organizasyonel Yet. → Ürün/Hizmet Yet.	0.585	0.047	12.480	0.000
Proses Yet. → Ürün/Hizmet Yet.	0.214	0.064	3.364	0.001
Ürün/Hizmet Yet. →Sürdürülebilir Performans	0.462	0.047	9.895	0.000

4. SONUÇ

Eko-yeteneklerin sürdürülebilir performans üzerindeki etkilerine bakılan bu araştırmada literatürde yer almış benzer çalışmalardan farklı bir yol izlenmiştir. Literatürdeki çalışmalarda sürdürülebilir performans faktörleri tek bir grup olarak ele alınmış, ancak bu çalışmada her bir faktör üzerinde ortaya çıkan doğrudan ve dolaylı etkile incelenmiştir. Bununla birlikte eko-yetenekler pek çok çalışmada birbirini etkilemeyen değişkenler olarak ele alınmışken bu çalışma ile birbirleri arasındaki ilişkilere de ışık tutulmaya çalışılmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre, başlangıçta oluşturulan tüm hipotezlerin doğrulandığı görülmektedir. Başka bir ifadeyle, eko-yetenekler sürdürülebilir performansa bütün olarak veya faktörleri bazında doğrudan veya dolaylı bir biçimde etki etmektedir.

Elde edilen bulgular ayrıca çeşitli yönetimsel çıkarımlar sunmaktadır. Birincisi, eko-organizasyonel olarak yeniden yapılanma, yönetim ve yapısal yenilenmeyi beraberinde getirmekte ve eko-üretim süreçleri oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır. Pratikte, yöneticiler eko-organizasyonel üyeleri motive etmek ve ödüllendirmek, görev ve birimlerin stratejisini ve yapısını tasarlamak ve kuruluşun yönetim süreçlerini (ör. yeni yönetim muhasebesi yöntemleri veya bir kurumsal kaynak planlama sistemi) değiştirmek için eko-altyapılarını yeniden inşa etmelidir.

KAYNAKLAR

Azapagic, A., Perdan, S. (2000), Indicators of sustainable development for industry: A general framework. *Process Safety and Environmental Protection*. 78(4), 243-261.

Baumgartner, R. J., Ebner, D. (2010), Corporate sustainability strategies:Sustainability profiles and maturity levels. *Sustainable Development*. 18, 76–89.

Besler, S. (2009), *Yönetim Yaklaşımlarıyla Kurumsal Sürdürülebilirlik*. İstanbul: Beta Basım.

Bos-Brouwers, H.E.J. (2010), Corporate sustainability and innovation in SMEs: Evidence of themes and activities in practice. *Business Strategy and the Environment*. 19(7), 417-435.

Brasil, M.V.O., Abreu, M.C.S., Silva Filho, J.C.L., Leocadio, A.L. (2016), Relationship between eco-innovations and the impact on business performance: an empirical survey on the Brazilian textile industry. *Journal of Administration* (FEA-USP). 51, 276-287.

Burmaoğlu, S., Şeşen, H., (2011), Türk Firmalarının Organizasyonel İnovasyon Yeteneğini Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*. 66(4), 1-20

Caroli, E., Van Reenen, J., (2001), Skill biased organizational change? Evidence from a panel of British and French establishment. *The Quarterly Journal of Economics*. 116(4), 1149-1192.

Cheng, C.C., Shiu, E.C. (2012), Validation of a proposed instrument for measuring eco-innovation: An implementation perspective. *Technovation*. 32, 329-344.

Cheng, C.C., Yang, C., Sheu, C. (2014), The Link Between Eco-Innovation and Business Performance: A Taiwanese Industry Context. *Journal of Cleaner Production*. 64, 81-90.

Cook, M. B., Bhamra, T. A., Lemon, M., (2006), The transfer and application of product service systems: From academia to UK manufacturing firms. *Journal of Cleaner Production*. 14, 1455–1465.

DÇKK (Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu), (1987), *Ortak Geleceğimiz*. Ankara: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını.

Doane ,D., MacGillivray, A. (2001), *Economic Sustainability The Business of Staying in Business*. New Economics Foundation, The Sigma Project.

Dong, Y. Wang, X., Jin, J., Qiao, Y., Shi, L. (2014), Effects of eco-innovation types and regulations on firms' ecological performance: Empirical evidence from China. *Journal of Engineering and Technology Management.* 34, 78-98.

Dyllick, T., Hockerts, K. (2002), Beyond The Business Case for Corporate Sustainability. *Business Strategy and the Environment*. 11(2), 130-141.

Ekins, P., (2010), Eco-innovation for environmental sustainability: Concepts, progress and policies. *International Economics and Economic Policy*. 7, 267–290.

Engin, S. Altınışık Dinçbaş, T. (2012), Eko-İnovasyon İle Sürdürülebilir Bir Ekonomi. *Kalkınmada Anahtar Verimlilik*. 280, 12-17

Greenan, N., (2003), Organizational change, technology, employment and skills: An empirical study of French manufacturing. *Cambridge Journal of Economics*. 27, 287-316.

Hermosilla, J.C., Rio, P., Könnölä, T. (2010), Diversity Of Eco-Innovations: Reflections From Selected Case Studies. *Journal of Cleaner Production.* 18, 1073-1083

Hirschmann, T., Mueller, K. (2011), Social value creation: Outline and first application of a resource management approach to innovation. *International Journal of Innovation and Sustainable Development.* 5(2), 276-294.

Lai, K.H., Lun, Y.H.V., Wong, C.W.Y., Cheng, T.C.E. (2011). *Green shipping practices in the shipping industry: conceputualization, adoption and implications*. Resources Conservation and Recycling. 55 (6), 559-566.

Nemli, E. (2004), *Sürdürülebilir Kalkınma: Şirketlerin Çevresel ve Sosyal Yaklaşımları*. Ankara: Filiz Kitabevi.

Paul, I.D., Bhole, G.P., Chaudhari, J.R. (2014), A review on Green Manufacturing: It's important, Methodology and its Application. *Procedia Materials Science*. 6, 1644-1649.

Segarra-Oña, M., Peiró-Signes, A., Payá-Martínez, A. (2014), Factors Influencing Automobile Firms' Eco-Innovation Orientation. *Engineering Management Journal*. 26(1), 31-38.

Sezen, B., Çankaya, S.Y. (2013), Effects of green manufacturing and eco-innovation on sustainability performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences.* 99, 154-163.

Sezen, B., Çankaya, S.Y. (2015), Ekolojik Yenilik İle Sürdürülebilirlik Performansı Arasındaki İlişkide Çevresel Belirsizliğin Moderatör Etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi.* 11(24), 111-134.

Steurer, R., Langer, M. E., Konrad, A., Martinuzzi A. (2005), Corporations, stakeholders and sustainable development I: A theoretical exploration of business-sociaty relations. *Journal of Business Ethics.* 61(3), 263-281.

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu (TUBİTAK). *Oslo Kılavuzu-Yenilik Verilerinin Toplanması ve Yorumlanması İçin İlkeler*. http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/ BTYPD/kilavuzlar/Oslo_3_TR.pdf. (Erişim tarihi: 14.03.2017).

Yiğit, S. (2014), İnovasyonun Çevreci Yüzü ve Türkiye. *Yönetim ve Ekonomi.* 21(1), 251-264.

Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. (2008), Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. *International Journal of Production Economics*. 111(2), 261-273.

EKO-BELİRLEYİCİLER İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR PERFORMANS FAKTÖRLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERDE İNOVASYON STRATEJİSİNİN MODERATÖR ETKİSİ

Öğr.Gör.Dr.Barış AKSU
Kocaeli Üniversitesi, Kandıra MYO, Yönetim ve Organizasyon
baris.aksu@kocaeli.edu.tr

Doç.Dr.Gülşen AKMAN
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
akmang@kocali.edu.tr

Özet
İnovasyon, üretim yapan sektörlerinin sürdürülebilir üretime yönlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır ve küresel sürdürülebilir üretim evrimi eko-inovasyon sayesinde gerçekleşmektedir. Birçok şirket ve hükümet rekabetçiliği geliştirirken, işletmelerin sürdürülebilir kalkınmaya katkılarının tanımlanmasında eko-inovasyon terimini kullanmaktadır. Eko-inovasyon, geleneksel kirlilik kontrolünden temiz üretime, yaşam döngüsü yaklaşımına ve kapalı döngü üretim sistemlerine varan sürdürülebilir üretim uygulamalarına olanak sağlamaktadır.Sürdürülebilirlik yaklaşımının işletme seviyesindeki karşılığı olarak kurumsal sürdürülebilirlik kavramından bahsedilebilir. Kurumsal sürdürülebilirlik, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılamak şartıyla, şirketin tüm paydaşlarının memnuniyeti olarak tanımlanmaktadır. Eko-inovasyonunun oluşumuna önemli düzeyde etki eden belirleyicilerin (teknolojinin itme faktörü, pazarın çekim faktörü, yasal düzenlemeler ve firmaya özgü faktörler) bulunması işletmenin sürdürülebilir performansına olumlu etkide bulunması beklenir. Ancak burada işletmenin ekolojik bakış açısıyla uygulayacağı inovasyon stratejisi önemli bir yer tutar. Bu çalışmada üretim işletmelerinin eko-belirleyicileri ile sürdürülebilir performansları arasındaki ilişkide inovasyon stratejisinin moderatör etkisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eko-inovasyon, eko-belirleyiciler, inovasyon stratejisi, sürdürülebilirlik, moderatör etki

MODERATOR EFFECT OF INNOVATION STRATEGY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN ECO-DETERMINANTS AND SUSTAINABLE PERFORMANCE FACTORS

Abstract
Innovation plays an important role in the direction of production sectors towards sustainable production and global sustainable production evolution is realized through eco-innovation. Many companies and governments use the term eco-innovation to define the contribution of businesses to sustainable development while improving competitiveness. Eco-innovation enables sustainable production applications ranging from traditional pollution control to clean production, a life cycle approach and closed-loop production systems. The concept of corporate sustainability can be mentioned as the business level equivalent of the sustainability approach. Corporate sustainability is defined as the satisfaction of all stakeholders of the company, provided that it meets the needs of future generations. The presence of determinants (technology push factor, market pull factor, regulations and firm-specific factors) that significantly affect the formation of eco-innovation is expected to have a positive impact on the sustainable performance of the business. However, the innovation strategy to be implemented by the company from an ecological point of view occupies an important place. In this study, the moderator effect of innovation strategy on the relationship between eco-determinants and sustainable performances of production enterprises is examined.

Keywords: Eco-innovation, eco-determinants, innovation strategy, sustainability, moderator effect

1. GİRİŞ

Günümüzde çevre sorunlarının bertaraf edilmesi için devletler, işletmeler ve bireysel olarak pek çok çalışma yapılmaktadır. Ancak sorunun ortaya çıkmasından sonra yapılacak müdahele yerine sorunun oluşmasını baştan engelleyecek çalışmaların yapılması daha akıllıca olacaktır. Bu bilinçle hareket edildiğinde özellikle işletmelere büyük görevler düşmektedir.

Kapitalizmle birlikte gelişen tüketim talebinin karşılanması için, işletmeler maliyetlerini düşürmek adına çevresel durumları göz ardı edebiliyordu. Fakat sonuçta ortaya çıkan çevre kirliliği ve bunun yarattığı finansal ve toplumsal etkiler göz ününe alındığında, bu yanlış politikanın engellenmesi, iyileştirilmesi veya dönüştürülmesi gerekliliği anlaşılmıştır. Bunun için işletmeler ürün veya hizmetlerinde daha çevreci yaklaşımlar sergilemeye çalışmakta, bunun için devletler konuyla ilgili yönetmeliklerini değiştirmekte ve çevreye duyarlılık bakımından toplum bilincinin artırılmasına çalışılmaktadır. Çünkü çevre sorunları baş gösterdikten sonra yapılacak müdahalenin oluşturacağı maliyetlerin veya hasarların herkes için çok daha fazla olacağı anlaşılmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Sürdürülebilirlik ile ilgili yapılan en fazla kullanılan tanım şudur: “Bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların da kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamaktır” (DÇKK, 1987). Bu ihtiyaçlarının karşılanabilmesini için ürünler, hizmetler ve yatırımların verimliliği ve etkinliğinin maksimize edilmesi gerekmektedir. Bu bakımdan sürdürülebilir kalkınma çevre ile ekonomi arasında bir denge sağlamaya çalışmaktadır. (Nemli, 2004)

Sürdürülebilirlik yaklaşımının işletme seviyesindeki karşılığı olarak kurumsal sürdürülebilirlik kavramından bahsedilebilir. Dyllick ve Hockerts (2002) kurumsal sürdürülebilirliği, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılamak şartıyla, şirketin tüm paydaşlarının (hissedarlar, çalışanlar, toplum ve diğerleri) memnuniyeti olarak tanımlamaktadır. Bunun yanı sıra evrensel olan bir düşünce olması gereken bir nokta da, işletmelerin sürdürülebilir gelişim için politikalarını, eylemlerini ve ürünlerini/ hizmetlerini sosyal eşitlik, ekonomik refah ve çevresel bütünlük ilkeleri lehine düzenlemek zorunda olmasıdır (Bansal, 2005).

Sürdürülebilirlik “çevresel”, “ekonomik” ve “sosyal” değerleri ön plana çıkarmaktadır. İşletmeler sürdürülebilirliklerini sağlayabilmek amacıyla bu üç değeri korumak ve performans geliştirmek zorundadır.

Çevresel sürdürülebilirlik performansını gerçekleştirmek isteyen işletmeler aynı zamanda ekolojik sistemin bir parçası olduklarını kabul ettikleri için, gösterecekleri çevresel performans ile yenilenebilir ve yenilenemez kaynakları daha sorumlu kullanmayı ve çevresel zararlardan mümkün olduğu kadar kaçınmayı hedef olarak görmelidirler (Steurer ve diğ., 2005). Çevresel sürdürülebilirlik için firmalar, kullandıkları malzemelerin daha çevreci olmasına, enerji tüketiminin düşürülmesine, ürün-dışı çıktılar ve bunların oluşturduğu zararları minimize etmeleri gerekmektedir (Besler, 2009). Böylece kirliliğe sebep olabilecek salımlarda azalma sağlanabilecektir.

Ekonomik sürdürülebilirlik performansı işletmenin insan sermayesini yönetme şekli, ulusal ve uluslararası ekonomiye olan etkisi ile sosyal ve çevresel etkileri yönetme biçimi unsurlarının göz önüne alınmasıyla değerlendirilir (Deborah ve MacGillivray, 2001). Firmanın eko-inovasyona bağlı faaliyetleri ve insan sermayesinin rasyonel şekilde kullanımıyla, ekonomik sürdürülebilirlik performansı kapsamında, enerji tüketimindeki, satın alınan malın ve ortaya çıkan atıkların maliyetlerindeki azalmanın yanında (Zhu ve diğ., 2008), yatırımın geri dönüşündeki artış, pazar payındaki büyüme, kârlılığın ve satışların artması ve benzeri unsurlar ortaya çıkacaktır (Cheng ve Shiu, 2012).

Sosyal sürdürülebilirlik performansı ile işletmeler tüm toplumun gelişmesi yönünde, hem şimdi hem de gelecekte sorumlu olduğunu kabul ederler ve bunu gerçekleştirmek için çaba gösterirler (Azapagic ve Perdan, 2000). Sosyal sürdürülebilir bir işletme “insan sermayesi”ni önemser ve bunu geliştirmek için sorumluluk üstlenir. Bunun sonucunda da sosyal adalet, topluluklar arası işbirliği, katılımcılık ve güvenlik konularında iyileştirmeler ortaya çıkarılmış olur (Nemli, 2004).

3. EKO-İNOVASYON

İşletmeler ürünlerini geliştirirken veya yeni bir ürün ortaya koyarken çevre bilinci doğrultusunda hareket etmelidirler. Bu bağlamda ortaya çıkacak inovasyonların da çevreye olumlu katkısı olması gerekmektedir. Uygulanan yenilikçi yaklaşımlarla da çevre dostu hizmetler, ürünler, teknikler ve süreçler oluşacaktır. Oluşan bu yeni bakış bakışı "eko-inovasyon" (ecological/eco-innovation) olarak da tarif edilebilir.

Farklı tanımları yapılan eko-inovasyonun Avrupa Komisyonu'nun (2007) tanımına göre eko-inovasyon "çevre üzerindeki etkileri azaltarak veya enerji dahil doğal kaynakların daha etkin ve sorumlu kullanımı ile sürdürülebilir kalkınma amacına yönelik önemli ve gösterilebilir ilerlemeyi amaçlayan her tür yenilik faaliyetidir". Bu nedenle işletmeler, inovatif stratejilerinde düşük karbon teknolojilerini benimseyip ve geliştirerek, ürünlerin ve süreçlerin çevresel etkilerinin azaltılmasına odaklanmalıdırlar. (Baumgartner ve Ebner, 2010).

Eko-inovasyonun gerçekleşmesi ile işletmelerin hem makro hem de mikro bir kazanç ortaya çıkartabileceği ortadadır. Makro açıdan bakıldığında eko-inovasyon sürdürülebilir kalkınma hedefini, mikro açıdan da işletmenin ekonomik hedeflerini yakalamaya çalışmaktadır. İşletmelerin maliyetlerinin azalması, rekabet gücünün artması, çevre dostu ürün ve süreçler talep eden yeni pazarları oluşturması eko-inovasyonun önemini gösteren temel faktörlerdir. Örneğin; küçük bir eko-inovatif işlem olarak görülen üretimde oluşan atıkların yeniden kullanımı işletmeye özgü (mikro açıdan) etki sağlarken, otomobillerde fosil yakıt yerine hidrojen veya elektrik enerjisinin kullanımı makro açıdan çevreci bir yenilik olarak görülmektedir. (Aksu ve Akman, 2017)

Önemli eko-inovasyonlar enerji sektöründe meydana gelmiş, ancak sadece küçük bir oranı hayata geçirilerek büyütülmeye çalışılmaktadır. Başlangıç maliyetlerinin yüksek oluşu eko-inovasyonların gerçekleştirilmesi için önemli bir engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum da eko-inovasyonun piyasada yayılmasına engel oluşturmaktadır. Ancak Enkvist ve diğ. (2007) enerji tasarruflu ürünler üzerinde yaptığı çalışma sonucunda eko-inovasyonun geniş bir yelpazede düşünüldüğünde farklı bir yatırım yapısına dönüşeceğini söyleyerek, başlangıç maliyetlerinin işletme maliyetlerine göre daha fazla olduğunu ileri sürmektedir.

3.1. Eko-İnovasyon Belirleyicileri

Eko-inovasyonun tanımlanıp açıklanması sürecinde pek çok açıdan bakılmasına rağmen, en kabul göreni Rennigs'in yaptığı çalışmadır. Rennings 2000 yılında yaptığı çalışmayla eko-inovasyonu belirleyen üç temel faktör olduğunu belirtmiştir: *"Teknolojinin İtme Faktörü, Pazarın Çekim Faktörü, Yönetmelikler"*. Horbach ve diğ. 2012 yılında bu listeye "*Firmaya Özgü Faktörler*"i de eklemiştir. Sonuç olarak Eko-inovasyon belirleyicileri" aşağıda belirtilen Şekil 1'deki son halini almıştır.



Şekil 1. Eko-inovasyonun belirleyicileri (Rashid ve diğ., 2015)

3.2. İşletmenin İnovasyon Stratejisi

Firmalara rekabet üstünlüğü sağlaması, bunu sürdürmesi ve rekabet ettikleri yönde rehberlik yapma olanağını elde etmeleri bu firmaların uygulayacağı inovasyon stratejileri ile bağlantılıdır (Slowinski ve diğ., 2009). Bu stratejiler ile ortaya çıkacak ürün/hizmet yeniliği ve süreç yeniliği gibi çeşitli yenilik türleri de doğal olarak firmanın ortalamanın üstünde bir performans göstermesine neden olacaktır. Bu nedenle, inovasyon stratejisinin eko-inovasyon uygulaması üzerinde de olumlu bir etkisi olacaktır. Ancak, Uydacı'nın (2011) tespitine göre bugünkü işletmelerin çok azı sürdürülebilirliği stratejik planlama ve düşüncelerinin arasına koymaktadır. Bu da işletmelerin sosyal ve çevresel sorunların çözümünde mi, yoksa bu sorunların bir parçası olma tarafında oldukları/olacakları konusunda bir karara varmalarını gerektirmektedir.

İşletmelerin çevrecilikle ilgili oluşturacakları vizyonlarında inovatif sonuçların ortaya çıkması muhtemeldir. Kirliliği önleme çalışmalarının oluşturulması, ürün denetiminin yapılması ve temiz teknolojilerin kullanılması aşamaları geliştirilecek eko-inovasyon stratejilerinde ve işletme vizyonunda önemli bir yer tutmaktadır (Hart, 2001).

İşletmeler, ekolojik olarak düşüneceği inovasyon stratejisi içerisinde inovasyonu hayatta kalmanın anahtarı olarak görüp yeni ürünlerini piyasada tutar. Bununla birlikte yeni ürünleri pazara sunmakta rakiplerinin bir adım ilerisindedir. Ayrıca, rakiplerine göre Ar-Ge için daha fazla harcama yapmaya yatkın olmalıdırlar. Bilgi sermayesinin ve network'ün öneminin farkındadır.

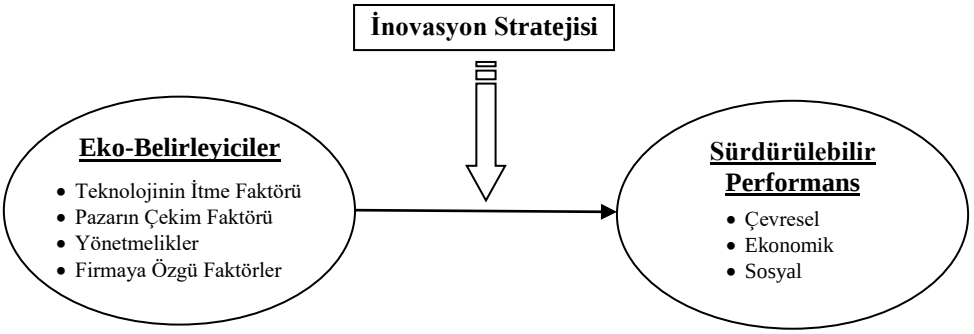
4. METODOLOJİ VE BULGULAR

Çalışmanın uygulandığı işletmeler Kocaeli'de faaliyet gösteren ve Kocaeli Sanayi Odası'na bağlı 2848 firma içerisinden tabakalı rassal örneklem yöntemiyle belirlenmiştir. Orta ve büyük ölçekli 138 firma yöneticisiyle yapılan yüzyüze ve elektronik anketler doğrultusunda veriler toplanmıştır. Araştırma yapılan firmaların tamamı ISO 9001 ve ISO 14001 sertifikalarına sahiptir. Bu firmaları eko-inovasyon yönelimlerinin belirlenmesi ve bunların sonuçlarının değerlendirilmesi yapılacağı için temel değişkenlere ait veriler 5'li likert yapısında yer alan sorularla elde edilmiştir. Bu sorular geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış ölçekler (Cheng ve Shiu, 2012; Hermosilla ve diğ., 2010) aracılığıyla oluşturulmuştur.

İşletmelerin eko-inovasyon uygulamaları sonucunda ortaya çıkacak performans göstergelerinin incelenmesinde, eko-inovasyonu oluşturan belirleyicilerin ne şekilde etkili olduğu incelenmiştir. Bunun için "eko-belirleyiciler"i oluşturan alt faktörler bağımsız değişken olarak kabul edilip bu faktörlerin firma performansı (sürdürülebilirliği) üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkileri ve ilişkileri incelenmiştir. Bunun yanı sıra işletmelerin uygulayacağı "inovasyon stratejisi"nin, moderatör olarak düşünüldüğünde, eko-belirleyicilerin sürdürülebilir performans öğeleri (çevresel, ekonomik, sosyal) arasındaki ilişkilerde oluşan etkisi araştırılmıştır.

Araştırma için teorik bir model oluşturulmuş ve bu model SmartPLS paket programında "yapısal eşitlik modellemesi" yöntemiyle incelenerek değişkenlerle ilgili bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Araştırmada için oluşturulan modelin genel gösterimi Şekil 2'de gösterilmiştir. Yapılan istatistiksel testlerde anlamlılık düzeyi %5 (p=0,05) olarak alınmıştır. Araştırma için şu iki sorunun cevabı aranmıştır:

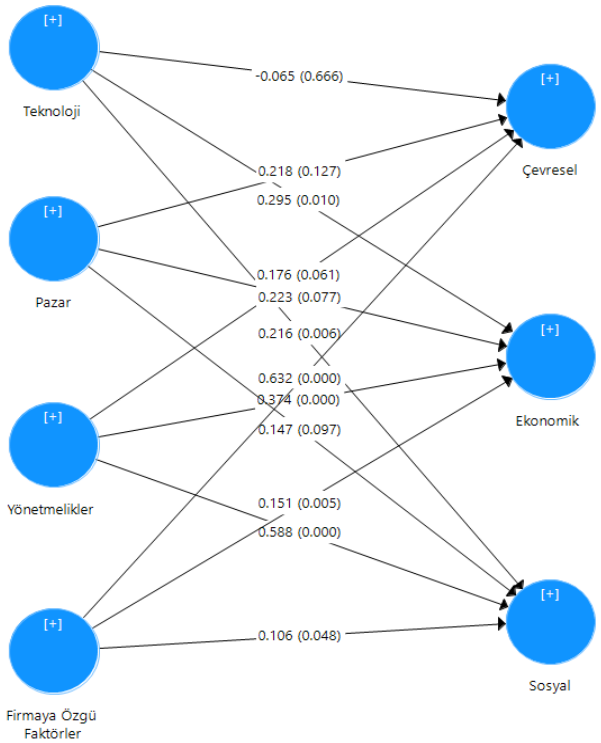
- Eko-belirleyiciler sürdürülebilir performans faktörlerini ne ölçüde etkilemektedir?
- İnovasyon stratejisi, eko-belirleyicilerin sürdürülebilirlik faktörleri üzerindeki etkisinde nasıl bir öneme sahiptir?



Şekil 2: Araştırma modeli

4.1. Eko-belirleyiciler faktörleri ile sürdürülebilir performans faktörleri arasındaki ilişkiler

Eko-belirleyiciler faktörleri ile sürdürülebilir performans faktörleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla yapılan testler sonucunda aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır. Şekil 3'te belirtilen modele göre incelenen değişkenlerde sürdürülebilir performans faktörleri (çevresel, ekonomik ve sosyal) birer bağımsız değişken olarak ele alınmıştır. Şekilde yer alan sayılar değişkenler arasındaki etki değerlerini ve parantez içindekiler de anlamlılık düzeylerini (p) belirtmektedir. Modelin incelemesine başlanırken öncelikle SRMR değeri gözlenmiştir. Model uyumu indekslerinden bir olan SRMR değeri 0,098 (<0,10) olarak bulunmuştur.



Şekil 3. Eko-belirleyiciler faktörleri ile sürdürülebilir performans faktörleri arasındaki ilişkiler

Oluşturulan modelin güvenilirlik ve geçerlilik testleri sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 1'de gösterilmektedir. Buna göre tüm bağımlı ve bağımsız değişkenlerin güvenilirlik değerlerinin (Cronbach Alfa ve CR) 0,70'ten büyük olduğu ve dolayısıyla modeldeki değişkenlerin güvenilir olduğu görülmektedir. Ayrıca, AVE değerlerine bakıldığında da tüm değişkenler için AVE>0,50 olduğu ve modelin geçerli olduğu söylenebilir.

Tablo 1. Eko-belirleyiciler faktörlerinin sürdürülebilir performans faktörlerine olan etkileri için güvenilirlik ve geçerlilik değerleri

	Cronbach Alfa	**CR**	**AVE**
Teknoloji	0,892	0,922	0,706
Pazar	0,905	0,934	0,780
Yönetmelikler	0,927	0,942	0,731
Firmaya Özgü Faktörler	0,755	0,751	0,508
Çevresel	0,926	0,940	0,694
Ekonomik	0,921	0,939	0,696
Sosyal	0,957	0,965	0,797

Oluşturulan model doğrultusunda tüm değişkenlerin birbirleri arasında oluşan korelayon değerleri Tablo 5.14'te gösterilmektedir. Tablo içinde diagonel olarak yer alan ve koyu olarak belirtilen değerler, ilgili değişkene ait AVE değerlerinin karekköküdür. Bu değerlerin, modelin ıraksak geçerliliği (discriminant) için bulundukları sütün ve satırdaki korelasyonlardan yüksek çıkması beklenir. Analiz sonucunda elde edilen bulgulara göre modeldeki boyutların ayrı yapılar olduğu ve ıraksak geçerliliğinin sağlandığı görülmektedir. Tablo 2'ye bakıldığında tüm değişkenler arasında pozitif ilişkilerin olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Eko-belirleyiciler faktörlerinin ile sürdürülebilir performans faktörleri arasındaki korelasyonlar

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Teknoloji (1)	**0,840**						
Pazar (2)	0,836	**0,883**					
Yönetmelikler (3)	0,678	0,762	**0,855**				
Firmaya Özgü Faktörler (4)	0,543	0,483	0,154	**0,713**			
Çevresel (5)	0,587	0,602	0,396	0,709	**0,833**		
Ekonomik (6)	0,823	0,832	0,767	0,476	0,639	**0,834**	
Sosyal (7)	0,799	0,833	0,852	0,384	0,566	0,816	**0,893**

Eko-belirleyiciler faktörlerinin sürdürülebilir performans faktörlerini ne ölçüde açıklayabildiklerini belirleyebilmek için R^2 değerlerine bakılmıştır. Buna göre, eko-belirleyiciler faktörleri çevresel sürdürülebilirlikteki değişkenliğin %62,4'ünü, ekonomik sürdürülebilirlikteki değişkenliğin %78,8'ini ve sosyal sürdürülebilirlikteki değişkenliğin %84,2'sini açıklayabilmektedir ($p<0,05$). Bunların yanı sıra, oluşturulan modelin doğruluğunu değerlendiren Q^2 değerleri de her bağımlı değişken için $Q^2>0$ koşulunu sağlamaktadır. Bu da modelin doğruluğunu teyit etmektedir. (Tablo 3)

Tablo 3. Eko-belirleyiciler faktörlerinin ile sürdürülebilir performans faktörleri arasındaki belirlilik katsayıları

	R^2	**Adj R^2**	**Q^2**	**p**
Çevresel	0,624	0,608	0,395	**0,002**
Ekonomik	0,788	0,779	0,507	**0,000**
Sosyal	0,842	0,836	0,620	**0,000**

Eko-belirleyiciler faktörlerinin sürdürülebilir performans faktörlerine olan etkilerinin ne ölçüde olduğunu gösteren sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir. Tabloda ayrıca, değişkenler arasında oluşan doğrudan etki değerlerinin (β değerleri) model içindeki etki büyüklüğünü gösteren f^2 değerleri de verilmiştir.

Tablo 4. Eko-belirleyiciler faktörleri ile sürdürülebilir performans faktörleri arasındaki etki değerleri

	β	s	f^2	t-test	p
Teknoloji → Çevresel	-0,065	0,151	0,002	0,431	0,666
Pazar → Çevresel	0,218	0,143	0,023	1,530	0,127
Yönetmelikler → Çevresel	0,176	0,094	0,029	1,875	0,061
Firmaya Özgü Faktörler → Çevresel	**0,632**	0,090	0,620	6,983	**0,000**
Teknoloji → Ekonomik	**0,295**	0,113	0,091	2,604	**0,010**
Pazar → Ekonomik	0,223	0,126	0,043	1,774	0,077
Yönetmelikler→ Ekonomik	**0,374**	0,086	0,229	4,357	**0,000**
Firmaya Özgü Faktörler → Ekonomik	**0,151**	0,054	0,062	2,793	**0,005**
Teknoloji → Sosyal	**0,216**	0,078	0,066	2,768	**0,006**
Pazar→ Sosyal	0,147	0,088	0,025	1,663	0,097
Yönetmelikler → Sosyal	**0,588**	0,069	0,760	8,507	**0,000**
Firmaya Özgü Faktörler → Sosyal	**0,106**	0,053	0,041	1,981	**0,048**

Yapılan inceleme sonucunda teknolojik belirleyiciler ekonomik ve sosyal performans üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir (β=0,295 ve β=0,216)($p<0,05$). Başka bir ifadeyle teknolojik yapıdaki artış ekonomik ve sosyal performansta da bir artış ortaya çıkarmaktadır. Ancak, bu etkilerin düşük düzeyde gerçekleştiği f^2 değerlerine bakıldığında anlaşılmaktadır (f^2=0,091 ve f^2=0,066; $0,02 \leq f^2 < 0,15$).

Eko-belirleyiciler içerisinde yer alan pazar faktörünün sürdürülebilir performans öğelerine anlamlı bir etkisi görülmemektedir ($p>0,05$).

Çevresel yönetmeliklerin ortaya çıkardığı baskı işletmelerin ekonomik (β=0,374) ve sosyal (β=0,588) sürdürülebilirliklerini de olumlu etkilemektedir ($p<0,05$). Ortaya çıkan bu etkilerin ekonomik performansa olanı orta(f^2=0,229; $0,15 \leq f^2 < 0,35$)ve sosyal performansa olan etkisi de yüksek düzeyde (f^2=0,760; $f^2 \geq 0,35$) gerçekleşmektedir.

Ayrıca, firmaya özgü çevreci faktörler de işletmenin çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğine pozitif yönde bir etki oluşturmaktadır (β=0,632,β=0,151 ve β=0,106)($p<0,05$). Bu etkilerin büyüklükleri incelendiğinde ise, firmaya özgü faktörler çevresel sürdürülebilirlik üzerinde yüksek (f^2=0,620; $f^2 \geq 0,35$), ekonomik sürdürülebilirlik üzerinde düşük (f^2=0,062; $0,02 \leq f^2 < 0,15$) ve sosyal sürdürülebilirlik üzerinde de düşük (f^2=0,041; $0,02 \leq f^2 < 0,15$) bir etkisinin olduğu görülmektedir.

4.2. "İnovasyon Stratejisi"nin Moderatör Etkisi

Eko-belirleyicilerin (teknoloji, pazar, yönetmelikler, firmaya özgü faktörler) sürdürülebilir performans faktörleri (çevresel, ekonomik, sosyal) üzerindeki etkisine, işletmenin inovasyon stratejisinin moderatör bir tesirinin olup olmadığının belirlenebilmesi amacıyla yapılan testlerin özet sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Eko-belirleyicilerin alt faktörleri ile sürdürülebilirlik performansı faktörleri arasındaki ilişkide "inovasyon stratejisi"nin moderatör etkisi

Sürd.Perf	Eko-Belr.	B	t-test	p	AVE	Cronbach Alfa	CR	f^2	R^2
Çevresel	Teknoloji	-0,437	1,140	0,255	0,253	0,891	0,45	0,533	0,913
	Pazar	0,173	1,131	0,259	0,815	0,926	0,946	0,076	
	Yönetmelikler	**0,307**	2,669	**0,008**	0,666	0,937	0,941	0,298	
	Firmaya Özgü Faktörler	**-0,210**	2,213	**0,027**	0,430	0,504	0,709	0,124	
Ekonomik	Teknoloji	0,043	0,171	0,865	0,705	0,891	0,921	0,001	0,788
	Pazar	0,111	0,454	0,650	0,814	0,926	0,946	0,007	
	Yönetmelikler	-0,306	1,470	0,142	0,662	0,937	0,920	0,104	
	Firmaya Özgü Faktörler	0,185	0,934	0,351	0,113	0,504	0,004	0,061	
Sosyal	Teknoloji	0,010	0,063	0,950	0,712	0,891	0,923	0,000	0,855
	Pazar	-0,121	0,924	0,356	0,824	0,926	0,949	0,027	
	Yönetmelikler	**-0,299**	3,060	**0,002**	0,720	0,937	0,939	0,273	
	Firmaya Özgü Faktörler	-0,081	0,951	0,342	0,257	0,504	0,031	0,025	

Tablo 5 incelendiğinde şu sonuçlara varılabilir: Yönetmeliklerin çevresel performans üzerindeki etkisinde, inovasyon stratejisinin moderatör olarak pozitif yönde bir tesirinin olduğu görülmektedir (β=0,307; $p<0,05$). Ayrıca çıkan bu değerin orta düzeyde bir etki olduğu da anlaşılmaktadır (f^2=0,298; $0,15\leq f^2<0,35$). Bunun yanı sıra, firmaya özgü faktörlerin de çevresel performans üzerindeki etkisinde inovasyon stratejisinin önemli olduğu belirlenmiştir (β=-0,210; $p<0,05$). Ancak, bu etkinin düşük düzeyde kaldığı söylenebilir (f^2=0,124; $0,02\leq f^2<0,15$).

Eko-belirleyici faktörlerinin hiçbirinin ekonomik performans üzerindeki etkilerinde inovasyon stratejisinin moderatör olarak anlamlı bir katkı sağladığı görülmemiştir ($p>0,05$).

Sosyal performans üzerinde ise eko-belirleyicilerden "yönetmelik"in, işletmenin inovasyon stratejisiyle bir etki ortaya çıkardığı gözlenmiştir (β=-0,210; $p<0,05$). Negatif yönlü olan bu etkinin gücünün de orta düzeyde olduğu saptanmıştır (f^2=0,273; $0,15\leq f^2<0,35$).

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada eko-inovasyonu belirleyen faktörler olarak tanımlanan "teknolojinin itme faktörü"nün, "pazarın çekim faktörü"nün, "yönetmelikler"in ve "firmaya özgü faktörler"in sürdürülebilir performans faktörleri (çevresel, ekonomik ve sosyal) üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu incelenmiştir. Doğrudan etkilerin yanı sıra, işletmenin inovasyon stratejisinin de eko-belirleyiciler ile sürdürülebilir performans arasındaki ilişkide moderatör olarak oluşturduğu etki gözlenmiştir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda "firmaya özgü faktörler"in tüm sürdürülebilir performans faktörlerine pozitif yönlü bir etkisinin olduğu görülmektedir. Buradan yöneticilerin çevresel duyarlılıklarının arttığı ve işletmelerin bu yönde kendilerini özelleştirdiği düşünülebilir.

"Teknolojinin itme faktörü" ile "Yönetmelikler" ise işletmelerin sadece ekonomik ve sosyal sürdürülebilir performansları üzerinde pozitif yönlü bir etki göstermektedir. Teknolojinin çevresel olarak daha olumlu yönde kullanılması ile birlikte yönetmeliklerin oluşturduğu baskı henüz çevresel olarak bir etki göstermese de, işletmelerin ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik olarak sonuçları görmesi, onların eko-inovasyon konusunda daha istekli olmalarını sağlayabilecektir. Çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkinin kısa vadede ortaya çık(a)mayacağı göz önüne alındığında, elde edilen bu sonuç anlamlı olarak yorumlanabilir.

İşletmenin inovasyon stratejisinin bu aşamada nasıl bir moderatör etki ortaya koyduğu ile ilgili şunlar söylenebilir: İşletmelerin yönetmeliklere uyum konusunda ortaya koyduğu inovasyon stratejilerindeki olumlama, çevresel sürdürülebilirliklerinde de artış oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, çevresel

inovasyon stratejisinin geliştirilmesi, firmaya özgü faktörlerin çevresel sürdürülebilirlik üzerinde negatif yönlü bir etki yaratmaktadır. İşletmelerin çevresel açıdan yapmak istedikleri ile uygulamaları arasında ters bir ilişkinin olduğu aşikardır. Bunun için personel eğitimlerine önem verilmesi ve firmanın çevrecilik konusunda kendi içinde uyguladığı faaliyetleri tekrar gözden geçirmesi gereklidir. İşletmeler yönetmeliklere ne kadar uyum gösterme tarafında stratejilerini geliştirmeye çalışsa da sosyal sürdürülebilirlik konusunda negatif bir etki ortaya çıkmaktadır. Buradan, yönetmeliklerin sosyal sürdürülebilirlik açısından geliştirilmesi gerekliliği sonucuna varılabilir.

KAYNAKLAR

Aksu, B., Akman, G. (2017), *Kocaeli'de Üretim Yapan Firmaların Eko-İnovasyon Yapılarına Göre Sürdürülebilirlik Performanslarının Ölçümü.* International Congress on New Trends in Science, Engineering and Technology (ICONTRENDS), Barselona, İspanya, 27 - 29 April, s.178-188.

Azapagic, A., Perdan, S. (2000), Indicators of sustainable development for industry: A general framework. *Process Safety and Environmental Protection*, 78(4), 243-261.

Bansal P., (2005), Evolving Sustainably: A Longitudinal Study Of Corporate Sustainable Development, *Strategic Management Journal*, 26(3), 197- 218.

Baumgartner, R. J., Ebner, D. (2010), Corporate sustainability strategies:Sustainability profiles and maturity levels. *Sustainable Development*. 18, 76–89.

Besler, S. (2009), *Yönetim Yaklaşımlarıyla Kurumsal Sürdürülebilirlik*. İstanbul: Beta Basım.

Cheng, C.C., Shiu, E.C. (2012), Validation of a proposed instrument for measuring eco-innovation: An implementation perspective. *Technovation*, 32, 329-344.

Deborah D., MacGillivray A. (2001), Economic Sustainability: The Business of Staying in Business, *New Economics Foundation*, 1, 1-52.

DÇKK (Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu), (1987), *Ortak Geleceğimiz*. Ankara: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını.

Dyllick, T., Hockerts, K. (2002), Beyond The Business Case for Corporate Sustainability. *Business Strategy and the Environment*, 11(2), 130-141.

Enkvist P., Naucler T., Rosander J. (2007), A Cost Curve For Greenhouse Gas Reduction, *The McKinsey Quarterly*, 1, 35-45.

Hart S.L., (2001), *Yeşilleşmenin Ötesinde Sürdürülebilir Bir Dünya İçin Stratejiler*, Çev: Ahmet Kardam, 1. Baskı, İstanbul: Mess Yayınları.

Hermosilla, J.C., Rio, P., Könnölä, T. (2010), Diversity Of Eco-Innovations: Reflections From Selected Case Studies. *Journal of Cleaner Production.* 18, 1073-1083

Horbach J., Rammer C., Rennings K., (2012), Determinants of Eco-Innovations By Type of Environmental Impact–The Role of Regulatory Push/Pull, Technology Push and Market Pull, *Ecological Economics*, 78, 112-122.

Nemli, E. (2004), *Sürdürülebilir Kalkınma: Şirketlerin Çevresel ve Sosyal Yaklaşımları*. Ankara: Filiz Kitabevi.

Rashid N., Jabar J., Yahya S., Al-Shami S.S., (2015), Dynamic Eco Innovation Practices: A Systematic Review of State of the Art and Future Direction for Eco Innovation Study, *Asian Social Science*, 11(1), 8-21.

Rennings K., (2000), Redefining Innovation–Eco-Innovation Research and the Contribution From Ecological Economics, *Ecological Economics*, 32(2), 319-332.

Slowinski G., Hummel E., Gupta A., Gilmont E.R., (2009), Effective Practices For Sourcing Innovation, *Research-Technology Management*, 52(1), 27-34.

Steurer, R., Langer, M. E., Konrad, A., Martinuzzi A. (2005), Corporations, stakeholders and sustainable development I: A theoretical exploration of business-sociaty relations. *Journal of Business Ethics*, 61(3), 263-281.

Uydacı M., (2011), *Yeşil Pazarlama*, 2. Baskı, İstanbul:Türkmen Kitabevi.

Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. (2008), Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. *International Journal of Production Economics*, 111(2), 261-273.

BİR SULAMA HAVZASINDA YERALTI VE YÜZEYSEL SULARIN BİRLİKTE KULLANIMIN ENERJİ ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. Mücahit OPAN
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye
mopan@kocaeli.edu.tr

Zuhal Elif KARA
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye
zuhalelif.kara@kocaeli.edu.tr

Özet
Bu çalışmada, bir sulama havzasında yeraltı ve yüzeysel suların birlikte kullanımın enerji üretimi üzerine etkisi irdelenmiştir. Yüzeysel suların düzenlenmesi amaçlı bir su kaynakları sistemi tanımlanarak, sistem üzerine kuyular ile yeraltı suyundan çekilen su parametrik değişken olarak göz önüne alındığı uzun sureli planlama için işletme optimizasyonu modeli kurulmuştur. Optimizasyon tekniği olarak ardışık yaklaştırmalı dinamik programlama kullanılmıştır. Optimizasyon modelinde, kurak dönemin aylık ortalama akımları kullanılarak ve kuyular ile yeraltı suyundan çekilen su miktarı parametrik olarak değiştirilerek, güvenilir güç değerlerinin enbüyüklenmesi gerçekleştirilmiştir. Aynı modelde, aylık ortalama akımlar kullanılarak toplam enerjinin enbüyüklenmesine çalışılmıştır. Model, Ceyhan Havzası'nda bulunan bir su kaynakları sistemine uygulanmıştır. Sonuçlar, enerji faydası, kuyular ile yeraltı suyundan çekilen su miktarı faydası ve toplam fayda bakımından değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su Kaynakları Sistemi**,** Yeraltı suyu, Kuyu, Sulama, Enerji Üretimi, Parametrik Değişken Yaklaşımı, Ardışık Yaklaştırmalı Dinamik Programlama.

EFFECT OF COMBINED GROUND AND SURFACE WATERS ON ENERGY PRODUCTION IN AN IRRIGATION BASIN

Abstract
In this study, the effect of the combined use of ground and surface waters in an irrigation basin on energy production is investigated. Optimal operational model for long term planning, taken into consideration to the water amount supplied from ground water with wells as parametric variation, is established on the system, by describing a water resources system with multi-objective and multiple reservoir. The optimization technique of the dynamic programming with successive approximations in the model is used. In the optimization model, by using to the monthly mean inflow data of the drought period and changing to the water amount supplied from ground water with wells parametrically, the maximization of the firm power values is realized, In the same model, the maximization of the total energy is achieved by using the data of the monthly average inflow. The model is applied to a water resources system with multiple reservoir and multi-objective in the Ceyhan Basin, Turkey. Results are evaluated to the energy production benefit, the water amount benefit supplied from ground water with wells and the total benefit.

Keywords: Water Resources System**,** Ground Water, Wells, Irrigation, Energy Production, Parametric Variable Approach, Dynamic Programming with Successive Approximations

1. GİRİŞ

Çok barajlı sistemlerde enerji optimizasyonu ve taşkın kontrolü gibi amaçları gerçekleştirmek için çeşitli yöntemlerin kullanıldığı birçok çalışma vardır, [3]. Enerji ile ilgili çalışmalarda, enerji üretim fonksiyonunun doğrusal olmaması bakımından, dinamik programlama optimizasyon tekniği ve simülasyon kullanılmıştır, (Güvel, 1997; Sert ve ark., 1982 Sert ve ark. 1983; Yakowitz, 1982; Yeh, 1985; Yurtal, 1993; Opan, 2007). Taşkın kontrolü ve sulama gibi amaçlar için ise, su miktarı ve parasal açıdan simülasyon, doğrusal ve doğrusal olmayan programlama optimizasyon teknikleri ile

yapılmış çalışmalar vardır, (Needham ve ark., 2000). Ardışık yaklaştırmalı dinamik programlama (DPSA) optimizasyon tekniği bir akarsu üzerindeki bir seri hidroelektrik tesisin optimal boyutlandırma ve işletmesi çalışmasında kullanılmış olup, (Sert ve ark., 1982) bu teknik Sakarya Havzası' nın enerji üretimini enbüyüklemek için benzetim yöntemleri ile birlikte ele alınmıştır, (Sert ve ark., 1983). DPSA Korea' de, Han Havzası'nda, gerçek-zamanlı taşkın kontrol işletmeleri için uygulanmıştır, (Shim ve ark., 1982). DPSA, Lower Colorado Nehir Baraj Sistemi'nde saatlik optimal hidro-güç birimlerinin planlanmasına yardımcı olması amacıyla uygulanmıştır, (Yi ve ark., 2003).

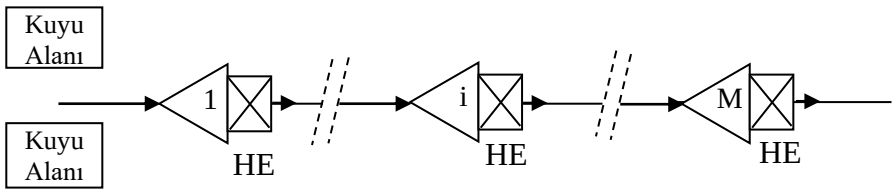
Bu çalışmada, bir sulama havzasında yeraltı ve yüzeysel suların birlikte kullanımın enerji üretimi üzerine etkisi irdelenmiştir. Yüzeysel suların düzenlenmesi amaçlı bir su kaynakları sistemi tanımlanarak, sistem üzerine kuyular ile yeraltı suyundan çekilen su parametrik değişken olarak göz önüne alındığı uzun sureli planlama için işletme optimizasyonu modeli kurulmuştur. Optimizasyon tekniği olarak ardışık yaklaştırmalı dinamik programlama kullanılmıştır. Optimizasyon modelinde, kurak dönemin aylık ortalama akımları kullanılarak ve kuyular ile yeraltı suyundan çekilen su miktarı parametrik olarak değiştirilerek, güvenilir güç değerlerinin enbüyüklenmesi gerçekleştirilmiştir. Aynı modelde, aylık ortalama akımlar kullanılarak toplam enerjinin enbüyüklenmesine çalışılmıştır. Model, Ceyhan Havzası'nda bulunan bir su kaynakları sistemine uygulanmıştır.

2.SİSTEMİN MATEMATİKSEL MODELİ

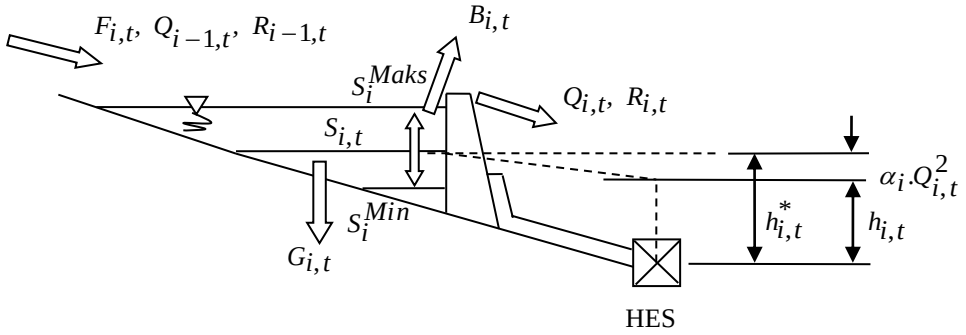
Bir akarsu üzerinde yeraltı sularının kuyularla alındığı ve hidroelektrik santralleri olan çok barajlı bir su kaynakları sistemi tanımlanabilir. Şekil 1' de, ilk baraj etrafında yeraltı suyunu alabilmek için kuyu açılması öngörülmüştür. Bu sistem içinde bulunan herhangi bir i-barajının t-zamanına ait değişkenleri Şekil 2' de gösterilmiştir. Burada, i=l,2…M; Baraj sayısını, t=1,2…KM; Ay/gün/saat olarak zamanı ifade eder. Bu sisteme ait su dengesi ilişkisi;

$$S_{i,t+1} - S_{i,t} = F_{i,t} + Q_{i-1,t} + R_{i-1,t} - Q_{i,t} - R_{i,t} - B_{i,t} - G_{i,t} \qquad (1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada, $S_{i,t}$: Barajda depolanan su miktarı, $F_{i,t}$: Barajın havzasından gelen akım miktarı, $Q_{i,t}$: Barajdan enerji üretimi için bırakılan akım miktarı, $R_{i,t}$: Barajda dolu savaktan bırakılan akım miktarı, $B_{i,t}$: Barajdaki buharlaşma kaybı ve $G_{i,t}$: Baraj etrafındaki kuyulardan çekilen su miktarı olarak tanımlanabilir (Opan,2007).



Şekil 1. Çok barajlı bir su kaynakları sisteminin şematik görünüşü



Şekil 2. Herhangi bir barajın işletilmesi ile ilgili değişkenler

Her bir barajda depolanmış su miktarı,

$$S_i^{Min} \le S_{i,t} \le S_i^{Maks} \tag{2}$$

barajdan bırakılan akımlar,

$$0 \le Q_{i,t} \le Q_i^{Maks} \tag{3}$$

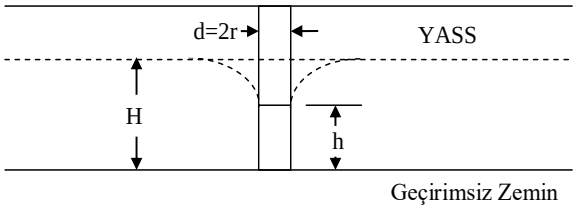
$$0 \le R_{i,t} \le R_i^{Maks} \tag{4}$$

barajlardan bırakılan akımların toplamına alt ve üst sınırları,

$$W_{i,t} \le (Q_{i,t} + R_{i,t}) \le W_i^{Maks} \tag{5}$$

olarak tanımlanmaktadır (Opan, 2007).

Çok barajlı sistemde ilk baraj etrafında yeraltı suyunu alabilmek için açılacak kuyularla ilgili değişkenler Şekil 3' de gösterildiği gibidir.



Şekil 3. Bir kuyunun şematik görünüşü

Akifer kalınlığı H olan yeraltı suyunda $d\ (=2r)$ çaplı bir kuyudan çekilecek debi Q_{kuyu} olduğuna göre, Q_{kuyu}, H 'ın bir fonksiyonu olup

$$Q_{kuyu} = \pi K \frac{H^2 - h^2}{\ln\left(\frac{R}{r}\right)} \tag{6}$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada, K: Hidrolik geçirgenlik katsayısını göstermekte olup,

$$K = 0{,}01154.d_{10}^2 \tag{7}$$

ifade edilmektedir. Burada, d_{10}: Elek analizinde malzemenin %10' nun geçtiği dane çapını göstermektedir. R ise, kuyunun etki yarıçapını göstermekte olup,

$$R = 3000(H - h)\sqrt{K} \tag{8}$$

şeklinde tanımlanmıştır. Gözeneklerin tıkanmaması için gerekli olan debi ise,

$$Q_k = 2\pi r h \frac{\sqrt{K}}{30} \tag{9}$$

ile gösterilirse, bir kuyudan temin edilebilecek enbüyük debi, kuyu gözeneklerinin tıkanmaması için gerekli olan debi ile sınırlanmıştır. Yani,

$$Q_{kuyu}^{Maks} \le Q_k \tag{10}$$

olmaktadır. Herhangi bir i-barajı için açılacak kuyu sayısı k_i^S ise, i-barajında t-zamanda (ay olarak) kuyulardan temin edilecek su miktarı;

$$G_{i,t} = k_i^S .Q_{Kuyu}^{Maks} .T \tag{11}$$

şeklindedir. Kuyulardan temin edilecek su miktarı,

$$G_{i,t}^{Min} \le G_{i,t} \le G_{i,t}^{Maks} \tag{12}$$

olmalıdır. Burada, $G_{i,t}^{Min}$: Kuyulardan temin edilebilecek minimum su miktarını ve $G_{i,t}^{Maks}$: Kuyulardan temin edilebilecek maksimum su miktarını göstermektedir. *T*, bir ay için saniye olarak zamanı alınırsa, *T=30 gün x 24 saat x 3600 saniye = 2,6.10^6 saniye* şeklindedir. İlk baraj etrafında açılacak enküçük ve enbüyük kuyu sayısı (k_i^S)değerleri,

$$k_i^{S,Min,Maks} = \frac{G_{i,t}^{Min,Maks}}{T.Q_{Kuyu}^{Maks}} \tag{13}$$

şeklinde belirlenmiştir.Her bir barajda enerji üretimi için bırakılan akımdan elde edilen güç hidroelektrik santral kurulu gücünü aşmaması gerekmektedir. Yani, ortalama güç

$$P_{i,t} = k_i .Q_{i,t} .h_{i,t} \tag{14}$$

olup, $P_{i,t} \le P_{k_i}$, olmalıdır. Burada, P_{k_i} , Baraj için kurulu güç, k_i : Enerji üretim katsayısı ve $h_{i,t}$: Barajdaki ortalama net düşüdür.

3. OPTİMİZASYON MODELİ

Sistemin verilen boyutları için, ardışık yaklaştırmalı dinamik programlama (DPSA) modeli ile aylık kurak dönem akımları kullanılarak ve kuyudan çekilen su miktarı parametrik olarak değiştirilerek güvenilir güç değerleri enbüyükleyecek şekilde aylık minimum işletme seviyeleri($S_{i,t}^{Min}$) belirlenmektedir. Buradan elde edilen güvenilir güç değerleri modelde parametrik kısıt olarak kullanılarak aylık ortalama akımlar ile toplam enerji enbüyüklenmekte ve aylık normal işletme seviyeleri ($S_{i,t}^{Nor}$) bulunmaktadır. Bunun için, modelde, amaç fonksiyonu, iki aşamalı olarak ele alınmaktadır:

1. aşama, kurak dönemin aylık akımları ile güvenilir gücün enbüyüklenmesi şeklindedir:

$$Maks(Min \sum_{i=1}^{M} P_{i,t}) \tag{15}$$

2.aşama, aylık ortalama akımlarla toplam enerjinin enbüyüklennıesi şeklindedir:

$$Maks \sum_{t=1}^{KM} \left[\left(\sum_{i=1}^{M} P_{i,t} - P_G \right).p_S + P_G.p_G \right] \quad (16)$$

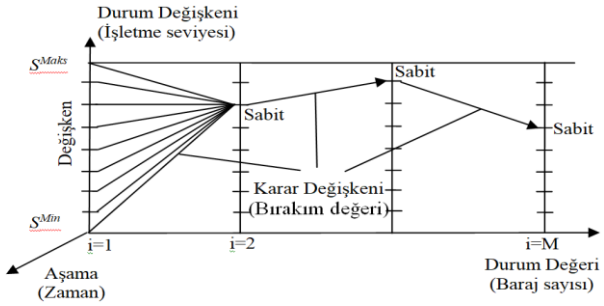
şeklinde olup, Burada, P_G : Enbüyüklenmiş güvenilir gücü (parametrik kısıt), p_G : Güvenilir enerji birim fiyatını, p_S : Sekonder enerji birim fiyatını göstermektedir (Opan,2007).

4. ARDIŞIK YAKLAŞTIRMALI DİNAMİK PROGRAMLAMA OPTİMİZASYON TEKNİĞİ

Ardışık yaklaştırmalı dinamik programlama(DPSA) optimizasyon tekniği kullanmanın amacı, çok karar değişkenli bir dinamik programlama (DP) problemini, her birinde tek bir karar değişkeni olan DP ait problemlere ayrıştırmak ve böylece karar değişkenlerini teker teker ele alarak ana problemi çözmektir. Şekil 5'de, DPSA' da herhangi bir aşamasındaki durum değeri ve durum-karar değişkeninin şematik gösterimi verilmiştir. Dinamik programlamada üç değişken tipi vardır. Bunlar:

1. Sistemin davranışını olduğu gibi tanımlayan ve sistemin herhangi bir andaki durumunu gösteren durum değişkenleri, (x, sistemde barajın işletme seviyesi.)
2. Seçilen bir amaca göre sistemin kontrol edilebilir girdileri hakkında karar vermeyi sağlayan karar değişkenleri, (d, sistemde barajdan enerji üretimi için bırakılan ve dolu savaktan savaklanan su miktarları.)
3. Bu kararların verildikleri aralıkları belirleyen aşama değişkenleri, (t, sistemde işletme zamanı.)

şeklindedir (Opan, 2007).



Şekil 5. DPSA'da çok barajlı sistemde değişkenlerin şematik gösterimi

5. PARAMETRİK DEĞİŞKEN YAKLAŞIMI

Parametrik değişkenin herhangi bir optimizasyon yapısında kullanılması aşağıda verildiği gibidir:

1.Parametrik değişkenin alt ve üst sınırları arasında herhangi bir değer atanması.
2.Atanan bu değere karşılık fayda değerinin bilinmesi. (Örneğin: Parametrik değişken olarak kabul edilen kuyulardan çekilen sulama-içme suyu miktarına karşılık gelen sulama-içme suyu faydasının bilinmesi gibi)
3.Optimizasyon yapısı içerisinde yapısal denklemlerin içerisine parametrik değişken olarak konulan değişkenin herhangi bir değerine karşılık amaç fonksiyonunun ürettiği değerin belirlenmesi.
4. Parametrik değişken faydası ile amaç fonksiyonun ürettiği fayda değeri arasında bir ilişki ortaya çıkartılması

şeklindedir. Tek amaç fonksiyonu olan optimizasyon yapısı içerisinde yapısal denklemlerin içerisine istenilen amaçlar doğrultusunda gerektiği kadar parametrik değişken kullanılabilir (Opan, 2007).

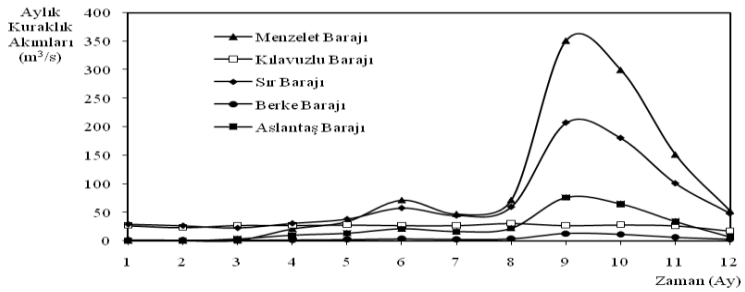
6. UYGULAMA: Ceyhan Nehri Havzası

Ceyhan havzasında Ceyhan nehri ana kolu üzerinde ardışık şekilde bulunan çok barajlı bir su kaynakları sistemi uygulama amaçlı olarak seçilmiştir. Bu sisteme ait barajlardan Menzelet ve Kılavuzlu Barajları, enerji ve sulama amaçlı; Sır ve Berke Barajları, enerji amaçlı ve Aslantaş Barajı ise, enerji, sulama, içmesuyu ve taşkından koruma amaçlı olarak planlanmışlardır. Tablo 1' de bu barajlara ait veriler verilmiştir (Opan, 2007).

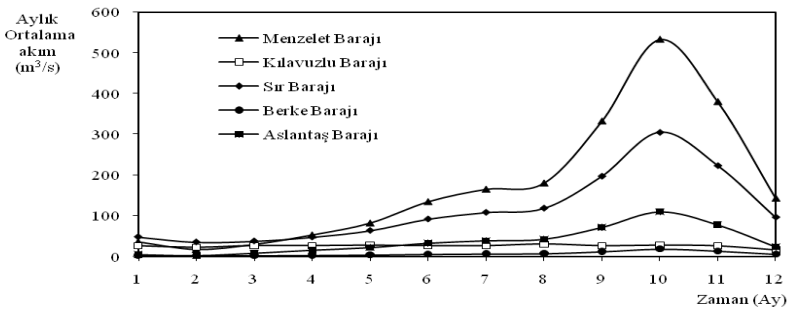
Tablo 1. Ceyhan Havzası' nda bulunan barajlara ait veriler

Barajlar	Menzelet	Kılavuzlu	Sır	Berke	Aslantaş
Yağış Alanı (km^2)	8340	8486	12950	13222	14874
Kurulu Güç (MW)	124	54	273	510	138
Baraj Yüksekliği (m)	150.5	56	120	201	95
Maksimum İşletme Seviyesi (m)	609.4	485.5	440	345	159
Minimum işletme seviyesi (m)	560.2	483.5	418.8	288.8	130
Maksimum Hacim (10^6 m^3)	1950	74	1117.94	427	1990
Minimum Hacim (10^6 m^3)	533.6	69	451.3	119	530
Kuyruksuyu kotu (m)	485.5	440	345	159	84
Dolu Savak Kapasitesi (m^3/s)	6112	6112	7460	2000	10700
Enerji Üretimi Kapasitesi (m^3/s)	130.8	148.4	114.25	300	270

Menzelet Barajı etrafındaki kuyu bölgesinde hidrolik geçirgenlik katsayısını belirlemek için d_{10}=20 mm olarak alınmıştır. Kuyu çapı d = 1,0 m ve açılacak kuyu sayısı (k_i^S =771 adet) sabit olarak kabul edilmiştir,(Korkut, 2008). Şekil 6'da kritik döneme ait aylık kurak akımları ve Şekil 7' de 27 yıllık gözlenmiş akım verilerinde elde edilen aylık ortalama akımlar verilmiştir.



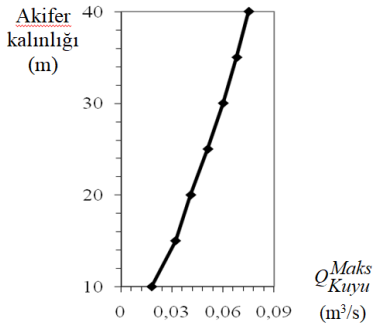
Şekil 6. Barajlara kritik dönemde havzasından gelen aylık kuraklık akımlar,



Şekil 7. Barajlara havzasından gelen aylık ortalama akımlar

Şekil 8' de, akifer kalınlığına (H) arşılık kuyudan temin edilebilecek optimum debi değişimi gösterilmektedir. Burada, akifer kalınlığı arttığı zaman, çekilebilecek optimum debi artmaktadır. Şekil 9'da, kuyulardan çekilen su miktarına ve akifer kalınlığına karşılık su miktarı faydası değişimi, enerji

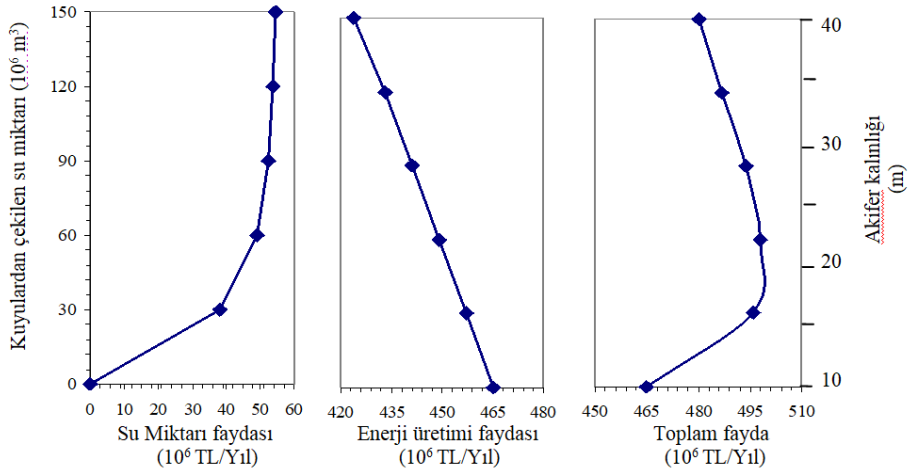
üretimi faydası ve toplam fayda verilmektedir. Benzer bir fayda değeri belirlenmesi, Munzur Nehir havzasında bulunan bir su kaynakları sistemi için yapılmıştır, (Korkut,2008).



Şekil 8. Akifer kalınlığına karşılık bir kuyudan temin edilebilecek enbüyük debi

7. ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Uzun sureli planlama için işletme optimizasyonu sonucunda,. Şekil 9'da, kuyulardan çekilen su miktarı ve akifer kalınlığına karşılık su miktarı, enerji üretimi ve toplam fayda değerleri verilmiştir. Burada, toplam fayda değeri su miktarının 60.10^6 m^3 olduğu yerde $498{,}535.10^6$ TL/Yıl olmakta ve enbüyük değere ulaşmaktadır. Toplam fayda değerini en büyük yapan optimum su miktarına karşılık akifer kalınlığı ise, 17,5 m olduğu görülmektedir.



Şekil 9. Kuyulardan çekilen su miktarına ve akifer kalınlığına karşılık su miktarı, enerji üretimi ve toplam fayda değerleri

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, bir sulama havzasında yeraltı ve yüzeysel suların birlikte kullanımın enerji üretimi üzerine etkisi irdelenmiştir. Yüzeysel suların düzenlenmesi amaçlı bir su kaynakları sistemi tanımlanarak, sistem üzerine kuyular ile yeraltı suyundan çekilen su parametrik değişken olarak göz önüne alındığı uzun sureli planlama için işletme optimizasyonu modeli kurulmuştur. Optimizasyon sonucunda, su miktarı ve akifer kalınlığı artığı zaman, su miktarı faydası artmakta, enerji üretimi faydası azalmakta ve toplam fayda değeri su miktarının 60.10^6 m^3 olduğu yerde $498{,}535.10^6$ TL/Yıl olmakta ve enbüyük değere ulaşmaktadır. Toplam fayda değerini en büyük yapan optimum su miktarına karşılık akifer kalınlığı ise, 17,5 m olarak elde edilmiştir. İleriki zamanlarda yapılacak çalışmalar olarak, optimizasyon modelinde, kuyulardan temin edilecek su miktarı için farklı senaryolar kullanılarak analizler yapılabilir. Bir benzetim modeli üretilerek, optimizasyondan elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

Güvel ŞP. 1997. Ceyhan ve Seyhan Havzaları'nın Hec-5 programı ile taşkın kontrolü ve enerji optimizasyonu amaçlı simulasyonu. Çukurova Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Korkut E. 2008. Yer Altı Sularının ve Yüzey Sularının Birlikte Kullanımı. Kocaeli Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.

Labadie JW. 2004 Optimal operation of multi-reservoir system: State-of-the-art review. Journal of Water Resources Planning and Management 130(2), 93-111.

Needham JT, Watkins DW and Lund JR. 2000. Linear programming for flood control in the Iowa and Des Monies Rivers. Journal of Water Resources Planning and Management May/June 118-127.

Opan M. 2007. Çok barajlı sistemlerde çok amaçlı optimal işletme. Kocaeli Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Kocaeli.

Sert M, Kızıltan G, Dalgıç Aİ, Karadeniz M, Ünal AU ve Uşkay S. 1982. Bir akarsu üzerindeki bir seri hidroelektrik tesisin optimal boyutlandırma ve işletilmesi, Munzur Suyu Projesi Uygulaması, TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü: Yöneylem Araştırması Bölümü, Kocaeli.

Sert M, Öcal M, Oktay N ve Ertuğrul M. 1983. Sakarya Havzası optimal enerji üretimi projesi. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü: Yöneylem Araştırması Bölümü, Kocaeli.

Shim KC, Fontane D and Labadie J. 2002. Spatial decision support system for integrated river basin flood control. Journal of Water Resources Planning and Management 128(3), 190-201.

Yakowitz S. 1982. Dynamic programming applications in water resources. Water Resources Research, 18(3), 673-696.

Yeh W. 1985. Reservoir management and operations models: A state-of-the-art review. Water Resources Research, 21(12), 1797-1818.

Yi J, Labadie JW and Stitt S. 2003. Dynamic optimal unit commitment and loading in hydropower systems. Journal of Water Resources Planning and Management, 129(5), 388-398.

Yurtal R. 1993. Çoklu baraj sistemlerinin enerji optimizasyonu için geliştirilmiş etkin bir artırımlı dinamik programlama modeli ve aşağı Seyhan Havzası'na uygulanması. Çukurova Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

YUVACIK BARAJI HAVZASINDA ARAZİ KULLANIMININ BARAJ EKONOMİK ÖMRÜNE ETKİLERİ

Mücahit OPAN
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmit / Kocaeli
mopan@kocaeli.edu.tr

Zuhal Elif KARA
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmit / Kocaeli
zuhalelif.kara@kocaeli.edu.tr

Özet
Akarsularla taşınan katı madde miktarı, havzalardaki erozyonun derecesini belirlediği gibi, su depolama yapılarında kapasiteyi azaltmasına neden olabilirler. Yuvacık Barajını besleyen dereler etrafında son yıllarda açılan piknik alanları ve balıkçılık gibi tesisler ile arazi kullanım değerleri artmaya başlamıştır. Bu arazi kullanımları ile ormanlık alanların su tutma özelliği azalma yönünde ve derelerde taşınan katı madde miktarı ise artma yönünde bir eğilim başladığı gözlenmektedir. Bu çalışma, Yuvacık Barajı etrafında yapılan arazi kullanımları neticesinde yüzeysel akış ile derelere taşınan katı madde miktarının barajın ekonomik ömrüne etkilerini incelemek üzerinedir. Derelerin etrafında kurulan tesisler arazi kullanımının etkileyip etkilemediği, ormanlık ve mera alanlarının azaltıp azaltmadığı araştırılmıştır. Bunun için her bir dere boyunca kritik yerlerde debi, katı madde miktarı ölçümü, arazi içinde hava fotoğrafları alımı yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda dereler etrafında bulunan tesislerdeki arazi kullanımının ormanlık alanlarına göre değişimi incelendiğinde, tesislerin ormanlık alanları koruduğu ve arazi değişimine neden olmadığı, dereler ile taşınan katı madde miktarının barajın ekonomik ömrünü olumsuz yönde etkilemediği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yuvacık Barajı, Arazi Kullanımı, Ekonomik Ömür, Katı Madde Taşınımı

EFFECTS OF LAND USE ON THE RESERVOİR'S ECONOMİC LİFE İN YUVACIK RESERVOİR BASİN

Abstract
The amount of solids transported by rivers determines the degree of erosion in the basins and may cause capacity reduction in water storage structures. Land use values have started to increase with the facilities such as picnic areas and fishing which have been opened in recent years around the creeks feeding Yuvacık Reservoir. With these land uses, it is observed that there is a tendency towards decreasing water retention of forested areas and increasing amount of solids carried in streams. The aim of this study is to investigate the effects of surface runoff and the amount of solids transported to streams as a result of land use around Yuvacık Reservoir on economic life of the reservoir. It has been investigated whether the facilities established around the streams affect land use and whether forest and pasture areas are reduced. For this purpose, flow rate, solids content measurement and aerial photographs were taken at critical locations along each stream. As a result of the analyzes, when the change in the land use in the facilities around the streams according to the forest areas was examined, it was observed that the plants protected the forest areas and did not cause land change and that the amount of solids carried by the streams did not adversely affect the economic life of the reservoir.

Key Words: Yuvacık Reservoir, Land Use, Economic Life, Solid Transport

1. GİRİŞ

Akarsularla taşınan katı madde miktarı, havzalardaki erozyonun derecesini belirlediği gibi, su depolama yapılarında kapasiteyi azaltmasına neden olabilirler. Yuvacık Barajını besleyen dereler etrafında son yıllarda açılan piknik alanları ve balıkçılık gibi tesisler ile arazi kullanım değerleri artmaya başlamıştır. Bu arazi kullanımları ile ormanlık alanların su tutma özelliği azalma yönünde ve derelerde taşınan katı madde miktarı ise artma yönünde bir eğilim başladığı gözlenmektedir.

Kocaman İ., (1994); Çalışmada, şiddetli erozyon etkisi altında bulunan Harşit Çayı su toplama havzasında, sedimantasyon sorunu ortaya konmuş ve bu alanda toprak–su muhafazasının sağlanabilmesi için çözüm önerileri sunulmuştur. Boran ve ark. (2001) çalışmalarında, Trabzon İl sınırları içersinde bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinin nütrient ve askıda katı madde yükleri belirlemişlerdir. Apaydın H., (2002); Çalışma, yağış – yüzey akış – erozyon modellerinden olan AGNPS, SWRRB ve GLEAMS'ın CBS yardımıyla uygulanışı ve CBS'nin bu modellere sağlayacağı yararların belirlenmesi üzerinedir.Tamene ve ark. (2005) yapmış olduğu çalışma, Kuzey Etiyopya'nın dağlık kurak bölgesinde katı madde taşınımına etki eden faktörlerin nedenlerini araştırılmasıdır. Çalışmalarında uydu görüntülerini ve arazi araştırmalarını içeren farklı kaynaklardan elde ettikleri katı madde taşınımı ve rezervuar özellikleri arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Damia ve Ramon (2005) çalışmalarında, akışı düzenlenmiş olan Aşağı Ebro katı madde taşınımı bir ölçü programı ile tahmin etmişlerdir. Çalışmada Ebro nehrinin Maquinenza ve Riba Roja rezervuarlarında katı madde miktarını ölçerek, barajlardan akış yönünde %60 askı maddesi ve %40 oranında da sürüntü madde hareketi olduğunu belirlemişlerdir. Erüz ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada, Trabzon ili doğu sınırları içersinde bulunan 9 dere ve çay ile İyidere çay'ının askıda katı madde yüklerinin 2004 yılında aylık ve yıllık değişimi belirlenmişlerdir. Aksu N., (2007); Çalışmada Hurman Çayı Havzası'nda yağış-akış ve sediment ilişkilerini incelenerek ampirik yöntemlerle hesaplanan süspanse sediment verimiyle, ölçümle bulunan sediment verimi karşılaştıılrmış ve ampirik yöntemlerden havza için uygulanabilir olanı araştırılmıştır. Yıllık en büyük akış değerleri ile yıllık toplam sediment miktarları arasında 0.96 korelasyona sahip bir ilişki ortaya konmuştur. Bayram A., (2011); Harşit Çayı ana kolu boyunca su kalitesi üzerine yapılan çalışma sonucunda su kalitesi sınıflandırması yapılarak suyun içilebilirliği ortaya konmuştur. Ayrıca, askıda katı madde konsantrasyonunun (AKM) bulanıklık, toplam demir ve toplam krom parametrelerine dayalı tahmini, çeşitli regresyon analizleri ve yapay sinir ağları (YSA) yöntemiyle yapılmıştır, AKM konsantrasyonunun tahmininde YSA yönteminin regresyon analizine göre daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Ülke A. ve ark. (2011) çalışmalarında, Gediz Nehrinde taşınan askıda katı madde yükünü ampirik formüller ile tahmin etmeye çalışmışlardır. Bunun için öncelikle arazi ve laboratuvar çalışmaları yaparak, havzaya ve akarsuya ait parametreler belirlemişlerdir. Ardından literatürde yer alan dört askıda katı madde ampirik bağıntısı uygulamış, bölgeye en uygun ampirik bağıntıyı belirlemişlerdir.

Sedimantasyonun hidrolik prensipleri ile sediment özellikleri, yükü ve rezervuar sedimantasyonu üzerine yapılan çalışmada, uygulama bölgesi olarak Karakaya Barajı seçilmiş olup,. Meyer – Peter ve Müller ile değiştirilmiş Einstein Metodları uygulamıştır (Kayhan, 2001). Gediz nehri üzerindeki Elektrik İşleri Etüt İdaresi ölçüm değerleri ve Devlet Su İşleri (DSİ) verileri kullanılarak HECRAS paket programında modellemesi yapılmış olup, Sediment yükü hesap yöntemleri; Yang, Engelund Hansen, Laursen, Ackers - White, Meyer Peter-Müller, Toffaleri göre hesaplanmıştır (Şahin, 2006). Fırat Havzasında belirli istasyonlarda ölçülen katı madde miktarları ile akarsularda katı madde miktarlarını hesaplamalarda kullanılan bağıntılarından elde edilen sonuçların karşılaştırması ile ilgili çalışmada,. Meyer – Peter – Müller bağıntısının bazı istasyonlarda güvenle kullanılabileceği ifade edilirken, bazı istasyonlarda Garde Albertson bağıntısının geçerli olduğu görülmüştür (Mutlu, 2007). Korubaşı–Arak deresi askıdaki sediment taşınımının analitik yöntemlerle izlenmesi için EİE'den temin edilen 13 yıllık AGİ verisi kullanılarak bir model oluşturulmuştur (Oğuz, 2010). Katı madde taşınımı problemi bir boyutlu olarak sonlu hacimler yöntemi kinematik dalga yaklaşımı ile çözülmüş ve ayrıca katı madde taşınımının modellenmesi için açık ve kapalı çözüm şemaları, dengede ve dengesiz taşınım durumları için incelenmiştir (Kaya ve Gharehbaghi, 2012).

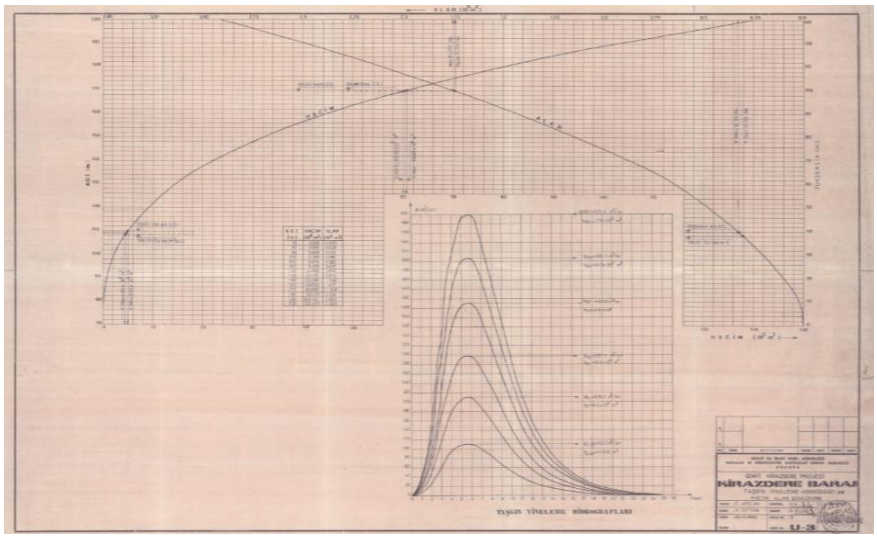
Bu çalışmada, Yuvacık Barajı etrafında yapılan arazi kullanımları neticesinde yüzeysel akış ile derelere taşınan katı madde miktarının barajın ekonomik ömrüne etkilerini incelemek için, derelerin etrafında kurulan tesisler arazi kullanımının etkileyip etkilemediği, ormanlık ve mera alanlarının azaltıp azaltmadığı araştırılmıştır. Bunun için her bir dere boyunca kritik yerlerde debi, katı madde miktarı ölçümü, arazi içinde hava fotoğrafları alımı yapılmıştır.

2. UYGULAMA

Arazi kullanımının baraj ekonomik ömrüne katkısı amacıyla Yuvacık Barajı Havzası ve besleyen dereler seçilmiştir. Fotoğraf 1'de Yuvacık Barajı görülmekte olup, baraj gölünün faydalı hacmi 51.1 10^6 m^3 ve yıllık 142 10^6 m^3 lük su temini kapasitesi bulunmaktadır. Baraj gölü, ham su depolama, sel ve taşkın önlemenin yanı sıra kuraklık dönemlerinde su yönetimini sağlamak üzere kullanılmaktadır. Baraj gölünde su seviyesi, deniz seviyesine göre 110-160 m arasında değişmektedir. Şekil 1' de Yuvacık Barajı'ndaki hacim-yükseklik-alan ilişkisi gösterilmiştir.



Fotoğraf 1: Yuvacık Barajı'nın görünüşü



Şekil 1. Yuvacık Barajı hacim-yükseklik-alan ilişkisi

Baraj gölü etrafında 6 adet sosyal tesis yer almaktadır. Bu tesislerden üçü konaklamalı olup, diğer üçü ise restoran olarak hizmet vermektedir. Yuvacık barajı havza etrafındaki doğal alanlara, yürüyüş parkurlarına ve havza etraftaki tesislere her yıl ortalama 1 milyon yerli ve yabancı turist gelmektedir.

3. YÖNTEM ve ÖLÇÜMLER

Yuvacık Barajını besleyen derelerde taşınan katı madde miktarının barajın ekonomik ömrüne etkilerini incelemek için, her bir dere boyunca kritik yerlerde debi, katı madde miktarı ölçümü yapılmıştır. Yuvacık barajını besleyen derelerde yapılan ölçümler için mulinemetre cihazı, askıda katı madde miktarını ölçmek için AKM ölçer, dere genişliğini ve derinliğini ölçmek için ise şerit metre ve metal cetvel kullanılmıştır. Özellikle Ocak ve Şubat aylarındaki ölçümlerde derelerdeki akımlar şiddetli olduğu ve ölçümler esnasında iş güvenliği açısından kemer ve halat kullanılmıştır. Tablo 1, 2 ve 3'de, sırasıyla, Serindere'ye, Kazandere'ye ve Kirazdere'ye ait kesit, hız, debi, askıda katı madde konsantrasyonu ve miktarı ölçümleri gösterilmiştir.

Tablo 1. Serindere'ye ait kesit, hız, debi, askıda katı madde konsantrasyonu ve miktarı ölçümleri

TARİH	b	H	A	V	Q	C	Q_s
	(m)	(m)	(m2)	(m/sn)	(m3/sn)	(mg/l)	(ton/gün)
27.05.2016	16.90	0.55	4.65	1.22	5.685	52.00	25.541
27.06.2016	15.10	0.45	3.40	1.18	4.009	39.00	13.509
26.07.2016	14.20	0.31	2.20	1.12	2.465	23.00	4.899
26.08.2016	13.70	0.27	1.85	0.75	1.387	11.00	1.318
26.09.2016	12.20	0.37	2.26	0.65	1.467	12.00	1.521
27.10.2016	11.09	0.19	1.05	0.60	0.632	6.00	0.328
27.11.2016	11.17	0.21	1.17	0.51	0.593	6.00	0.308
27.12.2016	14.50	0.29	2.10	0.80	1.679	13.00	1.886
26.01.2017	14.70	0.31	2.28	0.89	2.026	20.00	3.501
26.02.2017	14.90	0.33	2.46	1.42	3.483	32.00	9.631
26.03.2017	15.20	0.46	3.50	1.28	4.488	40.00	15.511
27.04.2017	16.30	0.52	4.24	1.18	5.014	48.00	20.796
27.05.2017	16.90	0.55	4.65	1.22	5.685	55.00	27.014
27.06.2017	15.10	0.45	3.40	1.18	4.009	41.00	14.202
26.07.2017	14.20	0.31	2.20	1.12	2.465	24.00	5.112
26.08.2017	13.70	0.27	1.85	0.75	1.387	12.00	1.438
26.09.2017	12.20	0.37	2.26	0.65	1.467	13.00	1.648
27.10.2017	11.09	0.19	1.05	0.60	0.632	6.00	0.328
27.11.2017	11.17	0.21	1.17	0.51	0.593	6.00	0.308
27.12.2017	14.50	0.29	2.10	0.80	1.679	14.00	2.031
26.01.2018	14.70	0.31	2.28	0.89	2.026	21.00	3.676
26.02.2018	14.90	0.33	2.46	1.42	3.483	34.00	10.233
26.03.2018	15.20	0.46	3.50	1.28	4.488	43.00	16.674
27.04.2018	16.30	0.52	4.24	1.18	5.014	51.00	22.095

Tablo 2. Kazandere'ye ait kesit, hız, debi, askıda katı madde konsantrasyonu ve miktarı ölçümleri

TARİH	b	H	A	V	Q	C	Q_s
	(m)	(m)	(m2)	(m/sn)	(m3/h)	(mg/l)	(ton/gün)
27.05.2016	5.98	0.49	1.47	1.40	2.051	28.00	4.961
27.06.2016	5.70	0.41	1.17	1.33	1.556	22.00	2.958
26.07.2016	5.47	0.38	1.04	1.20	1.247	20.00	2.155
26.08.2016	5.08	0.28	0.71	0.95	0.676	18.00	1.051
26.09.2016	4.90	0.21	0.51	0.83	0.427	16.00	0.590
27.10.2016	4.63	0.18	0.42	0.69	0.288	14.00	0.348
27.11.2016	4.08	0.1	0.20	0.47	0.095	12.00	0.099
27.12.2016	4.93	0.23	0.57	0.70	0.395	10.00	0.341
26.01.2017	5.04	0.22	0.55	0.82	0.453	8.00	0.313
26.02.2017	5.10	0.27	0.69	1.00	0.685	13.00	0.770
26.03.2017	5.48	0.37	1.01	1.28	1.293	22.00	2.457
27.04.2017	5.72	0.42	1.20	1.33	1.603	24.00	3.323
27.05.2017	5.98	0.49	1.47	1.40	2.051	30.00	5.316
27.06.2017	5.70	0.41	1.17	1.33	1.556	24.00	3.227
26.07.2017	5.47	0.38	1.04	1.20	1.247	21.00	2.263
26.08.2017	5.08	0.28	0.71	0.95	0.676	19.00	1.109
26.09.2017	4.90	0.21	0.51	0.83	0.427	17.00	0.627
27.10.2017	4.63	0.18	0.42	0.69	0.288	15.00	0.373
27.11.2017	4.08	0.1	0.20	0.47	0.095	13.00	0.107
27.12.2017	4.93	0.23	0.57	0.70	0.395	11.00	0.375
26.01.2018	5.04	0.22	0.55	0.82	0.453	9.00	0.352
26.02.2018	5.10	0.27	0.69	1.00	0.685	14.00	0.829
26.03.2018	5.48	0.37	1.01	1.28	1.293	24.00	2.681
27.04.2018	5.72	0.42	1.20	1.33	1.603	26.00	3.600

2014-2017 yılları arası ait baraj ve dere etrafı arazi kullanımını belirlemek için uydu fotoğrafları alınmıştır (Fotoğraf 2, 3, 4 ve 5).



Fotoğraf 2. 2014 yılı uydu görüntüsü



Fotoğraf 3. 2015 yılı uydu görüntüsü

Tablo 3. Kirazdere'ye ait kesit, hız, debi, askıda katı madde konsantrasyonu ve miktarı ölçümleri

TARİH	b	H	A	V	Q	C	Q_s
	(m)	(m)	(m2)	(m/sn)	(m3/h)	(mg/l)	(ton/gün)
27.05.2016	8.45	0.56	2.37	2.21	5.229	196.00	88.548
27.06.2016	8.29	0.5	2.07	2.06	4.269	189.00	69.717
26.07.2016	8.11	0.45	1.82	1.91	3.485	171.00	51.493
26.08.2016	7.60	0.32	1.22	1.67	2.031	150.00	26.318
26.09.2016	7.38	0.28	1.03	1.49	1.539	142.00	18.887
27.10.2016	7.10	0.22	0.78	1.12	0.875	132.00	9.976
27.11.2016	6.52	0.14	0.46	0.83	0.378	135.00	4.412
27.12.2016	7.30	0.25	0.91	1.35	1.229	145.00	15.393
26.01.2017	7.40	0.29	1.07	1.51	1.620	156.00	21.838
26.02.2017	7.50	0.33	1.24	1.68	2.079	173.00	31.068
26.03.2017	8.15	0.46	1.87	1.94	3.644	182.00	57.305
27.04.2017	8.30	0.51	2.12	2.07	4.381	191.00	72.300
27.05.2017	8.45	0.56	2.37	2.21	5.229	215.00	97.131
27.06.2017	8.29	0.5	2.07	2.06	4.269	208.00	76.725
26.07.2017	8.11	0.45	1.82	1.91	3.485	188.00	56.612
26.08.2017	7.60	0.32	1.22	1.67	2.031	165.00	28.950
26.09.2017	7.38	0.28	1.03	1.49	1.539	156.00	20.750
27.10.2017	7.10	0.22	0.78	1.12	0.875	145.00	10.958
27.11.2017	6.52	0.14	0.46	0.83	0.378	148.00	4.837
27.12.2017	7.30	0.25	0.91	1.35	1.229	159.00	16.879
26.01.2018	7.40	0.29	1.07	1.51	1.620	171.00	23.938
26.02.2018	7.50	0.33	1.24	1.68	2.079	190.00	34.121
26.03.2018	8.15	0.46	1.87	1.94	3.644	200.00	62.972
27.04.2018	8.30	0.51	2.12	2.07	4.381	210.00	79.492




Fotoğraf 4. 2016 yılı uydu görüntüsü **Fotoğraf 5**. 2017 yılı uydu görüntüsü

4. ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Uydu fotoğraflarında yıllara göre arazi kullanım oranları 2014 yılı için %2, 2015 yılı için %3 2016 yılı için %3 ve 2017 yılı için %5 olarak belirlenmiştir. Yıllara göre arazi kullanım oranları ile derelerde taşınan askıda katı madde miktarı ilişkilendirilmiştir. 2016 tarihinden 2017 ye kadar, Serindere'de %5 oranında, Kazandere'de %7 oranında, Kirazlıdere'de %9 oranında katı madde taşınımının artığı ve arazi kullanım oranı tüm havzada %2 oranında artığı görülmüştür.

Taşınan katı madde miktarının baraj göleti tabanı üzerine yayılımı belirlenmiştir. Bu yayılımın yıllara göre barajın ekonomik ömrüne etkisi değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme neticesinde; Yuvacık Barajını besleyen derelerde taşınan katı madde miktarı 2016 yılında 586 ton/gün olarak 2017 yılında ise 637 ton /gün olarak elde edilmiştir. Barajdaki birikim yüksekliği baraja taşınan katı madde miktarına barajın gölet hacmine ve gölet alanına bağlı olarak hesaplanmıştır. 2016 yılında taşınan katı madde miktarı baraj göletinde 5.4cm birikime , 2017 yılında ise 5.9 cm birikime neden olmuş olup aradaki fark 0.5 cm olarak gerçekleşmiştir. Yuvacık barajının ömrü 50 yıl olup bu verilere göre baraj göletindeki taşınan malzeme yayılımının ekonomik ömre etkisinin çok az olduğu söylenebilir.

5. SONUÇLAR

Yuvacık Barajı etrafında yapılan arazi kullanımları neticesinde yüzeysel akış ile derelere taşınan katı madde miktarının barajın ekonomik ömrüne etkilerini incelemek üzerine yapılan çalışmada. her bir dere boyunca kritik yerlerde debi, katı madde miktarı ölçümü, arazi içinde hava fotoğrafları alımı neticesinde, yapılan analizler sonucunda dereler etrafında bulunan tesislerdeki arazi kullanımının ormanlık alanlarına göre değişimi incelendiğinde, tesislerin ormanlık alanları koruduğu ve arazi değişimine neden olmadığı, dereler ile taşınan katı madde miktarının barajın ekonomik ömrünü olumsuz yönde etkilemediği gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

Aksu N. 2007. Hurman Çayı Havzasında Sedimantasyonunun Ampirik Yöntemlerle Tahmini. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.

Apaydın H. 2002. Yüzey Akış ve Sediment Modellerinin Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Uygulanması. Ankara Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.

Bayram A. 2011. Harşit Çayı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi ve Askıda Madde Konsantrasyonunun Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Tahmin Edilmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

Boran M ve Sivri N. 2001. Trabzon (Türkiye) İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde Nütrient ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi. Su Ürünleri Dergisi. 3(4), 343-348.

Damia V and Ramon JB. 2005. Sediment Transport in a Large Impounded River: The Lower Ebro, NE Iberian Peninsula. Geomorphology.

Erüz C, Köse E, Güneroğlu A, Başar E, Sivri N, Feyzioğlu M ve Toraman C. 2005. Doğu Karadeniz Akarsularında Askıda Madde Dinamiği. Türk Sucul Yaşam Dergisi. 3(4), 235-239.

Kaya B ve Gharehbaghi A. 2012. Kararsız akım koşullarında katı madde taşınımının sonlu hacimler yöntemi ile modellenmesi. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 27(4), 827-836.

Kayhan BA. 2001. Nehir ve rezervuar sedimentasyonu, Kocaeli Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kocaeli.

Kocaman İ. 1994. Harşit Çayı Havzasında Yağış-Akış Karakteristikleri ile Erozyon ve Sediment Sorunlarının Araştırılması. Trakya Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.

Mutlu M. 2007. Akarsu Havzalarındaki Katı Madde Miktarlarının Belirlenmesi ve Fırat Havzası İçin Bir Uygulama Çalışması. Harran Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.

Oğuz V. 2010. Korubaşı–Arak Deresi Askıdaki Sediment Taşınımının Analitik Yöntemler ile İzlenmesi. Ankara Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Şahin Y. 2006. Gediz Nehir orta kısmında sediment taşınımının araştırılması. Niğde Üniveristesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Niğde.

Ülke A, Özkul S ve Tayfur G. 2011. Ampirik Yöntemlerle Gediz Nehri İçin Askıda Katı Madde Yükü Tahmini. İmo-Teknik Dergi. (348), 387-407.

FOCUS VARIATION METHOD İLE AŞINMA KARAKTERİZASYONUNDA ÖLÇÜM SIKLIĞININ SONUÇLARIN DOĞRULUĞUNA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Enbiya Türedi
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Müh. Bölümü
enbiya.turedi@kocaeli.edu.tr

Özet
Focus Variation Method (FVM) aşınma testi sonrası aşınma kayıp hacminin belirlenmesinde kullanılabilen bir yöntemdir. Bu yöntemin uygulanmasında sofistike sistemler kullanılabileceği gibi refleksiyon tipi bir ışık mikroskobu kullanılarak da kayıp hacmin belirlenmesinin mümkün olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada refleksiyon tipi bir ışık mikroskobu kullanılarak aşınma yüzeyinde FVM prensiplerine göre farklı çizgi profilleri farklı ölçüm aralıklarıyla oluşturulmuş ve elde edilen sonuçlar bir üç boyutlu optik mikroskop sisteminden gelen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Çizgi profillerin oluşturulmasında örneğin 600 µm genişlik için 25 veya 13 adet gibi yüksek sıklıkta ölçüm noktası kullanımına gerek duyulmadan 3-7 ölçüm noktası gibi görece az ve daha pratiklik sağlayan sayıda ölçüm yapılarak aynı doğruluğa sahip sonuçlara ulaşılabildiği çeşitli aşınma profillerine sahip numuneler üzerinde gösterilmiştir. Sonuçlar yöntemin maliyetli donanımlar yerine refleksiyon tipi bir ışık mikroskobuyla rekabetçi bir yaklaşımla ve pratik bir şekilde aşınma numunelerini karakterize edebildiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: focus variation yöntemi, aşınma hacmi, optik mikroskobi, hesaplamalı karakterizasyon

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MEASUREMENT FREQUENCY ON THE ACCURACY OF THE RESULTS IN WEAR CHARACTERIZATION BY FOCUS VARIATION METHOD

Abstract
Focus Variation Method (FVM) provides a measurement technique that can be used to determine the worn volume after pin-on-disk type friction test. It has been shown that it is possible to determine the lost volume by using a reflection type light microscope as well as using sophisticated systems in the application of this method. In this study, different line profiles were formed with different measurement intervals according to FVM principles on the wear surface using a reflection type light microscope and the results were compared with those obtained from a three dimensional optical microscope system. It has been shown on samples with various wear profiles that the same accuracy can be achieved by making relatively small and more practical measurements, such as 3-7 measuring points, without the need for the use of 25 or 13 high frequency measuring points for a wear scar width of 600 µm. The results show that the method can be used to characterize the wear samples in a competitive and practical manner with a reflection-type light microscope instead of using costly equipments.

Keywords: focus variation method, wear volume, optical microscopy, computational characterization

1. GİRİŞ

ASTM G99 standardı Pin-on-Disk tipi bir cihazda aşınma testinin gerçekleştirilmesiyle ilgili prosedürleri tanımlamaktadır (American Society for Testing and Materials 2011). Aşındırıcı bilye ve aşınma karakterizasyonu yapılan düz yüzeyli numuneden oluşan sürtünme çiftinin yalnızca bir bileşeninin aşınması durumunda hacimsel aşınma kaybının belirlenmesi için bir takım geometrik varsayımlara dayalı matematiksel formülasyonlar verilerek karakterizasyonun tamamlanabileceğini ifade etmektedir. Ayrıca aynı standart aşınma hacminin belirlenmesi için yüksek ölçüm hassasiyetine sahip cihazlar kullanılabileceği gibi hassas laboratuvar tipi terazi kullanılarak numunelerin kütle kayıplarının belirlendikten sonra hacimsel kayıplarının hesaplanıp raporlanabileceğini de salık

vermektedir. Bir diğer opsiyon olarak ise çizgi profilleri ölçebilen bir yöntemle her aşınma izi dairesi için altışar çizgi profili oluşturulup, bunlardan elde edilecek ortalama kesit alanı değerleri esas alınarak aşınma izi çevresi de hesaba katılarak aşınma hacminin belirlenebileceği hususunda tanımlama getirmektedir.

Bu standardın dışında kalan pek çok farklı aşınma test türü ve sonrasında elde edilen aşınma hacminin belirlenmesi için pek çok yöntem de literatürde yer almaktadır (Whitenton and Blau 1988; Sherrington and Smith 1988a, 1988b; Qu and Truhan 2006; Chattopadhyay et al. 2012; Kalin and Vižintin 2000). Sharma ve ark. yayınladıkları bir çalışmada ASTM G99 standardında verilen matematiksel formülasyonları modifiye ederek hem bilye hem düz numunenin karşılıklı aşınması durumunda da aşınma hacminin hesaplanabileceği bir yöntem önermişlerdir (Sharma, Sangal, and Mondal 2013). Kısaca motorize bir numune tablasının görüntü analizi yazılımı ile desteklendiği bir ışık mikroskobu kullanılarak en iyi odak düzleminin yakalandığı ve motorize numune tablasının odak mesafeleri arasındaki derinlik farkını ölçerek görüntü analiz yazılımına aktardığı ve böylece bilye ve düz numune yüzeyindeki aşınma derinliklerinin parametre olarak modifiye edilen formülasyonlarda kullanılabileceği şeklinde bir yöntem geliştirdikleri bilinmektedir.

Işık mikroskobunun özellikle yüksek büyütmelerde (örneğin 100× objektif mercekle yapılan görüntlemelerde) çok düşük alan derinliği (ca. 250-300 nm) nedeniyle aşınma izininin farklı derinlik seviyelerinde net görüntü yakalanması için numune masası z ekseni ayarının çok hassas yapılması gerektiği zaten bilinen bir tecrübedir. Dolayısıyla ışık mikroskobisinin bir dezavantajı olan düşük alan derinliği özelliği farklı odak mesafelerinin çok hassas bir şekilde ölçüm aracı haline getirilerek bir avantaja dönüştürülebileceği daha önceki çalışmalarda ortaya konmuştu (Türedi 2016, 2018).

Bu çalışmada focus variation method (FVM) yaklaşımı kullanılarak bir yansıtmalı ışık mikroskobunda aşınma hacminin belirlenmesinde çizgi profillerin oluşturulması aşamasında ölçüm noktaları sayısının ve sıklığının sonuçların doğruluğu üzerine bir etkisi olup olmadığı araştırılacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

Deneysel çalışmalara konu malzeme ve metod daha önceki bir çalışmada detaylarıyla açıklanmış idi (Türedi 2018). Burada bahse konu çalışmanın devamı niteliğinde ölçüm noktalarının sayısı ve sıklığının etkisi araştırıldığından aynı numunelerden elde edilen aşınma izlerinin farklı parametrelerle karakterizasyonu yapılmıştır. Tablo 1'de düz numune olarak kullanılan malzemelere ait bilgiler yer almaktadır. Tablo 2'de ise kuru sürtünme test koşullarına ait çeşitli parametreler sunulmuştur. Tüm kuru sürtünme türü aşınma testleri oda sıcaklığında ve belirli bir bağıl nem koşulu tanımlanmadan aynı gün içerisinde yapılmıştır.

Tablo 1. Kuru sürtünme test çiftlerinin belirli özellikleri

Düz numune		Karşıt bilye numune		
Malzemesi/Kodu	Sertliği (HV-10)	Malzemesi	Sertliği (HV-10)	Çapı (mm)
Al bronzu 1	204,8	AISI 316	334,5	6,0
Al bronzu 2	180,4	AISI 52100	793,1	6,0

Aşınma testi sonrası numuneler ve yüzeylerinde aşınma izleri olduğu halde önce 3B Optik Mikroskop (Bruker Contour GT-K0) ile karakterize edilmiş ve bu ekipmanla elde edilen sonuçlar yüksek ölçüm hassasiyeti sağladığı için doğrulama amaçlı referans veri olarak kabul edilmiştir. Aynı aşınma izleri bir de standart bir metal mikroskobu kullanılarak (Olympus BX41M LED) da karakterizasyon çalışmaları tamamlanmıştır. Metal mikroskobunda görüntüler ve ölçüm noktalarının koordinatlarının belirlenmesinde mikroskop üzerine monteli en üst büyütme gücü sunan objektif (100×) kullanılmış, aşınma izinin genişliğine göre farklı aralık değerlerinde ve sıklıkta sonuçlar karşılaştırma amacıyla oluşturulmuştur. Örneğin Al bronz 1 numunesi Test 4 aşınma koşulları için sırasıyla 50-75-100-150-200 µm aralıklarla bunlara karşılık gelen 15-11-9-7-5 noktadan oluşan çizgi profilleri elde edilmiştir. Aynı numunenin Test 1 aşınma koşullarında ise 10-20-30 µm aralıklardan oluşan sırasıyla 7-5-3 noktadan oluşan çizgi profilleri de kıyaslama amacıyla hesaplanmıştır. Her iki numunenin hem Test 1 hem Test 4 koşullarındaki ölçümleri tamamlanmış olup Test 2 ve 3 koşulları ise bir başka çalışmada ele alınabilecektir.

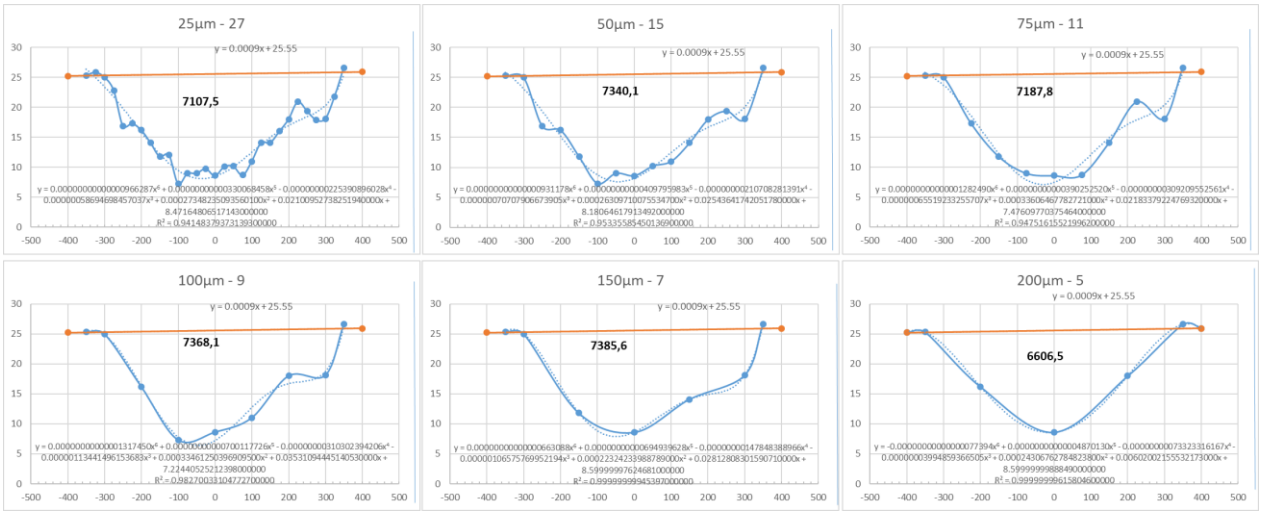
Tablo 2. Kuru sürtünme test koşulları

Test	Yük (N)	Kayma Hızı (m/s)	Toplam Mesafe (m)	Tur sayısı
1	5,0	0,08	1	36
2	5,0	0,08	5	177
3	5,0	0,08	10	354
4	5,0	0,08	100	3.536

Çizgi profillerinin farklı ölçüm nokta sayısı ve sıklığı göz önünde bulundurularak yapılan ölçüm sonuçları Excel'de altıncı dereceden polinom denklemleri ile çizdirilmiştir. Excel'in oluşturduğu ve ölçüm noktalarının en yakınından geçen altıncı derece polinom fonksiyonları ile aşınma yüzeyinin test öncesi aşınmamış halini temsil eden lineer çizgi fonksiyonları arasında kalan alan aşınma kayıp kesit alanı olarak hesaplanmıştır. Belirli integral çözümleri için açık kaynak kodlu bir yazılım olan GNU Octave programı kullanılmıştır. Belirli integral çözümü için yatay eksen başlangıç ve bitiş değerleri ilgili çizgi profil grafiklerinden okunarak belirlenmiştir. Elde edilen kesit alanı değerleri aşınma izninin çevre değeri ile çarpılarak aşınmada kayıp hacmi olarak belirlenmiştir. Numune kayıp hacimleri dört ila altı çizgi profilinin ortalaması olarak ilgili hesaplanmıştır.

3. SONUÇ

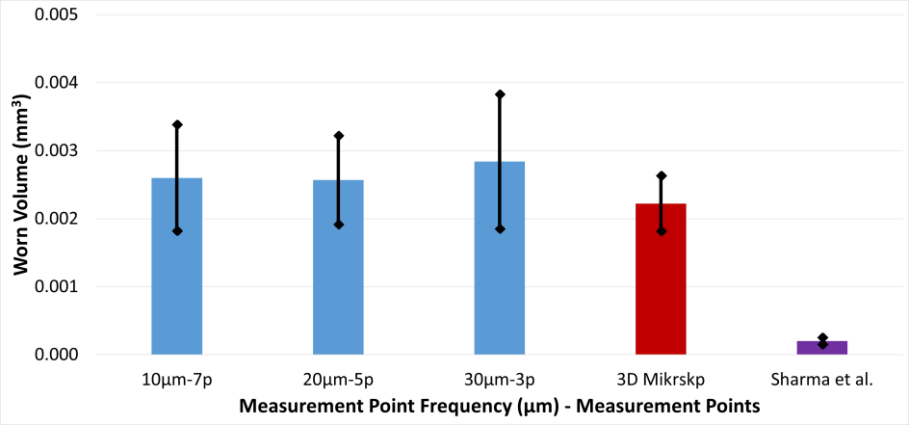
Aynı çizgi profilinin farklı sayıda ve sıklıkta ölçüm noktalarından oluşturulması durumunda nasıl bir sonuç elde edileceği noktasında Şekil 1'de verilen karşılaştırma grafikleri çarpıcı bir sonuç çıkarmaktadır.



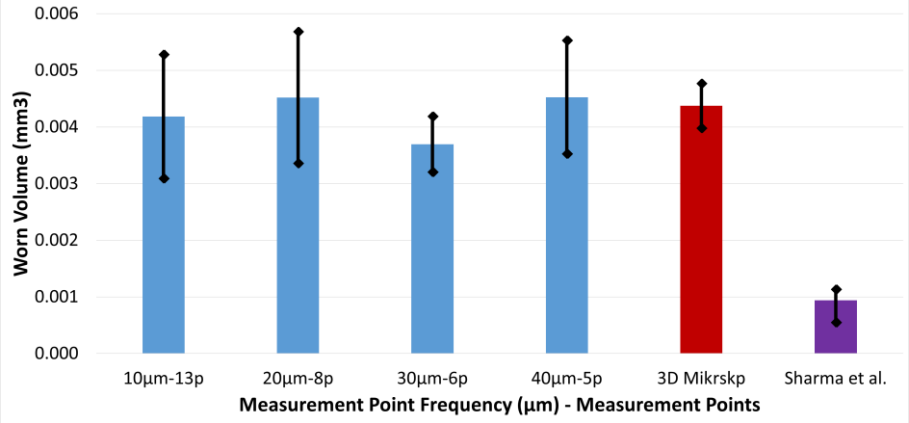
Şekil 1. Ölçüm noktası sayı ve frekansının çizgi profillerin oluşum ve kesit alanı hesabına etkisi

Şekil 1'de görüleceği gibi sol üstte 25 µm nokta aralığı ve 27 adet ölçüm noktasının meydana getirdiği bir çizgi profilinin ölçüm noktaları ve sıklığı periyodik olarak azaltılırsa, çizgi profili şeklen farklılaşsa bile kesit alan değerinde (kalın puntlarla orta kısımda yer alan rakamlar) büyük hata payı içermeyecek sapmalarla (Şekil 1'deki çizgi profilleri için maks. %7) sonuç alınması mümkün gözükmektedir.
Şekil 2-5'te ölçüm noktası sayı ve sıklığının aşınma hacminin hesaplanan sonuçlarına etkisinin olup olmadığı hususunda yapılan analiz grafiklerini yansıtmaktadır. Şekil 2'de Al bronzu 1 numunesinin Test 1 koşullarında elde edilen aşınma izindeki kayıp hacim hesaplamalarının sonuçları karşılaştırılmıştır. Mavi renkli barlar FVM yöntemi ile elde edilen farklı ölçüm sayısı ve sıklığı ile elde edilen ortalama değerleri ve standart sapma aralıklarını yansıtmaktadır. Kırmızı bar referans olarak alınan 3B Optik Mikroskop analizi sonucu elde edilen aşınma kaybı hacmi değerlerini ve standart sapma aralıklarını göstermektedir. Son olarak aynı aşınma kaybı hacmi Sharma ve ark. ileri sürdüğü yöntemdeki gibi hesaplanması durumunda elde edilen ortalama sonuç ve standart sapma aralığını mor renkli bar ile temsil etmektedir. Test 1 koşullarında test görece bir hayli kısa sürdüğü ve 36 turluk bir devirle test sonlandığı için numune yüzeyinde bir hayli dar genişlikte bir aşınma izi oluşmuş ve 10 µm'lik ölçüm noktası aralığına rağmen tüm kesit profili yedi adet nokta ile tamamlanmıştır. Aralık 20 µm ve 30 µm olacak şekilde daha seyrek hale getirilince çok daha az nokta sayısı ile oluşturulan çizgi

profiline rağmen hesaplanan kesit alanı ve dolayısıyla aşınma hacmi değerleri referans değerleri ortalamasıyla hemen hemen aynı aralıkta belirlenmiştir. Sharma ve ark. önerdiği yönteme göre sonuçlar bu numunede referans değerlere göre büyük farkla hatalı çıkmıştır.

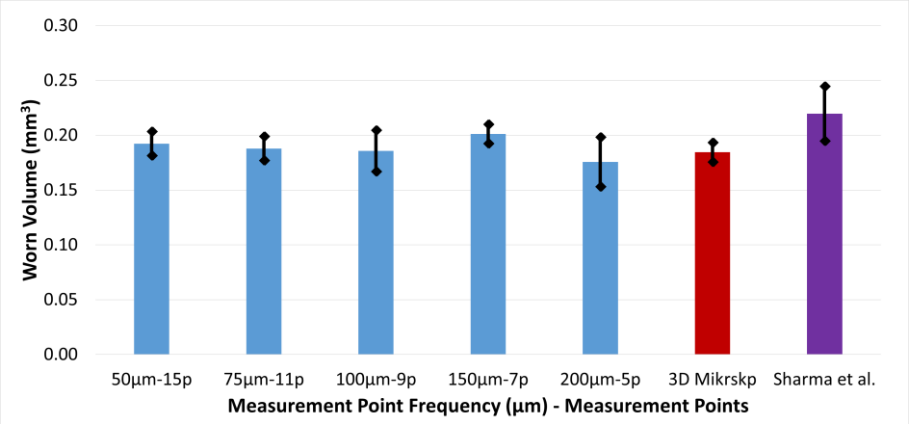


Şekil 2. Al bronzu 1 numunesinin Test 1 (1 m) koşullarındaki aşınma testi sonrası aşınma kaybı hacminin farklı ölçüm sonuçlarının karşılaştırması

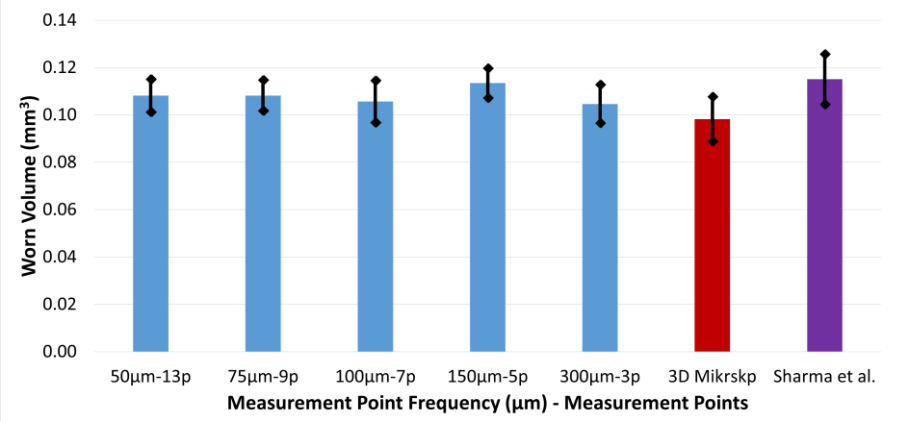


Şekil 3. Al bronzu 2 numunesinin Test 1 (1 m) koşullarındaki aşınma testi sonrası aşınma kaybı hacminin farklı ölçüm sonuçlarının karşılaştırması

Şekil 3'te Al bronzu 2 kodlu numunenin aynı test koşullarındaki sonuçları da ilk numunenin grafiğine benzemektedir. Ölçüm noktası sayısı ve sıklığı verilen aralıklarda değiştirilse bile elde edilen sonuçlar referans değerle örtüşmekte, en azından aynı standart sapma aralığında kalmaktadır.



Şekil 4. Al bronzu 1 numunesinin Test 4 (100 m) koşullarındaki aşınma testi sonrası aşınma kaybı hacminin farklı ölçüm sonuçlarının karşılaştırması



Şekil 5. Al bronzu 2 numunesinin Test 4 (100 m) koşullarındaki aşınma testi sonrası aşınma kaybı hacminin farklı ölçüm sonuçlarının karşılaştırması

Şekil 4'te Al bronzu 1 için Test 4 (100 m) koşullarındaki aşınma hacmi ölçümleri karşılaştırılmıştır. Ortalama değerlerin kıyasına göre tüm farklı yöntemlerin sonuçları birbirine oldukça yakın çıkmış, standart sapma aralıkları çakışan yakınlıkta sonuçlar elde edilmiştir. Al bronzu 2 numunenin Test 4 koşullarındaki hesaplanan sonuçlarının kıyaslandığı Şekil 5'te de benzer bir durum söz konusudur.

4. TARTIŞMA

FVM tekniği ile refleksiyon tipi ışık mikroskobu kullanarak basit geometriye sahip aşınma izlerinin hacimsel kayıpları belirlenebilmektedir. 3B Optik mikroskopların aşınma yüzeyini analiz ederken yaptıkları gibi binlerce noktanın üç boyutlu koordinatlarını belirlemek üzere detaylı ve manuel ölçüm tekniği olamayacak kadar çok sayıda veri içeren bir yaklaşım kullanmak yüksek bütçeli yatırımlarla mümkündür. Ancak aynı aşınma kaybının hacimsel miktarının belirlenmesi daha basit bir yaklaşımla ve daha az sayıda ölçüm verisi kullanılarak da yapılabilmektedir. Üstelik ASTM G99 standardının salık verdiği gibi her bir aşınma izi üzerinde altı adet çizgi profili hızlı bir şekilde ölçümlenebilir ve her bir çizgi profili için 3-7 arası ölçüm noktası seçilerek çabuk sonuç alınabilmekte ve bir operatörün yarım saat içerisinde tamamlayabileceği bir teknikle aşınma izi profilleri elde edilebilmektedir. Excel ve GNU Octave gibi yazılımlar kullanılarak aşınma hacmi değerlerinin pratik bir şekilde gerçek ölçüm sonuçlarına çok yakın bir şekilde belirlenebildiği görülmüştür. Literatürde yer alan Sharma ve ark tarafından oluşturulan modelin ise tüm aşınma parametreleri için doğru sonuçları yansıtamayabileceği anlaşılmıştır. Burada söz konusu hesaplama modellemesinin başlangıçta kabul ettiği geometrik varsayımların belirli durumlarda hata payı yüksek hesaplama sonuçlarına yol açtığı anlaşılmaktadır. FVM tekniği ile manuel olarak yapılan ölçüm sonuçlarında ise hem düşük hem büyük aşınma hacimlerinde ölçüm noktası sayı ve sıklığı azalmasına rağmen ortalama değerler gerçek ölçüm sonuçlarına çok yakın ve hatta aynı standart sapma aralığında kalacak şekilde sonuçlar sunduğu görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Assan Alüminyum'dan Yük. Müh. Onur Birbaşar'ın üç boyutlu optik mikroskop ile ölçümler konusunda teknik desteği ve katkısı nedeniyle kendisine teşekkürlerimizi borç biliriz.

KAYNAKLAR

American Society for Testing and Materials. 2011. "ASTM G99-05 - Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus." *ASTM Standards*. https://doi.org/10.1520/G0099-05R10.2.

Chattopadhyay, C., S. Sangal, K. Mondal, and A. Garg. 2012. "Improved Wear Resistance of Medium Carbon Microalloyed Bainitic Steels." *Wear* 289: 168–79. https://doi.org/10.1016/j.wear.2012.03.005.

Kalin, M., and J. Vižintin. 2000. "Use of Equations for Wear Volume Determination in Fretting Experiments." *Wear* 237 (1): 39–48. https://doi.org/10.1016/S0043-1648(99)00322-1.

Qu, Jun, and John J. Truhan. 2006. "An Efficient Method for Accurately Determining Wear Volumes of Sliders with Non-Flat Wear Scars and Compound Curvatures." *Wear* 261 (7–8): 848–55. https://doi.org/10.1016/j.wear.2006.01.009.

Sharma, S., S. Sangal, and K. Mondal. 2013. "On the Optical Microscopic Method for the Determination of Ball-on-Flat Surface Linearly Reciprocating Sliding Wear Volume." *Wear* 300 (1–2): 82–89. https://doi.org/10.1016/j.wear.2013.01.107.

Sherrington, I., and E. H. Smith. 1988a. "Modern Measurement Techniques in Surface Metrology: Part I; Stylus Instruments, Electron Microscopy and Non-Optical Comparators." *Wear* 125 (3): 271–88. https://doi.org/10.1016/0043-1648(88)90118-4.

Sherrington, I., and E. H. Smith. 1988b. "Modern Measurement Techniques in Surface Metrology: Part II; Optical Instruments." *Wear* 125 (3): 289–308. https://doi.org/10.1016/0043-1648(88)90119-6.

Türedi, E. 2016. "A Novel Approach in Determining Wear Volume: Precise Optical Profilometric Measurement with Limited Depth of Field in Light Microscopy." In *1st International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2016)*, 2602–10. Adana-Turkey.

Türedi, E. 2018. "On the Precise Measurement Capability of the Direct Microscopic Measurement Method for Wear Volume Characterization." In *MATEC Web of Conferences*. https://doi.org/10.1051/matecconf/201818802007.

Whitenton, Eric P., and Peter J. Blau. 1988. "A Comparison of Methods for Determining Wear Volumes and Surface Parameters of Spherically Tipped Sliders." *Wear* 124 (3): 291–309. https://doi.org/10.1016/0043-1648(88)90219-0.

TRİKALSİYUM FOSFAT NANOTOZLARIN MİKROEMÜLSİYON TEKNİĞİ İLE ÜRETİLMESİ VE Ti6Al4V ALTLIKLAR ÜZERİNE ELEKTROFORETİK BİRİKTİRME YÖNTEMİ İLE KAPLANMASI

Doç. Dr. Mustafa Burak Telli
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalürji ve Malzeme Mühendisliği
mustafa.telli@kocaeli.edu.tr

Selinay Tüfekçi
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalürji ve Malzeme Mühendisliği
selinaytufekci@gmail.com

Arzu Altınpınar
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalürji ve Malzeme Mühendisliği
arzualtinpinar5@gmail.com

Özet
Trikalsiyum fosfat (TCP, $Ca_3(PO_4)_2$), ortopedi ve plastik cerrahi gibi alanlarda kemik dolgu malzemesi olarak yaygın kullanılmaktadır. Bu çalışmada, mikroemülsiyon tekniği ile nano boyutta trikalsiyum fosfat tozlarının üretilmesi ve Elektroforetik Biriktirme yöntemi ile Ti6Al4V altlıklar üzerine kaplamaları incelenmiştir. Kalsiyum kaynağı olarak $Ca(OH)_2$, fosfor kaynağı olarak $H_3(PO_4)_2$ kullanılmıştır. Mikroemülsiyonu oluşturmak için çözünmüş $Ca(OH)_2$, yüzey aktif madde Sodyum Dodesil Sülfat (SDS), organik benzen solventi ve fosforik asit kullanılmıştır. Mikroemülsiyon sonrasında elde edilen süspansiyon doğru akım güç kaynağı kullanılarak 5, 15, 30 dakikalık sürelerde 60 V/cm'lik elektrik alan uygulanarak elektroforetik biriktirme yöntemi ile Ti6Al4V altlıklar üzerine kaplanmıştır. Hava ortamında kurutulan numunelerin ışık mikroskobu ile incelemeleri yapılmıştır. Elde edilen toz numunelerin X-ışınları Difraksiyonu (XRD), Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Enerji Dispersif Spektrometre (EDS) analizleri ile incelemeleri gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Trikalsiyum Fosfat, Mikroemülsiyon, Elektroforetik Biriktirme, Ti6Al4V

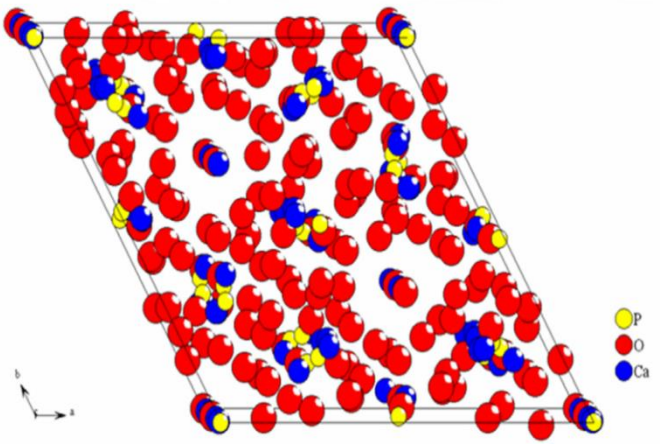
PRODUCTION OF TRICALCIUM PHOSPATE NANO POWDERS BY MICROEMULSION TECHNIQUE AND THEIR ELECTROPHORETIC DEPOSITION ON TI6AL4V SUBSTRATES

Abstract
Tricalcium phosphate (TCP, $Ca_3(PO_4)_2$) is widely used as bone filling material in areas such as orthopedics and plastic surgery. In this study, the production of nanoscale tricalcium phosphate powders by microemulsion technique and their coating on Ti6Al4V substrates by electrophoretic deposition method were investigated. $Ca(OH)_2$ was used as calcium source and $H_3(PO_4)_2$ was used as phosphore source. Dissolved $Ca(OH)_2$, surfactant Sodium Dodecyl Sulfate (SDS), organic benzene solvent and phosphoric acid were used to form the microemulsion. The suspension obtained after microemulsion was coated on Ti6Al4V substrates by electrophoretic deposition method by applying a 60 V/cm electric field for 5, 15, 30 minutes using direct current power supply. Air dried samples were examined with light microscope. X-ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy Dispersive Spectrometer (EDS) analyzes of the obtained powder samples were performed.

Keywords: Tricalcium Phospate, Microemulsion, Electrophoretic Deposition, Ti6Al4V

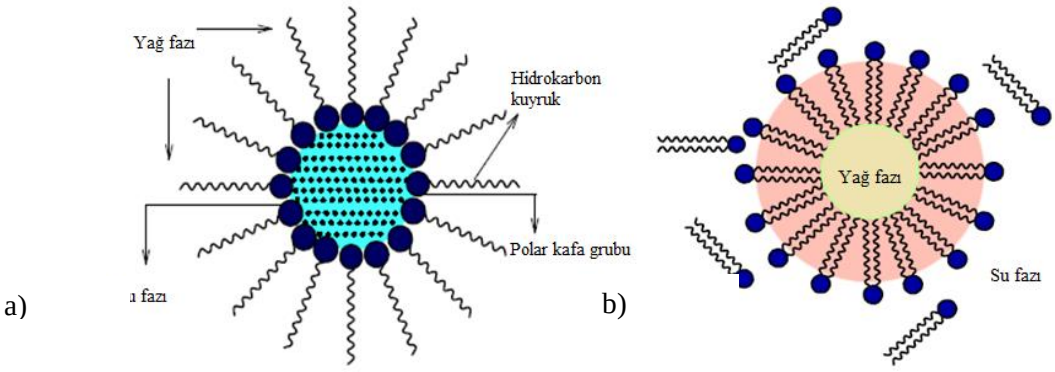
1. GİRİŞ
Son yıllarda kalsiyum fosfat seramikleri; ortopedi, dişçilik ve ilaç taşınımı gibi birçok biyomedikal uygulamada, geliştirilen biyolojik afinite ve aktivitesinden dolayı ön plana çıkmaktadır. Biyolojik olarak üstün özelliklerinden dolayı ve kemik bileşimine çok yakın bileşime sahip olmalarından dolayı

hidroksiapatit $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ (HAp) ve β-trikalsiyum fosfat β-$Ca_3(PO_4)_2$ (β-TCP) üzerine yoğun çalışmalar yapılmaktadır [1]. TCP, insan vücudundaki biyolojik ortamda yüksek emilebilirliği sayesinde bozunarak bölgedeki kemik veya dokunun büyümesine izin vermektedir [2]. Bu özelliği sayesinde özellikle biyo-çözünürlüğün istendiği uygulamalarda ön plana çıkmaktadır. TCP üç farklı polimorf yapısına sahiptir; 1120 ℃ ve altında β-TCP, 1120-1470 ℃ arasında α-TCP, 1470 ℃ ve üzerinde ά-TCP. β-TCP, rombohedral kristal yapıya sahiptir (Şekil 1) ve Ca/P oranı 1.5'tir [2].



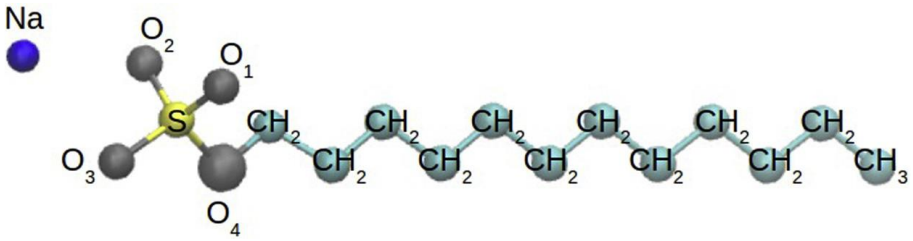
Şekil 1. TCP temel kafes yapısı [3]

TCP, katı hal prosesleri veya sol-jel, çöktürme, mikroemülsiyon, hidrotermal gibi sıvı çözelti yöntemleri ile sentezlenebilmektedir [4,5]. Bu çalışmada tercih edilen mikroemülsiyon tekniği, diğer sıvı çözelti yöntemlerine göre nanoparçacıkların boyut, şekil gibi morfolojik özelliklerinin kontrol edilmesinde avantaj sağlamaktadır [6,7]. Mikroemülsiyonlar; bir polar faz (genellikle su), bir apolar faz (genellikle yağ) ve bir yüzey aktif madde içeren en az üç bileşen içeren çözeltilerdir. Mikroskobik seviyede, yüzey aktif madde molekülleri polar ve apolar fazları birbirinden ayıran bir arayüzey tabakası oluşturur. Bu arayüzey tabakası sürekli su fazında dağılmış yağ damlacıklarından oluşuyorsa su içerisinde yağ emülsiyonu (oil in water microemulsion) olarak adlandırılır. Eğer yağ fazında dağılmış su damlacıklarından oluşuyorsa yağ içerisinde su emülsiyonu (water in oil microemulsion) olarak adlandırılır (Şekil 2). Nanoreaktörler olarak da bilinen yağ içerisinde su emülsiyonu sayesinde tane çekirdeklenmesi ve tane büyüklüğü gibi morfolojik özellikler kontrol edilebilmektedir [8].



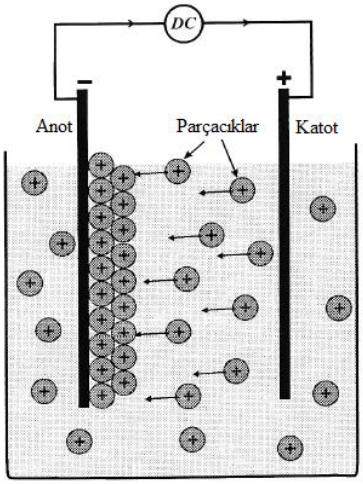
Şekil 2. a) Yağ içerisinde su emülsiyonu tipik yapısı, b) Su içerisinde yağ emülsiyonu tipik yapısı [8]

Yüzey aktif maddeler, suda veya sulu bir çözeltide çözündüğünde yüzey gerilimini etkileyen ve çoğunlukla azaltan kimyasal bileşiklerdir. Aynı zamanda iki sıvı arasındaki yüzeyler arası gerilimi de etkilemektedir. Kafa grubu (polar grup) hidrofilik yani suyu seven özelliktedir ve suda çözünmeyi sağlar. Kuyruk grubu (uzun hidrokarbon zinciri) ise hidrofobik yani suyu sevmeyen özelliktedir ve yüzey aktifliği özelliği sağlar [8,9]. Yüzey aktif maddeler; anyonik, katyonik, noniyonik, amfoterik ve doğal yüzey aktif maddeler olarak ayrılmaktadırlar. Bu çalışmada, anyonik bir yüzey aktif madde olan Sodyum Dodesil Sülfat (SDS) tercih edilmiştir (Şekil 3). Anyonik yüzey aktif maddeler suda çözündüğünde negatif yük taşımaktadır [9].



Şekil 3. Sodyum Dodesil Sülfat (SDS) molekül yapısı [10]

Trikalsiyum fosfatın üstün biyolojik özelliklerinin aksine mekanik dayanımının düşük olmasından dolayı altlık malzeme üzerine kaplanması veya kompozit uygulamalarında kullanılması üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Trikalsiyum fosfatın biyoaktivitesi ile Ti6Al4V malzemenin mekanik özellikleri birleştirilerek kemik büyümesinin teşvik edilmesi ve dokularla uyumunun sağlanmasından dolayı bu uygulamalar önem taşımaktadır [11]. Kaplama yöntemi olarak seçilen Elektroforetik Biriktirme (EPD) yöntemi, seramik bazlı toz süspansiyonların iletken altlık malzemelerin kaplanmasında kolay uygulanabildiği için tercih edilen bir yöntemdir. Elektroforetik biriktirme yöntemi; basit ekipmanlar ile uygulanabilmesi, değişen voltaj ile kontrol edilebilir olması, düşük maliyeti, kaplama işleminin birkaç dakika içinde tamamlanabilmesi ve biriktirme hızı gibi avantajlara sahip olmasından dolayı tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir [12].



Şekil 4. Pozitif yüklü parçacıkların elektrotlar arası hareketinin şematik gösterimi [13]

Şekil 4'te gösterildiği gibi iki elektrot arasında gerçekleştirilir. Elektrik alan uygulandığında hareket edebilecek serbest parçacıkları içeren bir süspansiyon hazırlamak ilk adımdır. Sonrasında karşıt yüklü elektrot yönünde elektrik alan uygulanır ve parçacıklar biriktirme elektrotunda kompakt bir film oluşturur [14].

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, tercih edilen mikroemülsiyon yöntemi ile nano boyutta β-TCP tozlarının sentezlenmesi ve elektroforetik biriktirme yöntemi ile Ti6Al4V altlık malzeme üzerine kaplanması amaçlanmıştır.

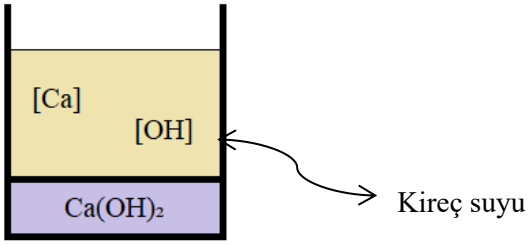
2.1. Toz Sentezi

Toz sentezi; Heildolph marka dönerli buharlaştırıcıda (Şekil 5), Ca/P oranı 1.5 olacak şekilde, %85 orto-fosforik asit (H_3PO_4) ve kalsiyum hidroksitin ($Ca(OH)_2$) suda çözünmüş kısmı olan kireç suyu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Denklem 1'de suda çözünmüş kalsiyum hidroksit ve fosforik asitin trikalsiyum fosfatı oluşturan kimyasal denklemi verilmiştir. Kalsiyum hidroksiti elde etmek için kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) 1000 ℃'de kalsine edilmiş ve kalsiyum oksit (CaO) elde edilmiştir. Kalsiyum oksite 250 ml H_2O ilave edilip kalsiyum hidroksit çökeltisi ve suda çözünmüş kalsiyum hidroksit (kireç suyu) elde edilmiştir.

$$3Ca(OH)_2 \text{ (suda çözünmüş)} + 2H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O \quad (1)$$



Şekil 5. Dönerli buharlaştırıcı (Heildolph marka)



Şekil 6. Lime water (kireç suyu) şematik gösterimi

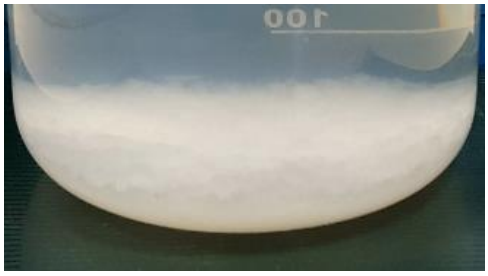
50 ml kireç suyu ile yüzey aktif madde olarak seçilen 0.5 g SDS dönerli buharlaştırıcıda çözdürülmüştür. Karıştırma işlemi devam ederken 25 ml benzen eklenip mikroemülsiyon oluşturulmuş ve sonrasında seyreltilmiş orto-fosforik asit damla damla karıştırılan emülsiyona ilave edilmiştir. Karıştırma işlemi sırasında askıda kalan toz süspansiyonundan benzen vakum altında yoğuşturularak karışımdan ayrıştırılmış ve oda sıcaklığında su içerisinde toz süspansiyonu elde edilmiştir. Elde edilen süspansiyon etüvde kurutulmuş ve sonrasında 700 ℃ ve 900 ℃ sıcaklıklarda, 1 saatlik süre boyunca hava ortamında ısıl işleme tabi tutulmuştur. Farklı sıcaklıklarda ısıl işlem gören tozların kristal yapıları X-ışın Kırınımı (XRD) analiziyle incelenmiştir. Mikroemülsiyon yöntemiyle üretilen toz; kurutma sonrası ve 700 ℃ ısıl işlem sonrası JEOL 6060 model Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile incelenmiş ve kimyasal içerikleri için Enerji Dispersif Spektrometre (EDS) analizleri yapılmıştır.

2.2. Kaplama

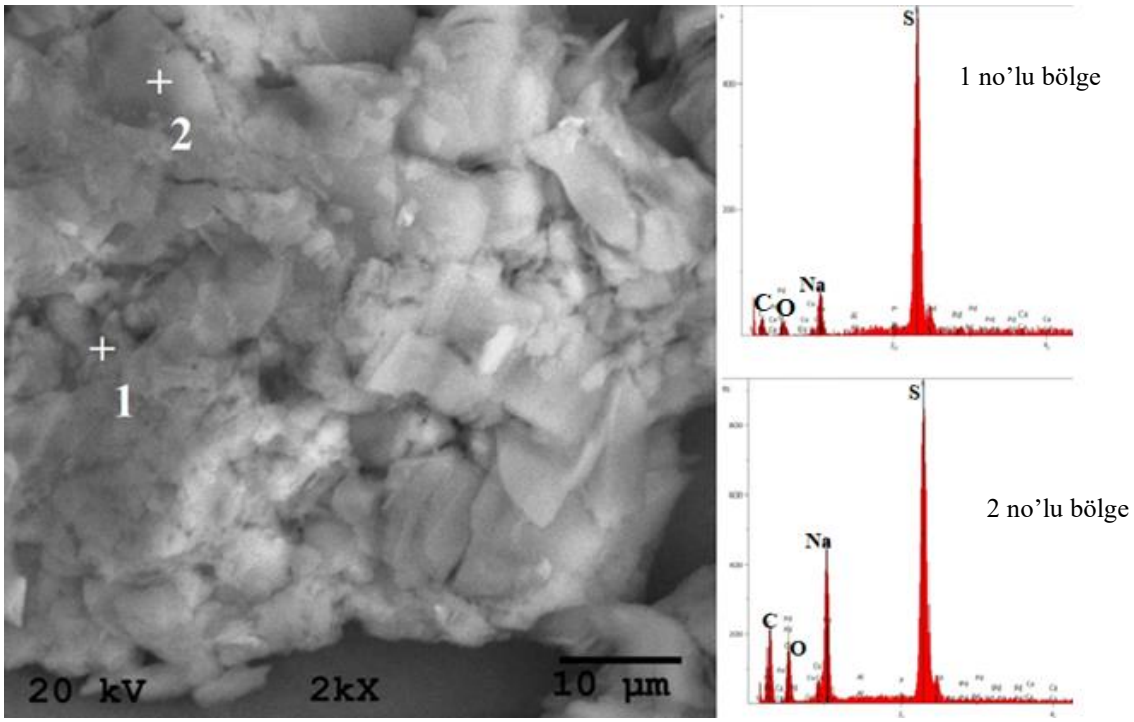
Elektroforetik biriktirme yöntemi ile Ti6Al4V altlık malzeme üzerine 60 V/cm elektrik alanda 5, 15 ve 30 dakikalık sürelerde kaplama denemeleri gerçekleştirilmiştir. Elektrotlar arası mesafe 1 cm olarak ayarlanmıştır. Sentezleme sonucu elde edilen süspansiyon içerisinde kaplama başarıyla gerçekleştirilmiştir.

3. SONUÇ

Bu çalışmada, sürekli karıştırma ile benzen solventi içerisinde oluşturulan su mikroemülsiyonları ile üretim yapılmış ve sonrasında 700 ℃ ve 900 ℃'deki 1 saatlik ısıl işlem ile β-TCP tozları sentezlenmiştir.

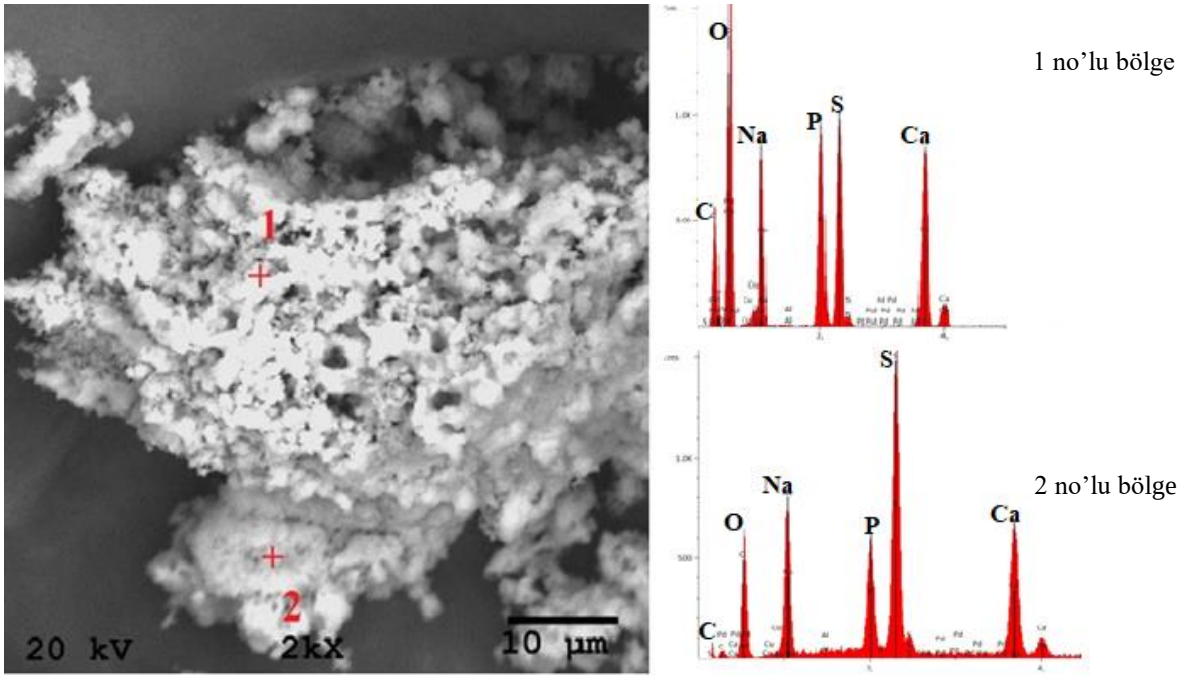


Şekil 7. Oluşturulan emülsiyondan benzen uzaklaştırıldıktan sonra su içerisinde askıda kalan tozlar



Şekil 8. Oluşturulan emülsiyonun kurutulmasıyla elde edilen tozların geri saçılmış elektron SEM görüntüsü ve 1 ve 2 numaralı bölgelerden alınan EDS analizi, 2000x

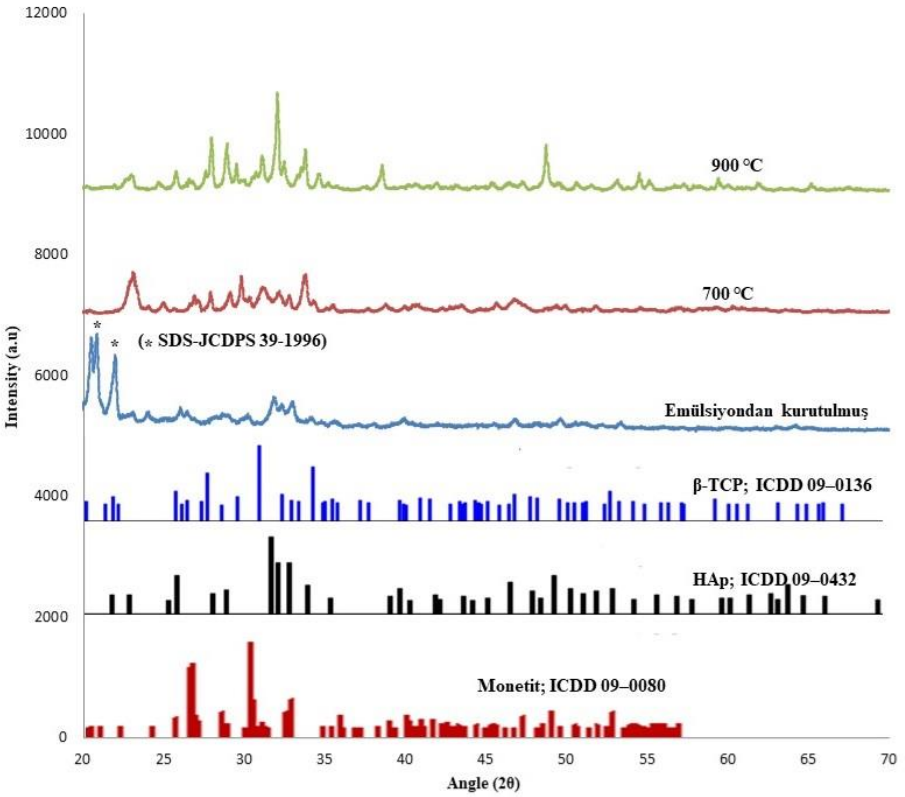
Şekil 8'de mikroemülsiyon yöntemi ile sentezlenmiş tozlara ait SEM görüntüsü verilmiştir. Tercih edilen yöntem ile 100-200 nm arası boyutlara inildiği belirlenmiştir. Yapılan EDS analizi sonucuna göre; yapıda yüksek oranlarda Na ve S varlığı tespit edilmiş ve bunun yüzey aktif madde olan SDS kaynaklı olduğu belirlenmiştir.



Şekil 9. 700 ℃'de 1 saat ısıl işlem gören tozların geri saçılmış elektron SEM görüntüsü ve 1 ve 2 numaralı bölgelerden alınan EDS analizi, 2000x

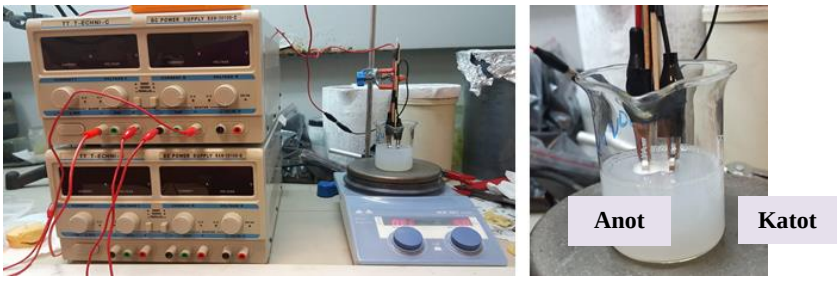
Şekil 9'da 700 ℃'de bir saat ısıl işlem gören tozların SEM görüntüsü verilmiştir. Yapılan ısıl işlem ile toz boyutunun değişmediği ve 100-200 nm aralığında olduğu belirlenmiştir. Isıl işlem öncesi yapıda var olan kalıntı SDS'ın bir kısmı uzaklaşmış ve taneler daha belirgin gözlemlenmiştir. Yapılan EDS

analizi sonucuna göre; ısıl işlem ile birlikte C pikinde azalma olduğu görülmüştür. Na ve S piklerinde bir miktar azalma olsa da hala yapıda bulunduğu belirlenmiştir. Şekil 10'da 700 ℃ ve 900 ℃'de 1 saatlik süre boyunca ısıl işlem uygulanan numunelerin ve emülsiyondan kurutulmuş tozların XRD grafikleri verilmiştir. Emülsiyondan kurutulan toz numune içerisinde SDS varlığı, standart SDS pikleri (JCDPS 39-1996) ile uyum göstermektedir. Mikroemülsiyon yöntemiyle üretilip kurutulan tozun monetit ve hidroksiapatitten oluştuğu görülmektedir. Isıl işlem ile birlikte SDS piklerinin azalması, yapılan EDS analizindeki karbon miktarındaki azalmayla örtüşmekte ve SDS'ın parçalandığını doğrulamaktadır. Isıl işlem öncesinde ağırlıklı olarak görülen monetit ve hidroksiapatit pikleri, ısıl işlem sonrasında azalmakta ve β-TCP pikleri görülmektedir. 32^0'de 700 ℃ ve 900 ℃'deki pikler karşılaştırıldığında; artan sıcaklık ile birlikte β-TCP oluşumunun arttığı görülmektedir. 31^0'de monetit pikinin ısıl işlem ile azalıyor olması, gerçekleşen reaksiyon sonucunda β-TCP oluşumunda kullanıldığını göstermektedir. Monetit ve HAp reaksiyona girerek β-TCP oluşturmaktadır [15]. 700 ℃'ye kıyasla 900 ℃'de β-TCP oluşumu artmasına rağmen reaksiyonun henüz tamamlanmadığı görülmüştür. Bu sebeple HAp, monetit ve β-TCP piklerini bir arada görmekteyiz.

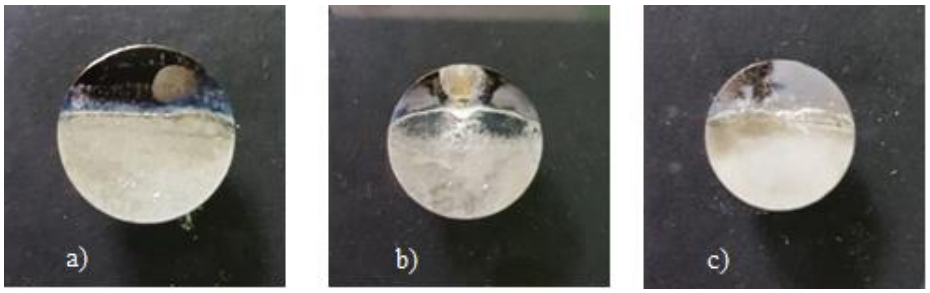


Şekil 10. 700 ℃ ve 900 ℃'de 1 saatlik süre boyunca ısıl işlem uygulanan numunelerin, standart beta-TCP, HAp ve Monetit ile XRD karşılaştırması [16,17]

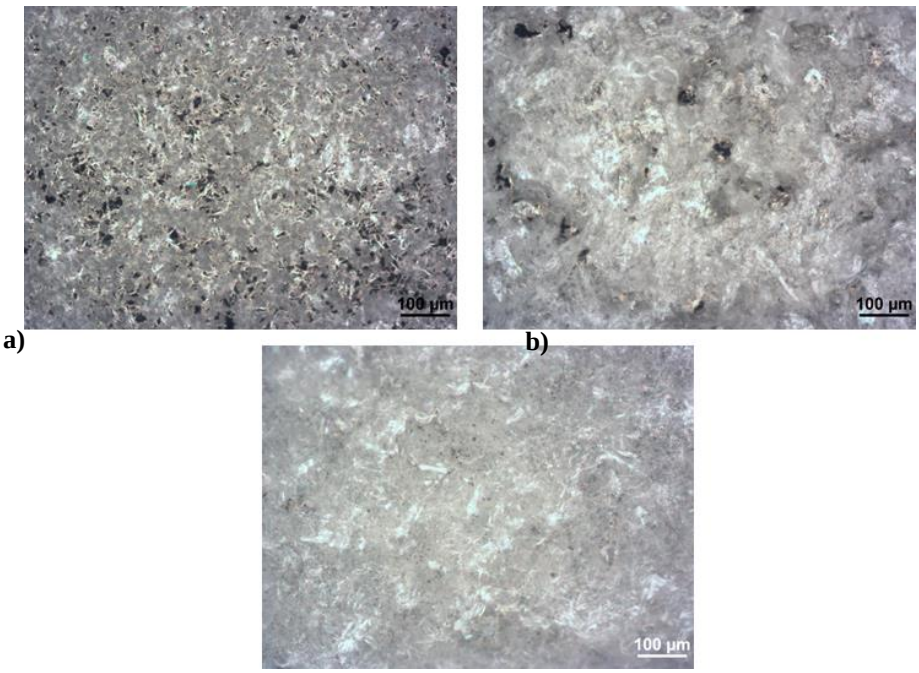
Mikroemülsiyon yöntemi ile elde edilen solüsyon içerisinde elektroforetik biriktirme yöntemi ile farklı sürelerde Ti6Al4V altlık malzemeler üzerine kaplama başarı ile gerçekleştirilmiştir. Şekil 11'de DC güç kaynağına seri bağlanmış elektrotların süspansiyon içerisindeki konumları verilmiştir. Anot olarak 304L paslanmaz çelik ve katot olarak Ti6Al4V seçilmiştir. Süspansiyon içerisindeki yüzey aktif madde sodyum dodesil sülfatın eksi yüklü olmasından dolayı uygulanan elektrik akım yönünde, katot (+) yüzeyinde kaplama gerçekleştirilmiştir. Şekil 12'de kaplama gerçekleştirildikten sonra hava ortamında kurutulan numunelerin görüntüleri verilmiştir. Şekil 13'te kaplama yapılan numunelerin karanlık alan kontrastı ile ışık mikroskobu görüntüleri verilmiştir. Kaplamaların homojen olduğu ve artan süre ile Ti6Al4V altlık malzeme üzerinde kaplama miktarının arttığı belirlenmiştir.



Şekil 11. EPD genel görünüm ve elektrotlar (Anot: 304L paslanmaz çelik, Katot: Ti6Al4V)



Şekil 12. a) 5 dakika kaplama yapılmış numune, b) 15 dakika kaplama yapılmış numune, c) 30 dakika kaplama yapılmış numune



Şekil 13. Farklı sürelerde yapılan kaplamalara ait ışık mikroskobu görüntüleri, 10x, karanlık alan kontrastı a) 5 dak. b) 15 dak. c) 30 dak. kaplama yapılmış numuneler

4. TARTIŞMA

Kalsiyum hidroksit, fosforik asit, SDS ve benzen varlığında uygulanan mikroemülsiyon tekniği ve 700 ℃ ve 900 ℃'deki 1 saatlik ısıl işlem ile β-TCP nanotozları bir miktar monetit ve HAp içerecek şekilde başarı ile sentezlenmiştir. Sıcaklık artışı ile β-TCP oluşumunun ve kristalinitenin arttığı doğrulanmıştır. Yapılan XRD ve EDS analizleri ile standart β-TCP'a ait analizler çoğunlukla uyum göstermektedir. Emülsiyonu oluştururken kullanılan yüzey aktif maddenin parçalanmasına rağmen Na ve S içeriğinin 700 ℃ ve 900 ℃'deki 1 saatlik ısıl işlem sonrası yapıdan tamamen uzaklaşmadığı EDS analizleri ile belirlenmiştir. Mikroemülsiyon yöntemiyle 100 - 200 nm civarında toz sentezlenmiştir. Mikroemülsiyonla üretilen toz, 60 V/cm'lik elektrik alanda gerçekleştirilen elektroforetik biriktirme ile Ti6Al4V altlık malzeme üzerine başarılı bir şekilde homojen kaplama gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] BOW, J. (2004), Structural characterization of room-temperature synthesized nano-sized β-tricalcium phosphate, *Biomaterial*, 25, 3155–3161.

[2] MASSIT, A. (2014), Synthesis and characterization of nano-sized β-tricalcium phosphate: Effects of the aging time, *IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC)*, 7(7), 57-61.

[3] MIRHADI, B. (2011), Synthesis of β -tricalcium phosphate, *Processing and Application of Ceramics*, 5(4), 193–198.

[4] GIBSON, I. (2000), Characterization of the transformation from calcium-deficient apatite to β-tricalcium phosphate, *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 11, 533-539.

[5] KALITA, S. (2007), Nanocrystalline Calcium Phosphate Ceramics in Biomedical Engineering, *Materials Science and Engineering C*, 27, 441–449.

[6] DASGUPTA, S. (2009), Reverse Micelle-Mediated Synthesis and Characterization of Tricalcium Phosphate Nanopowder for Bone Graft Applications, *J. Am. Ceram. Soc.*, 92 (11), 2528–2536.

[7] LAI, C., (2005), Insight into Shape Control Mechanism of Calcium Phosphate Nanoparticles in Reverse Micelles Solution, *Synthesis and Reactivity in Inorganic, Metal-Organic and Nano-Metal Chemistry*, 35, 717–725.

[8] MALIK, M. (2012), Microemulsion method: A novel route to synthesize organic and inorganic nanomaterials, *Arabian Journal of Chemistry*, 5, 397–417.

[9] BATIGÖÇ, Ç. (2010), Yüzey Aktif Maddelerin Etkileşimlerinin ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi, *Trakya Üniversitesi,* Doktora Tezi, 269595.

[10] PACHECO-BLAS, M. (2019), Molecular dynamics simulation of removal of heavy metals with sodium dodecyl sulfate micelle in water, *Colloids and Surfaces A*, 578, 123613.

[11] COSTA, M. (2019), Development of β-TCP-Ti6Al4V structures: Driving Cellular Response by Modulating Physical and Chemical Properties, *Materials Science and Engineering: C*, 98, 705-716.

[12] VINODHINI, S. (2016), Bioresorbable whitlockite coatings on titanium by EPD for biomedical applications, *Journal of Ceramic Processing Research*, 17(9), 947-955.

[13] SARKAR, P. (1996), Electrophoretic Deposition EPD: Mechanisms, Kinetics and Applications to Ceramics, *Journal of the American Ceramic Society*, 79(8), 1987-2002.

[14] CORNI, I. (2008), Electrophoretic deposition: From traditional ceramics to nanotechnology, *Journal of the European Ceramic Society*, 28, 1353–1367.

[15] OTHMAN, R. (2017), Parameters affecting the synthesis of β-tricalcium phosphate powder using a wet precipitation method, *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 11(4), 3197-3205.

[16] POPA, C. (2015), Influence of Thermal Treatment on the Antimicrobial Activity of Silver-Doped Biological Apatite, *Nanoscale Research Letters*, 10, 1-10.

[17] SHEN, C. (2016), Efficient removal of fluoride from drinking water using well-dispersed monetite bundles inlaid in chitosan beads, *Chemical Engineering Journal*, 303, 391-400.

DETERMINATION OF SOME BIOACTIVE COMPONENTS IN HARDALIYE

A.Semra Aksoy*
Yildiz Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Department of Food Engineering – İstanbul
asaxoy@hotmail.com*

Muhammet Arıcı
Yildiz Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Department of Food Engineering – İstanbul
muarici@yildiz.edu.tr

Abstract
Hardaliye is a fermented grape drink wich traditionally produced in the villages of Trakya Region. Grapes and grape derivatives are important sources of minerals and antioxidants such as polyphenols and anthocyanins with bioactive properties. In this study, total phenolic content, total flavonoid content and total monomeric anthocyanin levels were determined in hardaliye extracts in order to determine some important bioactive components in hardaliye. The total phenolic content of the extracts wich prepared using 100% ethanol and 80% ethanol (ethanol: water 80:20 v/v mL) as solvent, was found 1842,58 mg GA/ kg and 1622,31 mg GA/kg respectively. The total flavonoid content of the extracts wich prepared using 100% ethanol and 80% ethanol (ethanol: water 80:20 v/v mL) as solvent, was found 1420,48 mg kateşin/L and 1447,19 mg kateşin/L respectively. Total monomeric anthocyanin content of the extracts wich prepared using 100% ethanol and 80% ethanol (ethanol: water 80:20 v/v mL) as solvent, was found 39.53 mg cy-3-glc/L and 41.94 mg cy-3-glc/L respectively.

Keywords: hardaliye, bioactive components, phenolic, flavonoid, anthocyanin.

1. INTRODUCTION

Hardaliye is a fermented grape drink wich traditionally produced in the villages of Trakya Region (Coskun et al., 2011). Hardaliye is a characteristic drink with non-alcoholic, sour and refreshing effect, flavored with crushed hardaliye seeds obtained by processing ripe grapes. Especially obtained from lactic acid fermentation of dark aromatic grapes. Lactic acid fermentation shows antimicrobial effect by increasing the acidity of hardaliye (Arici et al., 2001). Hardaliye production techniques vary according to local producers, however, the main production stages: crushing washed grapes; fermentation of crushed grapes, sour cherry leaves and hardaliye seeds (Gucer et al., 2009, Prado et al., 2008, Coşkun 2001).

Hardaliye is a beverage with potential health benefits because grapes are rich in polyphenolic content. The use of lactic acid bacteria in hardaliye production makes this beverage a more valuable functional product. Grapes and grape derivatives are important sources of bioactive properties with important minerals, antioxidants such as polyphenols and anthocyanins (Giovinazzo et al., 2015, Haas et al., 2016).

Grape and grape components provide various phytochemicals, such as polyphenols, which affect human physiology in their processed or natural forms, which develop useful functions for antioxidant (Thiruchenduran et al., 2011), anticarcinogenic (Park et al., 2011), cardioprotective (Feringa et al., 2011), anti-inflammatory (Kar et al., 2009) and neuroprotective activities (Blanchet et al., 2008). Phenolic compounds in grapes and grape juice; flavan-3-ol s are mainly flavonoids such as anthocyanins and flavonols, as well as non-flavonoid compounds such as hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acids (Orak et al., 2007). The largest and most important group of phenolic compounds in grapes is anthocyanins responsible for color (Cemeroğlu, et al., 2004). Antioxidant activity is reported to be mainly caused by phenolics and flavonoids. Flavonoids have antiinfectious, antiallergy, antiaging anticancer properties and effective against viruses (Kuhnau et al., 1976, Havsteen et al., 1983). It is thought that hardaliye is a very nutritious drink due to its production from grape juice, provides high antioxidant effects for human body and inhibits the formation of cancer

cells by preventing oxidative stress. Detection of bioactive compounds of Hardaliye will help identify potential health effects.

2. MATERIALS AND METHODS

Hardaliye extracts were prepared with two different solvents. While preparing the I. Ekstrakt, 15 mL of ethanol was added to 5 mL of hardaliye sample forming dark in a shaking water bath at 25 ℃ heated for 15 hours, centrifuged at 2400 rpm for 10 minutes and filtered. Centrifuged again at 6400 rpm for 20 minutes and filtered. It was stored at - 20ºC until analysis. While preparing the II. Ekstrakt, 15 mL of % 80 etanol (80 mL ethanol + 20 mL distilled water) was added to 5 mL of hardaliye sample, forming dark in a shaking water bath at 25 ℃ heated for 15 hours, centrifuged at 2000 rpm for 10 minutes and filtered. Centrifuged again at 6000 rpm for 20 minutes and filtered. It was stored at - 20ºC until analysis.

2.1. Determination of Total Phenolic Content

Total phenolic content of hardaliye extracts was determined.750 µL of 10% Folin Ciocalteu reagent was added to 100 µL of the diluted sample. 750 µL of 7,5% Na_2CO_3 solution was added. Stirring and for 90 min. kept in the dark environment. 760 nm absorbance values were read (Singleton et al., 1965).

2.2. Determination of Total Flavonoid Content

500 µL of sample was diluted with distilled water. 150 µL 5% NaNO2 was added on t = 0, 300 µL 10% $AlCl_3$ was added at t = 6 and 1000 µL 1M NaOH was added at t = 11. Absorbance values were read immediately at 510 nm (Dewanto et al., 2002).

2.3. Determination of Total Monomeric Anthocyanin Content

pH 1 buffer solution with 0,2 N KCl and pH 4,5 buffer solution with 1 M Sodium Acetate were prepared. Concentrated HCl was used to adjust the pH of the buffer solutions. Samples were diluted in various proportions using these buffer solutions. The prepared samples were kept in the refrigerator in the dark for 2 hours. Maximum absorbance value of each sample between 400-600 nm was determined and the absorbance value at 700 nm was determined (Fuleki et al., 1968).
Calculation:

$$\text{Anthocyanin content (mg/L)} = (A).(10^3).(MW).(DF) / (\text{Ɛ}).(l) \quad (1)$$

$$A = (A_{\lambda max} - A_{700nm})_{pH\ 1} - (A_{\lambda max} - A_{700nm})_{pH\ 4,5} \quad (2)$$

MW = for cyanidine-3-glycoside 449,2 g/mol
Ɛ = for cyanidine-3-glycoside 26900 L/mol.cm
l = 1 cm

3. RESULTS AND DISCUSSION

In prepared extracts, total phenolic content, total flavonoid content and total monomeric anthocyanin content were determined. The results of the determination of total phenolic contents, total flavonoid contents and total monomeric anthocyanin contents of two extracts were compared.
In the experiments carried out with three parallels, the average of the total pheneolic determination of I. Extract was found to be 1842,58 mg GA/kg, the mean total pheneolic determination of II. Extract was 1622,31 mg GA/kg.

Table 1. Results of total phenolic contents in I Extracts and II Extracts

Sample		mg GA/kg
I. Extracts	H1	1906.42
	H2	1815.71
	H3	1805.62
	Average	**1842.58±55**
Ii. Extracts	H1	1598.77
	H2	1634.09
	H3	1634.09
	Average	**1622.31±20**

In the study conducted by Coskun et al. (2017), 23 hardaliye samples were collected from different regions of Kırklareli and five hardalies were produced according to traditional methods under laboratory conditions. Total phenolic content was determined in these samples. Total phenolic content of the samples collected between 368.8 ± 0.10 to 2727.5 ± 1.50 mg GA L^{-1}, laboratory samples produced between 961.8 ± 0.40 and 2286.8 ± 2.15 mg GA L^{-1} was found (Coskun et al. 2017).

Askin et al. (2016), studied the effects of storage temperature and duration applied to hardaliye samples on total phenolic content. Total phenolic content of hardaliye was 1743 ± 08.67 mg GA L^{-1} at the beginning of storage, after 60 days storage at 4 °C and 20 °C, decreased to 1370 ± 03.06 and 1324 ± 11.02 mg GA L^{-1} values, respectively (Askin et al. 2016).

Jara-Palacios et al. (2018) analyzed the phenolic content of extracts from grape pulps, seeds, skins and stems. The highest total phenolic content was found for seed extracts (593,32 mg GA/g extract), followed by pulp, stems and skins extracts (237.15, 116.46 and 91.47 mg GA/g extract, respectively) (Jara-Palacios et al. 2018).

Bayram et al. (2015), determined some properties of hardaliye which were produced from müşküle grapes by traditional method. Total phenolic content of hardaliye samples in the study was found to be 272,53 mg GA/L (Bayram et al. 2015).

Yang et al. (2009), conducted a study to examine the phytochemical profile of grapes used in wine production, phenolic compounds, flavonoid and anthocyanin concentrations of 14 grape varieties were investigated. Among the grape species examined, Cabernet Franc and Pinot Noir had the highest total phenolic content with 424.6 ± 3.8 and 396.8 ± 12.4 mg GA/100 g, respectively (Yang et al. 2009).
Ivanova et al. (2010), were evaluated the polyphenolic contents of 6 red and white commercial Macedonian wines and 4 grape varieties. Disan and Vranec wines had a total phenolic content of 1515 and 1382 mg GA/L, respectively. Merlot red wine was found to have a total phenolic content of 1119 mg GA/L. The total phenolic content of Sauvignon Blanc white wine was 218 mg GA/L (Ivanova et al. 2010).

In the study of Vural (2011), total phenolic, total flavonoid and total anthocyanin contents of some grape juices were determined. Among the grape juices examined, the lowest amount of phenolic contents was determined as 12,176 ± 2,946 mmol GA/L and the highest amount of phenolic contents was 19,689 ± 3,686 mmol GA/L (Vural 2011).

In the determination of total flavonoid contents using I. and II. Extract, the experiments were carried out with three parallel. The average of total flavonoid contents determination in I. Extract samples was found to be 1420.48 mg catechin/L. The average of total flavonoid contents determination in II. Extract samples was found to be 1447.19 mg catechin/L.

Table 2. Results of total flavonoid contents in I Extracts and II Extracts

Sample		mg catechin/L
I. Extracts	H1	1411.99
	H2	1411.99
	H3	1437.46
	Average	**1420.48±14**
II. Extracts	H1	1430.01
	H2	1463.36
	H3	1448.20
	Average	**1447.19±16**

Kılıç (2013), found total flavonoid content of various black grape juice samples between 940.4 mg catechin / L and 848,4 mg catechin/L (Kılıç 2013).

Sağbasan (2015), determined the total flavonoid content of black grape varieties as 200.7 mg catechin/100 g sample (Sağbasan 2015).

Yang et al. (2009), in their study to examine the phytochemical profile of the grapes used in wine production, Pinot Noir species of the total flavonoid content of the extracts of 14 grape varieties were determined to have the highest flavonoid content with 301.8 ± 6.2 mg catechin/100 g (Yang et al. 2009).

Ivanova et al. (2010), the total flavonoid content of Sauvignon Blanc white wine in their study was found to be 52.4 mg L^{-1} (Ivanova et al. 2010).

Vural (2011), determined the total flavonoid amount of grape juices prepared from some grape varieties the lowest 0.038 ± 0.002 mmol catechin L^{-1} and the highest 0.498 ± 0.029 mmol catechin L^{-1} (Vural 2011).

Total monomeric anthocyanin was determined using the I. Ekstrakt and II. Ekstrakt the experiments were performed with two parallel. The average of total monomeric anthocyanin determination in I. Ekstrakt samples was found to be 39.53 mg cy-3-glc/L. The average of total monomeric anthocyanin determination in II. Ekstrakt samples was found as 41.94 mg cy-3-glc/L.

Table 3. Results of total monomeric anthocyanin contents in I Extracts and II Extracts

Sample		mg cy-3-glc/L
I. Extracts	H1	37.13
	H2	41.94
	Average	**39.53±3.40**
II. Extracts	H1	40.34
	H2	43.55
	Average	**41.94±2.26**

Aşkın et al. (2016) evaluated the effects of storage temperature and time applied to hardaliye samples on total monomeric anthocyanin content. Initially, the total monomeric anthocyanin content was 86 ± 0.58 (malvidin-3-O-glucoside mg L^{-1}). It decreased to 34 ± 0.58 (malvidin-3-O-glucoside mg L^{-1}) after storage for 60 days at 4 ° C and 19 ± 0.58 (malvidin-3-O-glucoside mg L^{-1}) after storage for 60 days at 20 ° C (Aşkın et al. 2016).

Kılıç (2013) found that total monomeric anthocyanin content of various black grape juice samples ranged from 27,5 mg cy-3-glc / L to 30.0 mg cy-3-glc / L (Kılıç 2013).

Özen (2015) determined the amount of monomeric anthocyanins of grape juices produced from different grape varieties. It was determined that the amount of monomeric anthocyanin varies between 421.77 (mg malvidin 3-glucoside / L) and 5.17 (mg malvidin 3-glucoside / L) in grape juices (Özen 2015).

In the research conducted by Coskun et al. (2017), 23 hardaliye samples were collected from different regions of Kırklareli and five hardaliye were produced according to traditional methods under laboratory conditions. The monomeric anthocyanin content was determined in these samples. Monomeric anthocyanin content was between 4.5 ± 0.03 and 198.0 ± 0.00 (mg malvidin 3-glukozit /L) in the collected samples and between 116.3 ± 1.3 and 210.8 ± 1.33 (mg malvidin 3-glukozit /L) in the samples produced in the laboratory (Coskun et al. 2017).

Yang et al. (2009), in their study to investigate the phytochemical profile of the grapes used in wine production, it determined the monomeric anthocyanin content in the extracts of nine varieties of red grapes. The highest anthocyanin content was 239.6±25.4 mg cy-3-glc/100 g in DeChaunac cultivar (Yang et al. 2009).

In the study of total anthocyanin contents of red grape juices prepared from some red grape varieties, Vural (2011), determined this value as the lowest 0.0005 mmol cy-3-glc/L and the highest 0.093 mmol cy-3-glc/L. (Vural 2011).

Bakan (2012) determined that the total amount of monomeric anthocyanin in grape juices was 3.32±0.056 mg cy-3- glc/100 ml (Bakan 2012).

4. CONCLUSION

In the study, it was determined that hardaliye extracts had significant amount of total phenolic, flavonoid and monomeric anthocyanin content. There are many factors affecting the amount of bioactive components in hardaliye. While the results of the study are compatible with some of the studies in the literature, it is concluded that the mentioned bioactive components can be found in a wide range of values in grape derivatives (hardaliye, grape juice, etc.). Examples of these factors are grape varieties, storage conditions and production conditions. As a traditional grape drink, hardaliye is as rich as the grape juices consumed a lot in terms of bioactive component content. In addition, being a fermented product makes the hardaliye a more qualified product. Therefore, detailed determination of the bioactive components of the hardaliye will be effective in understanding the health benefits.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Yıldız Technical University BAP Coordination Unit for providing support to this study with project FDK-2019-3604.

REFERENCES

ARICI, M., COSKUN, F. (2001), Hardaliye: fermented grape juice as a traditional Turkish beverage. *Food Microbiology*, 18, 417-421.

AŞKIN, B., ATIK, A. (2016), Color, phenolic composition, and antioxidant properties of hardaliye (fermented grape beverage) under different storage conditions. *Turk J. Agric*., 40, 803-812.

BAKAN A., (2012), *Meyve Sularında Raf Ömrü Süresince Antioksidan Aktivite ve Kalite Değişimi*. PhD Thesis. Ankara University, Institute of Science and Technology, Department of Food Engineering.

BAYRAM, M., ESİN, Y., KAYA, C., İLHAN, M., AKIN, G., ETDOĞER, R., (2015), Geleneksel Yöntemle Müşküle Üzümünden Üretilen Hardaliyenin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Academic Food Journal, 13, 119-126.

BLANCHET, J., LONGPRÉ, F., BUREAU, G., MORISSETTE, M., DIPAOLO, T., BRONCHTI, G., & MARTINOLI, M.-G. (2008), Resveratrol, a red wine polyphenol, protects dopaminergic neurons in MPTP-treated mice. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 32(5), 1243–1250.

CEMEROĞLU, B., KARADENİZ, F., (2004), *Meyve Suyu Üretim Teknolojisi. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi* I. Cilt, 297-661.

COSKUN, F., ARICI, M., (2011), Hardaliyenin bazi ozellikleri üzerine farkli hardal tohumlari ve üzüm cesitleri kullaniminin etkisi. *Academic Food Journal*, 9 (3), 6–11.

COSKUN, F., ARICI, M., GÜLCÜ, M., ÇELİKYURT, G., MIRIK, M., (2017). Physicochemical, Functional and Microbiological Properties of Hardaliye Beverages Produced from Different Grapes and Collected from Different Households. *Journal of Agricultural Sciences.* 278-285.

COŞKUN, F. (2001). *Hardaliye Üretim Teknolojisi Üzerinde Bir Araştırma*. PhD Thesis., Trakya University, Tekirdağ.

DEWANTO, V., WU, X., ADOM, K.K. AND LIU, R.H., (2002), Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 1531-1535.

FERINGA, H. H. H., LASKEY, D. A., DICKSON, J. E., & COLEMAN, C. I. (2011). The effect of grape seed extract on cardiovascular risk markers: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the American Dietetic Association*, 111(8), 1173–1181.

FULEKİ, T. AND FRANCİS, F.J., (1968), Quantitative methods for anthocyanins. purification of cranbery anthocyanins. *Journal of Food Science and Agricultural*, 33, 266-274. (SHAHİDİ, F. and NACZK, M., (2003), Phenolics in food and nutraceuticals. CRC Pres).

GIOVINAZZO, G., & GRIECO, F. (2015). Functional properties of grape and wine polyphenols. *Plant Foods for Human Nutrition*, 70, 454–462.

GUCER, Y., AYDOGDU, H. VE DURGUN, T. (2009). A traditional Thracian beverage: 'hardaliye'. *Trakia Journal of Sciences*, 7 (2), 208-210.

HAAS, I.C.S., TOALDO, I.M., DE GOIS, J.S., BORGES, D.L.G., PETKOWICZ, C.L.O., & BORDIGNON-LUIZ, M.T. (2016). Phytochemicals, monosaccharides and elemental composition of the non-pomace constituent of organic and conventional grape juices (VitislabruscaL.) : Effect of drying on the bioactive content. *Plant Foods Human Nutrition*,71,422–428.

HAVSTEEN, B., (1983). Flavonoids, a class of natural products of high pharmacological potency. *Biochem. Pharm*. 32, 1141–1148.

IVANOVA, V., STEFOVA, M., CHINNICI, F., (2010), Determination of the polyphenol contents in Macedonian grapes and wines by standardized spectrophotometric methods, *J. Serb. Chem. Soc.*, 75(1), 45-59.

JOSÉ JARA-PALACİOS, M., GONÇALVES, S., HERNANZ, DOLORES., HEREDİA, F. JOSÉ., ROMANO, A., (2018). Effects of in vitro gastrointestinal digestion on phenolic compounds and antioxidant activity of different white winemaking byproducts extracts. *Food Research International* 109 433–439.

KAR, P., LAIGHT, D., ROOPRAI, H. K., SHAW, K. M., & CUMMINGS, M. (2009). Effects of grape seed extract in Type 2 diabetic subjects at high cardiovascular risk: A double blind randomized placebo-controlled trial examining metabolic markers, vascular tone, inflammation, oxidative stress and insulin sensitivity. *Diabetic Medicine*, 26(5), 526–531.

KILIÇ S. (2013), *Siyah Üzüm Suyunda Biyoaktif Bileşikler ve Antioksidan Aktivitenin Proses Ve Depolamada Değişimi*. Ankara University. Institute of Science and Technology, Ankara.

KUHNAU, J., (1976), The flavonoids: a class of semi-essential food components: their role in human nutrition. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 24, 117–191.

ORAK, H.H., (2007), Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations, *Scientia Horticulturae*, 111, 235-241.

ÖZEN İ. (2015), *Siyah Üzüm Suyunda Antosiyanin Dağılımı ve İşleme ve Depolama Sırasında Değişimi*. Ankara University. Institute of Science and Technology. Ankara.

PARK, S. Y., LEE, Y.-H., CHOI, K.-C., SEONG, A.-R., CHOI, H.-K., LEE, O.-H., YOON, H.-G. (2011). Grape seed extract regulates androgen receptor-mediated transcription in prostate cancer cells through potent anti-histone acetyltransferase activity. *Journal of Medicinal Food*, 14(1–2), 9–16.

PRADO, F.C., PARADA, J.L., PANDEY, A. VE SOCCOL, C.R. (2008). Trends in nondairy probiotic beverages. *Food Research International*, 41 (2), 111-123.

SAĞBASAN B. H., (2015) *Türkiye'de Yaygın Olarak Tüketilen Kuru Kırmızı Meyvelerin İçerdiği Antioksidan Maddelerin Biyoerişilebilirliğinin İncelenmesi*. Istanbul Technical University. Graduate School of Natural and Applied Sciences. Department of Food Engineering. İstanbul.

SINGLETON, V.L. AND ROSSI, J.A., (1965). Colorimetry of total phenolics with phomolybdis-phosphotungistic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158. (SHAHIDI, F. AND NAZCK, M., (2003). Phenolics in Food and Nutraceuticals. CRC Press).

THIRUCHENDURAN, M., VIJAYAN, N. A., SAWAMINATHAN, J. K., & DEVARAJ, S. N. (2011). Protective effect of grape seed proanthocyanidins against cholesterol cholic acid dietinduced hypercholesterolemia in rats. Cardiovascular Pathology, 20(6), 361–368.

VURAL T., (2011). *Üzüm çeşitlerinin antioksidan kapasiteleri ve bileşenleri açısından değerlendirilmesi.* Master's thesis. istanbul.

YANG J, MARTİNSONTE, LİU RH (2009). Phytochemical profiles and antioxidant activities of wine grapes. *Food Chemistry*, 116(1): 332-339.

TİTREŞİMİ ALGILAYAN VE ANALİZ EDEN KABLOSUZ GÖMÜLÜ SİSTEM TASARIMI

Bilal CANATAR
Yıldız Teknik Üniversitesi / Elektrik Elektronik Fakültesi / Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
bilal.canatar@hotmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Baykal SARIOĞLU
İstanbul Bilgi Üniversitesi / Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi / Elektrik ve Elektronik Mühendisliği
baykal.sarioglu@bilgi.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Revna Acar VURAL
Yıldız Teknik Üniversitesi / Elektrik Elektronik Fakültesi / Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
racar@yildiz.edu.tr

Özet
Gömülü sistemler algılama, işleme ve iletişim yeteneklerinden oluşan, donanım ve yazılım alt birimleri ile bir araya gelmiş tümleşik sistemlerdir. Bu yetenekleri ile gömülü sistemler çeşitli bilimsel ve endüstriyel alanlarda birçok yeni uygulamalar oluşturmuştur. Gömülü sistemlerin çoğu sabit bataryaların sağladığı gücü tüketir. Bu yüzden sistemin uzun süre çalışması için bu enerji kaynağını etkili bir şekilde kullanılması gerekir. Böylelikle gömülü sistemlerin çeşitli saha uygulamalarında uzun süre ve devamlı kullanımına olanak sağlanabilmektedir. Bu saha uygulamalarından biride yapıların titreşim analizinin gerçekleştirilmesidir. Yapıların titreşim analizinin gerçekleştirilmesi ve frekansının tespiti yapının ömrü için büyük önem arz etmektedir. Günümüzde, titreşim analizinin sahada gerçekleştirilmesi için LDV (Laser Doppler Vibrometer) tekniği, görüntü işleme gibi yüksek güç ve karmaşık donanım ihtiyacı olan sistemler kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yerleştirildiği yapının titreşim analizini gerçekleştiren kablosuz, düşük güç tüketimine sahip bir gömülü sistem ortaya koymaktır. Bu gömülü sistemde kullanılan güç yönetim devresi işlemciyi belirli aralıklarla çalıştırır. Enerjilenen işlemci ile yapı üzerinden titreşim sinyalleri elde edilir. Bu sinyaller FFT yöntemiyle işlenir ve analiz edilir. Veriler analiz edildikten sonra frekans değeri sunucuya düşük enerjili bluetooth teknolojisini kullanan beacon tarafından kablosuz iletilir. Daha sonra güç yönetim devresi tarafından işlemcinin enerjisi kesilip kesilmemesine göre işlem tekrar etmektedir. Böylece hem enerjinin etkili bir şekilde kullanılması hem de yapının durumunu uzaktan gerçek zamanlı izlenmesine olanak sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gömülü Sistem, Kablosuz Sensör, Beacon, Titreşim Analizi, Hızlı Fourier Dönüşümü.

VIBRATION DETECTION AND ANALYSIS BASED ON A WIRELESS EMBEDDED SYSTEM

Abstract
Embedded systems are integrated systems consisting of hardware and software sub-units with the capabilities of detection, processing and communication. With these capabilities, embedded systems have created many new applications in various scientific and industrial fields. Most embedded systems consume the power provided by fixed batteries. Therefore, this energy source must be used effectively by the embedded system. This enables long-term and continuous use of embedded systems in various field applications. One of these field applications is the vibration analysis of structures. Performing vibration analysis and frequency determination of structures is significant for the life of the structure. Systems with the requirements of high power and complex hardware such as LDV (Laser Doppler Vibrometer) technique and image processing are used to perform vibration analysis in the field

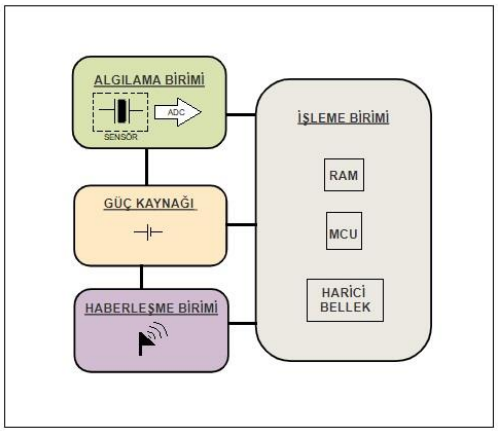
applications. The aim of this study is to provide wireless low power consumption embedded system that performs vibration analysis of the structure in which it is placed. The power management circuit used in this embedded system operates the processor periodically. Vibrating signals are captured from the structure with the energized processor. These signals are processed and analyzed by the FFT method. After the data is analyzed, the frequency value is transmitted to the server by the beacon using low energy bluetooth technology. The process is repeated according to whether the processor is powered by the power management integrated circuit. In this way, both the effective use of energy and the real-time monitoring of the state of the structure are provided.

Key Words: Embedded System, Wireless Sensor, Beacon, Vibration Analysis, Fast Fourier Transform

1. GİRİŞ

Yapıların analizi etraftaki insanlara ve yapının kendisine zarar verebilecek olası kazaları önlemek için önemlidir. Yapıların durumunu ortaya çıkaran önemli parametrelerden biride titreşim ölçümüdür (Arias-Esquivel ve ark., 2016). LDV (Laser Doppler Vibrometer) ve yüksek hızlı lazer girişimölçer yüksek doğrulukta ölçüm yapan temassız tipte cihazlar olmasına rağmen maliyetleri oldukça yüksektir. Aynı zamanda Kamera donanımındaki hızlı ilerlemenin yanı sıra, son yıllarda kameralarla titreşim ölçümü konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Fakat kamera kullanan yöntemlerinde ölçüm çözünürlükleri ve örnekleme hızları ivmeölçerlerden daha düşüktür (Roy ve ark., 2016). Titreşim temelli analizde kullanılan bu geleneksel teknikler oldukça zaman alabilmekte ve donanımlarda genel olarak pahalı ve karmaşık olmaktadır. Bu nedenle yapıların analizi için gömülü sistem tercih edilmiştir.

Gömülü sistemlerde kablosuz iletişim, bütünleşmiş devreler (IC), sensörler ve mikro-elektromekanik sistemler (MEMS) teknolojisindeki gelişmeler ile düşük maliyetli ve düşük güçlü sistemlerin tasarlanmasına olanak sağlanmıştır. Bir gömülü sistemin genel mimarisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Herhangi bir elektronik sistemde olduğu gibi, gömülü bir sistem üzerinde işlem yaptığı bir donanım platformu vardır. Bunlar genel olarak iletişim, algılama, bilgi işlem, güç, zamanlayıcı ve hafıza birimlerinden oluşmaktadır (Yüksel, 2019). Bu gömülü sistemlerin çalışması bataryaya bağlıdır ve güç tüketimi, tasarımlarını önemli ölçüde etkileyen ana faktörlerden biridir. Bu yüzden bu enerjinin etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

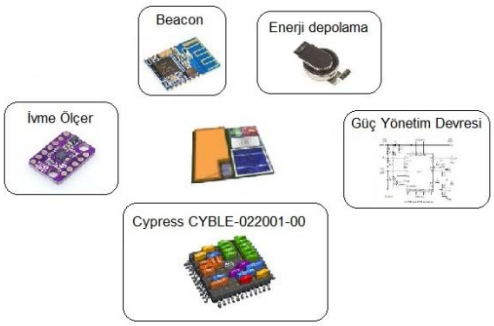


Şekil 1. Gömülü sistemin genel mimarisi

Gömülü sistemler üzerinde karmaşık işlemlerin yapılabilmesinde etkili çözüm yaklaşımları mevcuttur. Bu çözümler gömülü sistemlerin etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Fakat bu çözümlerin pratik uygulaması fazla zaman alabilmektedir. Gömülü sistemler için uyarlanmış otomatik kod üretme araçları bu sorunların üzerinden gelmektedir (Takács ve ark., 2016). Bu çalışma otomatik kod üretme araçlarının verimliliğini ve performansını kullanmaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada titreşimi analiz etmek için BMI-160 ivmeölçer, kablosuz iletişim için düşük enerjili bluetooth teknolojisi olan beacon sensörü, mikrodenetleyici olarak ise Arm-Cortex M0 tabanlı cypress işlemci tercih edilmiştir. Bu donanımların tercih etmekte en büyük neden düşük enerji ile çalışabilmeleridir. Tasarlanan bu sistemin şeması Şekil 2'de gösterilmektedir. Titreşim analiz etmek ve işlemci üzerinde uygulayabilmek içinde MATLAB ve üçüncü parti uygulamalar kullanılmıştır.



Şekil 2. Sistem blok şeması

2.1.Beacon

Bluetooth, IEEE 802.15.1 olarak standartlaştırılmış 2,4GHz - 2,48GHz frekans bandında çalışan bir kablosuz veri aktarım teknolojisidir. BLE (Bluetooth Low Energy) olarak kısaltılmış olan ise düşük güçlü uygulamalar için optimize edilmiş bir Bluetooth sürümüdür. Klasik bluetooth'un aksine, frekans bandı 2MHz genişliğinde 40 kanala bölünür. Ayrıca BLE cihazlarda veri aktarımı kısa aralıklarla gerçekleşir. Bu nedenle bluetooth cihazlarına kıyasla enerji tasarrufuna büyük katkı sağlar. Beacon ise düzenli aralıklarla yakındaki cihazlara az miktarda veri yayınlayan özel bir BLE cihazıdır. Diğer BLE cihazlarının aksine, beacon normal çalışması sırasında cihazlar arasında bağlantı kurmaz ve herhangi bir veri almaz (Czurak ve ark., 2018). Bu nedenle beacon bluetooth teknolojisi içinde en az enerji tüken sürümdür. Bu çalışmada az enerji tüketen bir gömülü sistem ortaya koymak istendiği için beacon seçilmiştir.

2.2.İvmeölçer

İvmeölçer, hareket, yerçekimi veya titreşimden kaynaklanan ivme kuvvetini ölçen bir elektromekanik cihazdır. Bu kuvvetler, yerçekimi kuvveti, dinamik duyu hareketi veya titreşimler gibi statik olabilir. Matematiksel olarak hızlanma, hız veya hızdaki değişimin zamana bölündüğü bir ölçümdür. Bu çalışmada yapılardaki titreşimi sinyalini elde etmek için BOSH tarafından üretilen BMI160 ivmeölçer sensörü kullanılmıştır. BMI160 yüksek hassasiyetli, düşük güçlü, düşük gürültüye sahiptir. İvmeölçer ve jiroskopun birlikte çalıştığı tam modda akım tüketimi 950 µA'dir (Bosch Sensortec, 2019).

2.3.Güç Yönetim Devresi

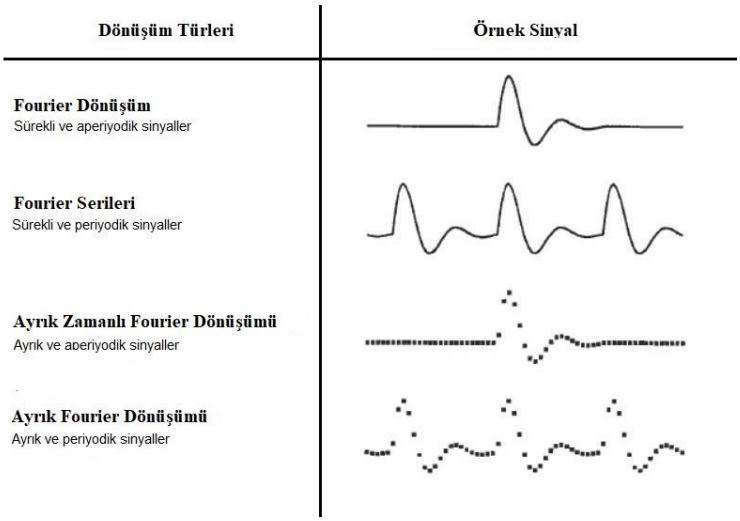
Güç yönetim entegre devreleri (PMIC), tek bir çip içerisinde güç kanalları ve güç yönetimi işlevlerini içeren entegre devrelerdir. Bu entegre devreler küçük pille çalışan aygıtlarda, sistem gücünün daha verimli kullanılması sağlar. Yüksek performanslı bu entegre devreler watt başına performansı en üst düzeye çıkarırken, çip üzerindeki sistemler SoC'ler, FPGA'lar ve uygulama işlemcileri gibi hesaplama açısından yoğun platformlar için sistem verimliliğini artırır (Maxim Integrated, 2019). Ek olarak gücün verimli kullanılması ile pil ömrünün uzatılmasına yardımcı olur.

Bizim çalışamızda Cypress S6AE103A entegresi kullanılmıştır. Bu entegre devresi, güç giriş bloğu, çıkış gerilimini ayarlama bloğu, depoloma ve zaman ayarlama bloğu olmak üzere dört ana bloktan oluşmaktadır.

2.4. Fourier Dönüşümü

Fourier dönüşümü 1768 yılında Joseph Fourier tarafından sinyallerin sinüzoidal fonksiyonların toplamları cinsinden yazılması olarak önerilmiştir (Kelleci ve ark., 2014). Fourier dönüşümü salınım

ve titreşim hareketleri gibi olayları incelemek için kullanılan bir fonksiyondur. Zaman alanında elde edilen bir sinyalin hızlı Fourier dönüşümünü yaparak frekans alanına dönüştürebiliriz.
Bir sinyal sürekli ya da kesikli olabilir ve periodik ya da periyodik olmayabilir. Bu iki özelliğin birleşimi Şekil 3'te gösterilen dört kategoriyi oluşturur.



Şekil 3. Fourier dönüşüm türleri

2.4.1. Ayrık Fourier Dönüşümü (DFT)

Eğer fonksiyon kesikli zaman aralıklarına ait değerlerden oluşuyorsa, ayrık frekanslardaki sinüzoidal fonksiyonların serisi şeklinde gösterilebilir. Ayrık Fourier dönüşümü aşağıdaki (1) numaralı denklemde ifade edilmektedir.

$$X\,[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-2\pi jnk\,/N} \tag{1}$$

MATLAB sıfır veya negatif endeks kullanamayacağından, MATLAB'de endeks 1'den başlamaktadır.

2.4.5. Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT)

Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) farklı veya yeni bir frourier dönüşümü değildir. Ayrık Fourier Dönüşümünü (DFT) daha verimli bir şekilde hesaplamak için kullanılan bir algoritmadır. Bir bilgisayarda DFT'yi hesaplamak için geçen zaman N^2çarpma gerektirirken FFT sadece $N \log_2(N)$ çarpmaya ihtiyaç duyar (Huang ve ark., 2016). Burada N ayrık Fourier dönüşümünün uzunluğudur. Aynı zamanda N sayısı 2'nin katları olacak şekilde sınırlandırmıştır.

Ayrık Fourier dönüşümü denklemi aşağıda (2) denkleminde olduğu gibi yeniden yazılır.

$$X\,[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] W_N^{nk} \tag{2}$$

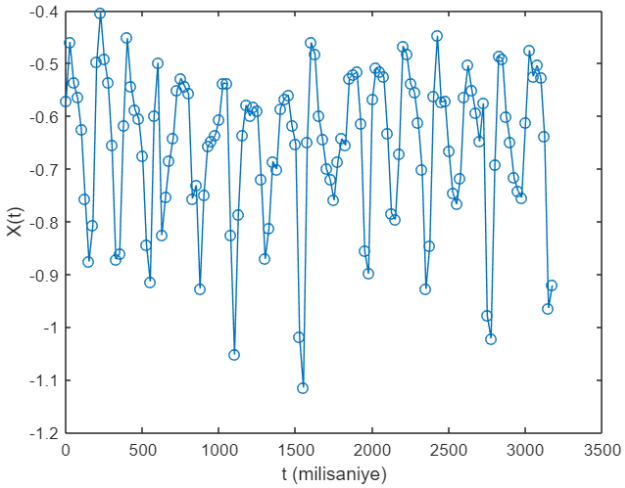
Burada faz faktörü W_N aşağıda (3) denkleminde gösterildiği gibi ifade edilmektedir.

$$W_N = e^{-j2\pi/\mathrm{N}} \tag{3}$$

2.4.6. MATLAB ile Fourier Dönüşümü

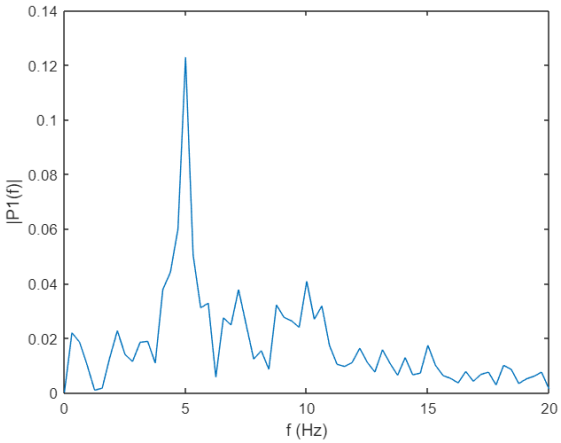
Bu bölümde MATLAB ile zaman alanında elde edilen örnek bir titreşim sinyalinin Fourier dönüşümü ile frekans alanına dönüşümü gösterilecektir. Matlab'da Hızlı Fourier Dönüşümü için fft() fonksiyonu kullanılmaktadır.

Şekil 4'de yaklaşık üç saniye boyunca elde edilen titreşim sinyalinin örnekleme frekansı 40Hz ve sinyal uzunluğu 128'dir.



Şekil 4. Örnek zaman alanında titreşim sinyali

Şekil 4'deki sinyale FFT uygulandığında aşağıdaki şekil 5 oluşmaktadır.



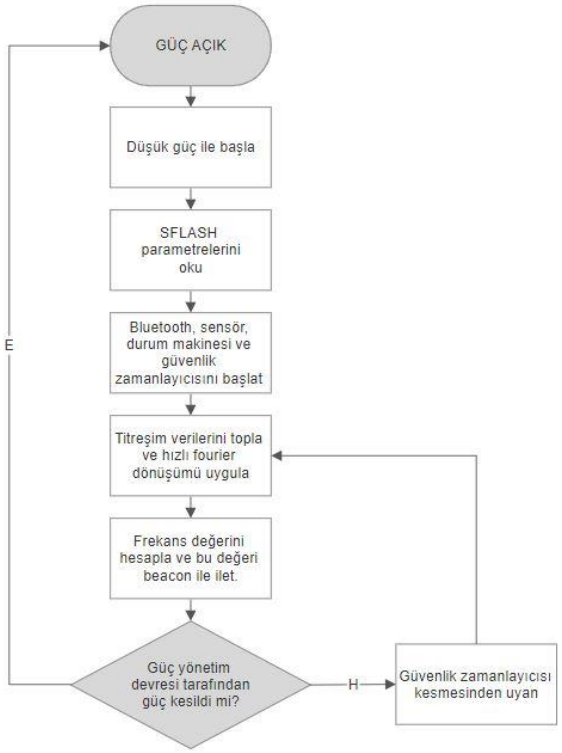
Şekil 5. Titreşim sinyaline FFT dönüşümünün uygulanması

İvmeölçer sensörü ile elde edilen Şekil 4'deki titreşim sinyaline FFT uygulandıktan sonra Şekil 5'de görüldüğü gibi maksimum genliğe karşılık gelen frekans değeri 5 hertz olduğu görülmüştür.

Tasarlanan gömülü sistemde belirli aralıklarla ivmeölçer ile titreşim sinyalini zaman alanında elde etmektedir. Daha sonra bu sinyale Fourier dönüşümü uyguladıktan sonra elde ettiği maksimum güce karşılık gelen frekans değerini beacon ile kablosuz olarak iletmektedir. Bu işlem güç yönetim devresi tarafından belirlenen süre ile tekrar etmektedir.

2.5. Yazılım

Bu çalışmadaki tüm işlemler ARM Cortex-M0 tabanlı işlemci üzerinde yapılmıştır. Fourier dönüşümünü gerçekleştirmek için MATLAB Code Generation aracı kullanılmıştır. Bu kod üretimin ARM tabanlı işlemcilerde daha etkili olması için üçüncü parti uygulamalar ile desteklenmiştir. Bu dönüşüm sonrasında elde edilen Fourier kütüphanesi, diğer sensörlerle PSoC Creator 4.1 kullanılarak birleştirilmiştir. Oluşturulan bu gömülü sistemin yazılım mimarisi aşağıda Şekil 6'da özetlenmiştir.



Şekil 6. Sistem yazılımının akış şeması

3. SONUÇ

Yapıların analizi insanlara ve yapının kendisine zarar verebilecek olası kazaları önlemek için önemlidir. Yapının durumu hakkında bilgi alabilmenin bir yolu da titreşim analizi yapmaktır. Bunu gerçekleştirmek için kullanılan geleneksel teknikler yüksek güç tüketmekte ve maliyetleri oldukça fazladır. Önerilen bu gömülü sistem, geleneksel tekniklere göre daha az enerji tüketmektedir ve de daha az maliyetlidir. Ayrıca titreşim temelli analizde kullanılan geleneksel teknikler oldukça zaman alırken bu sistem ile titreşimi analiz etmek daha kısa sürmektedir. Böylelikle önerilen bu gömülü sistem ile yapının durumunu uzaktan gerçek zamanlı izlenmesine olanak sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

Arias-Esquivel Y., Salazar-García C., & González-Gómez J. 2016. Real-time vibration analysis for structure fault detection. In *2016 IEEE 36th Central American and Panama Convention (CONCAPAN XXXVI)* 1-4. IEEE.

Bosch Sensortec, BMI160 01/10/2019 tarihinde https://www.bosch-sensortec.com/bst/products/all_products/bmi160 adresinden alındı.

Czurak P., Maj C., Szermer M., & Zabierowski W. 2018. Impact of Bluetooth low energy on energy consumption in Android OS. In *2018 XIV-th International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)* 255-258. IEEE.

Huang W., & MacFarlane D. L. 2016. Fast fourier transform and matlab implementation. *The University of Texas at Dallas. Dr. Duncan L. MacFarlane. Web*, *24*.

Kelleci B., Öner M., & Başaran H. 2014. Hızlı Fourier Dönüşümünün FPGA Uygulamasının SQNR Simülasyonu. Eleco 2014 Elektrik – Elektronik – Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu.

Maxim Integrated *PMICS* 02/10/2019 tarihinde https://www.maximintegrated.com/en/products/power/power-management-ics/low-power-pmics.html adresinden alındı.

Roy D., Mukherjee S., Bhowmik B., Sinharay A., Dasgupta R., & Pal, A. 2016. An autonomous, non-invesive vibration measurement system using stroboscope. In 2016 10th International Conference on Sensing Technology (ICST) 1-6. IEEE.

Takács G., Zometa P., & Findeisen R. 2016. Efficiency and performance of embedded model predictive control for active vibration attenuation. In 2016 European Control Conference (ECC) 1334-1340. IEEE.

Yüksel M. E. 2019. Design and Implementation of A Batteryless Wireless Embedded System for IoT Applications. Electrica, 19(1), 1-11.

KALSİNE KOLEMANİTİN MİNERALOJİK VE TERMAL ANALİZİ

Doç. Dr. Aydın Rüşen
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fak., Metalurji ve Malzeme Müh. Karaman, Türkiye
aydinrusen@kmu.edu.tr

Özet
Bor gösterdiği üstün özelliklerden dolayı endüstrinin vaz geçilmez hammaddelerinden biridir. Dünya üzerindeki rezervlerinin % 70'inden fazlası Türkiye'de bulunan bor, doğada her zaman bir mineral olarak ortaya çıkmaktadır. Bu minerallerden Kolemanit, Tinkal ve Üleksit en yaygın olarak bulunan bor mineralleridir. Bor mineralleri cam ve seramik sektöründen tarım ve metalurjiye kadar birçok alanda aktif olarak kullanılmakta ve yeni uygulama alanları da geliştirilmektedir. Bu uygulama alanları içerisinde Metalurji sektöründe olduğu gibi yüksek sıcaklık gerektiren uygulamalarda kullanıldığından sıcaklık değişimi ile kolemanit yapısında meydana gelebilecek değişimlerin gözlenmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada, kalsine edilmiş kolemanitin mineralojik yapısı ve termal davranışı XRD ve TGA-DTA cihazları yardımıyla incelenmiştir. Böylece, kalsine kolemanitin mineralojik yapısı ve sıcaklık artışı ile yapısındaki değişimler ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kalsine Kolemanit, Mineralojik analiz, Termal analiz

MINERALOGICAL AND THERMAL ANALYSES OF CALCINED COLEMANITE

Abstract
Boron is one of the indispensable raw materials of the industry because it has the capacity to make a wide variety of compounds and absorb neutrons as elements. More than 70% of boron reserves are located in Turkey. Boron always occurs in nature as a mineral. Although there are several types of boron minerals in the earth, Colemanite, Tinkal and Uleksit are the most widespread boron minerals in the world. Boron minerals are actively used in many sectors (glass, ceramic, agriculture, metallurgy etc.) and new application fields are also being developed. As it is used in high temperature applications such as metallurgy sector, it is very important to observe the changes in temperature and colemanite structure. In this study, mineralogical structure and thermal behavior of colemanite after calcination were investigated by X-Ray Difractometer (XRD) and Thermal Gravimetric – Differential Thermal Analysis (TGA-DTA) devices. Thus, mineralogical structure and thermal behavior of calcined colemanite were revealed.

Keywords: Calcined Colemanite, Mineralogical analysis, Thermal analysis. .

1. GİRİŞ

Toplam rezervlerinin %70'inden fazlası Türkiye'de bulunan bor, doğada serbest (element) halde bulunmaz. Kil ve diğer empüritelerle birlikte mineral halinde bulunur. Yeryüzünde çok çeşitli bor mineralleri olmasına karşın ticari olarak bulunan en yaygın bor mineralleri; Kolemanite ($2CaO{\cdot}3B_2O_3{\cdot}5H_2O$) ve Tinkal'dir ($Na_20{\cdot}2B_2O_3{\cdot}10H_2O$) (Çelik et al. 1995). Bor veya bor bileşiklerinin başlıca kullanım alanları cam, tarım, seramik ve temizlik sektörleri gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, kozmetik, tekstil, boya ve nükleer teknoloji, enerji depolama, ve metalurji endüstrisi gibi yeni uygulama alanları da oluşturulmaktadır (Frost et al. 2013).

Metalurji sektöründe, yüksek sıcaklık uygulamalarında borlu ürünler koruyucu ve temiz bir eriyik eldesi için cüruflaştırıcı olarak ve ayrıca ergimeyi hızlandırıcı katkı olarak kullanılmaktadır. Özellikle, demir-çelik endüstrisinde, bazik oksijen fırınında (BOF) çelik üretimi sırasında ilave edilen CaF_2 yerine akışkanlaştırıcı olarak kolemanit kullanımı ve yine sinterleme aşamasında kolemanit kullanımı test edilmiştir (Timuçin vd. 1986; Sek vd. 1986; Özmen & İnger 2006; Obst vd. 1972). Bu çalışmalarda, kolemanitin kullanımının cürufun erime noktasını azaltıcı, cüruf akışkanlığını arttırıcı ve kireç ile magnezya'nın çözünürlüğünü arttırıcı etkileri olduğu belirtilmiştir. Ancak, çelik üretiminde

kolemanit kullanımının önemli bir dezavantajı olarak kolemanit içindeki borun indirgenmesi ve metal faza geçirilmesi sonucu (>30 ppm) haddeleme veya dövme işleminde problem oluşturabileceği bildirilmiştir. Bakır metalürjisinde ise bor kullanımı ile ilgili Rusen ve ark. (Rusen vd. 2012a; 2012b; 2016a; 2016b) tarafından yakın zamanda bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda, kolemanit ilavesinin cürufun erime noktasını düşürdüğü, cürufun akışkanlığını artırdığı ve böylece curufa olan bakır kayıplarını azalttığı belirtilmiştir.

Son zamanlarda kolemanitin özellikle metalurji, cam ve seramik gibi yüksek sıcaklık uygulamaları gerektiren endüstrilerde kullanımını araştırıldığından, sıcaklık artışı ile kolemanit yapısındaki değişimlerin ortaya konulması gerekmektedir. Çok az sayıda araştırmacı (Frischat & Herr 1977; Hartung & Heide 1978; Kloss 1982; Waclawska vd. 1988; Stoch vd. 1993; Waclawska 1997; Yildiz 2003; Frost vd. 2016) bugüne kadar genellikle termo-gravimetrik yöntemler (TG-DTA) kullanarak kolemanitin termal davranışı incelenmiştir. Kolemanitin sıcaklıkla yapısal değişimini ortaya koyan son çalışma yüksek sıcaklık XRD cihazı ile azot atmosferi altında oda sıcaklığından 1100 ºC'ye kadar her 50 ºC'de bir XRD ölçümü alınarak yapılmıştır (Rusen 2018). Geçmişte yapılan çalışmalardan bilindiği üzere, kolemanit yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılmadan önce içerdiği kimyasal bağlı suyun uzaklaştırılması için kalsinasyon işlemine tabii tutulur. Böylece yüksek sıcaklık proseslerine kolemanit ilavesinde yapıdan aniden uzaklaşacak kimyasal bağlı suyun verebileceği olumsuz etkiler önlenmiş olur. Literatürde kolemanitin kalsinasyon sıcaklığı olarak 400 ºC civarı belirlenmiştir. Ancak, Rusen (2018) tarafından yapılan son çalışmada 400 ºC'nin kimyasal bağlı suyun tamamen uzaklaştırılması için yeterli olmadığını göstermektedir. Bu sebeple, bu çalışmada önceden 400 ºC'de kalsine edilmiş kolemanitin mineralojik yapısı ve termal davranışı XRD ve TGA-DTA cihazları yardımıyla incelenerek sıcaklık artışı ile kalsine kolemanit yapısındaki değişimler ortaya çıkarılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

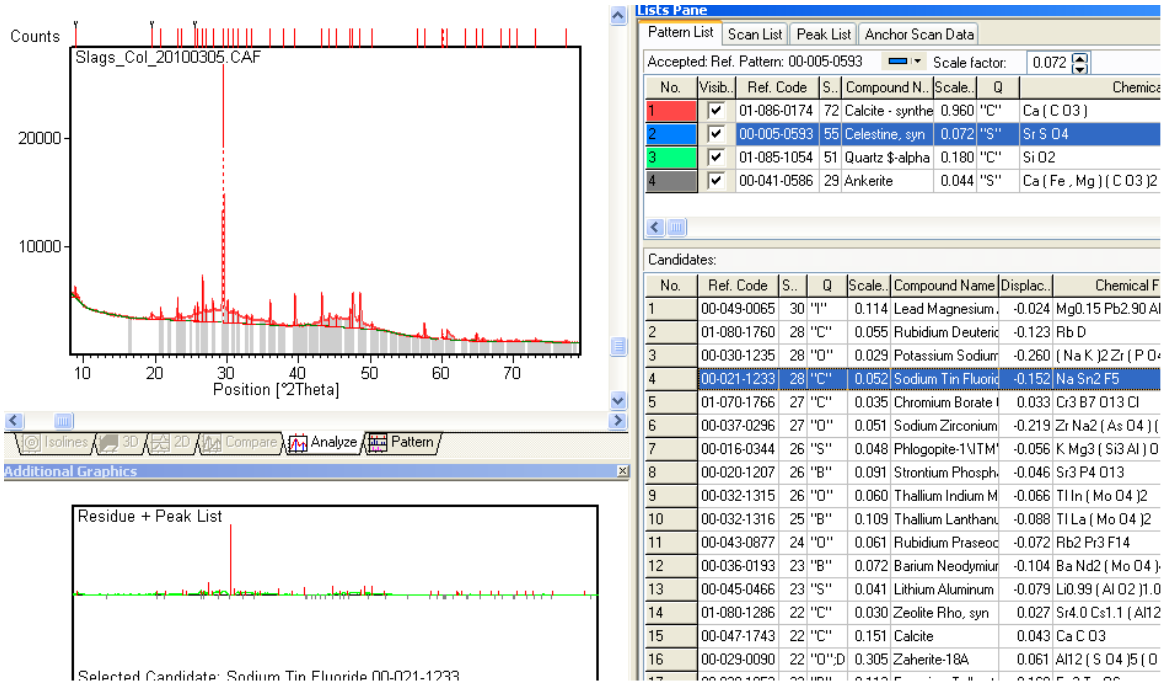
Kolemanit, ($2CaO{\cdot}3B_2O_3{\cdot}5H_2O$) kimyasal formüllü bor minerallerinin bir türüdür. Bu çalışmada Eti Maden İşletmeleri A.Ş. tarafından ticari bir ürün olarak satılmakta olan -75 µm partikül büyüklüğüne sahip öğütülmüş kolemanit minerali ilgili işletmeye ait Bigadiç Fabrikası'ndan (Balıkesir-Türkiye) temin edilerek kullanılmıştır. Öğütülmüş kolemanitin kimyasal bileşiminin % 41 B_2O_3, % 26 CaO, % 5 SiO_2, %24 civarında kızdırma kaybı (LOI) ve kalan kısmının SrO, MgO ve Al_2O_3 'ten oluştuğu Eti Maden İşletmeleri A.Ş. tarafından bildirilmiştir. Bu çalışmada, öğütülmüş kolemanit minerali, 400 ° C'de 24 saat boyunca bir kül fırını içerisinde kalsinasyona tabii tutulduktan sonra elde edilen kalsine kolemanit bu çalışma kapsamında termal ve mineral analiz için kullanılmıştır. Elde edilen kalsine kolemanitin % 51,7 B_2O_3, % 27,7 CaO, % 8,6 $CaCO_3$, % 7,9 SiO_2 ve % 4,1 diğer oksitlerden (Al_2O_3, MgO vb.) oluştuğu tespit edilmiştir.

Kalsine kolemanitin mineralojik karakterizasyonunu yapmak için, Bremen Üniversitesi Yerbilimleri Bölümünde bulunan PW 1800 X-Ray Difraktometre model XRD cihazı kullanılmıştır. Kırınım deseni kaydedilmiş ve CuKα radyasyonu ile 0.02º aralıklarda dedektör dönme açısı 10 - 80° arasında yatay bir skalaya (2Θ) karşı çizdirilmiştir. Kalsine kolemanitin termal analizi ise azot atmosferinde oda sıcaklığından 1200 ºC'ye kadar Bremen Üniversitesi Yerbilimleri Bölümünde bulunan Netzsch / STA 449 F3 modeli ile gerçekleştirilmiştir.

3. DENEYSEL BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Kalsine Kolemanitin Mineralojik Karakterizasyonu

Kalsine kolemanit numunesi mineralojik analiz için PW 1800 X-Işını Difraktometresi kullanılarak ölçüm yapıldıktan sonra örneğe ait fazlar "Panalytical X'Pert High Score Programı" (PHSP) kullanılarak belirlenmiş ve Şekil 1'de verilmiştir.



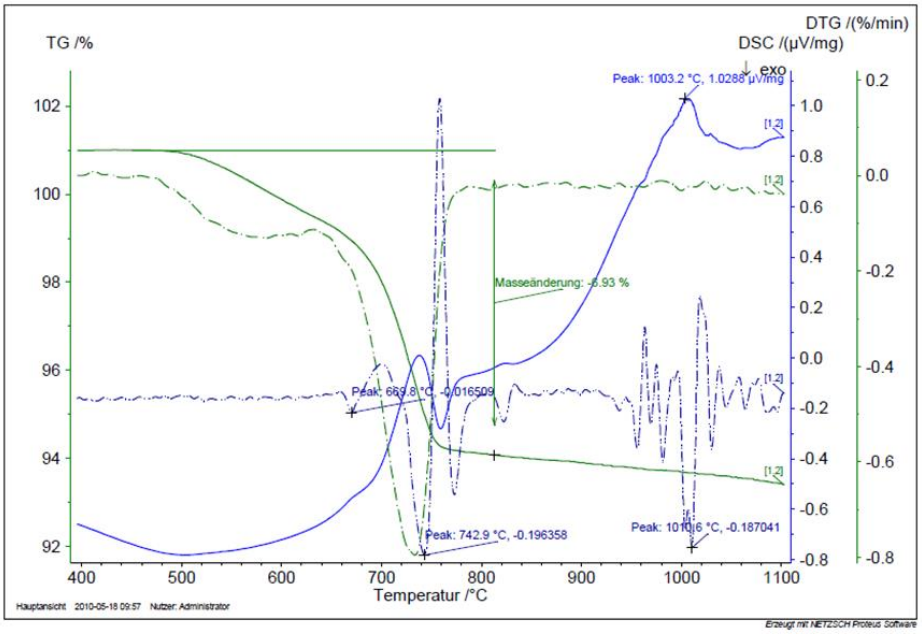
Şekil 1. Kalsine kolemanit için X'Pert High Score Programı Analiz sonucu

Şekil 1'den görüldüğü üzere kalsine kolemanite ait XRD diyagramında Kalsit (Calcite- $CaCO_3$) ve Silika (Quartz – SiO_2) fazları ana fazlar olarak görülmektedir. Bu fazlar dışında Selestin (Celestine- $SrSO_4$) ve Ankerit (Ankerite- $Ca(Fe,Mg)CO_3$) fazları tespit edilmiştir. Daha önce yapılmış olan çalışmalardan (Rusen 2018) 350 ºC'den sonra ticari kolemanitin içerdiği kimyasal suyun uzaklaşmaya başladığı ve kristal yapısının bozulmaya başlayarak amorf hale dönüştüğü bilinmektedir. Bu sebeple, bu çalışmada incelenen 400 ºC'de kalsine edilmiş kolemanitin bu sıcaklıklarda amorf bir yapıya sahip olduğu beklenmekteydi. Ancak, Şekil 1'den anlaşılacağı üzere yapıda sadece bor içerikli kısımlar (kolemanit: $2CaO.3B_2O_3$) amorf yapıya sahipken kalsit, silika ve selenit gibi yapılar hala kristal formunu korumaktadır.

Bu yapı üzerine Bremen Rietveld Structure Suit (BRASS) programı yardımıyla Rietveld analiz uygulandığında kalsine kolemanit yapısında çok yüksek miktarda amorf yapı olduğundan kabul edilebilir bir Rp değeri elde edilememiştir. Kimyasal analiz sonucu kalsine kolemanitin yaklaşık %52 B_2O_3 içerdiği dikkate alındığında susuz kolemanit yapısının ($2CaO.3B_2O_3$) oluşabilmesi için %28 civarında CaO'ya ihtiyaç duyulur. Sadece kolemanit fazının (~ %80) amorf faza gittiği düşünülürse, kalan değer kristal faz için % 20'ye karşılık gelmektedir. Bu oran kalsine kolemanit analizinde verilen %8,6 CaCO3, % 7,9 SiO_2 ve % 4.1 diğer oksitlerin (Al_2O_3, MgO ve SrO) toplamına denk gelmektedir.

3.2. Kalsine Kolemanitin Termal Analizi

Kalsine kolemanitin termogravimetrik analizi Netzsch/STA 449 F3 modeli ile azot atmosferinde 10 ºC/dk ısıtma hızıyla oda sıcaklığından 1200ºC'ye kadar ısıtmak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Kalsine kolemanitin TG-DTA analizi ile ısıl davranışından elde edilen ölçüm sonuçları Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2. Kalsine kolemanitin termal analiz sonucu

Birçok yazar kolemanitin termal bozunmasını araştırmıştır. Bu çalışmaların sonuçları birbirinden küçük farklılıklar göstermektedir. Bunun sebebi çalışmalarda kullanılan örneklerin farklı bölgelerden temin edilmesinden kaynaklanmaktadır. Hartung & Heide (1978), kolemanitin dehidrasyonunun 60-430 ºC aralığında gerçekleştiğini ve 680 ºC'ye kadar amorf yapıda olduğunu ve yeni faz kristalleşmesinin bu sıcaklıktan sonra başladığını belirtmiştir. Frischat & Herr (1977) tarafından yapılan çalışma, endotermik etkilerin, kimyasal olarak bağlı kolemanit suyunun kaybı ile 50-400 ºC aralığında meydana geldiğini ve 650-800 ºC'deki endotermik etkilerin ise kalsit bozunmasından kaynaklandığını açıklamıştır. Waclawska (1998), 320 ile 400 ºC arasındaki iki endotermik pik için dehidrasyon, ve 741 ºC'de gözlenen ekzotermik pik için yeni fazın kristalleşmesi reaksiyonlarına ait olduğunu belirtilmiştir. Bu çalışmaların neredeyse tamamı kolemanitin kimyasal bağlı suyunu 400 ºC civarında tamamen bıraktığını iddia etmektedir.

Kalsine kolemanitin termogravimetrik (TG) grafiğinden görüldüğü gibi, ısı artışıyla beraber kalsine kolemanit ağırlığının yaklaşık %7'sini iki adımda kaybetmektedir. Bu davranış, literatürde bahsedildiğinin aksine kimyasal olarak bağlanmış suyun tamamının 400 ºC'de kalsinasyondan sonra tamamen ayrılmadığını göstermektedir. Kalsine kolemanitin 480 - 630 °C arasında yaklaşık %3'lük bir kaybı olduğu görülmektedir. Rusen (2018) tarafından yapılan çalışmada ise, 350 °C'den sonra kolemanitin kademeli olarak amorf bir yapıya dönüşmeye başladığı ve 650 °C'ye kadar tamamen amorf biçimde kaldığı, bu sıcaklıktan sonra ise tekrar kristalize olarak $2CaO.B_2O_3$ ile $CaO.B_2O_3$ yapılarının kristallendiği belirtilmiştir. Bu durum önceki çalışma ile uyumlu sonuçlar vermektedir. TG grafiğindeki ikinci ağırlık kaybı yaklaşık %4 olarak 630 - 800 °C aralığında gerçekleşmiştir. Rüşen'in (2018) kolemanitin termal davranış çalışmasına dayanarak, ikinci safhanın kalsine kolemanitten CO_2 uzaklaştırılmasından (kalsitin bozundurulması) kaynaklandığı sonucuna varılabilir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, bor mineralleri içinde en yaygın olarak bulunan ve kullanılan bileşiklerden biri olan kolemanitin 400 ºC'de kalsine edildikten sonra elde edilen ve kalsine kolemanit olarak adlandırılan numunenin termal ve mineralojik karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Kalsine kolemanitin XRD analizinde, mineralojik yapısının çoğunlukla amorf olduğu (~ %80; bor içerikli bileşikler), kristal fazı ise $CaCO_3$, SiO_2, selenit ($SrSO_4$) ve Ankerit ($Ca(Fe,Mg)CO_3$) yapılarının oluşturduğu belirlenmiştir. Kalsine kolemanitin termal analizi sonucunda, yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılacak olan kolemanitin içerdiği kimyasal bağlı suyun tam olarak uzaklaştırılabilmesi için 400 oC'nin yeterli olmadığı ve daha yüksek sıcaklıklarda (600 ºC'nin altında) kalsinasyonun yapılması gerektiği

belirlenmiştir. Kolemanit kullanılması planlanan ileriye dönük metalurjik çalışmalarda bu husus dikkate alınmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada XRD ve TG-DTA ölçümlerinin yapılmasına destek veren Bremen Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Kristalografi grubu çalışanlarına teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Celik MS, Suner F 1995. A Thermodynamic Analysis of the Decrepitation Process, Thermochimica Acta 254, 167-173.

Frischat GH and Herr K 1977. Verhalten von B2O3-Rohstoffen beim Erschmelzen von Glas, Glastechnik Berichte 50 (5), 89 -93.

Frost RL, Scholz R, Ruan X, Lima R 2016. Thermal Analysis and Infrared Emission Spectroscopy of the Borate Mineral Colemanite, Journal of Thermal Analysis and Calorimetre 124, 131-139.

Frost RL, Xi Y, Scholz R, Belotti FM, Filho CM 2013. Infrared and Raman Spectroscopic Characterization of the Borate Mineral Colemanite-CaB3O4(OH)3·H2O-Implications for the Molecular Structure, Journal of Molecular Structure 10, 23-37.

Hartung E and Heide K 1978. Investigation of Phase Transitions of Hydrated Borates at Non-isothermal Conditions, Kristall und Technik 13 (8) 57-60.

Ozmen L, Inger E 2006. Colemanite in Steel Production, in: Sohn Int. Symp., TMS, San Diego, 299-306.

Obst KH, Stradtman J 1972. The Influence of Lime and Synthetic Lime Products on Steel Production, Journal of South African Institue Mineral and Metallurgy 72, 158-165.

Ruşen A, Geveci A, Topkaya YA, Derin B 2012a. Investigation of Effect of Colemanite Addition on Copper Losses in Matte Smelting Slag, Canadian Metallurgical Quarterly, 51, 157-169.

Ruşen A, Geveci A, Topkaya YA 2012b. Minimization of Copper Losses to Slag in Matte Smelting by Colemanite Addition, Solid State Science 14, 1702-1706.

Ruşen A, Geveci A, Topkaya YA, Derin B 2016a. Investigation of Copper Losses to Synthetic Slag at Different Oxygen Partial Pressure, Journal of Metals 68, 2316-2323.

Ruşen A, Geveci A, Topkaya YA, Derin B 2016b. Effects of Some Additives on Copper Losses to Matte Smelting Slag, Journal of Metals 68, 2323-2332.

Kloss SW 1982. Application of Differential Thermal Analysis in Mineralogy, Journal of Thermal Analysis 23, 15-24.

Waclawska I, Stoch L, Paulik J, Paulik J 1988. Thermal Decomposition of Colemanite, Thermochimica Acta 126, 307-319.

Sek M, Aso A, Okubo Y 1986. Development of Dusting Prevention Stabilizer for Stainless Steel Slag, Kawasaki Steel Tech. Rep. Japan.

Stoch L, Waciawska I 1993. Thermal Decomposition of Hydrated Part 1. Thermal Decomposition of Pandermite Ca2B508(OH)3.2H20, Thermochiica. Acta 215, 255-263.

Timucin M, Sevinc N, Topkaya YA, Eric H 1986. Use of Colemanite in the Production of Iron and Steel, Technical Report (No: 84-04-07-00-13), METU, Ankara.

Yildiz Ö 2004. The Effect of Heat Treatment on Colemanite Processing : A Ceramics Application, Powder Technology 142, 7-12.

Waclawska I 1997. Thermal Behaviour of Mechanically Amorphized Colemanite, Journal of Thermal Analysis 48, 145-154.

EFFECT OF AMMONIUM ACETATE CONCENTRATION ON METAL RECOVERY FROM INDUSTRIAL ZINC LEACH RESIDUES

Assoc. Prof. Dr. Aydın Rüşen
Karamanoğlu Mehmetbey University, Dept. of Metallurgical and Material Engineering, Karaman, Turkey.
aydinrusen@kmu.edu.tr

Mahmut Sami Alkan
Karamanoğlu Mehmetbey University, Dept. of Metallurgical and Material Engineering, Karaman, Turkey.
msamialkan@gmail.com

Res. Assist. Mehmet Ali Topçu
Karamanoğlu Mehmetbey University, Dept. of Metallurgical and Material Engineering, Karaman, Turkey.
topcumali@kmu.edu.tr

Abstract
Various solid wastes are produced in the zinc-lead industry with different contents. One of them is industrial zinc leach residue arising from filtration step in zinc production from carbonate ores. In this study, industrial zinc leach residue was tested to able to extract lead and zinc at five different levels of ammonium acetate (AA) concentrations, which were 1, 3, 5, 7 and 9 molarite (M). During the experimental trials, the following parameters were kept constant; Solid/liquid ratio: 1/10 (g/mL); reaction duration: 4 hour; reaction temperature: 45 ^{o}C; stirring rate: 600 rpm. Preliminary results obtained from experimental studies showed that leaching efficiencies of lead and zinc are highly dependent on AA concentration. The maximum yields for zinc and lead by using 9M AA concentration could be achieved as 56% and 88%, respectively. Studies are continuing to investigate the effects of other parameters and to find optimum conditions.

Keywords: Ammonium acetate, Leach Residue, Metal recovery.

1. INTRODUCTION

In last decades, the recovery of industrial wastes called the secondary source in the production of metals has become very important due to depletion of high grade ores and increasing demand of these metals.Various solid wastes are produced in the zinc-lead industry with different contents. One of them is industrial zinc leach residue arising from filtration step in zinc production from carbonate ores. ÇİNKUR is the plant to produce zinc in the Turkey from carbonated ores. Considering more than one million tons leach residue rich in Zn (11-13%) and Pb(15-17%) in the ÇİNKUR's stockpile area it is necessary to evaluate industrial zinc leach residues. In addition, millions of tons of industrial wastes are required to evaluate the high value of the precious metal content in it and to eliminate the negative effects on the environment (Kıyak et al., 1999; Ruşen et al., 2008).

Lots of studies have been performed by researchers to recover valuable metals on Çinkur leach residue provided from its stockpile area. Generally, as a first step, Zn was extracted from the residues by hot sulphuric acid digestion (Acharya et al.,1992; Cruellset al., 1992; Elgersma et al., 1992; Rüşen et al 2008, Rüşen &Topçu 2018). Some researchers used other leaching agents to exract Zn from the residue (Youcai and Stanforth, 2000; Xia and Pickles, 1999; Blanco et al., 1999). After the Zn extraction, secondary residue was treated to change $PbSO_4$ into more easily treatable compounds like $PbCl_2$ (Raghavan et al., 1998; Frias et al., 2002; Turan et al., 2004; Rüşen et al 2008), $PbCO_3$ (Arai and Togurai, 1984), $Pb(OH)_2$ (Olper et al., 1990), or PbS (Lin 2000; Raghavan et al., 2000) by using a hydrometallurgical method.

In the light of the above information, it is thought that usage of ammonium acetate with around 7 pH value is more convenient to recover the metals from leach residue, which limits the working conditions at neutral conditions, and so the effects of the harm to environmental factors and risk human health could be minimized. Therefore, in this study, the effect of ammonium acetate concentration on recoveries of metals (mainly Pb and Zn) from industrial zinc leach residues was investigated.

2. EXPERIMENTAL PART

2.1. Used Materials

There are 2 types of leach residue in the ÇINKUR waste site; i) Turkish leach residue - TLR (~ 900,000 tons) which result in processing of the carbonated ore extracted from Turkey, ii) Iranian leach residue - ILR (~ 100,000 tonnes) which was generated by processing zinc concentrate from Iran. Mixed leach residue (MLR) generated from these two wastes in proportion to 9 TLR and 1 ILR. Chemical and mineralogical analyzes of the MLR were performed and MLR used in all the experiments.

Main characterization analyses of BLR were carried out in our previous studies (Rusen et al 2008; Rusen &Topçu 2018a; Rusen & Topçu 2018b). According to chemical analysis resultsby Perkin-Elmer Model 2380 Atomic Absorption Spectrophotometer, MLR was mainly composed of 12.59% Zn, 15.21% Pb and 6.45% Fe.

After chemical analyses, XRD analyses were realized for the phases present in the BLR and main phases were determined as $PbSO_4$, $CaSO_4.2H_2O$, $CaSO_4.0.5H_2O$, $ZnO.Fe_2O_3$, $ZnSO_4.7H_2O$, Fe_3O_4 and $2FeO.SiO_2$ (Rusen &Topçu 2018).

2.2. Hydrometallurgical Experiments

In this study, solvent (AA) concentration was selected as experimental variable, other parameters (reaction temperature, leaching time, solid to liquid ratio and stirring rate) were constant as 45 ^oC, 4 h, 1/10 g/mL and 600 rpm, respectively. In all experiments, solid BLR sample was added to the AA solvent prepared as 100 ml volume, after it reached the pre-determined leach conditions.
In the leaching trials, chemical analysis was done on each pregnant leach solution. By this way, metal recoveries as weight percent were calculated by using following formulae (Eq.1):

$$\%\Re = \frac{M_{Solution} * V_{Solution}}{M_{LR} * W_{LR}} * 100 \qquad \text{(from leach liquors)} \qquad (1)$$

Where $M_{Solution}$ and M_{LR} are the analyzed metal contents of pregnant leach solution in g/L, primary (blended residues) in wt %, respectively and W_{LR} is the weights of initial feed of leach residue; and finally $V_{Solution}$ is the volume of pregnant leach solution in liters.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

In order to determine the leachability of BLR with ammonioum acetate, a series of trials were performed. In the experiments, the effect of solvent (ammonioum acetate) concentration was selected as a variable parameter to be investigated. The other parameters solid/liquid ratio, reaction duration, leaching temperature and stirring rate were kept constant as 1/10 g/mL, 4 h, 45^oC and 600 rpm, respectively. The experimental results are presented in Table 1 and Figure 1 and 2.

Table 1. Experimental results of AA concentration effect on metal recovery from leach residue

AA Conc. (M)	Recovery of metals (%)	
	Pb	Zn
1	16.55	24.76
3	78.52	32.58
5	85.09	32.40
7	88.27	37.90
9	88.22	37.29

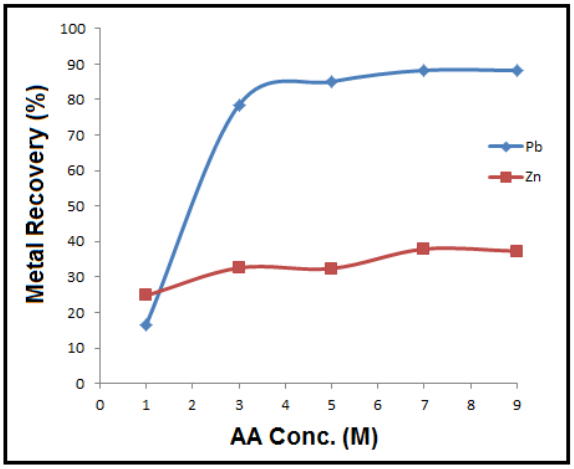


Figure 1. Effect of ammonium acetate (AA) concentration on metal recovery.

Zinc and lead recoveries with changing AA concentration are given in Table 1 and Figure 1. Experimental results indicated that the concentration of AA was a very crucial parameter for both zinc and lead recoveries. On the other hand, experimental results showed that dissolution of Fe was lower 1% after leaching in AA solution.

Some researcher (Rodliyah et al. 2011) investigated that lead in the anode slime presence as $PbSO_4$ could be leached by ammonium acetate solution with more than 90% leaching efficiency. They explain the dissolution reaction between $PbSO_4$ and AA as follow;

$$PbSO_4\ (s) + 2\ CH_3COONH_4\ (l) = Pb(CH_3COO)_2\ (l) + (NH_4)2SO_4 \quad (2)$$

From the experimental results it can be concluded that increasing in AA concentration results an increase in zinc and lead recoveries but surprisingly undesirable increases in iron dissolution was not observed. That is, Fe in the MLR remains almost undissolved for all trials of AA leach while Zn and Pb dissolve sufficiently. The maximum value for Pb recovery of about 88% could be obtained at a temperature of 45 ^oC, in a period of 4 hours and with a solid to liquid ratio 1/10 g/mL at a concentration of AA of 9 M. However, there was no significant increase in Pb leaching yield after 5M AA concentration. On the other hand, the Zn recovery also increases with increasing AA concentration, and the maximum yield could be achieved as 56% by using 9M AA concentration. According to experimental results, AA concentration should be higher than 5 M (mole/L) to obtain a substantial metal recovery for both of them (Zn and Pb) without any iron dissolution.

4. CONCLUSIONS

In this study, it was aimed to recover zinc and lead from BLR together lower dissolution of iron by using ammonium acetate solution. For this purpose, mixed leach residue (MLR) was prepared by mixing of 9 parts Turkish LR and 1 part Iranian LR in relation to their amounts in the Çinkur stockyard. Leaching experiments were done with various concentrations of ammonium acetate keeping constant the other parameters as 1/10 g/mL, 4 h, 45^oC and 600 rpm. In AA leaching, it was observed that zinc and lead recovery increased with increasing AA concentration, and zinc and lead recoveries could be achieved up to 60% and 90 %, respectively after the experiment of 9M AA concentration.In addition, at the end of all the experiments iron dissolution was very low (below 1%). In order to select the optimum reaction conditions in which higher Pb and Zn leaching yields can be obtained, other parameters affecting the leaching system are being investigated.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge the Karamanoğlu Mehmetbey University Scientific Research Projects (BAP) Coordinating Office for support with grant number KMU-BAP-04-YL-19.

REFERENCES

Kıyak B, Ozer A, Altundogan HS, Erdem M, Tumen F 1999. Cr (VI) reduction in aqueous solutions by using copper smelter slag. Waste Management 19(5), 333–338

Rusen A, Sunkar AS, Topkaya YA 2008. Zinc and lead extraction from Çinkur leach residues by using hydrometallurgical method. Hydrometallurgy 93, 45–50

Rusen A, Topcu MA 2018a. Investigation of zinc extraction from different leach residues by acid leaching. International Journal of Environmental Science and Technology 15, 69–80

Rusen A, Topçu MA 2018b. Amonyum asetat çözeltisi ile çinko tesisi liç atıklarının değerlendirilmesinde reaksiyon süresinin etkisi, International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2018) 641-646, 22-23 Nov. Ankara, Türkiye.

Acharya S, Anand S, Das RP 1992. Iron rejection through jarosite precipitation during acid pressure leaching of zinc leach residue. Hydrometallurgy 31 (1–2), 101–110 .

Arai K, Togurai JM 1984. Leaching of lead sulfate in sodium-carbonate solution. Hydrometallurgy 12 (1), 49–59.

Blanco LJL, Zapata VFM, Garcia DD 1999. Statistical analysis of laboratory results of Zn wastes leaching. Hydrometallurgy 54 (1), 41–48.

Cruells M, Roca A, Nunez C 1992. Electric-arc furnace flue dusts- characterization and leaching with sulfuric-acid. Hydrometallurgy 31 (3), 213–231.

Elgersma F, Kamst GF, Witkamp GJ, Rosmalen GM 1992. Acidic dissolution of zinc ferrite. Hydrometallurgy 29 (1–3), 173–189.

Frias C, Palma J, Garcia MA, Diaz G 2002. Recovery of precious metals from metallurgical residue by applying the PLINT process. In: Peek, E., Weert, V.G. (Eds.), Proceedings of 32nd Annual Hydrometallurgy Meeting, International Conference on the Practice and Theory of Chloride/Metal Interaction, Chloride Metallurgy 2002. Montreal, QC, Canada.

Lin M 2000. Alkaline leaching of metal melting industry wastes and separation of zinc and lead in the leach solution. Journal of Environmental Sciences 12 (4), 452–457.

Olper M, Reynolds RM, Hudson PE, Hudson EK 1990. Advances in Lead-acid Battery Recycling: Engitec's Automated CX Breaker System. In: Mackey, T.S., Prengaman, R.D. (Eds.), Lead-Zinc'90 Proceedings of a World Symposium onMetallurgy and Environmental Control, the 119th TMS Annual Meeting, The Minerals, Metals & Materials Society, Anaheim, California, pp. 1001–1007.

Raghavan R, Mohanan PK, Patnaik SC 1998. Innovative processing technique to produce zinc concentrate from zinc leach residue with simultaneous recovery of lead and silver. Hydrometallurgy 48 (2), 225–237.

Raghavan R, Mohanan PK, Swarnkar SR 2000. Hydrometallurgical processing of lead-bearing materials for the recovery of lead and silver as lead concentrate and lead metal. Hydrometallurgy 58 (2), 103–116.

Rodliyah I, Ardha N, Saleh N, Mubarok Z 2011. Leaching the Lead from Anode Slime by Ammonium Acetate Solution. Indonesian Mining Journal 14 (3) 123-132.

Turan MD, Altundoğan, HS, Tümen F, 2004. Recovery of zinc and lead from zinc plant residue. Hydrometallurgy 75 (1–4), 169–176.

Xia DK, Pickles CA 1999. Caustic roasting and leaching of electric arc furnace dust. Canadian Metallurgical Quarterly 38 (3), 175–186.

Youcai Z, Stanforth R 2000. Technical note: Extraction of zinc from zinc ferrites by fusion with caustic soda. Mineral Engineering 13 (13), 1417–1421.

INVESTIGATION OF USE OF DEEP EUTECTIC SOLVENTS ON COPPER RECOVERY FROM ANODE SLIME

Assoc. Prof. Dr. Aydın RÜŞEN
Karamanoğlu Mehmetbey University, Dept. of Metallurgical and Material Eng., Karaman, Turkey.
aydinrusen@kmu.edu.tr

Res. Assist. Mehmet Ali TOPÇU
Karamanoğlu Mehmetbey University, Dept. of Metallurgical and Material Eng., Karaman, Turkey.
topcumali@kmu.edu.tr

Prof. Dr. Özkan KÜÇÜK
Şeyh Edebali University, Dept. of Metallurgical and Material Eng., Bilecik, Turkey.
ozkan.kucuk@bilecik.edu.tr

Abstract
Conventional solvents used in hydrometallurgical applications have many disadvantages such as negative effect on environment and human health, large acid consumption and serious equipment corrosion. Therefore, researchers interest in seeking for new and environmentally sensitive solvents for leach process in last decades. Deepeutectic solvents (DESs) are considered as green reagent for hydrometallurgical metal extraction process due to their excellent physical and chemical properties. In this study, copper recovery was investigated by using DESs from anode slime. The effects of composition of DES, reaction temperature, reaction time and pulp density were studied by using Taguchi method. According to the experimental results, more than 95% copper recovery was obtained under optimum condition as in ChCl – urea (1:2), 95 ºC reaction temperature, 4 hours reaction temperature and at 1/25 pulp density. This study showed that a DES which prepared by urea and choline chloride purpose a good media for copper recovery from anode slime.

Keywords: Deep Eutectic Solvents, Copper Recovery, Anode Slime

1. INTRODUCTION

Nowadays, green technology is one of the most important issues in hydrometallurgical processes because conventional solvents have many disadvantages such as negative effect on environment and human health, large acid consumption and serious equipment corrosion. Therefore, there has been a great interest in seeking for new and environmentally sensitive solvents for hydrometallurgical process. For this reason, ionic liquids (generally imidazolium based) and DESs consider as the most promising solvents to replace conventional solvents in hydrometallurgical metal extraction processes. (Tian et al., 2010; Dai et al., 2013) In this context, imidazolium based cation with different anions such as HSO_4, BF_4, Cl etc. has been studied for metal extraction due their unique physical and chemical properties (Whitehead et. al., 2007; Dong et al., 2009; Rüşen and Topçu, 2017). Although remarkable extraction efficiencies was obtained in these studies, it was reported by many studies (Yu et al., 2008; Zhang et al., 2012) that imidazolium based ionic liquids has limited applications in hydrometallurgical process due to theirvery poor biodegradability and high price. In order to overcome these disadvantages of ionic liquids, DESs as new generation of solvents came up in recent years. DESs are prepared by mixing two or three components to form eutectic mixture which connected each other with hydrogen bond. Choline chloride (ChCl) is widely used in order to prepare deep eutectic solvent with safe and cheap hydrogen bond donor (HBD) which are urea, malonic acid or ethylene glycol, because it has low cost and low toxicity as well as biodegradability. Due to the similar physical and chemical properties of DES to imidazolium based ionic liquids, DESs can replace them in metal extraction processes. Also, DESs can storage easily because DESs are not volatile and flammable as compared to traditional solvents. (Zhang et al., 2012; Pavia et. al. 2014)

For the first time, DESs were used to dissolve the metal oxide by Abbott et al., (2003). In addition, Abbott et al. (2004) demonstrated that different metal oxides (ZnO, CuO and Fe_3O_4) have different solubility in various DESs which are formed with stoichiometric ratio of ChCl-malonic acid, ChCl-

propionic acid and ChCl-phenylpropionic acid. This solving skill of DESs on metal oxides was successively used to recover Zn and Pb from electric arc furnace dust by Abbott et al., (2009) and Bakkar (2014). Recently, the DES (ChCl-urea) was used by Rüşen and Topçu (2017) to recover Zn and Pb from zinc leach residue and approximately 55% of Zn and 44% of Pb were extracted.

In the light of literature, in this study, copper recovery was investigated from anode slime by using deep eutectic solvent which prepared by mixing ChCl and different hydrogen bond donor. Also, Taguchi method was used to optimize the copper recovery from anode slime.

2. MATERIALS AND METHODS

Anode slime which forms in electrorefining stage of copper production consider as valuable important by-product due to its chemical composition. Valuable metals such as Cu, Au, Ag, Se and Te can be produced from anode slime by different processes. (Khanlarian et al., 2019; Zha et al., 2019). Anode slime includes different mineralogical structure depending on production method in copper plant (Chen and Dutrizac, 1989). In this study, the anode slime supplied from a copper refinery plant in Turkey. Firstly, chemical composition and mineralogical structure of anode slime was determined by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry (ICP-OES) and X-ray diffraction (XRD, Bruker Advance D8), respectively. Chemical composition of anode slime was given in Table 1.

Table 1. Chemical Composition of Anode Slime

Elements	Cu	Sn	Pb	Au*	Ag*	Se*	Te*
Amount (wt. %)	23.10	20.51	15.42	21.9	2204.2	412	83

*in ppm

According to the XRD pattern, Cu_2O, SnO_2 and $PbSO_4$ are the major components of anode slime. In addition, $BaSO_4$ and $SbAsO_4$ are determined as minor components. As stated by Kılıç et. al., (2013), copper could be found in different structure as Cu, Cu_2O, Cu_2S, Cu_2Se, Cu_2Te, $Cu(Te, Se)_2$, CuAgSe, Cu_2-xSe and $Cu_2O.4NiO.Sb_2O_5$.

Choline chloride ($C_5H_{14}ClNO$, >% 98), urea (CH_4N_2O, >% 99) and ethylene glycol (EG) ($C_2H_6O_2$>% 98) were supplied commercially, in order to prepare deep eutectic solvents without further purification or drying. Different type of DESs were synthesized by mixing ChCl-urea, ChCl-ethylene glycol, ChCl-urea-etyhlene glycol with a stoichiometric eutectic molar ratio of 1:2, 1:2, 1:0.5:1.5, respectively. Also ChCl-urea/ water (1:1) were prepared as the fourth composition. The leaching tests were carried out at constant volume (50 mL) deep eutectic solvents. Experimental parameters were selected as the reaction temperature, reaction time and pulp density and for each parameter, four levels were chosen. The experimental parameters and their levels were shown in Table 2.

Table 2. Experimental Parameters and Their Levels for Copper Recovery From Anode Slime.

Parameters	Levels			
	1	2	3	4
Comp. of DES	ChCl – Urea (1:2)	ChCl-Urea / water (1:1)	ChCl – EG (1:2)	ChCl-Urea-EG (1:0.5:1.5)
Reaction Temp.	25	50	75	95
Reaction Time	4	12	24	48
Pulp Density	1/10	1/15	1/20	1/25

The optimum copper recovery conditions from anode slime were determined by using Taguchi method to keep experimental cost at minimum. In Taguchi method, the orthogonal array experimental design was specified as L16 (4^4), that is, four parameters for each with four levels was chosen. In this study, to reach maximum copper recovery from the CAS, the performance statistics of Orthogonal Array were calculated by using the following equation:

$$\left(S/N\right)_L = -10\ \log\left(\frac{1}{N}\sum_i^n \frac{1}{x_i^2}\right),\ \text{larger is the better,} \quad (1)$$

where $(S/N)_L$ is signal noise ratios of the performance statistic (PS) (for maximum yield), n is repetitions number for an experimental combination, and x^i is the performance value of i^{th} experiment.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Taguchi method was performed to obtain maximum copper recovery in deep eutectic solvents. Copper leach efficiency (recovery ratio) results under the investigated conditions are given in Table 3. Also, the plots of main effects for each parameter on the performance statistic are given in Fig.1.

Table 3. Results of Copper Recovery with Experimental Conditions and S/N ratio.

Exp. No.	Exp. conditions with levels				Cu Recovery (%)	$(S/N)_L$
	Composition of DES	Rx. Temp. (°C)	Rx. Time (h)	S/L Ratio (g/L)		
1	ChCl – Urea	25	4	1/10	88.31	38.92
2	ChCl – Urea	50	12	1/15	91.39	39.22
3	ChCl – Urea	75	24	1/20	99.00	39.91
4	ChCl – Urea	95	48	1/25	99.37	39.95
5	ChCl – Urea / water	25	12	1/20	41.22	32.30
6	ChCl – Urea / water	50	4	1/25	55.09	34.82
7	ChCl – Urea / water	75	48	1/15	22.47	27.03
8	ChCl – Urea / water	95	24	1/10	85.10	38.60
9	ChCl – EG	25	24	1/25	59.58	35.50
10	ChCl – EG	50	48	1/20	69.66	36.86
11	ChCl – EG	75	4	1/15	72.42	37.20
12	ChCl – EG	95	12	1/10	95.96	39.40
13	ChCl – EG – Urea	25	48	1/15	40.29	32.10
14	ChCl – EG – Urea	50	24	1/10	49.52	33.90
15	ChCl – EG – Urea	75	12	1/25	77.96	37.84
16	ChCl – EG – Urea	95	4	1/20	87.89	38.89

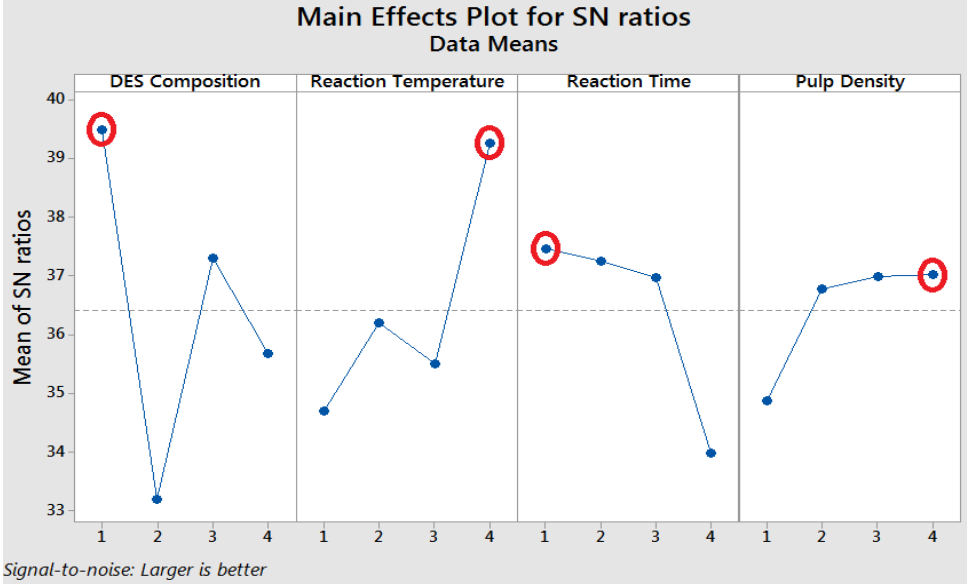


Figure 1. Each Parameter Effect on Statistics Performance for Copper Leach Efficiency

As seen in Fig. 1, the graphs of means of S/N ratio for each factor are used to show the trend of the each factor. In each graphs the maximum point value determines the best value of the investigated factors. As seen in Fig 1., the optimum condition for copper recovery by using DES can be determined as composition of DES: Ch-Cl – urea (1:2), reaction temperature: 95 °C, reaction duration:

4 hours and solid to liquid ratio: 1/25. After selecting the optimum condition, prediction of copper recovery was calculated by the following equation:

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{Predicted} = \left(\frac{S}{N}\right)_m + \sum_i^n \left(\left[\frac{S}{N}\right]_i - \left[\frac{S}{N}\right]_m\right) \quad (2)$$

where $(S/N)_i$ is PS value at optimum level of each conditon $(S/N)_m$ is arithmetic mean of PS $(S/N)_L$ for all experiments. After solving the equation 2, the predicted copper leach efficiency under the experimental conditions was reached up to 100%. Later prediction of the optimum condition, its validity was checked by approval experiment which was carried out at the optimum conditions, and 96.87% Cu recovery could be achieved.

4. CONCLUSION

In this study copper recovery was investigated by using a environmentally sensitive solvent which is deep eutectic solvent (DES). In the chemical characterization trials of anode slime, high amount of copper was detected in anode slime. Also, the investigated anode slime includes remarkable amount of precious metals such as gold and silver. Under the optimum condition, ChCl – urea (1:2), 95 ^oC reaction temperature, 4 hours reaction temperature and at 1/25 pulp density. Recovery of copper was obtained as 96.87%. Consequently, a DES formed by mixing choline chloride and urea can be used to recover copper from anode slime.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) with project number 116 – M – 057.

REFERENCES

Abbott AP, Capper G, Davies DL, Rasheed RK, Tambyrajah V 2003. Novel solvent properties of choline chloride/urea mixtures. Chemical Communications (1), 70-71.

Abbott AP, Boothby D, Capper G, Davies DL, Rasheed RK 2004. Deep eutectic solvents formed between choline chloride and carboxylic acids: versatile alternatives to ionic liquids. Journal of the American Chemical Society, 126(29), 9142-9147.

Abbott AP, Collins J, Dalrymple I, Harris, RC, Mistry R, Qiu F, Scheirer J, Wise WR 2009. Processing of electric arc furnace dust using deep eutectic solvents. Australian Journal of Chemistry, 62(4), 341-347.

Bakkar A 2014. Recycling of electric arc furnace dust through dissolution in deep eutectic ionic liquids and electrowinning. Journal of Hazardous Materials 280, 191-199.

Chen TT, Dutrizac JE 1989. Mineralogical Characterization of Anode Slimes—IV. Copper-Nickel-Antimony Oxide ("Kupferglimmer") in CCR Anodes and Anode Slimes. Canadian Metallurgical Quarterly 28(2), 127-134.

Dai Y, van Spronsen J, Witkamp GJ, Verpoorte R, Choi, YH 2013. Natural deep eutectic solvents as new potential media for green technology. Analytica Chimica Acta 766, 61-68.

Dong T, Hua Y, Zhang Q, Zhou D 2009. Leaching of chalcopyrite with Brønsted acidic ionic liquid. Hydrometallurgy 99(1-2), 33-38.

Khanlarian M, Rashchi F, Saba M 2019. A modified sulfation-roasting-leaching process for recovering Se, Cu, and Ag from copper anode slimes at a lower temperature. Journal of Environmental Management 235, 303-309.

Kılıç Y, Kartal G, Timur S 2013. An investigation of copper and selenium recovery from copper anode slimes. International Journal of Mineral Processing 124, 75-82.

Paiva A, Craveiro R, Aroso I, Martins M, Reis RL, Duarte ARC. 2014. Natural deep eutectic solvents–solvents for the 21st century. ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2(5), 1063-1071.

Rüşen A, Topçu MA 2017. Investigation of Various Metal Recoveries from Zinc Plant Leach Residue by Choline-Chloride Agent. Current Physical Chemistry 7(4), 273-280.

Rüşen A, Topçu MA 2017. Optimization of gold recovery from copper anode slime by acidic ionic liquid. Korean Journal of Chemical Engineering 34(11), 2958-2965.

Tian GC, Jian LI, Hua YX 2010. Application of ionic liquids in hydrometallurgy of nonferrous metals. Transactions of Nonferrous Metals Society of China 20(3), 513-520.

Whitehead JA, Zhang J, Pereira N, McCluskey A, Lawrance GA 2007. Application of 1-alkyl-3-methyl-imidazolium ionic liquids in the oxidative leaching of sulphidic copper, gold and silver ores. Hydrometallurgy 88(1-4), 109-120.

Yu Y, Lu X, Zhou Q, Dong K, Yao H, Zhang S 2008. Biodegradable naphthenic acid ionic liquids: synthesis, characterization, and quantitative structure–biodegradation relationship. Chemistry–A European Journal 14(35), 11174-11182.

Zha G, Yang B, Yang C, Guo X, Jiang W 2019. Selective Separation and Recovery of Valuable Metals by Vacuum Distillation of Copper Anode Slime Flotation Tailings. JOM 71(7), 2413-2419.

MATEMATİK EĞİTİMİNDE MANGA ÇİZGİ ROMAN KULLANIMI

Dr. Öğr. Üyesi. A. Arzu Arı
Kocaeli Üniversitesi / Eğitim Fakültesi / İlköğretim Bölümü
abural@kocaeli.edu.tr

Öğr. Gör. Barış Demir
Kocaeli Üniversitesi / Hereke Ömer İsmet Uzunyol Meslek Yüksek Okulu
barisprof@yahoo.com

Betül Baydar Işık
Çubuklu Osmaniye Ortaokulu / MEB
betulbaydar92@gmail.com

Özet:
Matematik; sayıların ve biçimlerin özelliklerini, aralarındaki bağlantıları ve soyut kavramları akıl yürütme ile inceleyen bir bilim dalıdır (Altun, 2006). Tüm bilimlere de temel oluşturan matematiğin soyut bir bilim dalı olması ve öğrencilerin soyut düşünme becerilerinde zorlanması sebebiyle matematik, okullarda sevilmeyen ve olumsuz ön yargı oluşturan bir derstir (Umay, 2002). Olumsuz tutum geliştirilen bu derse karşı tutum değiştirme yöntemleri birçok eğitimcinin üzerine çalıştığı bir konudur. Literatür incelendiğinde matematiğe karşı olan ön yargıyı değiştirmek adına geliştirilen birçok alternatif yöntem ve çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bu yöntemlerden biri de manga çizgi roman gibi daha somut materyallerin derste kullanılmasıdır. Özellikle yurt dışında yapılan çalışmalarda dersi somutlaştırmak ve öğrencilerin derse olan ilgisini daha fazla çekmek adına manga çizgi romanın ders öğretim planlarında yer aldığı görülmektedir. Bu çalışma; matematik ders öğretiminde manga çizgi roman kullanımının etkilerini araştıran çalışmaların bulgularını içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Manga, Manga Çizgi Romanı, Eğitimde Manga Kullanımı, Matematik Eğitiminde Manga Kullanımı

THE USE OF MANGA COMICS IN MATHEMATICS EDUCATION

Abstract
Mathematics is a science that examines the properties of numbers and forms, their connections and abstract concepts with reasoning (Altun, 2002). Although mathematics is the basis for all sciences, mathematics creates negative bias by students because it is an abstract science and students have difficulty in abstact thinking skills (Umay, 2002). Many educators are working on methods of changing attitude to mathematics for students because of their negative attitudes towards mathematics. When the literature is explored, there are many alternative methods and various studies developed to change the prejudice to mathematics. One of these methods is the use of more concrete materials in lessons such as manga comics. In literature, especially in an abroad, it is seen that manga comics are included in teaching plans to concretize the course and attract the students' interest. This study includes the findings of studies that investigate the effects of the use of manga comics in mathematics teaching.

Key Words: Manga, Manga Comics, Use of Manga in Education, Use of Manga in Mathematics Education

1. GİRİŞ

Matematik çağımızın gelişen teknolojisiyle birlikte oldukça ihtiyaç duyulan ve birçok bilime de ışık tutan önemli bir bilim dalıdır (Aksu, 2008). Gelişen toplumların bilime ve matematiğe ihtiyaç duyması, matematik eğitimine verilen değeri önemli kılmıştır. Matematik eğitimi ülkemizde formal olarak okul öncesi dönemden başlamaktadır. Ancak öğrencilerin gerek ön yargıları, gerek korkuları, gerekse başarısızlıkları matematik dersini anlamayı güçleştirmektedir. Matematik; soyut kavramları ve

bu kavramlar arasındaki neden sonuç ilişkilerini incelemektedir (Baykul, 1997). Öğrencilerin soyut kavramlarda zorlanması matematik dersinde de zorlanmasına ve bu derse karşı ön yargı oluşturmasına neden olmaktadır. Ön yargıyla yaklaşılan bu derse yönelik başarı da ön yargı arttıkça azalmaktadır (Yenilmez ve Özbey, 2006). Öğrencilerin soyut kavramlarda zorlanmalarını engellemek adına derste kavramları somutlaştırmayı sağlayacak yöntemler kullanılmalıdır. Eğitimciler dersleri somutlaştırmayı sağlayacak metodlar üzerine çalışmaktadırlar. Bu metodlardan biri de öğretim materyali olarak manga kullanımıdır.

Manga, kelime anlamıyla Japonların "tuhaf resimler" anlamına gelen bir sözcüğünden türetilmiş çizgi romanlardır (Allen, 2015). Oxford sözlüğüne göre ise kelimenin kökeni Japoncada "gelişigüzel" anlamında "man" ve "resim" anlamında "ga" sözcüklerine dayanmaktadır (Alicenap, 2014). İlk kullanımı 1770li yıllara dayanan manga, sağdan sola okunacak şekilde düzenlenmektedir (Petersen, 2011). Japonyada özellikle gençler arasında oldukça popüler olan manga; spor, yemek pişirme, sağlık, politika, romantizm, korku gibi konuları işlemektedir (Kunai ve Ryan, 2007). Görsel ve sözlü metinleri hikayelerle birleştirmesi sebebiyle manga sadece eğlence amaçlı değil eğitimsel amaçla da kullanılmaktadır (Murakami ve Bryce, 2009). Doksanlı yılların sonunda özellikle önemli sosyal olaylara öğrencilerin dikkatlerini çekmek için manga, eğitimde daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin Hiroşima'da atom bombası olayından sonra bir çocuğun yaşamını anlatmak için "Barefoot Gen" mangası okullarda kullanılmış ve bu şekilde bilgilendirme çalışması yapılmıştır (Inoue, 2011).

Manga, içerdiği konuşma balonları ile ders öğretimine uygun bir materyale kolayca çevrilebilecek bir yapıdadır. Derste öğretilmesi planlanan içerik, manga çizgi romanındaki karakterlerin hikayelerine yerleştirilebilir, hatta sadece ders anlatımını bu karakterlerin yaptığı hikayeler kullanılabilir. Hem görsel açıdan öğrencilere uygunluğu hem de eğitim amaçlı hikayeler kullanması ile mangaların öğrencilerin bilgileri daha iyi hatırlamalarını sağladığı gözlemlenmiştir (Krishnan ve Othman, 2016). Yapılan çalışmalarda öğrencilerin kalın ders kitaplarını okuma konusunda isteksiz oldukları, ancak derste eğitsel manga okumayı daha eğlenceli buldukları ve tekrar tekrar okuma isteğinde oldukları gözlemlenmiştir (Kunai ve Ryan, 2007).

Literatürde; pek çok ders öğretiminde manga çizgi roman kullanılan çalışmalara rastlanmasına rağmen matematik dersinde bu yöntemin kullanımının pek yaygın olmadığı görülmektedir (Khalid, Meerah, ve Halim, 2010; Allen ve Ingulsrud, 2011; İnel ve Balım, 2013; İlhan ve Oruç, 2019 vb.). Öğrencilerin matematiğe karşı duydukları kaygı, özgüven eksikliği ve ardından gelen başarısızlık göz önüne alındığında bu yöntemin matematik öğretiminde kullanılmasının öğrencilerin derse karşı tutumlarında değişim sağlayacağı düşünülmektedir (Şengül ve Dereli, 2010; Cho, 2012; Turan, 2013; Clair, 2018 vb.). Bu yöntemi kullanan çalışmalarda manga çizgi roman kullanımı öğrencileri derse daha motive ettiği görülmüştür (İlhan ve Oruç, 2019; Cho, 2012). Manga çizgi roman; matematik dersinde kendilerine olan özgüvenleri düşük olan öğrencilerde de dikkat çekmeyi başarmış ve bu öğrencilerin matematik dersine karşı tutumlarında değişimler gözlemlenmiştir (Toh, Cheng, Ho, Jiang ve Lim, 2017). Ders öğretimlerinde manga çizgi roman kullanımı öğrencilerin sahip olduğu sanat sevgisini artırmayı başarmış ve matematiksel kavramları somutlaştırmayı sağlamıştır (Clair, 2018). Matematiksel akıl yürütmeyi de destekleyen bu öğretim yöntemi ayrıca öğrencilerin kendi düşüncelerini ifade etme becerilerini geliştirip özgüvenlerini artırmayı desteklemiştir (Silva, Santos, Bispo, 2016). Matematik eğitiminde kullanılan manga öğrencilerin matematik öğrenmeleri hakkında pozitif düşünce oluşturmalarını sağlamıştır (Cho, 2012). Ayrıca yapılan çalışmalarda, öğrencilerin matematiği düşünebilme ve gerçek dünyadaki durumlara uygulayabilme becerilerinin de geliştiği görülmüştür (Cho, Osborne ve Sanders, 2015). Öğrencilerin mangayı daha eğlenceli bulmasından ötürü matematik kaygısının da düştüğü gözlemlenmiştir (Şengül ve Dereli, 2010). Manganın eğitimde kullanılması öğrencilerin hayal gücünü ve yaratıcılığını geliştirmeyi sağlamıştır (Khalid, Meerah ve Halim, 2010). Derste manga kullanımı; öğrencilerin yaratıcılığını, yansıtıcı uygulamalarını, ekip çalışmalarını ve teori ile pratiği bütünleştirme yeteneklerini geliştirmiş ve kendi kendine öğrenmelerini teşvik etmiştir (Silva, Santos ve Bispo, 2016). Tüm bu çalışmalara bakılarak temel amacı dersi daha somut hale getirmek ve öğrencilerin derse olan ilgisini çekecek materyal kullanmak olan manganın eğitimde kullanılmasının ders öğretiminde fayda sağlayacağı çalışmalarla birlikte gösterilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma eğitimde manga kullanan çalışmaların içerik analizini içermektedir. İçerik analizi; birbirine benzeyen çalışmaları belirli bir konu kategorisine göre incelemek ve düzenlemek demektir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bu araştırmada incelenen çalışmaların kategorilendirilmesi ise eğitimde manga kullanımı ve matematik eğitiminde manga kullanımıdır. Bu araştırmada incelenen çalışmalar hem ulusal hem de uluslararası kaynaklı olup, konusu manga, eğitimde manga kullanımı ve eğitimde çizgi roman kullanımı olan ve internet ortamında ulaşılabilen makaleler, bildiriler, tezler ve kitaplardır. İncelenen bu çalışmalar güncellikten uzaklaşmaması için son on yılda yapılan çalışmalardan seçilmiş ve başlığı konuyla ilgili gibi duran a ncak içeriğinde ilgili bilgilerin olmadığı çalışmalar elenmiştir. Elendikten sonra elde kalan yirmi iki çalışma detaylı incelenip, ders ve konu içeriğine göre kategorilendirilmiştir. Bu kategoriye göre konusu manga olan dokuz çalışma, konusu matematik dersinde ve eğitiminde manga kullanımı olan yedi çalışma ve konuyla bağlantılı olduğu düşünülen fen bilimleri alanından üç ve bilim alanından üç çalışma olmak üzere kategorize edilip incelenmiştir (Tablo 1). Ayrıca incelenen çalışmalar yılllara göre kategorilendiğinde; 2009 yılından üç, 2010 yılından iki, 2011 yılından üç, 2012 yılından bir, 2013 yılından üç, 2014 yılında bir, 2015 yılından üç, 2016 yılından iki, 2017 yılından bir, 2018 yılından iki ve 2019 yılından bir çalışma şeklinde kategorilenmiştir (Tablo 2).

Tablo 1: İncelenen Çalışmaların Konu Dağılımları

KONU	FREKANS
Bilim	3
Fen Bilimleri	3
Manga	9
Matematik	7

Tablo 2: İncelen Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

YIL	FREKANS
2009	3
2010	2
2011	3
2012	1
2013	3
2014	1
2015	3
2016	2
2017	1
2018	2
2019	1

3. SONUÇ

Matematik, soyut kavramların analizini yapan, kavramların arasında neden sonuç ilişkisini kuran ve birçok bilim dalına zemin hazırlayan bir bilim dalıdır. Matematiğin bu soyut dünyasında öğrenciler kendilerinden bir parça bulmakta zorlanmakta ve çoğunlukla bu derse karşı ön yargıyla yaklaşmaktadırlar. Öğrencilerin büyük bir kısmının matematik dersine karşı ön yargılı olmasından dolayı bu dersi öğrencilere sevdirmek adına yapılan birçok çalışma ve uygulanan birçok metod bulunmaktadır. Bu çalışmada, bu metodlardan biri olan manga ile ders anlatım yöntemi incelenmeye ve bu yöntemin öğrencilere sağladığı faydalar açıklanmaya çalışılmıştır.

Manga; hem popülerliği ile hem de içerdiği çizgi romanlarıyla öğrencilerin dikkatini daha kolay çekmektedir. Bu popüler gençlik çizgi romanın ders öğretiminde materyal olarak kullanımının faydalı olacağı ve ders başarısını artıracağı öngörülmektedir. Yapılan çalışmalar da bu öngörüyü desteklemektedir. Araştırma için incelenen çalışmalara göre; eğitimde manga kullanımının öğrencileri derse daha motive ettiği görülmüştür. Derse motive olan öğrencilerin ders başarısında da artış gözlemlenmiştir. Öğrencilerin matematik dersine yönelik duyuşsal özellikleri artmış, kaygıları ise düşmüştür. Matematik dersinde eğlenerek öğrenme fikri öğrencilerin ders başarılarında önemli bir fark

yaratmıştır. Ayrıca manga çizgi romanı ile birlikte öğrencilerin sanata olan ilgileri ve bu yönde kendilerini geliştirme istekleri de artmıştır.

Tüm bu çalışmaların incelenmesi sonucu eğitimde manga kullanımının öğrenciler için faydalı olacağı görüşü öne çıkmaktadır. Özellikle uluslararası alanda daha sık kullanılan bu yöntemin ulusal alanyazında matematik eğitiminde kullanılması, öğrencilerin çoğunlukla olumsuz tutum içinde oldukları bu derse karşı daha iyi sonuçlar verecek bir yöntem olması beklenmektedir. Ülkemizdeki öğrencilerin neredeyse çoğunluğunun en sevmediği ders sıralamasında birinci sırada olan matematik dersi için onların ilgisini çekebilecek bu yöntemden faydalanmak derse olan ilgiyi ve ders başarısını artıracağı beklenmektedir.

4. TARTIŞMA

Bu araştırmanın önemi; matematik eğitiminde kullanılabilecek manga çizgi roman yöntemini tanıtmak, bu yöntemi kullanan çalışmaları incelemek ve sağladığı faydaları irdelemektir. Bu araştırma ile birlikte uluslararası çalışmalarda daha yaygın kullanılan ve fayda sağlayan bu yöntemin ulusal çalışmalarda da kullanılması ve faydalarından yararlanılması öngörülmektedir. Bu çalışmanın mangayı eğitimde kullanacak araştırmalara da bir öncalışma oluşturacağı beklenmektedir.

KAYNAKLAR

AKSU, H. H. (2008), Öğretmen Adaylarının Matematik Öğretimine Yönelik Özyeterlilik İnançları, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakltesi Dergisi,* 8(2)

ALİCENAP, T. Ç. (2014), Yerelden Evrensele Japon Anime ve Manga Sanatı, *Sanat ve Tasarım Dergisi,* 7(7), 31-59

ALLEN, J. (2015), *Anime and Manga,* The United States: Reference Point Press

ALLEN, K., INGULSRUD, J. E. (2011), Reading Manga: Patterns of Personal Literacies Among Adolescents, *Language and Education,* 19(4), 265-280

ALTUN, M. (2006), Matematik Öğretiminde Gelişmeler, *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 19(2), 223-238

BAYKUL, Y. (1997), *İlköğretim Matematik Öğretimi,* Ankara: Anı Yayıncılık

CHO, H. (2012), The Use Cartoons as Teaching a Tool in Middle School Mathematics, *Columbia University Doctoral Theses*

CHO, H., OSBORNE, C. SANDERS, T. (2015), Classroom Experience about Cartooning as Assessment in Pre-Service Mathematics Content Course, *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 6(1), 45-53

CLAIR, J. S. (2018), Using Cartoons to Make Connections and Enrich Mathematics, *Proceedings of the Interdisciplinary STEM Teaching and Learning Conference*, 2, 86-111

INOUE, Y. (2011), Manga as a Study Aid at School Libraries, *World Library and Information Congress: 77th IFLA General Conference and Assembly,* San Juan

İLHAN, G. O., ORUÇ, Ş. (2019), Comics Books Use in Social Studies Lesson: Texas History, *Education and Science,* 44, 327-241

İNEL, D., BALIM, A. G. (2013), Concept Cartoons Assisted Problem Based Learning Method in Science and Technology Teaching and Students' Views, *Procedia- Social and Behavioral Sciences,* 93 (21), 376-380

KHALID, H., MEERAH, T. S., HALIM, L. (2010), Teachers' Perception Towards Usage of Cartoon in Teaching and Learning Physics, *Procedia Social and Behavioral Sciences,* 7(C), 538–545

KRISHNAN, S., OTHMAN, K. (2016), The Effectiveness of Using Comic to Increase Pupils' Achievements and Higher Order Thinking Skills in Science, *International Journal of English and Education,* 5(3)

KUNAI, I., RYAN, C. C. S. (2007), Manga as a Teaching Tool: Comic Books Without Borders, Catesol State Conference

MURAKAMI, S., BRYCE, M. (2009), Manga as an Educational Medium, *The International Journal of the Humanities,* 7(10), 47-55

PETERSEN, R. S. (2011), *Comic, Manga, and Graphic Novels: A History of Graphic Narratives*, England: Greenwood Publishing Group

SILVA, A. B. D., SANTOS, G. D. T, BISPO, A. C. K. D. A, (2016), The Comics as Teaching Strategy in Learning of Students in an Undergraduate Management Program, *RAM, Rev. Adm. Mackenzie*, 18(1), 40-65

ŞENGÜL, S., DERELİ, M. (2010), Does Instruction of "Integers" Subject with Cartoons Effect Students' Mathematics Anxiety?, *Procedia- Social and Behavioral Sciences,* 2 (2), 2176-2180

TOH, T. L., CHENG, L. P., HO, S. Y., JIANG, H., LIM, K. M. (2017), Use of Comics to Enhance Students' Learning for the Development of the Twenty-First Century Competencies in the Mathematics Classroom, *Journal of Education,* 37(4), 437-452

TURAN, B. (2013), The Opinions of Teachers on the Use of Cartoon Character in the Mathematics Lesson, *Procedia- Social and Behavioral Sciences,* 141, 1386-1391

UMAY, A. (2002), Öteki Matematik, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 23, 275- 281

YENİLMEZ, K., ÖZBEY, N. (2006), Özel Okul ve Devlet Okulu Öğrencilerinin Matematik Kaygı Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma, *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19(2),* 431-448

YILDIRIM, A., ŞİMŞEK, H. (2006), Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Ankara: Seçkin Yayıncılık

Araştırmada İncelenen 22 Çalışma

ALLEN, J. (2015), *Anime and Manga,* The United States: Reference Point Press

ALLEN, K., INGULSRUD, J. E. (2011), Reading Manga: Patterns of Personal Literacies Among Adolescents, *Language and Education,* 19(4), 265-280

BERNDT, J. (2015), Manga: Medium, Kunst und Material Manga: Medium. Art and Material, *Leipziger Universitatsverlag*

BROZO, G. W. (2013), From Manga 2 Math, *Educational Leadership,* 71(3), 58-61

CHO, H. (2012), The Use Cartoons as Teaching a Tool in Middle School Mathematics, *Columbia University Doctoral Theses*

CHO, H., OSBORNE, C. SANDERS, T. (2015), Classroom Experience about Cartooning as Assessment in Pre-Service Mathematics Content Course, *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 6(1), 45-53

CLAIR, J. S. (2018), Using Cartoons to Make Connections and Enrich Mathematics, *Proceedings of the Interdisciplinary STEM Teaching and Learning Conference,* 2, 86-111

INOUE, Y. (2011), Manga as a Study Aid at School Libraries, *World Library and Information Congress: 77th IFLA General Conference and Assembly,* San Juan

İLHAN, G. O., ORUÇ, Ş. (2019), Comics Books Use in Social Studies Lesson: Texas History, *Education and Science,* 44, 327-241

İNEL, D., BALIM, A. G. (2013), Concept Cartoons Assisted Problem Based Learning Method in Science and Technology Teaching and Students' Views, *Procedia- Social and Behavioral Sciences,* 93 (21), 376-380

KACSUK, Z. (2018), Re- Examining the "What is Manga" Problematic: The Tension and Interrelationship Between the "Style" versus "Made in Japon" Positions, *Molecular Diversity Preservation Internation,* 7(26)

KAPTAN, F., İZGİ, Ü. (2014), The Effect of Use Concept Cartoons Attitudes of First Grade Elementary Students Towards Science and Technology Course, *Procedia- Social and Behavioral Sciences,* 116, 2307-2311

KHALID, H., MEERAH, T. S., HALIM, L. (2010), Teachers' Perception Towards Usage of Cartoon in Teaching and Learning Physics, *Procedia Social and Behavioral Sciences,* 7(C), 538–545

KRISHNAN, S., OTHMAN, K. (2016), The Effectiveness of Using Comic to Increase Pupils' Achievements and Higher Order Thinking Skills in Science, *International Journal of English and Education*, 5(3)

MURAKAMI, S., BRYCE, M. (2009), Manga as an Educational Medium, *The International Journal of the Humanities,* 7(10), 47-55

ORMANCI, Ü., ÖREN, Ş. F. (2011), Assessment of Concept Cartoons: An Exemplary Study on Scoring, *Procedia – Social* and Behavioral Sciences, 15, 3582-589

QUAY, D. D. (2016). Manga in Education a Proposal and Practical Guide, *Bachelor Thesis English Language and Culture Faculty of Humanities, Utrecht University*

ŞENGÜL, S., DERELİ, M. (2010), Does Instruction of "Integers" Subject with Cartoons Effect Students' Mathematics Anxiety?, *Procedia- Social and Behavioral Sciences,* 2 (2), 2176-2180

TATALOVİC, M. (2009), Science Comics As Tools For Science Education and Communication: A Brief, Exploratory Study, *Journal of Science Communication,* 8(4)

TOH, T. L. (2009), Use of Cartoons and Comics to Teach Algebra in Mathematics Classrooms, *Mathematics of Prime Importance: MAV Yearbook,* 200, 230-239

TOH, T. L., CHENG, L. P., HO, S. Y., JIANG, H., LIM, K. M. (2017), Use of Comics to Enhance Students' Learning for the Development of the Twenty-First Century Competencies in the Mathematics Classroom, *Journal of Education,* 37(4), 437-452

TURAN, B. (2013), The Opinions of Teachers on the Use of Cartoon Character in the Mathematics Lesson, *Procedia- Social and Behavioral Sciences,* 141, 1386-1391

ZK60 MAGNEZYUM ALAŞIMINDA KALSİYUM KATKISININ MİKROYAPI VE SERTLİK ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. Muzaffer ZEREN
zeren@kocaeli.edu.tr

Y. Müh. Aykan AKBAŞ
aykan.akbas@kocaeli.edu.tr

Arş. Gör. Dr. Funda Gül KOÇ
funda.demircan@kocaeli.edu.tr

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü

Özet
Magnezyum alaşımları düşük yoğunluk, yüksek ısıl iletkenlik, titreşim sönümleyebilme, iyi işlenebilme, dökülebilme, korozyon direnci gibi özelliklerinden dolayı birçok sektör için önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Bu çalışmada; ZK60 (Mg-%6Zn-%0.45Zr) magnezyum alaşımında kalsiyum ilavesinin alaşımın mikroyapı ve sertlik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla ZK60 magnezyum alaşımı ağırlıkça farklı oranlarda kalsiyum ile alaşımlandırılarak döküm işlemleri gerçekleştirilmiştir. Farklı oranlarda kalsiyum içeren döküm konumundaki numuneler mikroyapı incelemeleri için metalografik olarak hazırlanarak optik mikroskopta mikroyapıda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Mikroyapı incelemelerinde gözlemlenen bileşenlerin tayini için XRD analizi yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Kalsiyumun alaşımın sertliğine etkisini belirlemek amacıyla numunelerde sertlik ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda alaşımın başta otomotiv olmak üzere uzay, havacılık ve tıp alanında geliştirilmekte olan Mg alaşımları için bir potansiyel oluşturabileceği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ZK60 Mg Alaşımı, Ca Katkısı, Mikroyapı, Sertlik

EFFECT OF CALCIUM ADDITION ON MICROSTRUCTURE AND HARDNESS IN ZK60 MAGNESIUM ALLOY

Abstract
Magnesium alloys, due to their superior mechanical properties like being lightness, high specific strength, high thermal conductivity, high dimensional stability, high vibration damping, good machinability and castability, high corrosion resistance, have constitute good alternative for many industries. In this research the effect of Ca reinforced ZK60 Mg alloy (Mg-%6Zn-%0.45Zr) on the microstructure and hardness has been investigated. For this process, casting process of ZK60 Mg alloy, alloyed with different weight percentages of Ca has been performed. The micro structure of these as-cast form of Mg alloy samples were subjected to metallographic process prepared prior to micro structural exemination and determination the changes in micro structural texture under the optical microscope (OM) has been investigated. Determination of the intermetallics observed during the micro structural exeminations have been performed during XRD analyses and the results has been compared at literature. It also to determine the effect of Ca on hardness of ZK60 Mg alloy, the cast samples were subjected of hardness test. With the results obtained from this work, preminently progressing Mg alloys not only for automotive industry but also for aerospace and aviation industry has potential for Mg alloys in development.

Keywords: ZK60 Magnesium Alloys, Ca Addition, Microstructure, Hardness

1. GİRİŞ

Magnezyum alaşımlarının oda sıcaklığı koşullarında göstermiş olduğu üstün mekanik özelliklerinden dolayı bilim insanlarının daima ilgi konusu olmuş ve Magnezyum alaşımlarıyla ilgili birçok çalışma

yapılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda, geleneksel metallerin dışında, Magnezyum'un göstermiş olduğu en önemli özellikleri düşük yoğunluk (1.73 g/cm^3), yüksek işlenebilme ve dökülebilme, yüksek eylemsizlik ve sönümlenebilme kapasitesi, yüksek ısıl iletkenlik ve yüksek korozyon direnci gibi özellikleriyle diğer metallerin bir adım önüne geçmektedir. (Mordike, 2001, Kainer, 2003, Pekguleryuz ve Ark., 2013, Monteiro, 2011). Bu özellikleriyle başta Otomotiv Sanayi olmak üzere, Uzay ve Havacılık ve Tıp alanında bio uyumlu malzemelerin geliştirilmesinde oldukça rağbet görmektedir. (Öztürk, 2012) Ancak, düşük yoğunluğuyla birlikte düşük mukavemet değerine sahip olması ve Magnezyum'un reaktif yapısı nedeniyle mekanik özelliklerinde bazı kısıtlamalar getirmektedir, bu durumu aşabilmek amacıyla mikro alaşımlama yöntemleri denenerek az miktarda Kalsiyum (Ca) ilavesiyle mikroyapının geliştirilmesi üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. (Du, 2016, 2018, Bhattacharjee, 2014, Geng, 2009) Ca yüzey aktif bir element olmasıyla birlikte mikroyapıyı incelterek daha ince taneli bir yapının oluşmasına, ısıl direnç özelliklerinin artmasına, alevlenme özelliğinin azalmasına ve uygulanacak bazı termo mekanik işlemlerle mukavemet değerlerinin arttırılması sağlanabilmektedir. Bu nedenle Ca başta AZ31 olmak üzere Mg-Zn, AM60, Mg-Mn, Mg-Al, ZK60 gibi bir çok Magnezyum alaşım sistemlerinde kullanılmaktadır. (Geng, 2016, Geng, 2010, Karparvarfarda, 2017). Bu alaşım sistemleri içerisinde dövülebilir özelliğinden dolayı ZK60 Mg alaşımı, çözelti ve çökelti mukavemeti oluşturduğundan dolayı, yüksek mukavemetli dövme Magnezyum alaşımları için iyi bir potansiyel oluşturmaktadır. Ağırlıkça farklı oranlarda yapılan mikro alaşımlandırmalarda Magnezyum alaşımlarına katılan Ca miktarının artışına bağlı olarak, mikroyapı içerisinde oluşan intermetalliklerle mikroyapı içerisinde tane sınırları boyunca bir ağ tabakası oluşturarak daha ince taneli yapıların oluşmasına ve mikroyapının geliştirilmesi üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. (Du, 2016, Yuhasa, 2014, Zeng, 2016). Yapılan bu çalışmada mikro seviyelerde Ca katkısının sertlik üzerindeki etkisi incelenmiş ve deneysel çalışmalarla sonuçlar ortaya konmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal ve Döküm

Dökümü yapılacak Ca katkılı ZK60 (Mg - %6Zn -%0,45Zr) Magnezyum alaşımı, biyet olarak tedarik edilmiştir. Stokiyometrik oranlarda hazırlanarak metalik kalsiyum içeren Mg - %20Ca master alaşımı ile birlikte 800^{0}C'de kontrollü gaz atmosferi altında ergitilerek tandem fırın içerisinde dökümleri yapılmıştır (Şekil 1). Döküm parametreleri Tablo 1'de verilmiştir. Kontrollü gaz atmosferi için tandem fırının üst kısmında ergitme için Argon, döküm için ise alt kısımda SF_6 + CO_2 gaz karışımı kullanılmış olup her bir döküm 75 dakikalık sürelerde tamamlanmıştır. Çalışma kapsamında sırasıyla Saf ZK60, %0.4 Ca – ZK60 ve %0.8 Ca – ZK60 olacak şekilde 3 farklı kompozisyona sahip numune elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 1. Ca katkılı ZK60 Mg Alaşımı Döküm Parametreleri

Döküm Parametreleri	
Döküm Tekniği	Kontrollü Gaz Atmosferi Altında Tandem Döküm
Döküm Sıcaklığı	800 ˚C
Çalışma Süresi	75 Dakika
Gaz Atmosferi	Argon + SF_6 + CO_2

Tablo 2. ZK60 Mg Alaşımına Ağırlıkça %Ca Katkı Oranları

ZK60 Magnezyum Alaşımına Katılan Ağırlıkça % Ca Oranları		
ZK60	%0.4	%0.8



Şekil 1. Atmosfer Kontrollü Tandem Döküm Fırın

2.2. Mikroyapısal Karakterizasyon

Dökümü yapılan numuneler mikroyapısal karakterizasyon için numuneler sırasıyla 600/1000/1200/2000/2500 mesh boyutuna sahip SiC zımparalarla zımparalanmış ardından 3µm ve 6µm'luk elmas solüsyon ile parlatılarak metalografik olarak hazırlanmıştır. Kalsiyumun malzemenin mikroyapısına etkisini incelemek amacıyla Olympus Marka Işık Mikroskobu ile numunelerde parlatılmış ve dağlanmış konumda mikroyapı incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Dağlayıcı ayracı olarak Asetik Pikral Ayracı (5 ml asetik asit, 6 g pikrik asit, 10 ml damıtık su, 100 ml etanol) kullanılmıştır. Mikroyapı içerisinde oluşan fazları belirlemek amacıyla Rigaku SA-HF3 X-ışını Difraktometre ile XRD analizleri yapılmıştır. Her bir numune için elde edilen XRD sonuçları literatür ile karşılaştırılarak anlamdırılmıştır.

2.3. Sertlik

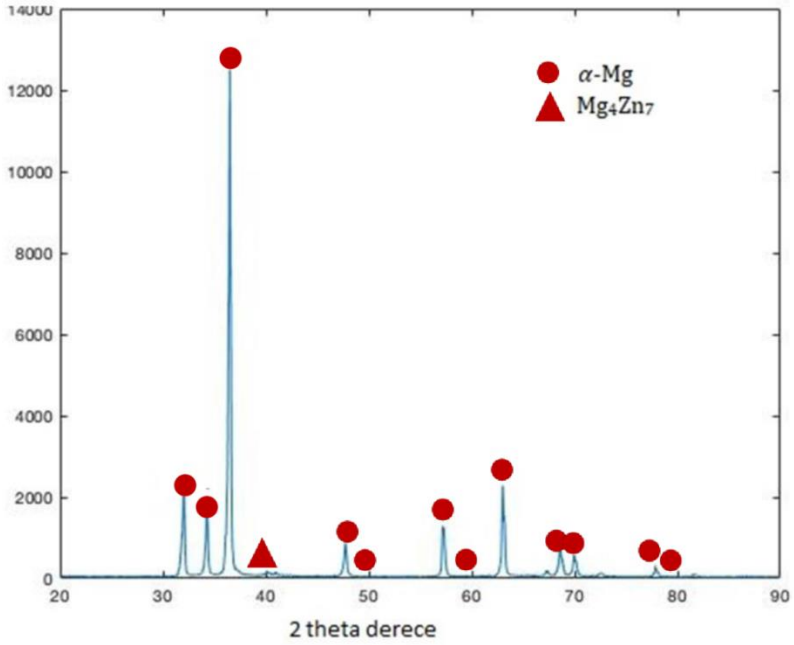
Işık Mikroskobuyla incelenen numunelerde sertlik testi için Future-Tech Marka Sertlik test cihazında 3 kgf yük altında 10 s. süre ile sertlik testleri yapılarak numunelerin sertliği ölçülmüştür. Her numuneden 7 farklı noktadan ölçüm yapılarak matematik ortalaması alınmıştır. Sertlik testleri ile Ca katkısının ZK60 Magnezyum alaşımında mekanik özellikleri açısından sertliğe olan etkisi Ca katkı miktarına bağlı olarak değerlendirilmiştir.

3. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

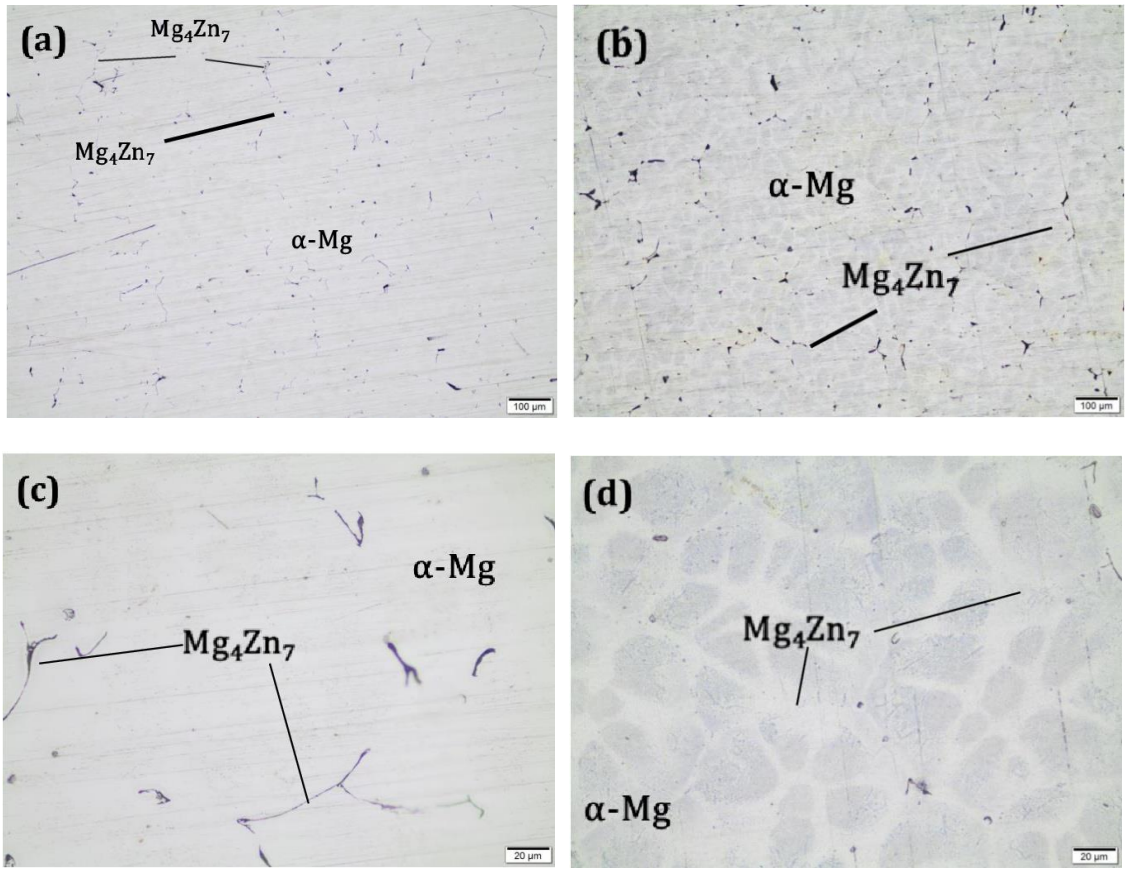
Bu çalışmada ağırlıkça farklı %Ca oranlarındaki Mg-%20Ca master alaşımı olarak ZK60 Magnezyum alaşımına alaşımlandırma yapılarak katılan Ca miktarının mikroyapı ve sertlik üzerindeki etkileri, Ca içermeyen ZK60 Magnezyum alaşımına göre karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Ca ilavesinin alaşımın mikroyapısını incelttiği ve katkı oranının artmasıyla birlikte daha fazla miktarda intermetalik fazların oluştuğu, bu intermetaliklerin mikroyapıda bir ağ tabakası oluşturduğu gözlemlenerek literatürde (Du,2016) yapılan çalışmalarla da örtüştüğü görülmüştür. XRD analizleriyle döküm sonrası mikroyapı içinde oluşan ikincil fazlar belirlenmiş ve sonuçlar literatürde (Du,2016) yapılan çalışmalar ile karşılaştırılarak anlamlandırılmıştır. Ca içermeyen ZK60 Magnezyum alaşımının XRD analizi incelendiğinde (Şekil 2) ağırlıklı olarak α – Mg matrisinin yanısıra Mg_4Zn_7 ikincil fazının da varolduğu belirlenmiştir. Şekil 3.'de verilen Ca içermeyen ZK60 magnezyum alaşımının ışık mikroskobu görüntülerinde bu fazların parlatılmış (Şekil 3.a ve Şekil 3.c) ve dağlanmış (Şekil 3.b ve Şekil 3.d) konumda mikroyapı içerisindeki dağılımları görülmektedir.

Şekil 5 ve Şekil 7'de verilen sırasıyla ağırlıkça % 0.4 ve % 0.8 oranlarında Ca içeren ZK60 magnezyum alaşımının ışık mikroskop görüntülerinde Ca içermeyen numuneden farklı olarak lamelli yapıya sahip ikincil fazların oluşmaya başladığı görülmüştür. Artan Ca miktarına bağlı olarak bu yapıdaki ikincil fazların miktarının arttığı, bir ağ yapısı oluşturduğu ve daha ince bir yapının elde

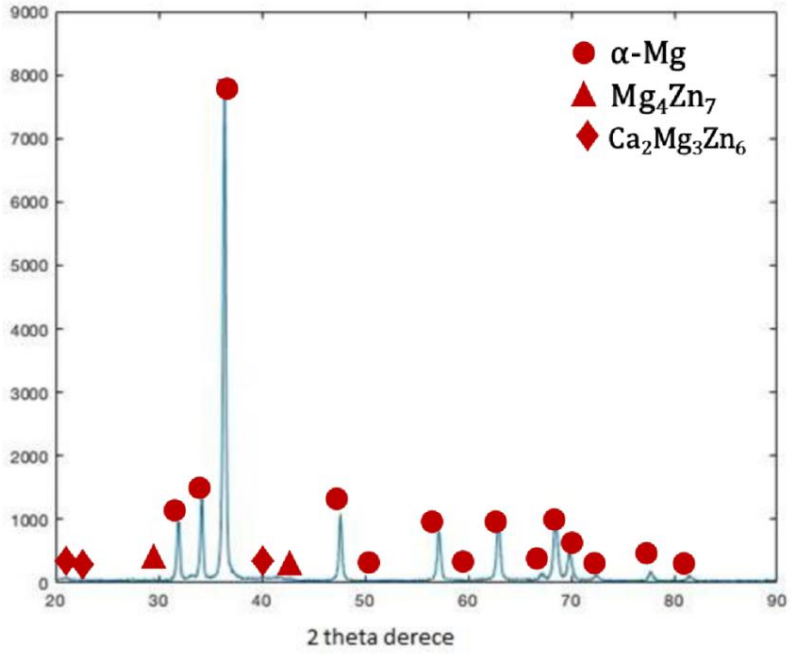
edildiği görülmüştür. Şekil 4 ve Şekil 6'da verilen ağırlıkça %0.4 Ca ve %0.8 Ca içeren ZK60 Mg alaşımlarının XRD analizlerinde α-Mg ana fazının yanısıra Mg_4Zn_7 intermetaliği ile birlikte Ca içermeyen ZK60 Mg alaşımından farklı olarak $Ca_2Mg_3Zn_6$ intermetalik fazının da oluştuğu belirlenmiştir.



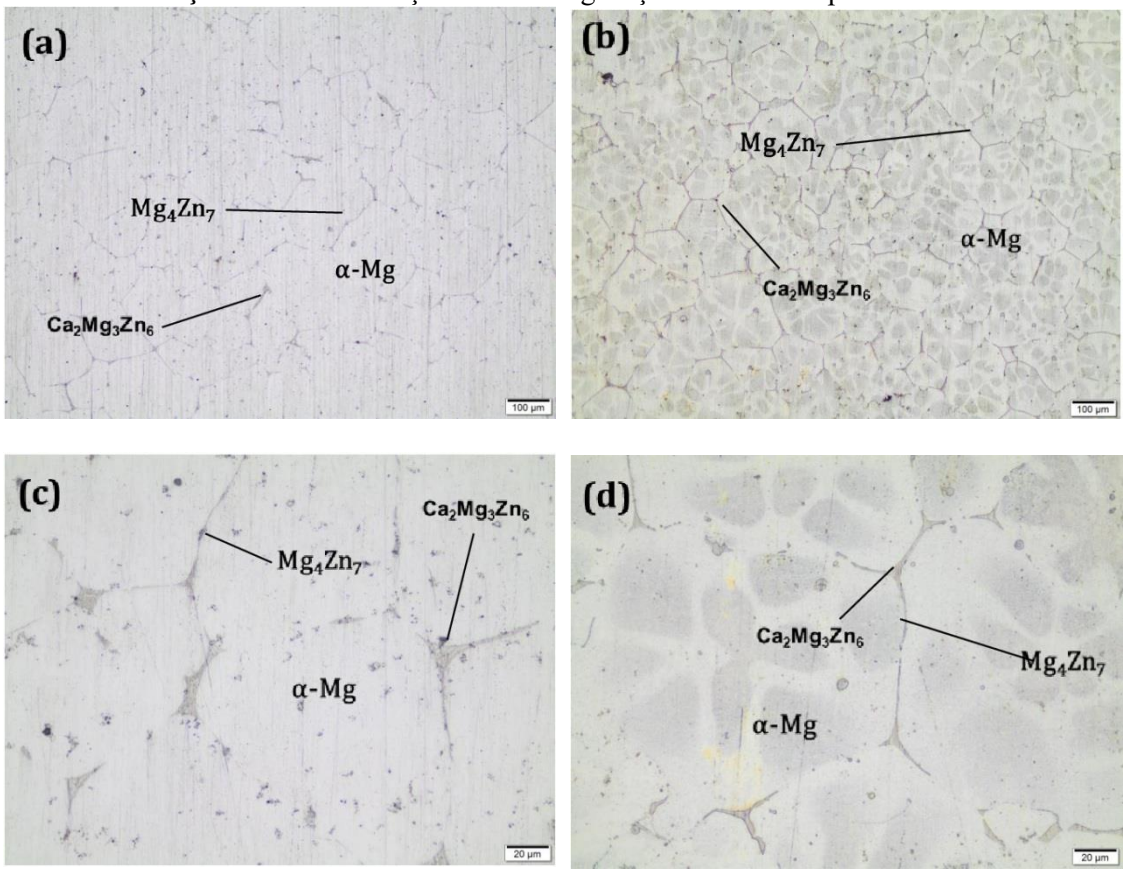
Şekil 2. ZK60 Mg alaşımına ait XRD paternleri



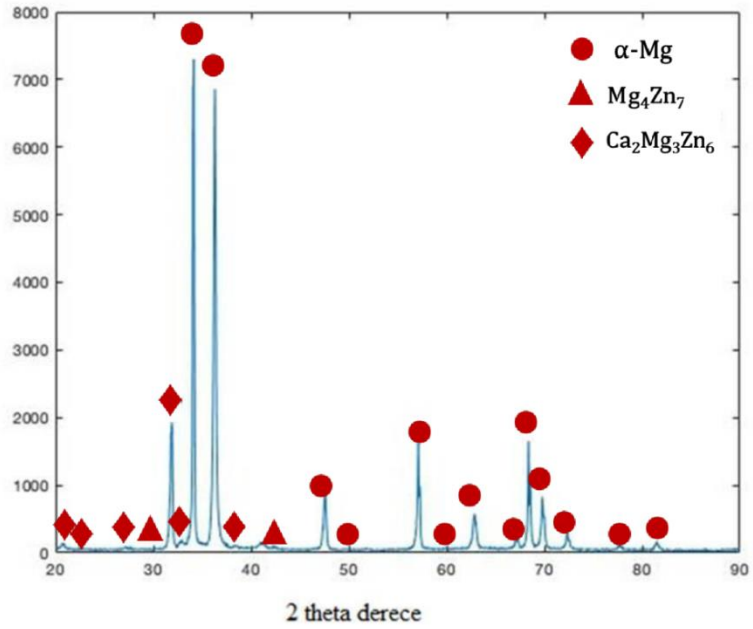
Şekil 3. ZK60 Magnezyum alaşımının ışık mikroskop görüntüleri
(a,c) Parlatılmış konum, (b,d) Dağlanmış konum



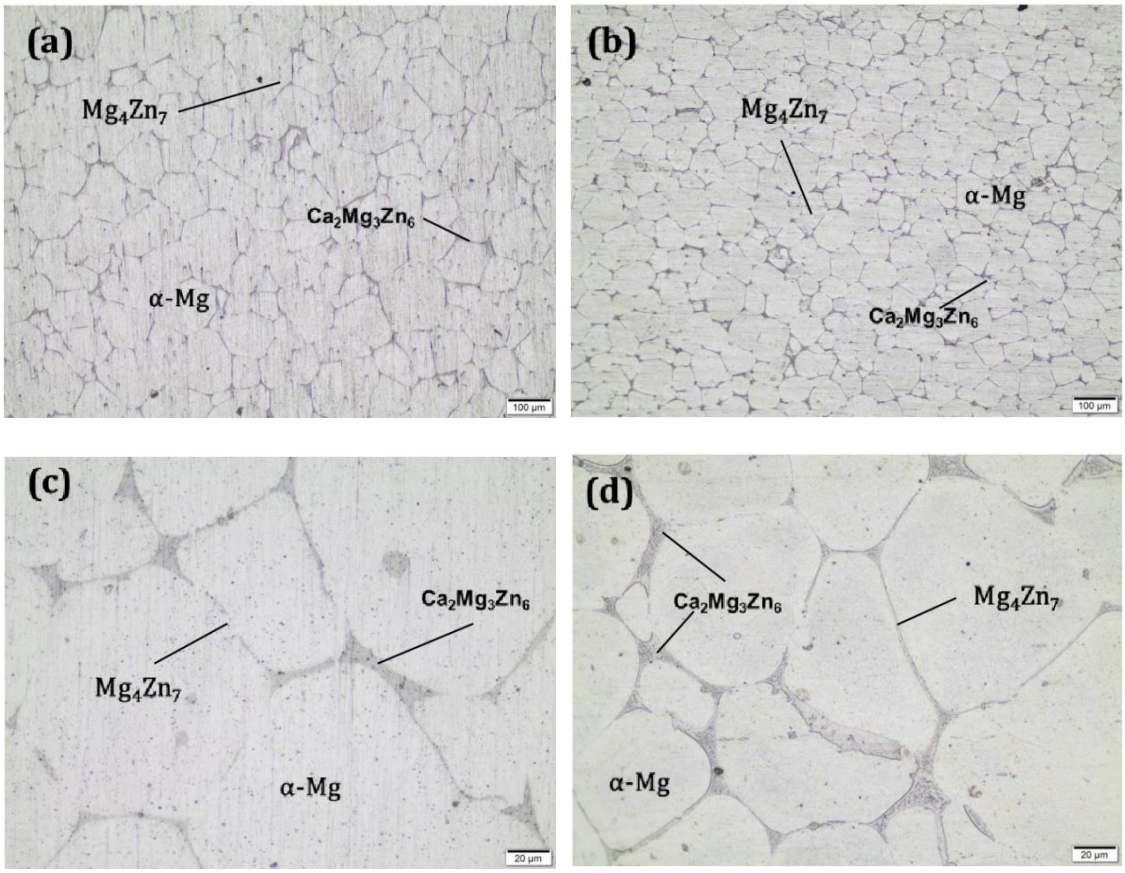
Şekil 4. %0.4 Ca içeren ZK60 Mg alaşımına ait XRD paternleri



Şekil 5. %0.4 Ca içeren ZK60 Magnezyum alaşımının ışık mikroskop görüntüleri, (a,c) Parlatılmış konum, (b,d) Dağlanmış konum

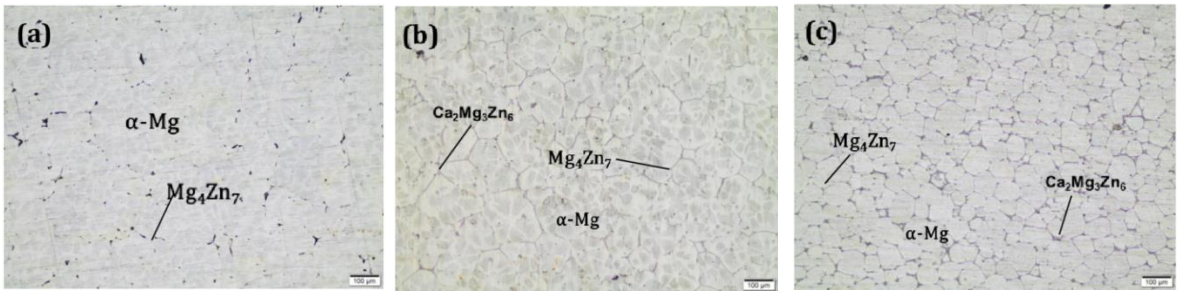


Şekil 6. %0.8 Ca içeren ZK60 Mg alaşımına ait XRD paternleri



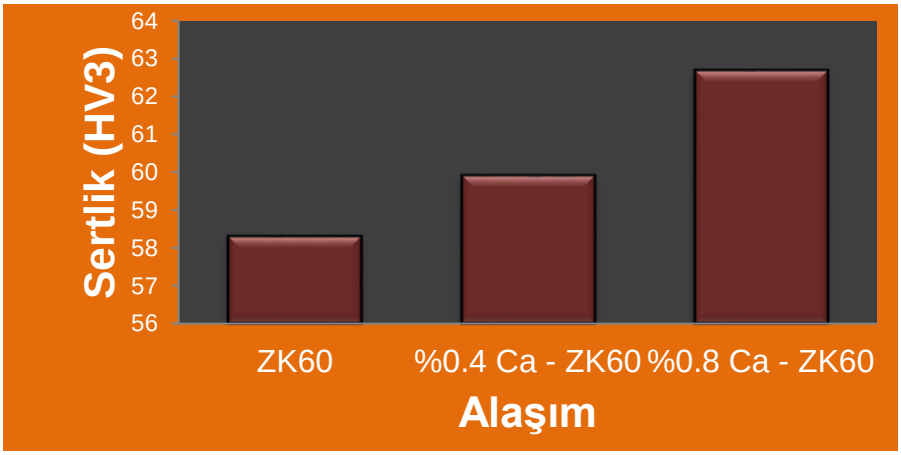
Şekil 7. %0.8 Ca içeren ZK60 Magnezyum alaşımının ışık mikroskop görüntüleri, (a,c) Parlatılmış konum, (b,d) Dağlanmış konum

ZK60 Mg alaşımının artan Ca miktarına bağlı olarak daha ince bir yapıya sahip olduğu Şekil 8'de verilen farklı oranlarda Ca içeren alaşımların ışık mikroskop görüntülerinde belirgin bir şekilde görülmektedir.



Şekil 8. Farklı oranlarda Ca içeren ZK60 Mg alaşımlarının ışık mikroskop görüntüleri (a) ZK60, (b) %0.4 Ca, (c) %0.8 Ca

Şekil 9'da Ca katkısının ZK60 Magnezyum alaşımının sertliğine etkisi verilmiştir. Artan Ca ilavesinin alaşımın sertliği üzerinde çok düşük bir artışa neden olduğu görülmüştür.



Şekil 9. Ağırlıkça %Ca katkı miktarına bağlı olarak alaşımların sertlik değerlerindeki değişim grafiği

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada; ağırlıkça farklı oranlarda Ca içeren ZK60 Magnezyum alaşımında mikroyapısal incelemeler sonucunda $Ca_2Mg_6Zn_3$ ve Mg_4Zn_7 intermetaliklerinin oluşturduğu gözlemlenmiştir Mikroyapı incelemelerinde Ca katkısının literatürden (Geng, 2009)) de desteklendiği şekilde yapıyı incelttiği görülmüştür. Aynı zamanda kalsiyum miktarındaki artışına bağlı olarak ZK60 Magnezyum alaşımının tane sınırlarında ikincil fazların birleşerek bir süreklilik oluşturduğu gözlemlenmiştir. Kalsiyum katkısının alaşımın sertlik değerlerinde çok belirgin artışa sebep olmamakla beraber matriste süreklilik oluşturarak mukavemet üzerinde olumlu etkisi olduğu düşünülmektedir.

ZK60 Magnezyum alaşımının dövülebilir bir alaşım olması nedeniyle, kalsiyumun tane inceltme üzerindeki olumlu etkisiyle birlikte mikroyapı üzerinde ağ yapısı oluşturması sürünme özellikleri geliştirilmesi üzerinde yapılacak çalışmalara da bir ışık tutacaktır. Bu çalışmanın ileride yapılması planlanan çalışmalarla başta otomotiv sanayi olmak üzere uzay ve havacılık ile tıp alanında yeni malzemelerin geliştirilmesinde önemli katkılar sağlayabileceği öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2018/047 nolu proje ile desteklenmiştir. Yazarlar katkılarından dolayı Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne ve çalışma kapsamındaki alaşımların dökümlerinin yapılması konusunda katkı sağlayan Karabük Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü hocalarından Prof. Dr. Ali Güngör ve Arş. Gör. Dr. Alper İncesu'ya teşekkürlerini sunarlar.

KAYNAKLAR

Bhattacharjee T. (2014), High strength and formable Mg–6.2Zn–0.5Zr–0.2Ca alloy sheet processed by twin roll casting, Materials Science & Engineering A 609, 154–160

Du Y. (2018), Comparison of microstructure and mechanical properties of Mg-Zn microalloyed with Ca or Ce, Vacuum, Vol 151, 221-225.

Du Z.R. (2016), Effect of microalloying with Ca on the microstructure and mechanical properties of Mg-6 mass %Zn alloys, Materials and Design 98, 285–293

Geng J. (2016). Microstructure and mechanical properties of extruded Mg–1Ca–1Zn–0.6Zr alloy Materials Science & Engineering A 653, 27–34

Geng L. (2009). Microstructure and mechanical properties of Mg–4.0Zn–0.5Ca alloy, Materials Letters 63, 557–559

Homma T. (2010), Effect of Zr addition on the mechanical properties of as-extruded Mg–Zn–Ca–Zr alloys, Materials Science and Engineering A 527, 2356–2362

Karparvarfarda S.M.H. (2017) Microstructure, texture and mechanical behavior characterization ofhot forged cast ZK60 magnesium alloy, Journal of Materials Science & Technology 33, 907–918

Kainer, K.U (2003), *Proceedings of the 6th International Conference Magnesium Alloys and Their Applications* Geesthacht : Wiley – VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Li, Q., Shiwei, P., Huang, G.J., Huang, X.D. (2017), On the texture evolution of Mg–Zn–Ca alloy with different hot rolling paths, Journal of Magnesium and Alloys 5, 166–172

Monteiro, W.A. (2011), *Special Issues on Magnesium Alloys* Rijeka : In Tech

Mordike, B.L. 2001. Magnesium: Properties – Applications - Potential, Mater. Sci. Eng. A 302, 37 -45. Luo Z.A. 2013.

Nie, J. F. (2012), Precipitation and Hardening in Magnesium Alloys, Metallurgical and Materials Transactions A, Volume 43, Issue 11, 3891–3939.

Öztürk, F. (2012), Magnezyum alaşımları ve Kullanım Alanlarının İncelenmesi, *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 1 Sayı 1, 12-20

Pekguleryuz, M.O., Kaya, A.A., Kainer, K.U. (2013), *Fundamentals of Magnesium Alloy Metallurgy* Philedelphia : Woodhead Publishing Limited

Wang, G., Huang, G., Deng, Q., Chen, X. (2017) Effects of Zn addition on the mechanical properties and texture of extruded Mg-Zn-Ca-Ce magnesium alloy sheets, Materials Science & Engineering A, 705, 46–54

Yuhasa, M., Hayashi, M., Mabuchi, M., Chino, Y. (2014), Improved plastic anisotropy of Mg–Zn–Ca alloys exhibiting high-stretch formability: A first-principles study, Acta Materialia 65, 207–214

Zeng Z.R., Bian, M.Z., Xu, S.W., Davies, C.H.J., Birbilis, N., Nie, J.F. (2016), Effects of dilute additions of Zn and Ca on ductility of magnesium alloy sheet, Materials Science & Engineering A 674, 459–471

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ "KÜLTÜR" VE "MATEMATİK" ALGILARININ İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi A. Arzu ARI
Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü
abural@kocaeli.edu.tr

Öğr. Gör. Barış DEMİR
Kocaeli Üniversitesi, Hereke Ömer İsmet Uzunyol Meslek Yüksekokulu
barisprof@hotmail.com

Tuğçe AR
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
tugceozkan1903@gmail.com

Özet
Kültür, toplum denen birim içinde ve bu birimi oluşturan örgütlü alt birimlerde yaşayan insanın kendini, ötekini ve örgütlü birimleri ve alt birimleri "nasıl yeniden ürettiğini" ve "bu üretimle ilgili ifade biçimlerini" anlatır. Matematik ise en sade şekliyle yaşamın bir soyutlanmış biçimi olarak tanımlanır. Bu tanımın içinde saklı ağırlığından ötürü, matematik öğretimi daima önemsenmiş, bilimsel ve teknik alanlardaki gelişmeler, onun iyi öğrenilmesine, aksi durumlar öğrenilememesine bağlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının "Matematik" ve "Kültür" kavramlarına yönelik sahip oldukları algıların metaforlar yardımıyla ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, 2019-2020 eğitim-öğretim yılında Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği anabilim dalının 2. sınıfında öğrenim gören ve "Kültür ve Matematik" alan eğitimi seçmeli dersini alan toplam 23 öğretmen adayından "Eğer "Kültür" bir renk, besin türü, ulaşım aracı, oyun, mevsim ve canlı türü olsaydı …….. olurdu. Çünkü ……..",
Eğer "Matematik" bir renk, besin türü, ulaşım aracı, oyun, mevsim ve canlı türü olsaydı …….. olurdu. Çünkü ……..." Eğer "Kültür ve Matematik" ilişkisi bir renk, besin türü, ulaşım aracı, oyun, mevsim ve canlı türü olsaydı …….. olurdu. Çünkü ……." cümlelerini tamamlamaları istenmiştir. Toplanan veriler, içerik analizi tekniği ile analiz edilerek yorumlanmıştır. Araştırma bulgularına göre matematik öğretmeni adayları "Kültür" ve "Matematik" ile ilgili olarak farklı sayıda kategori üretmişlerdir. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının "Kültür" ve "Matematik" kavramlarını çoğunlukla "yemek", "renk" ve "ulaşım aracı" şeklinde algıladıkları görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Kültür, Matematik, Matematik Öğretmeni Adayı, Metafor Algıları

INVESTIGATION OF "CULTURE" AND "MATHEMATICS" PERCEPTIONS OF PRIMARY SCHOOL MATHEMATICS TEACHER CANDIDATES

Abstract
Culture describes how the human being, who lives within the unit called society and in the organized sub-units that make up this unit, ''reproduces itself, the other and the organized units and sub-units '' , and the "forms of expression related to this production". On the other hand, in the simplest terms, mathematics is defined as an isolated form of life. Because of the severity of this definition, mathematics teaching has always been considered important, and developments in scientific and technical fields have been attributed to the fact that it is well learned and not otherwise. The aim of this study is to reveal the perceptions of primary school mathematics teacher candidates about ''mathematics'' and '' culture'' with the help of metaphors. For this purpose, in the 2019-2020 academic year, second grade of 23 teacher candidates studying at Kocaeli University Faculty of Education, Department of Elementary Education, Mathematics Teaching Department were asked to complete the sentences "If Culture and Mathematics were a color, food type, means of transport, game, season and species, it would ..... Because ..... ''. The collected data were analyzed and

interpreted by the content analysis method. According to the research findings, mathematics teacher candidates produced different number of categories related to ‘’Culture and Mathematics ‘’course. As a result of the research, it was seen that the teacher candidates perceived ‘’the Culture and Mathematics ’’ course mostly as ’ food ’,’ ’color’ and ’means of transportation’.

Key words: Culture, Mathematics, Mathematics Teacher Candidate, Methapor Perceptions

1.GİRİŞ

Taylor’a göre kültür bilgiyi, sanatı, ahlakı, hukuku, örf adetleri ve insanın toplumun bir üyesi olması dolayısıyla kazandığı diğer bütün beceri ve alışkanlıkları kapsayan karmaşık bir bütündür (Güvenç, 1996). Kültür bir değerler sistemidir ve her sistem kendisini oluşturan alt sistem veya unsurlardan oluşur. Bu unsurları dil, gelenek ve görenek, sanat, dünya görüşü, tarih gibi birçok alt sistemle adlandırabiliriz. Kültürü içerisinde barındırmış olduğu bu unsurlar bağlamında ele aldığımızda insan davranışları üzerindeki etkisi göz ardı edilemez. Bugüne kadar yapılmış olan eğitim tanımlarını incelediğimizde ise birey üzerindeki “davranış değişikliği” temel kavram olmuştur. Bu sebeptendir ki eğitimi kültürden bağımsız düşünemeyiz. Kültür öğeleri, eğitim açısından önemlidir. Çünkü kuşaklardan kuşaklara aktarılma ve kültürü canlı hâlde tutma işlevi okula, daha geniş anlamıyla eğitim örgütlerine verilmiştir (Ültanır, 2013). Kültür öğeleri, ender olarak disiplin alanları başlıkları altında belirgin bir biçimde yer alırken, çoğunlukla tüm ders programlarının hedeflerinden içeriklerine kadar yayılır, hatta ders programı çerçevesinde öğretmenlerin hazırladıkları ek içeriklerde de bulunurlar. Psikolojik ve içeriksel konu taksonomileri düzenlenirken, kültürel boyutlara geniş anlamda yer verilir. Ayrıca öğrenme matrisleri oluşturulurken (Ültanır, 2000) "Hedef Alanları/Hedef Taksonomileri", "Topluma Yönelik Hedefler", "Mesleğe Yönelik Hedefler", "Kültüre Yönelik Hedefler" isimli sütunlar, belirgin veya gizli olarak düşey ve yatay ilişkiler altında kültür unsurlarına göre kurulur (Ültanır, 2013).

Matematik yüzyıllardır kültürden bağımsız, tarafsız, anlaşılması zor bir bilim dalı olarak görülmüştür. Matematiksel düşünceler, tek tip ve standart hale getirilmeye çalışılarak modern matematik adı altında yeniden adlandırılarak, yöresel halkların matematiksel düşünceleri ihmal edilmiştir. Sayıların, hesaplamaların, karmaşık yapıların ön planda olduğu matematik, tek ve gerçek matematik olarak kabul edilmiştir. Oysaki her medeniyetin kendi ihtiyaçları, günlük yaşantıları dolayısıyla da kültürleri çerçevesinde oluşturdukları matematiksel düşünceleri vardır ve bunların her biri ayrı öneme sahiptir (Aktekin, 2017).

Okullarda matematik eğitiminin kültürel köklere dayandırılması kalıcılığı ve ilgi çekiciliği arttırabilir. Sınıflar ve öğrenme ortamları, içinde bulundukları toplumlardan ayrı düşünülemez. Sınıflar tanımlanmış kültürel uygulamalarla birlikte bir toplumun parçasıdır. Öğrenciler okula gelirken kendileriyle birlikte sosyo-kültürel çevrelerinde edindikleri değerlerini, kurallarını ve kavramlarını da getirirler (Rosa ve Orey, 2011). Ancak özellikle geleneksel matematik sınıflarında kültür ve matematik ilişkisi içerikten ve yapıdan uzaktır. Dolayısıyla birçok öğretmen ve öğrenci matematik ve kültür arasındaki ilişkiyi anlamada zorlanabilir. Okullarda öğretilen matematik ile ilgili öğrencilerin kişisel algı oluşturmasına izin verilmez ve öğrencilerin kültürlerini yansıtan değerler, gelenekler, inanç, dil ve alışkanlıklar görmezden gelinir. Bu tarz durumlarda öğrencilerden öğrendikleri matematiği derinlemesine anlamadan ezbere verilen işlemleri benimsemeleri beklenir. Ne yazık ki bu öğretim metoduyla gerçekleştirilen öğrenme süreci öğrencilerin kuralları tam olarak ezberledikleri süre ile sınırlıdır (D'Ambrosio, 2001).

Öğrencilerin matematik ve kültür arasındaki ilişkileri anlamaları için öncelikle öğretmen adaylarının bu alanda yetiştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla Yüksek Öğretim Kurulu tarafından oluşturulan İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans programlarının içerisinde alan eğitimi seçmeli dersi olarak “Kültür ve Matematik“ dersine yer verilmiştir. Bu dersin hedefleri programda şu şekilde belirtilmiştir:

1. Matematik ve kültür ilişkisi; matematiksel kavramları kendi kültürel bağlamlarında tanımlamak
2. Farklı kültürlerin matematiksel düşünce yapıları, etnomatematik alanında yapılan araştırmaların temel prensipleri, matematik-antropoloji-dil bilimi arasındaki ilişki

3. Sınıf içi uygulamalara etnomatematik çalışmalarını dâhil etmenin önemi
4. Farklı kültürel bağlamlara yönelik sınıf içi matematik etkinlikleri tasarlama

Bu araştırmada öğretmen adaylarının "Kültür" ve "Matematik" kavramlarına ilişkin metaforları incelenmiştir. Metafor kavramı ile kastedilen, bir kavram, olgu veya olayın başka bir kavram, olgu veya olaya benzetilerek açıklanmasıdır (Oxford et al., 1998). Metafor (benzetme, eğretileme, istiare, mecaz) olayların oluşumu ve işleyişi hakkında düşüncelerimizi yapılandıran, yönlendiren ve kontrol eden en güçlü zihinsel araçlardan biridir (Saban, 2004). Forceville (2002), herhangi bir metafor ilişkisinde en az üç temel öğenin varlığından söz edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bunlar: (1) metaforun konusu, (2) metaforun kaynağı,(3) metaforun kaynağından metaforun konusuna atfedilmesi düşünülen özellikler (Akt:Saban, 2004).

Bu çalışmanın amacı, İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının "Matematik" ve "Kültür" kavramlarına yönelik sahip oldukları algıların metaforlar yardımıyla ortaya çıkarılmasıdır. Bu genel amaç çerçevesinde aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

(1) Matematik öğretmeni adaylarının "Matematik" kavramına ilişkin sahip oldukları metaforlar nelerdir?

(2) Matematik öğretmeni adaylarının "Kültür" kavramına ilişkin sahip oldukları metaforlar nelerdir?

(3) Matematik öğretmeni adaylarının "Matematik ve Kültür" ilişkisine yönelik olarak sahip oldukları metaforlar nelerdir?

2.YÖNTEM

Bu çalışma, nitel araştırma yöntemleri içinde değerlendirilen olgu bilim deseni kullanılmıştır. Olgu bilim deseni farkında olduğumuz, ancak derinlemesine ve ayrıntılı bir anlayışa sahip olmadığımız olgulara odaklanmaktadır. Yaşadığımız dünyada olaylar, deneyimler, algılar, yönelimler, kavramlar ve durumlar gibi çeşitli biçimlerde karşımıza çıkan olgulara odaklanan olgu bilim de bize tamamen yabancı olmayan ancak tam anlamıyla kavrayamadığımız olguları araştırmayı amaçlar. Araştırmanın çalışma grubunu, Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümünde 2019-2020 eğitim-öğretim yılı güz döneminde "Kültür ve Matematik" alan eğitimi seçmeli dersini alan 23 öğretmen adayı oluşturmaktadır.

Gönüllülük esasına dayalı olarak araştırmaya katılan matematik öğretmen adaylarının "Kültür ve Matematik" kavramlarına yönelik görüşlerini belirlemek için öğretmen adaylarından

Eğer "Kültür" bir renk, besin türü, ulaşım aracı, oyun, mevsim ve canlı türü olsaydı…….. olurdu.

Eğer "Matematik" bir renk, besin türü, ulaşım aracı, oyun, mevsim ve canlı türü olsaydı…….. olurdu.

Eğer "Kültür ve Matematik" ilişkisi bir renk, besin türü, ulaşım aracı, oyun, mevsim ve canlı türü olsaydı…….. olurdu." cümlelerini tamamlamaları istenmiştir.

3.BULGULAR

3.1."Matematik öğretmeni adaylarının "Matematik" kavramına ilişkin sahip oldukları metaforlar nelerdir?" araştırma problemine ilişkin bulgular aşağıdaki gibidir.

Tablo 1: Matematik Öğretmeni Adaylarının "Matematik" kavramına Yönelik Geliştirdikleri Metaforlar

Kategori	**Metafor**	**Frekans**
Mevsim	İlkbahar	3
Renk	Siyah, beyaz , kırmızı	4
Ulaşım Aracı	Uçak, tank	2
Besin Türü	Çeşni, pul biber, aşure, ekmek, pizza, su	5
Oyun türü	Yapboz, basketbol, zeka küpü, futbol, saklambaç	6
Canlı türü	İnsan , kanguru	3
Toplam		23

Tablo 1 incelendiğinde ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının "matematik " kavramına yönelik ürettiği metaforlar görülmektedir. Matematik Öğretmen adaylarının geliştirdikleri metaforların frekansları Mevsim (3), , Renk (8), Ulaşım aracı (4) Besin Türü (6) ve Canlı Türü (2) şeklindedir. Öğretmen adaylarının belirtilen kategorilerin metaforlarına yönelik belirttikleri gerekçelerden bazıları aşağıdaki gibidir:

Tablo 2: Matematik Öğretmeni Adaylarının "Matematik" kavramına Yönelik Geliştirdikleri Metaforlar ve Gerekçesi

Kategori	**Metafor ve gerekçesi**
Mevsim	İlkbahar gibidir, çünkü bahar yeniden açan çiçekleri anımsatır bana ve matematik de her zaman iç içe yeni önermelere teoremlere açılır.
Renk	Siyah gibidir çünkü siyah kusurları örter gizler, matematiğinde böyle gizemli bir yapısı vardır. Kırmızı gibidir, çünkü canlı ve dinamiktir
Ulaşım Aracı	Tank gibidir, çünkü dışardan bakınca ürkütücüdür ama kullanan için büyük bir güçtür. Uçak gibidir, çünkü eğer kullanmasını biliyorsanız sizi hedefinize kısa sürede ulaştırır.
Besin Türü	Aşure gibidir çünkü içinde her şeyi barındırır. Pul biber gibidir, çünkü acıtır ama çok güzeldir.
Oyun Türü	Basketbol gibidir, çünkü ne kadar antrenman yaparsan o kadar gelişirsin Saklambaç gibidir, çünkü nerde saklanacağını ne zaman ortaya çıkacağını iyi bilmelisin
Canlı Türü	İnsan gibidir, çünkü insan vücudu bile altın orandan meydana gelir.

3.2. "Matematik öğretmeni adaylarının "Kültür" kavramına ilişkin sahip oldukları metaforlar nelerdir?" araştırma problemine ilişkin bulgular aşağıdaki gibidir.

Tablo 3: Matematik Öğretmeni Adaylarının "Kültür" kavramına Yönelik Geliştirdikleri Metaforlar

Kategori	**Metafor**	**Frekans**
Mevsim	Kış, sonbahar, ilkbahar	3
Renk	Kahverengi, mavi, yeşil, beyaz, siyah	8
Ulaşım Aracı	Otobüs, metro, uçak, metrobüs	4
Besin Türü	Hamburger ekmeği, su, aşure, çorba, makarna	6
Canlı Türü	İnsan	2
Toplam		23

Tablo 3 incelendiğinde ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının "kültür" kavramına yönelik ürettiği metaforlar görülmektedir. Matematik Öğretmen adaylarının geliştirdikleri metaforların frekansları Mevsim (3), Renk (4), Ulaşım aracı (2) Besin Türü (5) , Oyun Türü(6) ve Canlı Türü (3) şeklindedir. Bu metaforların ışığında ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının "kültür" kavramına

yönelik algıları genellikle olumlu özellikte oldukları söylenebilir. Öğretmen adaylarının belirtilen kategorilerin metaforlarına yönelik belirttikleri gerekçelerden bazıları aşağıdaki gibidir:

Tablo 4: Matematik Öğretmeni Adaylarının "Kültür" kavramına Yönelik Geliştirdikleri Metaforlar ve Gerekçesi

Kategori	**Metafor ve gerekçesi**
Mevsim	İlkbahar çünkü bütün renkleri güzellikleri içinde barındırır. Kış mevsimi gibidir çünkü kışın kar yağdığı zaman yeryüzü örter kültürde böyledir.
Renk	Açık mavi rengi gibidir, çünkü açık mavi bana gökyüzünü anımsatır. Kültür de gökyüzü gibi her şeyin üstünde kapsayan bir kavramdır. Rengarenktir, çünkü kültür tüm renkleri barındırır.
Ulaşım Aracı	Araba gibidir, çünkü araba çalışırsa ilerler. Kültürde etkileşim oldukça hareketlenir. Metrobüs gibidir, çünkü çeşit çeşit insanı kapsar.
Besin Türü	Makarna gibidir, çünkü kültürde makarna gibi çeşit çeşittir. Su gibidir, çünkü insan susuz yaşayamaz ve kültüründen bağımsız olamaz
Canlı Türü	İnsan gibidir, çünkü bir çok organı vardır ve kompleks bir yapıdır

3.3. "Matematik öğretmeni adaylarının "Kültür ve Matematik" ilişkisine yönelik sahip oldukları metaforlar nelerdir?" araştırma problemine ilişkin bulgular aşağıdaki gibidir.

Tablo 5: Matematik Öğretmeni Adaylarının "Kültür ve Matematik" İlişkisine Yönelik Geliştirdikleri Metaforlar

Kategori	**Metafor**	**Frekans**
Mevsim	ilkbahar, yaz, sonbahar	4
Renk	Gri, beyaz, siyah, turuncu	4
Ulaşım Aracı	Otobüs, metro, at arabası	3
Besin Türü	Bal-kaymak, hamburger, çiğköfte-şalgam, salata, sebze çorbası, kuru fasulye-pilav, döner-ayran, cips-kola, tantuni-limon, pilav-yoğurt	10
Oyun Türü	Monopoly, satranç	2
Toplam		23

Tablo 5 incelendiğinde ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının "kültür ve matematik" ilişkisine yönelik ürettiği metaforlar görülmektedir. Matematik Öğretmen adaylarının geliştirdikleri metaforların frekansları Mevsim (4), , Renk (4), Ulaşım aracı (3) Besin Türü (10) ve Oyun (2) şeklindedir. Bu metaforların ışığında ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının "kültür ve matematik" ilişkisine yönelik yönelik algıları genellikle olumlu özellikte oldukları söylenebilir. Öğretmen adaylarının belirtilen kategorilerin metaforlarına yönelik belirttikleri gerekçelerden bazıları aşağıdaki gibidir:

Tablo 6: Matematik Öğretmeni Adaylarının "Kültür ve Matematik" İlişkisine Yönelik Geliştirdikleri Metaforlar ve Gerekçesi

Kategori	**Metafor ve gerekçesi**
Mevsim	İlkbahar gibidir, çünkü hem güneşi hem yağmuru görebilirisiniz.
Renk	Turuncu gibidir, hem sarı hem kırmızının birleşimidir.
Ulaşım Aracı	At arabası gibidir, hem kültürü hem de matematiği barındırır.
Besin Türü	Kuru fasulye-pilav gibidir, çünkü birbirlerini çok iyi tamamlıyorlar. Bal-kaymak gibidir, çünkü kültür kaymak ise matematik baldır.
Oyun Türü	Satranç gibidir, çünkü savaş ve taktik gerektirir.

Araştırmanın bulgularına göre, öğretmen adayları toplam 69 adet geçerli metafor üretmiştir. Bu metaforlar daha sonra ortak özellikleri bakımından 6 farklı kavramsal kategori altında toplanmıştır. Bu çalışmaların bulguları aşağıdaki gibi belirtilebilir.

Bu araştırmada ortaya çıkan metaforlar, metafor listeleri ya da likert tip ölçek hazırlayacak araştırmacılar için kaynak olarak kullanılabilir.

5. SONUÇ

Bu araştırmanın problemi "İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Kültür ve Matematik kavramlarına ilişkin algıları nelerdir". Bu problem üç alt probleme ayrılmış ve alt problemlerin sonuçlarından araştırmanın sonucuna ulaşılmaya çalışılmıştır.

Birinci alt problem; "Matematik öğretmeni adaylarının "Matematik" kavramına ilişkin sahip oldukları metaforlar nelerdir?" şeklindedir. Elde edilen metaforların ışığında ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının "Matematik" kavramına yönelik algıları genellikle olumlu özellikte oldukları söylenebilir. Matematik öğretmen adaylarının "Matematik" kavramına ilişkin geliştirdikleri metaforlar en çok "Oyun" kategorisinde olurken en az "Ulaşım" kategorinde olmuştur.

İkinci alt problem; "Matematik öğretmeni adaylarının "Kültür" kavramına ilişkin sahip oldukları metaforlar nelerdir?" şeklindedir. Elde edilen metaforların ışığında ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının "Kültür" kavramına yönelik algıları genellikle olumlu özellikte oldukları söylenebilir. Matematik öğretmen adaylarının "Kültür" kavramına ilişkin geliştirdikleri metaforlar en çok "Renk" kategorisinde olurken en az "Canı Türü" kategorinde olmuştur.

Üçüncü alt problem; "Matematik öğretmeni adaylarının "Kültür ve Matematik" ilişkisine yönelik sahip oldukları metaforlar nelerdir?" şeklindedir. Elde edilen metaforların ışığında ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının "kültür ve matematik" ilişkisine yönelik algıları genellikle olumlu özellikte oldukları söylenebilir. Matematik öğretmen adaylarının "Kültür ve Matematik" ilişkisine geliştirdikleri metaforlar en çok "Besin Türü" kategorisinde olurken en az "Ulaşım" kategorinde olmuştur.

6. TARTIŞMA

Matematiksel düşüncelerle kültürün etkileşimi birbirinden ayrılmaz bir bütündür (Rosa ve Orey, 2011).Elde edilen bulgularda kültürün, matematiğin geleneksel olmayan formunu sağlayacağı ve matematiği kültürel bir cevap olarak kullanacağı için faydalı görülmüştür. Adam, Alangui ve Barton (2003)'un bakış açısında bir çocuğun matematik eğitimi ilk olarak kültüründeki matematiksel dünyada başlar ve daha sonra çocuk küresel matematik dünyasıyla karşılaştıkça olgunlaşır. Bu yüzden kültür ve matematik etkileşimi, çocuğun matematiksel düşüncesinin gelişimine katkı sağlar. Öğrencinin kültüründen oluşan matematiksel tecrübeler öğrencinin matematiksel fikirlerin nasıl oluştuğunu ve uygulandığını anlamasına yardımcı olur. Öğrencilere bu anlamda ışık tutacak öğretmen adaylarının kültür ve matematik hakkındaki görüşleri önemsenmiştir. Bu sebep ile bir matematik öğretmenin kültür ve matematik kavramlarına yönelik metaforlarının önemli olduğu düşünülmüş ve bu metaforlar belirlenmiştir-.

Unutulmamalıdır ki matematik eğitimi için kültürel bir bağlam kullanmak, öğrencinin matematiği günlük hayatının bir parçası olarak görmesine yardımcı olur ve matematiksel ilişkiler kurma yeteneğini geliştirir (La Ferla, Olkun , Gönülateş, Alibeyoğlu, 2008).

KAYNAKLAR

ADAM S., ALANGUİ W., BARTON B., A (2003) Comment on Rowlands and Carson: Where Would Formal Academic Mathematics Stand in a Curriculum Informed by Ethnomathematics? A Critical Review, *Educational Studies in Mathematics,* 52(3), 327-335.

AKTEKİN D., (2017) Etnomatematik, *(Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi)*

D'AMBROSİO U., (2001) What is Ethnomathematics and How Can It Help Children in Schools? *Teaching Children Mathematics,* 7(6), 308-310.

FORCEVİLLE, C. (2002). Further thoughts on delimitating pictorial metaphor. Theoria et Historia Scientiarum, 6, 213-27 Torún, Poland

GÜVENÇ, B. (1996). *İnsan ve Kültür*, İstanbul: Remzi Yay., 7. Basım

LA FERLA V., OLKUN S., GÖNÜLATEŞ F., ALİBEYOĞLU M., A Multicultural Look at Mathematics, *11 th International Congress on Mathematical Education*, Monterrey, Mexico, 6-13 July 2008.

OXFORD R.L., TOMLİNSON S., BARCELOS A., HARRİNGTON C., LAVİNE R.Z., SALEH A., LONGHİNİ A. (1998). Clashing metaphors about classroom teachers: toward a systematic typology for the language teaching field. *System* 26, 3–50.

ROSA M., OREY, D. C., (2011) Ethnomathematics: The Cultural Aspects of Mathematics, *Revista Latinoamericana de Etnomatemática,* 4(2), 32-54

SABAN, A. (2004). "Giriş Düzeyindeki Sınıf Öğretmeni Adaylarının "Öğretmen" Kavramına İlişkin İleri Sürdükleri Metaforlar, *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2, 2, 131-155.

ÜLTANIR, G. (2000). İçeriksel Konu Taxonomileri ve İlgi Alanları, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, (2), 65-75.

ÜLTANIR, G. (2000). Öğrenme Matrisi ve Yapısı, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (1), 1.

ÜLTANIR, G . (2003). Eğitim ve Kültür İlişkisi Eğitimde Kültürün Hangi Boyutlarının Genç Kuşaklara Aktarılacağı Kaygısı. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* , 23 (3)

LİSANS VE LİSANSÜSTÜ ÖĞRENCİLERİN HAZIRLADIKLARI SORULARDA KULLANDIKLARI ÖLÇME TEKNİKLERİNİ TANIMA YETERLİLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Meltem UMUR
Fen Bilgisi Öğretmeni, Kastamonu
mltmumr93@gmail.com

Prof. Dr. Mehmet Altan KURNAZ
Kastamonu Üniversitesi / Eğitim Fakültesi / Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
altan.kurnaz@gmail.com

Özet
Bu çalışma fen bilgisi öğretmenliği lisans ve lisansüstü öğrencilerinin hazırladıkları sorularda kullandıkları ölçme tekniklerini tanıma yeterliliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma tarama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunda 47 lisans, 12 yüksek lisans ve 3 doktora öğrencisinden oluşan 62 katılımcı yer almaktadır. Çalışmanın verileri, katılımcılara fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan bazı kazanımlara yönelik soru hazırlattırılarak elde edilmiştir. Veri toplama sürecinde katılımcıların hazırladıkları sorularda kullandıkları teknikleri tanımlamaları istenmiştir. Araştırmacılar tarafından yapılan incelemede, katılımcıların kullandıkları tekniklere yönelik tanımlamaların doğru olanları uyumlu, yanlış olanları uyumsuz olarak kodlanmıştır. Her katılımcı için ayrı değerlendirme yapılmıştır. Uyumlu soruların tümüne oranı yüzdelik dilime çevrilmiştir. Uyumluluk düzeyi %0-25 arasında yer alan katılımcılar yetersiz, %25,01-50 arasında yer alan katılımcılar kısmen yetersiz, %50,01-75 arasında yer alan katılımcılar kısmen yeterli ve %75,01-100 arasında yer alan katılımcılar yeterli düzeyde değerlendirilmiştir. Analizler sonucunda katılımcıların ölçme değerlendirme tekniklerini tanıma durumlarına bakıldığında 5 katılımcı yetersiz düzeyde, 12 katılımcı kısmen yetersiz düzeyde, 25 katılımcı kısmen yeterli düzeyde ve 20 katılımcının da yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca katılımcılar tarafından en sık kullanılan tekniklerin çoktan seçmeli sorular ve açık uçlu sorular olduğu tespit edilmiştir. Ulaşılan bulgular neticesinde katılımcıların soru hazırlamada kullandıkları teknikleri tanıma durumlarının yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ölçme teknikleri, fen bilgisi eğitimi, öğretmen eğitimi

EXAMINING THE QUALIFICATION OF UNDERGRADUATE AND GRADUATE STUDENTS TO RECOGNIZE MEASUREMENT TECHNIQUES USED IN THE QUESTIONS PREPARED

Abstract
This study was carried out to determine the competence of science teaching undergraduate and graduate students to determine the measurement techniques used in the questions they prepared. The study was carried out by survey method. The study group consisted of 62 participants consisting of 47 undergraduates, 12 graduate and 3 PhD students. The data of the study was obtained by making the participants prepare questions about some of the gains in the science curriculum. During the data collection process, the participants were asked to define the techniques they used in the questions they prepared. The definitions of the participants regarding the techniques they used were coded as correct ones as compatible and wrong ones as non-compliant. A separate assessment was made for each participant. The ratio of all compatible questions to percentages has been translated. The level of compliance between 0-25% is inadequate, between 25.01% and 50% is partially inadequate, between 50.01% and 75% is partly sufficient and between 75.01% and 100% was evaluated as sufficient. As a result of the analyzes, it was determined that 5 participants were inadequate, 12 participants were partially inadequate, 25 participants were in sufficient level and 20 participants were in sufficient level. In addition, the most commonly used techniques were found to be multiple choice and open-

ended questions. As a result of the findings, it was concluded that the participants were inadequate to recognize the techniques they used to prepare questions

Keywords: Measurement techniques, science education, teacher education

1. GİRİŞ

Öğretim süreçlerinde ölçme-değerlendirme çalışmalarının rolü ve önemi yadsınamaz. Öğreten açısından ölçme değerlendirme çalışmaları istenilen hedeflere ne ölçüde erişildiğini betimler. Öğrenen açısından da ölçme değerlendirme çalışmaları hedeflere erişimde ayna görevi görür. Anlamlı öğrenmeler için öğretmenler öğrencilerine yeni bilgileri incelemeleri, açıklamaları ve kendi cevaplarına ulaşma olanakları vermelidir (Saunders, 1992; Harlen & James, 1997). Bu anlamda öğretim süreçlerinde çeşitli ölçme değerlendirme teknikleri kullanılmaktadır.

Ölçme değerlendirme teknikleri geleneksel ölçme değerlendirme teknikleri ve tamamlayıcı (alternatif) ölçme değerlendirme teknikleri olmak üzere iki ayrı başlık altında incelenir (Bahar, Nartgün, Durmuş ve Bıçak, 2009). İlgili literatürde dikkat çeken başlıca ölçme değerlendirme teknikleri açık uçlu sorular, kısa cevaplı sorular, çoktan seçmeli sorular, doğru yanlış soruları, eşleştirmeli sorular, boşluk doldurma soruları, problem çözme, kelime ilişkilendirme testleri, kavram haritaları, kavram karikatürleri, yapılandırılmış grid, tanılayıcı dallanmış ağaç, öz değerlendirme, akran değerlendirme, performans görevleri, proje görevleri, öğrenci ürün dosyaları, dereceli puanlama anahtarı, derecelendirme ölçekleri, kontrol listeleridir şeklinde özetlenebilir (Bahar vd., 2009).

Öğretim süreçlerinde öğretmenlere düşen görev, zengin bir öğrenme ortamı tasarımının yanı sıra aynı zamanda öğrencilerine zengin ölçme değerlendirme süreçleri de sunmaktır. Pek çok ölçme değerlendirme tekniğinden söz edebilirken ilgili literatürde sıkça kullanılan ölçme değerlendirme tekniklerinin geleneksel ölçme değerlendirme teknikleri olduğu bildirilmektedir (Alaz ve Yarar, 2009). Geleneksel ölçme değerlendirme teknikleri arasında da açık uçlu sorular en sık kullanılan tekniktir (Çepni ve Şenel Çoruhlu, 2010; Çalık ve Aksu, 2018). Milli Eğitim Bakanlığı Okul Öncesi Eğitim ve İlköğretim Kurumları Yönetmeliği'nin ilgili açıklamalarında ölçme değerlendirme çalışmalarında farklı ölçme değerlendirme tekniklerine yer verilmesi gerektiği ifade edilmektedir (MEB, 2017). İlgili literatüre dayalı bir değerlendirme yapıldığında, MEB'in beklentileriyle öğretmenlerin uygulamaları arasında, farklı ölçme değerlendirme tekniklerine yer verilmesi konusunda, örtüşmeyen bir gerçeklik ortaya çıkmaktadır. Bu durumda sorulması gereken sorulardan biri de öğretmenlerin yetiştirilmesi süreçlerinde bir eksiklik olup olmadığı şeklinde olabilir. Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adayları ve fen eğitimi lisansüstü öğrencilerinin hazırladıkları sorularda kullandıkları ölçme değerlendirme tekniklerini tanıma yeterliliklerini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevaplar aranmıştır.

1- Katılımcıların ölçme değerlendirme tekniklerini tanımlama yeterlilikleri nasıldır?
2- Katılımcılar hangi ölçme değerlendirme tekniklerini kullanmayı tercih etmektedirler?

.

2. YÖNTEM

Araştırma tarama yöntemiyle yürütülmüştür. Bu çalışmada katılımcıların kendilerine sunulan kazanımlara yönelik hazırladıkları sorularda, kullandıkları teknikleri tanıma yeterliklerini belirlemek esas alındığından tarama yöntemi tercih edilmiştir. Tarama yöntemi çalışma evreni büyük olan çalışmalarda belli bir örneklemden genel durum ortaya koymak için kullanılabildiği gibi (Metin, 2014) belli bir gruba yönelik değerlendirmeler yapmak üzere de kullanılabilir (Karasar, 2007). Çalışma grubunda Batı Karadeniz bölgesinde yer alan bir üniversitede eğitim gören ölçme değerlendirme dersi almış son sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ve fen eğitimi lisansüstü öğrencileri yer almaktadır. Toplam 62 katılımcının yer aldığı çalışmada 47 lisans, 12 yüksek lisans ve 3 doktora öğrencisi bulunmaktadır.

Veri toplamak için fen bilimleri öğretim programından toplam 10 kazanım rast gele seçilmiştir. Katılımcılardan her bir kazanım için soru(lar) hazırlamaları ve hazırlanan sorularda kullanılan tekniği belirtmeleri istenmiştir. Araştırma verileri katılımcıların hazırladığı sorularda kullandıkları tekniklerle belirttikleri teknikleri karşılaştırılarak doğruluk durumları analiz edilmiştir. Katılımcıların

hazırladıkları sorular belirttikleri teknikle aynı ve doğruysa uyumlu, sorular belirttikleri teknikten farklı ve/veya yanlışsa uyumsuz olarak değerlendirilmiştir. Uyumlu soruların tüm sorularına oranı hesaplanarak katılımcıların yeterlilik düzeyleri belirlenmiştir. Bu orana göre %0-25 arasında yer alan katılımcılar yetersiz, %25,01-50 arasında yer alan katılımcılar kısmen yetersiz, %50,01-75 arasında yer alan katılımcılar kısmen yeterli ve %75,01-100 arasında yer alan katılımcılar yeterli düzeyde değerlendirilmiştir. Ayrıca katılımcıların kullandıkları tekniklerin frekans değerleri alınarak en sık kullanılan teknikler de tespit edilmiştir.

3. BULGULAR

Katılımcıların hazırladığı sorulara ilişkin teknikler ve uyumluluk durumları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların kullandığı tekniği tanımlama durumları

Kullanılan teknik	Uyumlu (f)	Yüzde(%)	Uyumsuz (f)	Yüzde(%)
Açık uçlu soru	278	26,05	202	18,93
Çoktan seçmeli soru	198	18,55	23	2,15
Doğru/yanlış soruları	70	6,56	12	1,12
Kısa cevaplı soru	38	3,56	90	8,43
Boşluk doldurma	31	2,9	13	1,21
Proje/performans görevleri	25	2,34	6	0,56
Problem çözme	20	1,87	11	1,03
Eşleştirme soruları	11	1,03	1	0,09
Tanılayıcı dallanmış ağaç	9	0,84	0	0
Kavram haritası	7	0,65	1	0,09
Kelime ilişkilendirme testi	5	0,46	0	0
Kavram karikatürü	1	0,09	0	0
Anlam çözümleme tablosu	0	0	6	0,54
Yapılandırılmış grid	0	0	1	0,09
Portfolyo	0	0	8	0,72

Tablo 1 katılımcıların hazırladığı sorularda kullandıkları teknikler ve bu teknikleri tanımlama uyumluluğunu göstermektedir. Hazırlanan sorularda çoktan seçmeli sorulardan 198 tanesi doğru tanımlanırken 23 tanesi yanlış tanımlanmıştır. Açık uçlu sorulardan 278 tanesi doğru tanımlanırken 202 tanesi yanlış tanımlanmıştır. Kısa cevaplı soruların 38 tanesi doğru tanımlanırken 90 tanesi yanlış tanımlanmıştır. Doğru yanlış sorularının 70 tanesi doğru, 12 tanesi yanlış tanımlanmıştır. Proje/perfornans görevleri sorularının 11 tanesi doğru, 6 tanesi yanlış tanımlanmıştır. Eşleştirme sorularının 11 tanesi doğru 1 tanesi yanlış tanımlanmıştır. Problem çözme sorularının 20 tanesi doğru, 11 tanesi yanlış tanımlanmştır. Performans/proje görevlerine yönelik soruların 11 tanesi doğru, 6 tanesi yanlış tanımlanmıştır. Tanılayıcı dallanmış ağaç sorularının 9 tanesi doğru olarak tanımlanıp yanlış tanımlama yer almamaktadır. Kavram haritası sorularının 7 tanesi doğru, 1 tanesi yanlış tanımlanmıştır. Kelime ilişkilendirme testi sorularının 5 tanesi doğru, 0 tanesi yanlış tanımlanmıştır. Kavram karikatürü sorularının 1 tanesi doğru, 0 tanesi yanlış tanımlanmıştır. Anlam çözümleme tablosu, yapılandırılmış grid ve portfolyo sorularından doğru tanımlanan soru olmamakla beraber sırasıyla 6, 1 ve 8 yanlış soru hazırlandığı görülmektedir.

Katılımcıların hazırladıkları sorularda kullanılan tekniği tanımlama yeterlilikleri ve hazırlanan soruların belirtilen teknikle uyumluluk frekansı Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Katılımcıların kullandıkları teknikleri tanımaya yönelik yeterlilik düzeyi

Kullanılan ölçme tekniğini tanımlama düzeyi	Katılımcı sayısı	
	Frekans (f)	Yüzde (%)
Yetersiz	5	8,06
Kısmen yetersiz	12	19,35
Kısmen yeterli	25	40,32
Yeterli	20	32,25

Tablo 2 çalışmada yer alan katılımcıların hazırladıkları soruları ölçme değerlendirme teknikleri bakımından tanıma yeterliliklerini göstermektedir. Katılımcılardan 5 kişi yetersiz, 12 kişi kısmen yetersiz, 25 kişi kısmen yeterli ve 20 kişiyse yeterli düzeyde görülmektedir.

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma fen bilgisi lisans ve lisansüstü öğrencilerinin hazırladıkları soruları ölçme değerlendirme tekniklerine göre tanımlayabilme yeterliliklerini belirlemek amaçlı yapılmıştır. Çalışma verilerinden elde edilen bulgulara göre hazırladığı soruya yönelik ölçme değerlendirme tekniğini yeterli düzeyde tanımlayabilen katılımcılar, tüm katılımcıların %32,25'ini kapsamaktadır. Bu bulgu ışığında, katılımcıların ölçme tekniklerini yeterince bilmedikleri sonucuna varılmıştır. Araştırma verilerine göre katılımcıların kullandıkları tekniklerde en sık kullanılanlar arasında açık uçlu sorular ve çoktan seçmeli sorular yer almaktadır. Çalık ve Aksu (2018)'nun içerik analiziyle yürüttüğü çalışmalarında 2000-2018 yılları arasında yapılmış çalışmalarda ölçme değerlendirme tekniklerinden genel olarak en çok açık uçlu soruların kullanıldığı ortaya koyulmuştur. Çepni ve Şenel Çoruhlu (2010)'nun yapmış oldukları çalışma, açık uçlu soruların sıklıkla tercih edilme nedenini öğretmenlerin hazırlamasını kolay olarak değerlendirmeleri göstermiştir. Bu yönüyle benzer durum söz konusu olabilir.

Genel olarak kullanılan ölçme değerlendirme teknikleri; açık uçlu soru, çoktan seçmeli soru, doğru/yanlış soruları, kısa cevaplı soru, boşluk doldurma, proje/performans görevleri, problem çözme, eşleştirme soruları, tanılayıcı dallanmış ağaç, kavram haritası, kelime ilişkilendirme testi, kavram karikatürü, anlam çözümleme tablosu, yapılandırılmış grid ve portfolyodur. Birçok katılımcı bazı öğretim yöntem ve tekniklerini, ölçme değerlendirme tekniği olarak belirtmiştir. Bu teknikler soru cevap, akıl yürütme, gözlem, yaşam temelli öğrenme, gösterip yaptırma, deney, soru sorma, drama tekniği, yaparak yaşayarak öğrenme, örnek olay, analoji, tartışma, gözlemle soru cevap, test, sıralama, şema oluşturma, sunuş yoluyla öğretim, anlatım, mikro öğretim, kavram, tahmin yürütmedir. Bu ifadeler katılımcıların ölçme değerlendirme tekniklerini yeterli düzeyde tanımadıklarını göstermektedir. Alan yazında yer alan çalışmalarda bazı ölçme tekniklerinin yeterli bilinmediğini ortaya koyan çalışmaların mevcut olması (Sağlam Arslan, vd., 2009; Çoruhlu, Naz, Çepni, 2009; Çepni ve Çoruhlu, 2010; Özdemir, 2010; Akbulut ve Akbulut, 2011; Sever ve Saban, 2012; Kurnaz ve Pektaş, 2013) bu çalışmayı desteklemektedir. Ölçme tekniği olmayanlar arasında en dikkat çeken ifade çoktan seçmeli soruların 'test' olarak ifade edilmesidir. Test, bir yeterlilik ölçme aracıdır ve içeriğinde yer alan maddeler testin en küçük parçalarıdır (Erkuş, 2010). Fakat katılımcılardan bazılarının çoktan seçmeli soruyu test olarak tanımlaması bu ayrımı yapamadıklarını öne sürdürebilir.

Katılımcıların hazırladığı soruları tanımlamaları değerlendirildiğinde katılımcıların %32,25'inin yeterli düzeyde yer alması, ölçme değerlendirme tekniklerini yeterli düzeyde tanımlayamadığını göstermektedir. Çoruhlu, Er Nas ve Çepni (2009), öğretmen adaylarının tamamlayıcı ölçme değerlendirme tekniklerini kullanmada zorluklar yaşadıklarını ve geleneksel teknikleri entegre ederek kullanmaya çalıştıkları sonucuna ulaşmışlardır. Özdemir (2010) çalışmasında yer alan kişilerin alternatif ölçme değerlendirme tekniklerini kullanımda kendilerini yetersiz olarak gördükleri sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmalara benzer birçok çalışma mevcuttur. Diğer çalışmalarda da bu tekniklerin yeterince bilinmediği öne sürülmektedir. Bu çalışmada da tamamlayıcı ölçme değerlendirme tekniklerinin yeterince kullanılmamış olması, katılımcıların tamamlayıcı ölçme değerlendirme tekniklerini yeterince bilmediklerini düşündürebilir. Ölçme tekniklerine yönelik tanımlamalarda katılımcıların yetersiz olma nedenini irdelemek gerekirse, alınan ölçme değerlendirme eğitiminin

yetersizliğinden kaynaklandığı da düşünülebilir (Umur, 2019). Bu durumda öğretmen yetiştirme programlarının irdelenmesi önerilebilir. Ölçme değerlendirme derslerinde tekniklerin teorik bilgilerinin uygulamalı olarak verilmesi de önerilebilir.

KAYNAKLAR

Akbulut, Ö. E., & Akbulut, K. (2011). Science and technology teacher candidates' opinions regarding alternative assessment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 3531-3535.

Çalık ve Aksu (2018). 2000- 2018 Arasında Türkiye'de Öğretmenlerin Soru Sorma Davranışlarının Sistematik Değerlendirilmesi. *İlköğretim Online,* 17(3), 1548-1568.

Çepni, S., & Şenel Çoruhlu, T. (2010). Alternatif Ölçme ve Değerlendirme Tekniklerine Yönelik Hazırlanan Hizmet İçi Eğitim Kursundan Öğretime Yansımalar. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *28*(28), 117-128.

Çoruhlu Şenel, T., Nas Er, S., & Çepni, S. (2009). Fen Ve Teknoloji Öğretmenlerinin Alternatif Ölçme-Değerlendirme Tekniklerini Kullanmada Karşılaştıkları Problemler: Trabzon Örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *6*(1), 122-141.

Erkuş, A. (2010). Psikometrik Terimlerin Türkçe Karşılıklarının Anlamları İle Yapılan İşlemlerin Uyuşmazlığı. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 1(2), 72-77.

Harlen, W. & James, M., (1997). Assessment and Learning: differences and relationships between formative and summative assessment, Assessment in Education, 4(3).

Kurnaz, M., & Pektaş, M. (2013). Fen Ve Teknoloji Öğretmenlerinin Ölçme-Değerlendirmede Kavram Haritası Kullanım Durumları. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *9*(1), 1-10.

MEB (2017). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6,7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı.* Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.

Özdemir, S. M. (2010). İlköğretim Öğretmenlerinin Alternatif Ölçme Ve Değerlendirme Araçlarına İlişkin Yeterlikleri Ve Hizmet İçi Eğitim İhtiyaçları. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, *8*(4), 787-816.

Saunders, W. L. (1992). The constructivist perspective: Implications and teaching strategies for science. School Science and Mathematics, 92(3), 136-141.

Sever, I., & Saban, A. İ. (2012). Öğretim Elemanlarının Ölçme ve Değerlendirme Yeterlik Algılarının Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 173- 204.

Umur, M. .(2019). Fen Bilgisi Programı Lisans Ve Lisansüstü Öğrencilerinin Öğretim Programı Kazanımlarına Uygun Soru Hazırlama Yeterliliklerinin İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.* Kastamonu.

GEMİ İNŞA VE BAKIM-ONARIM ENDÜSTRİSİNDE ÇEVRESEL ETKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Arş.Gör. Ali Oğuzhan NARCI*
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Çevre Mühendisliği Bölümü
alioguzhannarci@gmail.com

Doç.Dr. Esra CAN DOĞAN
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Çevre Mühendisliği Bölümü
esracdogan@gmail.com

Prof.Dr. Durmuş KAYA
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
durmus.kaya@kocaeli.edu.tr

Deniz ÖZTÜRK
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
dnzcskn@hotmail.com

Özet
Gemi inşa endüstrisinin gelişimi küresel ekonomik büyüme ile önemli ölçüde artmıştır. Gemi inşa sektörü küresel anlamda kilit sektörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Gemi inşa ve bakım-onarım, yüksek enerji tüketimi gerektiren ve çevre üzerinde etkileri olan, karmaşık ürünlerin üretimine odaklanmış bir sektördür. Sektör imalat ve inşaat endüstrisinin karakteristiklerini içermektedir ve çok sayıda hammadde, mamul ve yarı mamul kullanılmaktadır. Gemi inşa endüstrisi, çeşitli kimyasal ve tehlikeli madde açığa çıkaran en önemli metal endüstrilerinden biri olarak bilinmektedir. Önlem alınmaz ise insan sağlığı ve çevre kalitesi üzerinde önemli risk oluşturan gemi inşa ve onarım süreçlerinde yüksek miktarda atık ve kirletici açığa çıkmaktadır. Bunun sonucu olarak özellikle çevresel bozulma ve doğal kaynakların tükenmesi konularında, endüstriler, rakiplerinden daha "çevre dostu" bir ürün sunmak, çevresel performanslarını ve nihayetinde finansal faydalarını geliştirmek için LCM (yaşam döngüsü yönetimi) gibi çevre yönetim sistemlerine doğru yönelmeye başlamıştır. Bu çalışmada tersanelerde inşa, bakım-onarım süreçleri ve oluşan atıklar çevresel açıdan değerlendirilmiştir. Ayrıca tersanelerde üretim ve bakım-onarım süreçleri ve oluşan atıkların yönetimi ile ilgili literatürdeki LCA (Yaşam Döngüsü Analizi) çalışmaları incelenmiş ve süreçlerin revizyonu ile ilgili daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerektiği görülmüştür. Sonuç olarak Gemi inşa ve bakım-onarım sektörünün tamamında kısa ve uzun vadede daha yenilikçi ve yeşil teknolojilerin uygulanmasının gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: gemi inşa, bakım-onarım, çevresel etki, atık yönetimi, yaşam döngüsü analizi

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL IMPACTS IN SHIPBUILDING AND MAINTENANCE-REPAIR INDUSTRY

Abstract
The development of the shipbuilding industry has increased significantly with global economic growth. Shipbuilding is recognized as one of the key sectors on a global scale. In addition, the shipbuilding and maintenance-repair sector is focused on the production of complex products, requiring high energy consumption and have an impact on the environment. The sector includes the characteristics of the manufacturing and construction industry and a large number of raw materials, finished products and semi-finished products are used. The shipbuilding industry is known to be one of the most important metal industries that emits various chemical and hazardous substances. If no measures are taken, high levels of waste and pollutants are released during shipbuilding and repair processes, which constitute a significant risk to human health and environmental quality. As a consequence, particularly in the subjects of environmental degradation and depletion of natural

resources, industries have begun to move towards environmental management systems such as Life Cycle Management to offer a more “environmentally friendly product than their competitors, and to improve their environmental performance and ultimately their financial benefits. In this study, construction, maintenance-repair processes and wastes in shipyards were evaluated in terms of environment. In addition, Life Cycle Assesment studies in the literature regarding production, maintenance-repair processes and waste management in shipyards have been examined and it is seen that more comprehensive studies should be carried out regarding the revision of the processes. As a result, it was concluded that more innovative and green technologies should be applied in the short and long term in the whole shipbuilding and maintenance-repair sector.

Keywords: shipbuilding, maintenance-repair, environmental impact, waste management, life cycle assesment

1. GİRİŞ

Küresel ekonomik büyüme, küresel deniz ticaretini desteklemiş ve gemi inşa ve bakım onarım endüstrisinin gelişimini önemli ölçüde artmıştır. Gemi inşası küresel olarak kilit sektörlerden biri haline gelmiştir (Neven ve ark., 2018). Gemi inşa sektörü büyük enerji tüketen ve çevre üzerinde önemli etkileri olan, çok sayıda hammadde, mamul ve yarı mamul kullanılan karmaşık ürünlerin üretimine odaklanmış bir sektördür. (EPA, 1997, Meydanlıoğlu, 2016, Çelebi, 2008). Gemi inşa, bakım-onarım sektörü birçok süreçten oluşmaktadır. Bu süreçlerden, yüzey hazırlama, boya ve astar kaplama, metal kaplama, çözücü temizleme, yağ giderme, talaşlı imalat ve metal işleri, kaynak ve fiberglas işlemleri en önemlileridir (Akanlar, 2010). Gemi inşa, bakım ve onarımında kullanılan ana hammaddelerden biri yüksek alaşımlı çeliklerdir bunların yanında boya ve çözücüler, aşındırıcı raspa, oksijen ve LPG gazı, ahşap türevleri, epoksi, polyester, reçine, taş yünü, cam elyafı, yağlar (hidrolik yağlar, soğutma yağları ve makine yağları) vb. gibi çeşitli maddeler kullanılmaktadır (EPA, 1997, Meydanlıoğlu, 2016, Çelebi, 2008). İnsan sağlığı ve çevre kalitesi üzerinde önemli risk oluşturan gemi yapımı ve onarım süreçlerinde yüksek miktarda atık ve kirletici açığa çıkmaktadır (Rahman ve Karim, 2015; Çelebi ve ark.,2009).

Gemi inşaatı ve tamiri endüstrisinde birincil hammadde girişi olarak, öncelikle çelik ve diğer metaller, boya ve çözücüleri (solvent), raspa aşındırıcılar ve makine ve kesme yağları’dır. Bunlar partiküler olarak; stiren, aseton, metilen, klorür ve benzeri uçucu organik bileşikler (VOC); metal ve boya partikülleri; temizlik ve boya çözücüler; sintine ve kargo tanklarından gelen yağ atıklar; makina ve kesme yağları; atıksu ve boya atıkları (metaller, TBT içeren); artık raspa malzemeleri; yüzey kirleticileri ve kargo tankı atıkları; kullanılmış kaplama ve siyanür çözeltileri olarak gruplandırılabilmektedir (Rahman ve Karim, 2015; EPA, 1997). Oluşan bu atıkların yönetimi için lisanslı firmalar tarafından bertaraf ve geri kazanım süreçleri uygulanmaktadır. Bu yönetim süreçlerinin (Yakma, depolama ve geri kazanım vb.) çevresel etkilerinin belirlenmesi ve çevreye etkisi en az atık yönetim sisteminin uygulanması hem çevre hem de tersaneler açısından süreçlerin revizyonu konusunda büyük önem arz etmektedir. Buradan hareketle çevreci ürünler üretmek için çevreci süreçler daha fazla dikkat çekmektedir.

Özellikle çevresel bozulma ve doğal kaynakların tükenmesi konularında, endüstriler ve işletmeler, rakiplerinden daha “çevre dostu” bir ürün sunmak için faaliyetlerini değerlendirmeye ve çevresel performanslarını ve nihayetinde finansal faydalarını geliştirmek için “yaşam döngüsü yönetimi” gibi çevre yönetim sistemlerine doğru yönelmeye başlamıştır (Blanco-Davis ve Zhou, 2014; Yiğit, 2013).
Yaşam döngüsü analizi (YDA) bir ürünün ömrü boyunca ilgili girdi ve çıktısının bir envanterini derleyerek, çevresel etkilerin tahmin edilmesi ve değerlendirilmesi için kullanılan bir metodolojidir. (Blanco-Davis ve Zhou, 2014; Yiğit, 2013; Bardet, 2010; Çokaygıl, 2005). Denizcilik endüstrisi ile ilgili olarak, YDA nispeten adil bir şekilde kullanılmış ve gemi tasarımı, inşaat ve onarımı ve hatta bazı alternatif güç kaynakları için geçerli raporlara dahil edilmiştir. (Blanco-Davi ve Zhou, 2014).
Bu çalışmada; insan sağlığı ve çevre kalitesi üzerinde önemli risk oluşturan gemi inşa ve bakım-onarım süreçleri ve oluşan atıkların yönetimi ile ilgili literatürdeki mevcut YDA çalışmaları incelenmiş ve çalışmaların ağırlıklı olarak gemi donanımları ve geri dönüşüm üzerine odaklandığı tespit edilmiştir. Ancak tersanelerde üretim süreçlerinde kullanılan teknolojiler ve atık yönetimi

üzerine kapsamlı YDA çalışmalarına pek rastlanmamıştır. Bu alanda yapılacak daha kapsamlı çalışmaların gemi inşa ve bakım-onarım sektörünün tamamında kısa ve uzun vadede daha yenilikçi ve yeşil teknolojilerin uygulanabilmesine yüksek katkılar sağlayacağı değerlendirilmiştir.

2. GEMİ İNŞA ve BAKIM ONARIM SEKTÖRÜ

Dünya gemi inşa endüstrisi üretim, bakım ve gemi söküm olmak üzere üç alt sektörden oluşmaktadır. İmalat alt sektörü, açık deniz endüstrisi için gemilerin ve yapıların imalatında görev almaktadır. Bakım onarım sektörü, onarım merkezleri ve her türlü hizmet şirketini kapsamaktadır ve faaliyetleri, hizmet ömürleri boyunca gemilerin ve yapıların yüksek düzeyde teknik verimliliğini sağlamayı amaçlamaktadır (Montwill ve ark., 2018). Gemi inşaatı ve bakım-onarım sektörü imalat ve inşaat endüstrisinin karakteristiklerini içermektedir ve bu sektörde çok sayıda hammadde, mamul ve yarı mamul kullanılmaktadır (EPA, 1997, Çelebi, 2008).

Gemi inşası çelik formuna ve kullanım yoğunluğuna bağlı olarak büyük gemilerin ve alüminyum, ağaç ve fiberglass gibi kompozit materyaller kullanılarak bot ve yat gibi daha küçük teknelerin üretimlerinin yapıldığı bir metal endüstrisidir (OECD, 2010). Gemi onarım işlemleri ise iskele ve kuru havuzda gövde yenileme, boya yenileme, makine-teçhizat tamiri ve yenilenmesi, tadilat ve dönüştürme süreçlerini içermektedir (Baş ve ark., 2007).

Gemi inşa, bakım-onarım sektörü birçok süreçten oluşmakta ve bu süreçlerin her biri çok sayıda ara adım içermektedir. Tersanelerde temel olarak gerçekleştirilen uygulamalar; yüzey hazırlama, boya ve astar kaplama, metal kaplama, çözücü temizleme, yağ giderme, talaşlı imalat ve metal işleri, kaynak ve fiberglas işlemleridir (Rahman ve Karim, 2015; Çelebi ve ark., 2009; Akanlar, 2010). Gemi inşa, bakım ve onarımında kullanılan ana hammaddelerden biri yüksek alaşımlı çeliklerdir. Ayrıca alüminyum ve diğer demir içermeyen malzemeler de imalatta sıklıkla kullanılmaktadır. Bunların yanında boya ve çözücüler, aşındırıcı raspa, oksijen ve LPG gazı, ahşap türevleri, epoksi, polyester, reçine, taş yünü, cam elyafı, yağlar (hidrolik yağlar, soğutma yağları ve makine yağları) vb. maddeler kullanılmaktadır (EPA, 1997, Meydanlıoğlu, 2016, Akanlar, 2010, Çelebi, 2008).

Tersanelerde gemi yapımında öncelikle ana hammadde sacın yüzey temizleme ve ön boyama işlemi gerçekleştirilmektedir. Daha sonra istenen şekillerde kesilerek birleştirilmeye hazır hale getirilmektedir. Bu işlemlerden sonra, ön imalat kapalı sahasında hazırlanan sacların montajları yapılarak, jig sahasında ön boyaması yapılmış olan sac parçaları ve paneller kaynak prosesi ile birleştirilmektedir. Kızak ve kuru havuzda, jig sahası, boru atölyesi, marangozhane ve elektrik atölyesinden alınan parçalar ve donanımlar birleştirilerek geminin inşası gerçekleştirilmektedir (Baş ve ark., 2007). Tersanede gerçekleştirilen yeni inşa ve onarım işlemleri birbirine benzemektedir. Her ikisinde de temelde aynı üretim uygulamaları, süreçler, tesisler ve tedarik uygulamaları kullanılmaktadır.

2.1. Gemi İnşa ve Bakım-Onarım Süreçlerinde Oluşan Atıklar

Gemi inşa ve bakım-onarım endüstrisi, çeşitli kimyasal ve tehlikeli madde açığa çıkaran en önemli metal endüstrilerinden biri olarak bilinmektedir. Yüksek enerji ve malzeme tüketilen endüstride insan sağlığı ve çevre kalitesi üzerinde önemli risk oluşturan çeşitli atık ve kirleticiler açığa çıkmaktadır (Rahman ve Karim, 2015; Çelebi ve ark.,2009).

Sektörde gerçekleştirilen imalat ve bakım süreçlerinde oluşan atıklar genel olarak; stiren, aseton, metilen, klorür ve benzeri uçucu organik bileşikler (VOC); metal ve boya partikülleri; temizlik ve boya çözücüler; sintine ve kargo tanklarından gelen yağ atıklar; makina ve kesme yağları; atıksu ve boya atıkları (metaller, TBT içeren); artık raspa malzemeleri; yüzey kirleticileri, sintine ve kargo tanklarından gelen yağlı atıklar; kullanılmış kaplama ve siyanür çözeltileri olarak gruplandırılabilmektedir (Rahman ve Karim, 2015, EPA, 1997). Gemi inşa, bakım-onarım endüstrilerinde hammadde akışı ve oluşan kirleticiler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Gemi inşa, bakım-onarım proseslerinde hammadde girişi ve potansiyel kirletici çıkışları (EPA, 1997).

PROSES	GİRİŞ MALZEMESİ	HAVA EMİSYONLARI	ATIKSU	HURDA ATIKLAR
Yüzey hazırlama	Aşındırıcılar (çelik bilye, grit, bakır cüruf, boya sökücüler ve temizleyiciler)	Partiküller (metal, boya, aşındırıcılar), solvent temizleyicilerden ve boya sökücülerden kaynaklı VOC emisyonları	Boya parçaları, temizleme sıvıları, yüzey kirleticileri, kargo ve balast tanklarından yağ ve hurda yağ	Boya parçacıkları, kullanılan aşındırıcılar, aşındırıcı kutuları, değişen hurda kargo tankları parçaları
Metal kaplama ve yüzey sonlandırma	Kaplama metaller, siyanür çözeltiler, temizleme solventleri, durulama suları	Metal iyon buharı, asit buharı, solventlerden gelen VOC emisyonları	Metal, siyanür, asit, alkaliler, organikler ve solventlerle kirlenmiş durulama suyu	Kullanılan çözeltiler, atık su iyileştirme sonucu tortu
Boyama	Boya, solvent ve su	Boya ve solventlerden ve temizlenen ekipmanlardan VOC emisyonları	Ekipman temizliğinden ve solventlerden kirlenmiş su	Artık boya, boya ve solvent kutuları,
Fiberglas imalatı	Fiberglas, reçine, katalizörler, ahşap ve plastik malzemeler	İmalat süresinde oluşan VOC emisyonları	Atık su oluşumu çok azdır	Atık fiberglas, reçine ve kutular
Talaşlı imalat ve metal işleri	Kesme yağları, yağlama yağları ve solventler	Yağ gidericilerden ve temizleme solventlerinden kaynaklı VOC emisyonları	Kullanılan solventler, yağlama yağları, kesme yağları ve soğutucu yağlar ile kirletilmiş atık su	Atık kesme yağları, yağlama yağları ve metal talaş

3. YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİ

Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDA) bir ürünün ömrü boyunca ilgili girdi ve çıktısının (daha da önemlisi, geleneksel analizde sıklıkla göz önüne alınmayan hammadde çıkarma, malzeme nakliyesi, nihai ürün imhası vb. adımları da dikkate alan) bir envanterini derleyerek, çevresel etkilerin (ör. İklim değişikliği, stratosferik ozon tükenmesi, troposferik ozon (duman) oluşumu, ötrofikasyon, asitlenme, insan sağlığı ve ekosistemleri üzerindeki toksikolojik stres, kaynakların tükenmesi, su kullanımı, arazi kullanımı, gürültü ve diğerleri) tahmin edilmesi ve değerlendirilmesi için kullanılan bir metodolojidir. (Blanco-Davis ve Zhou, 2014; Yiğit, 2013; Bardet, 2010; Çokaygıl, 2005).

Çok yaygın olarak, bir YDA'nın temel amacı, insan sağlığı ve çevre üzerinde en az etkiye sahip en iyi ürün, süreç veya hizmeti seçmektir. İkincil hedefler çevresel değerlendirmeleri desteklemek, bir işlem için temel veriler oluşturmak, kamu politikalarını, ürün sertifikalandırmasını vb. desteklemek için bilgileri içerebilir (Blanco-Davis ve Zhou, 2014).

ISO tarafından geliştirilen ve metodolojiyi tanımlayan iki mevcut YDA standardı vardır: ISO 14040 ve ISO 14044. 1990'ların sonunda ISO 14040, YDA'yı "bir ürünün yaşam döngüsü boyunca hammadde ediniminden üretim, kullanım, kullanım ömrü sonu işleme, geri dönüşüm ve son elden çıkarma işlemlerine kadar çevresel yönleri ve potansiyel çevresel etkileri ele alan bir yöntem" olarak tanımlayan serilerini yayınlamıştır. (Blanco-Davis ve Zhou, 2014). Seriler (Çokaygıl, 2005);

- ISO 14040: Çevre Yönetimi - Prensipler ve Çerçeve
- ISO 14041: Çevre Yönetimi - Amaç ve Kapsam Tarifi ile Envanter Analizi
- ISO 14042: Çevre Yönetimi - Hayat Boyu Etki Değerlendirmesi
- ISO 14043: Çevre Yönetimi - Hayat Boyu Yorumu

ISO Standartları, YDA'nın bir ürün sisteminin yaşam döngüsü boyunca potansiyel çevresel etkileri için yaygın olarak kabul edilen bir prosedür olduğunu ve YDA metodolojisinin dört aşamaya ayrıldığını göstermektedir. (Yiğit, 2013).

Gemi üretim, bakım-onarım, kullanım ve geri dönüşümü aşamasında emisyonların artmasının sonucu, emisyonların ve çevresel etkilerin sınırlandırılması için daha sıkı bir düzenlemenin geliştirilmesi gereği denizcilik sektöründe de YDA'nın uygulaması artmaktadır. Gemi endüstrisinin çevresel etkilerini azaltmak için olası çözümler; geminin mimari tasarımını iyileştirmek ve böylece seyir sırasında yakıt tüketimini ve dolayısıyla yakıt tüketimini azaltmak; kullanılmış malzeme bakımından üretim aşamasını iyileştirmek ve yeşil enerji kullanımını teşvik etmek; yenilenebilir enerji tesisleri kullanmak; geri dönüştürülebilir malzemeler kullanmak olarak sayılabilmektedir.(Cucinotta ve ark., 2017). YDA'nın denizcilik sektöründeki uygulamaları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Literatürdeki denizcilik sektörü ile ilgili YDA uygulamaları

Çalışma	Özet	Kaynak
Bakır boya türünün ilk uygulama sonrası ve bakım için sökülmesi sonucu doğal deniz ortamına yayılımları YDA ile modellenmiştir.	Boyanmış plakalar deniz suyuna uzun süreli periyotlarda maruz bırakılmış ve değişen periyotlarda yüzey temizliği gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, pasif bakır sızıntısı oranlarının hem ilk yayılma hem de temizleme olaylarından üç gün sonra zirve yaptığını, ardından yaklaşık 15 günde hızlı bir düşüş ve yaklaşık 30 günde asimptotik seviyelere yavaş bir yaklaşım izlediğini göstermiştir. Bakır bazlı antifouling boyaların kullanımı ve bakımıyla ile ilgili olarak, yeni boyanmış panellerin deniz suyunda toksisite eşiklerini aşmadığı, ancak temizleme faaliyetleri sonucunda (yöntemden bağımsız olarak), ilk kullanıma kıyasla başlangıçtaki boya maruziyetinden daha yüksek toksisite potansiyeli ile sonuçlandığı belirtilmiştir.	Earley ve ark., 2013.
İnşaat demiri üretimi için ikincil çelik hurdalarının (gemi geri dönüşümünden geri kazanılmış) kullanımının, birincil inşaat demiri üretimi ile (Ham demir cevheri) karşılaştırmak için bir YDA yöntemi kullanılmıştır.	Gemi hurdalarından elde edilen çelik ile ham çelikten inşaat demiri üretimi arasından net bir çevresel fayda olduğu bulunmuştur. Bu faydanın gemi geri dönüşüm methodunun (baştan kara, havuz) ve kesme işleminde kullanılan teknolojinin (oksijen ile eriterek) değiştirilerek önemli ölüçüde arttırılabileceği belirtilmiştir.	Rahman ve ark., 2016
Gemi inşa tasarımının ilk aşamalarında, malzeme seçimi, üretim ve montaj süreçleri, bakım ve servis, kullanım ve kullanım ömrü karar verme sürecini destekleyen bir yaşam döngüsü modeli ve veri çerçevesi sunulmuştur.	Çelik, kompozit ve alüminyumdan yapılmış farklı boyutlardaki 3 farklı yat için beşikten mezara YDA geliştirilen model ile karşılaştırılmıştır. Üretim aşamasında hafif olmasına ragmen alüminyum gövdeli yatın üretiminin diğer yatlara kıyasla oldukça yüksek çevresel etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun, alüminyumun üretim süreçlerindeki çevresel yükün yüksek olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. .	Favi ve ark., 2018
Gemi gövdesi onarımı sırasında gerçekleşen 4 farklı kaynak teknolojisinin çevresel analizi yapılmıştır.	Metal, gazaltı, tozaltı ve özlü elektrot ile ark kaynağı işlemleri karşılaştırılmıştır. İnsan sağlığı üzerindeki etkiye bakıldığı zaman, özlü elektrot ile ark kaynağı uygulamasının en tehlikeli olduğu belirlenmiştir. İnsan sağlığını tozaltı uygulamasına kıyasla yaklaşık % 99 daha fazla etkilediği bulunmuştur. Tozaltı ark kaynağı düşük toksisiteye sahip olduğundan ve 1 m kaynak başına kg cinsinden daha az emisyon yaydığı için, bu işlemin mümkün olduğunca kullanılabilir olduğu belirtilmiştir.	Zukauskaite ve ark., 2013

Tablo 2. Literatürdeki denizcilik sektörü ile ilgili YDA uygulamaları (devam)

Çalışma	Özet	Kaynak
Bir geminin çelik gövdesinin araştırıldığı bu çalışmada, CO_2 emisyonlarını azaltmak için malzeme verimliliğinin etkinliğini belirlemek üzere bir Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi yaklaşımı uygulanmıştır.	Senaryo 1 – Gemi gövdesinin % 100 geri kazanılması Senaryo 2 – Yeni gemi üretimi için, % 50 ham madde ve % 50 geri kazanılmış hammadde kullanımı %100 geri kazanım sonucu % 29 CO_2 emisyon azaltımı elde edilirken, % 50 geri kazanım ve % 50 hammadde kullanımı ile yeni gemi üretiminde % 10'luk bir emisyon azaltımı elde edilmiştir.	Gilbert ve ark., 2017
Servis, duba, yelkenli, kargo, tanker, yolcu gemileri için inşa ve söküm süreçlerinde çelik işlemlerinin çevresel etkileri YDA ile belirlenmiştir.	İnşa aşamasında küresel ısınma, insan toksisitesi etki kategorilerinde en yüksek etki balıkçı ve yelkenli gemilerde elde edilmiştir. Ozon tükenimi potansiyelinde ise kargo ve tanker gemilerinin inşasının en yüksek etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.	Önal, 2019
İki farklı fiberglas yat inşa tekniği, geleneksel ve vakum infüzyonu ile üretilmiş yatlar arasında karşılaştırmalı bir yaşam döngüsü değerlendirme çalışması yapılmıştır.	Vakum infüzyonu, aynı mekanik özelliklere sahip yat ağırlığının yaklaşık % 9 oranında azaltılmasını sağlamıştır. Bu teknik sayesinde, kullanılan hammadde azalmıştır, hafifliğinden dolayı yatın kullanım aşamasında yakıt tüketiminin azaldığı ve elden çıkarma aşamasında atık depolama için daha az atık oluştuğu bulunmuştur. Bununla birlikte, bu çalışmada yapılan Yaşam döngüsü değerlendirmesiyle, vakum infüzyonunun YDA'nın hemen hemen her kategorisinde çevresel etki açısından da daha iyi olduğu belirlenmiştir.	Cucinotta ve ark., 2017
Çalışmada, gemi donanımının yeniden yapılandırılması sürecinde YDA metodolojisinin gerçek yararını farklı balast suyu arıtma sistemi alternatifleri arasından seçme ve güçlendirme uygulaması ile göstermişlerdir.	UV, Kavitasyon ve de-oksijenasyon teknolojilerinin balast suyu arıtma performansı çevresel ve ekonomik açıdan değerlendirilmiştir. Küresel ısınmaya etki bakımından en yüksek CO_2 salınımının sırasıyla UV ve de-oksijenasyon teknolojilerinde olduğu bulunmuştur. Kavitasyon teknolojisinin balast suyu arıtımında uygulanabilecek en ekonomik ve çevreci teknoloji olduğu belirtilmiştir.	Blanco-Davis ve Zhou, 2014
Bu makale gemi işletmecileri için ekonomik ve çevresel açıdan en uygun gemi bakım stratejisini YDA ile incelemiştir.	Beşikten mezara YDA uygulaması ile bir kısa rota feribot için, daha sık aralıklarla kaplama yenileme işleminin daha çevreci olduğu ve çelik yenileme işleminin ise yıl aralıklarına göre çok fazla değişmediği belirtilmiştir. Çevresel ve ekonomik açıdan, kaplamanın yıllık yenilemesi, 10 yılda bir gövde yenilemesinin en uygun periyod olduğu belirlenmiştir.	Wang ve ark., 2018
Luka Koper Limanı'ndaki gemi kaynaklı atık yönetiminin çevresel performansını ISO 14040 standartına (2006) göre değerlendirmek için YDA metodolojisi kullanılmıştır.	Kanserojen madde (örneğin dioksinler) ve inorganik emisyonlar, özellikle de ağır metaller, en kritik çevresel sorunlara yol açarken, limandaki fosil yakıt tüketimi, gemi kaynaklı yağların geri kazanılmasıyla (sintine susuzlaştırma) azalmıştır. Gemi atıklarının nihai bertarafı, yönetimin en kritik aşaması olduğu (%95,3 çevresel etki katkısı) ve katı gemi atıklarının depolama işleminin genel çevresel yüke önemli katkılarda bulunduğu belirtilmiştir.	Zuin ve ark., 2009

4. SONUÇ

Sonuç olarak; gemi inşa ve bakım onarım sektörünün karmaşık ve çevresel açıdan riskli süreçler içerdiği, bu süreçlerden oluşan çeşitli kimyasal ve tehlikeli atıkların süreç temelinde araştırılarak minimize edilmesi ve yönetiminin büyük önem arz ettiği belirlenmiştir.

Ayrıca gemi inşa ve bakım-onarımda kullanılan süreçler ve oluşan atıkların yönetimi ile ilgili literatürdeki mevcut YDA çalışmaları incelenmiş ve çalışmaların ağırlıklı olarak gemi donanımları ve geri dönüşüm üzerine odaklandığı tespit edilmiştir. Tersanelerde üretim süreçlerinde kullanılan teknolojiler ve atık yönetimi üzerine yapılan çalışmaların kısıtlı olduğu görülmüştür. Bu alanda daha kapsamlı çalışmaların yapılması ile gemi inşa ve bakım-onarım sektörünün tamamında kısa ve uzun vadede daha yenilikçi ve yeşil teknolojilerin uygulanabilmesine yüksek katkılar sağlanacağı değerlendirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı adına Kocaeli Üniversitesi tarafından yürütülen "Tersanelerin Deniz Çevresine Olan Etkileri ve Temiz Üretim Tekniklerinin Belirlenmesi (Ter-temiz)" başlıklı proje kapsamında hazırlanmıştır. (Proje Süresi: 02.07.2018-13.11.2019)

KAYNAKLAR

Akanlar, F.T. (2010), Gemi İnşaatinda Atik Ürünlerin Geri Dönüşümünün İncelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (FBE), İstanbul.

Bardet, R.R. (2010), A life cycle assessment method for alternative material selection strategies in boat structures, pHD, School of Engineering Sciences University of Southampton.

Baş, B., Ölmez, T., Tünay, O., Kabdaşlı, I., Kabdaşlı, S. (2007), Bir Tersanenenin Kirlilik Profilinin Oluşturulması ve Atık Azaltımı İçin Örnek Çalışma, 6.Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu", 367-374, İzmir, Türkiye, 25-28 Ekim.

Blanco-Davis, E., Zhou, P. (2014), LCA as a tool to aid in the selection of retrofitting alternatives, *Ocean Engineering* , 77, 33–41.

Cucinotta, F., Guglielmino, E., Sfravara, F. (2017), Life cycle assessment in yacht industry: A case study of comparison between hand lay-up and vacuum infusion, *Journal of Cleaner Production*, 142, 3822-3833.

Çelebi, U.B. (2008), Gemi İnşaatında Atıklar ve Boya Emisyon Tahmini, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çelebi, U.B., Akanlar, F.T., Vardar, N. (2009), Chemicals and Hazardous Wastes Generated By Shipyard Production and Their Effects On Human Health at Workplace, *Fresenius Environmental Bulletin*, 18(10), 1901-1908.

Çokaygıl, Z. (2005), Atık Yönetimi Planlamasında Yasam Döngüsü Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

EPA, (1997), Office of Compliance Sector Notebook Project: Profile of the Shipbuilding and Repair Industry, EPA/310-R-97-008.

Earley, P.J., Swope, B.L., Barbeau, K., Bundy, R., McDonald, J.A., Rivera-Duarte, I. (2013), Life cycle contributions of copper from vessel painting and maintenance activities, *Biofouling*, 30(1), 51-68.

Favi, C., Campi, F., Germani, M., Manieri, S. (2018), Using design information to create a data framework and tool for life cycle analysis of complex maritime vessels, *Journal of Cleaner Production*, 192, 887-905.

Gilbert, P., Wilson, P., Walsh, C., Hodgson, P. (2017), The role of material efficiency to reduce CO2 emissions during ship manufacture: A life cycle approach, *Marine Policy*, 75, 227–237.

Meydanlıoğlu, Y. (2016), Tersane Tehlikeli Atiklarin Yönetimi ve Öneriler, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Montwill, A., Kasinska, J., Pietrzak, K. (2018), Importance of key phases of the ship manufacturing system for efficient vessel life cycle management, *Procedia Manufacturing*, 19, 34-41.

Neven, H., Hrvoje, K., Marko, T. (2018), Feasibility Of Investment In Renewable Energy Systems For Shipyards, *Brodogradnja(Shipbuilding)*, 69(2), 1-16.

OECD, (2010), Environmental and climate change issues in the shipbuilding industry. Organisation for Economic Co-operation and development. https://www.oecd.org/sti/ind/46370308.pdf (Erişim Tarihi: 23.03.2019).

Önal, M. (2019), Gemi Teknolojilerinin Sürdürülebilirliğinin Bütünleşik Modellemesi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Rahman, A., Karim, M. (2015), Green Shipbuilding and Recycling: Issues and Challenges, International *Journal of Environmental Science and Development*, 6(11), 838-842.

Rahman, S.M.M., Handler, R.M., Mayer, A.L. (2016), Life cycle assessment of steel in the ship recycling industry in Bangladesh, *Journal of Cleaner Production*, 135, 963-971.

Wang, H., Oguz, E., Jeong, B., Zhou, P. (2018), Life cycle cost and environmental impact analysis of ship hull maintenance strategies for a short route hybrid ferry, *Ocean Engineering*, 161, 20–28.

Yiğit, Ç. (2013), Life Cycle Assessment In Ferrous Foundry Industry, Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi Ankara.

Zuin, S., Belac, E., Marzi, B. (2009), Life cycle assessment of ship-generated waste management of Luka Koper, *Waste Management*, 29, 3036–3046.

Zukauskaite, A., Mickeviciene, R., Karnauskaite, D., Turkina, L. (2013), Environmental and humane health issue of welding in the shipyard, Proceedings of 17th International Conference. Transport Means. 2013. (Erişim Tarihi: 11.01.2019) https://www.researchgate.net/publication/313504451_Environmental_and_humane_health_issue_of_welding_in_the_shipyard

PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLAMADA HIZLI ISITMA VE SOĞUTMA TEKNOLOJİSİ

Mustafa KURT[1], Dr. Öğr. Üyesi Dilek Özlem ESEN[2]
[12]Otomotiv Mühendisliği, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 41380, Türkiye

Özet
Genellikle plastik enjeksiyon kalıbının ısıtılması ve soğutulması işlemi için konveksiyonel proses kullanılır. Bu yöntemle üretilen plastik parçalar üzerinde birçok kalite hatası meydana gelebilir. Bu hataların en önemlileri; akış izleri ve birleşme izleridir. Bu hatalar plastik parçalarda mekanik özelliklerde önemli bir düşüşe yol açar. Bu sebeple parçaların çekme, kopma ve darbe dayanımları azalır. Ayrıca, otomobillerde kullanılan görünür parçalar için parça yüzeyinin kalitesi önemlidir. Parçalara boya ve vernik gibi kimyasal malzemelerle görsellik kazandırılabilir. Ancak bu tür prosesler karmaşık, zor ve pahalıdır. Plastik parçaların görsel yüzeylerinde boya ve vernik kullanılmadan yüksek parlaklık elde etmek için Hızlı Isıtma ve Soğutma prosesi kullanılabilir. Hızlı ısıtma ve soğutma prosesi ile parça yüzeyindeki parlaklık değeri yaklaşık 10 kat arttırılabilir. Bununla birlik9te, Hızlı Isıtma ve Soğutma teknolojisiyle daha hızlı çevrim süresine ulaşılarak maliyet azaltılabilir.

Anahtar Kelimeler: Çevrim Süresi, Hızlı Isıtma ve Soğutma Prosesi, Konveksiyonel Proses, Mekanik Özellikler, Parlaklık, Plastik Enjeksiyon

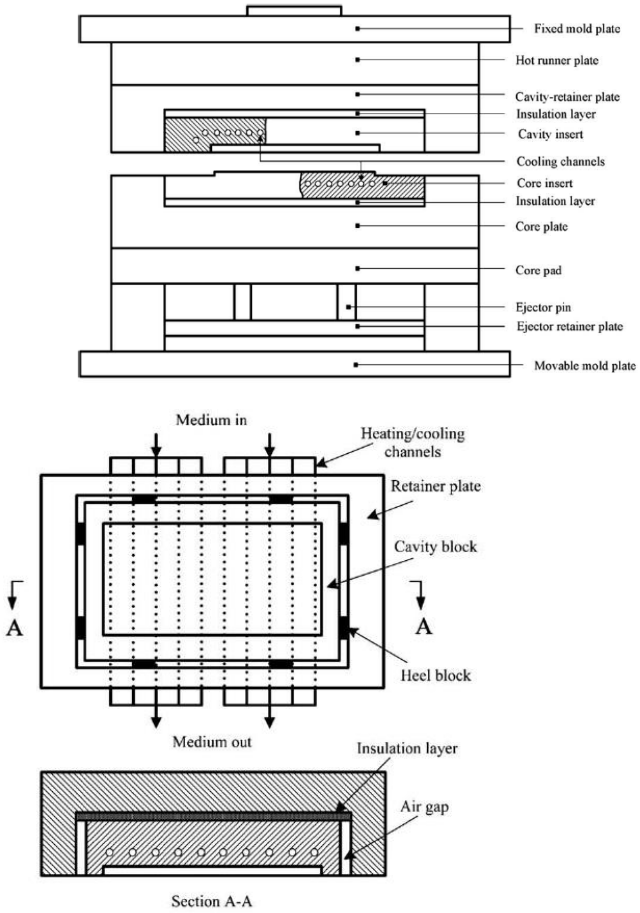
RAPID HEATING and COOLING SYSTEMS FOR INJECTION MOLDING

Abstract
Generally, Conventional process is used for heating and cooling operation of the plastic injection moulding. Many quality faults can occur on the plastic parts produced by this method. The most important of these errors are; flow line and weld line. These errors lead to a significant reduction in mechanical properties in plastic parts. For this reason, tensile, rupture and impact strength of the parts is reduced. Besides, the quality of the part surface is important for visible parts used in cars. The parts can be visualized with chemical materials such as paint and varnish. However, such processes are complex, difficult and expensive. Rapid Heating and Cooling process can be used to obtain high gloss without using paint and varnish on the visual surfaces of plastic parts. By Rapid Heating and Cooling process, the brightness of the part surface can be increased approximately 10 times. In addition, by the Rapid Heating and Cooling technology, the cost can be reduced owing to faster cycle times.

Keywords: Brightness, Conventional Process, Cycle Time, Mechanical Properties, Plastic Injection, Rapid Heating and Cooling Process

1. GİRİŞ
(Chang ve Hwang 2006) Hızlı ısıtma ve soğutma teknolojisi, mikro-enjeksiyon kalıplama işlemleri için kullanılabilir. Hızlı ısıtma ve soğutma işlemi, sadece hızlı ısıtma ve soğutma sisteminin tipine bağlı olarak kalıp baskı işleminden önce veya sonra uygulanabilir. Hızlı ısıtma ve soğutma işleminde, mikro özellikli kalıbın sıcaklığı, plastik malzemenin camsı geçiş sıcaklığından daha yüksek olacaktır. Plastik, kalıp boşluğunu doldurduğunda, daha yüksek kalıp sıcaklığı, plastiğin kalıp yüzeyine yakın katılaşma süresini geciktirir ve plastiği eriyik halde tutar. Böylece, bir mikro-enjeksiyonla kalıplanmış kısımdaki mikro özellikler iyi korunacaktır [7]. Mikro ölçekli boşlukları dolduran polimer eriyiğinin hızlı donması nedeniyle, mikro enjeksiyon kalıplama işlemlerinde hızlı ısıtma - soğutma sistemi kullanılır. Hızlı ısıtma - soğutma işleminde, kalıp sıcaklığı genellikle, polimerlerin camsı geçiş sıcaklığından daha yüksek bir dereceye kadar yükseltilir; Öte yandan, bu göreceli yüksek kalıp sıcaklığından dolayı, sistemin hızlı bir şekilde soğutulması işlevinin gerçekleştirilmesiyle, daha uzun süreli olan klasik işlem döngüsü süresinin kısaltılır [5].

(Despa ve diğ. 1999) Yüksek en boy oranı mikro özellikleri çoğaltılmış ve enjeksiyon kalıplama işlem koşulları üzerinde çalışmıştır. Genelde plastiğin camsı geçiş sıcaklığından daha yüksek olan yüksek kalıp sıcaklığının mikro özellikli kalıplama için daha verimli olduğunu gösterdiler[8]. Bu yöntemle çalışmamızda, Hızlı Isıtma ve Soğutma Teknolojisi kullanılarak, kalıp ısısını termoplastik malzemenin camsı geçiş sıcaklığının üzerinde bir sıcaklığa ısıtılmasıyla kalıp içindeki ince cidarlı bölgelerinde tam dolumu gerçekleştirilecektir. Birçok parçada, birleşme izleri, akış izleri, parça yüzeyindeki cam elyaf görünümleri ve parçaların zayıf yüzey oryantasyonu gibi problemlerle karşı karşıya kalınmaktadır. Kalıp sıcaklığının arttırılması, kalıplama problemlerini çözmenin geleneksel yoludur. Bu nedenle, parça kalitesini iyileştirmek için Hızlı Isıtma ve Soğutma Teknolojisi uygulanabilir [1].



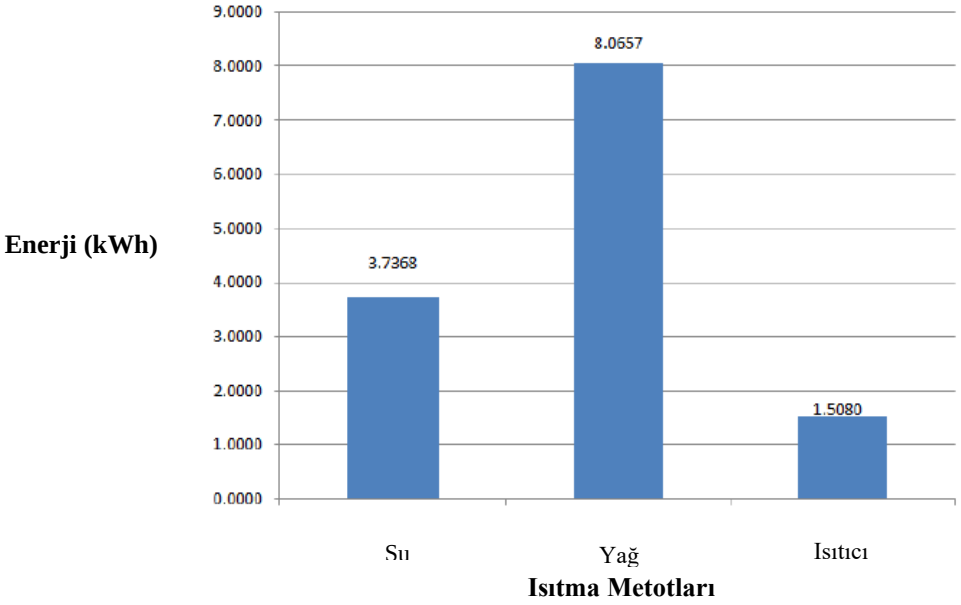
Şekil 1: Kalıp parçaları ve Hızlı Isıtma Soğutma Teknolojisine sahip kalıbın şematik yapısı [6]

1.1. Hızlı Isıtma ve Soğutma Türleri

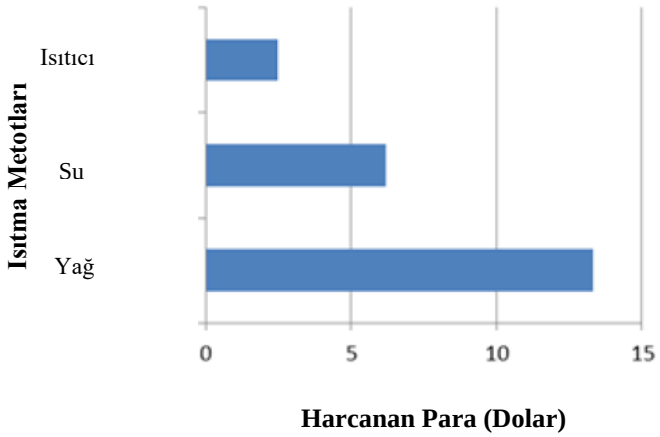
Hızlı Isıtma ve Soğutma teknolojisinde indüksiyon ile ısıtma, basınçlı su ile ısıtma ve buhar ile ısıtma olmak üzere 3 farklı tür bulunmaktadır. 3 tür arasından indüksiyon ve buhar ile ısıtma sistemlerinde kalıbı ısıtmak için çok fazla enerjiye ihtiyaç duyulur. Su buharı ve indüksiyon bobini ihtiyaç duyduğu enerjinin büyük bir kısmını kalıba aktaramaz, bu yüzden verimlilik düşer.

İndüksiyon ile Isıtma; Kalıp gözünü ısıtmak için her iki enjeksiyon ve itici tarafta da bobin bulunur. bobindeki enerjiyi kontrol edebilmek için bir indüksiyon kontrol ünitesi gereklidir.
Basınçlı Su ile Isıtma; Bu proseste hazne içerisindeki suyun yüksek sıcaklıkta buharlaşmaması için, suya kapalı kaplar prensibi uygulanarak basınç kazandırılıyor. Sıcak ve soğuk su dönüşümü özel kontrol valfleri ile kontrol edilerek aynı kanallar içerisinde gerçekleştiriliyor.
Buhar ile Isıtma; Kalıp gözünü ısıtmak için su kanallarında sıcak buhar dolandırılır. Bu sistem için su buhar fazına geçerken faz geçiş enerjisine ihtiyaç duyar ve bu faz geçiş enerjisinin önemli bir kısmı kalıba aktarılamaz.

(Chang ve Hwang 2006) İndüksiyon ile hızlı ısıtma yöntemi kullanarak, kalıp yüzeyindeki sıcaklık dağılımını simüle eden bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada kullanılan yöntemde kalıbın etkin yüzey sıcaklığı malzemenin camsı geçiş sıcaklığından yüksek olduğu görülmektedir. Örneğin, PP'nin camsı geçiş sıcaklığı yaklaşık 100 ° C ve PC yaklaşık 127 ° C'dir. Simülasyonda, ısıtma sonrası kalıp yüzeyinin sıcaklığı en az 140 °C olduğu gözlemlenmiştir. Kalıp sıcaklığının düşme hızı, kalıbın ve ortamın termal durumuna ve malzeme özelliklerine bağlıdır. Ayrıca, ısıtma ve soğutma işlemleri, enjeksiyon kalıplama işlemlerinin çevrim süresini uzatacaktır. Bununla birlikte, indüksiyon ile hızlı yüzey ısıtma sisteminin enerji tüketimi, mevcut sistemlerden çok daha düşük olduğu, bu nedenle, hızlı ısıtma teknolojisinde indüksiyon ile hızlı kalıp yüzey ısıtma sisteminin iyi bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır [7]. (Murer ve Natalie 2014) Sıvı Silikon Enjeksiyon (LSR) kalıplamada çeşitli kalıp ısıtma yöntemleri kullanarak kalıp ısıtmanın verimliliğini ve tutarlılığını araştırmışlardır.



Grafik 1: 80 adet parça üret,m, boyunca tüketilen toplam enerji miktarları



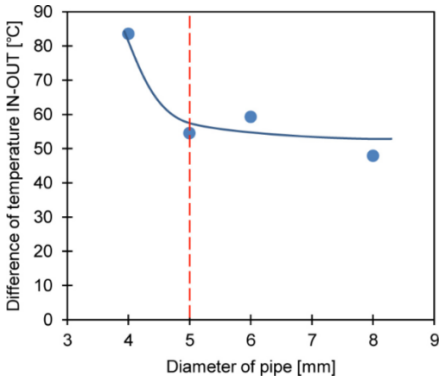
Grafik 2: 1000 adet parça için toplam harcanan para

(Murer ve Natalie 2014) bu çalışmalarının sonucunda; ısıtma yöntemi olarak yağ kullanımın açıkça en verimsiz olduğunu, ısıtıcının en verimli olduğuna ve suyun ise en kolay kullanıma ve en iyi tutarlılığa sahip olduğu sonucuna varmıştır [9]. Yapacağım çalışmada bu örnek çalışmalar ışında, farklı termoplastik malzemelere yağ, indüksiyon ısıtıcı, su ve buhar gibi çeşitli yöntemler kullanılarak, parçaların parlaklık seviyelerinin değişimleri, yüzey kalite-leri, üretim süreleri, hurda oranları,

enjeksiyon parametrelerindeki değişiklikler, malzeme ve performans testlerinde ki sonuçları incelenecektir.

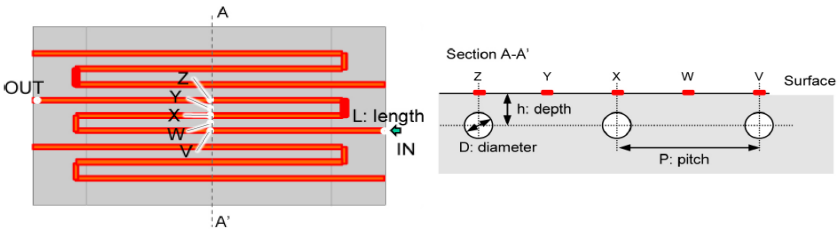
2. MATERYAL VE METOD

(Sugio ve ark. 2016) kalıp içindeki su kanallarını hızlı ısıtma ve soğutma teknolojisindeki etkilerini araştırmışlardır. Isıtma ve soğutma hızı, kanalların kalıp yüzeyinden uzağa yerleştirilmesi durumunda azalır ve kanallar arasındaki mesafe genişlediğinde sıcaklık sapmaları artar. Kanal pozisyonları kalıp yüzeyine yakın hale getirilerek ısıtma süresi azaltılabilir. Grafik 3'de kanal çapına göre kalıp içi giriş-çıkış sıcaklık farklarının değişimi görülebilir.



Grafik 3: Kanal çapına göre giriş ve çıkış sıcaklık farkları

Hızlı Isıtma ve Soğutma prosesi için de kanal çapı genellikle 5 ila 10 mm'dir. Bir motosiklet parçası olan 'Grab Rail' için su kanallarının yapısal modeli Şekil 2'deki gibidir.



Şekil 2: Su kanallarının yapısal modeli

Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3'de farklı test koşullarını görülebilir.

Tablo 1: Test koşulu - kanal çapının etkisi

No	Soğutma kanalı çapı (D)	Soğutma kanalının kalıp yüzeyine olan mesafesi (h)	Soğutma kanalı arası mesafe (P)	Soğutma kanalı uzunluğu "mm" (L)	h/P Oranı
A-1	4	4	10	900	0.4
A-2	4	8	10	900	0.8
A-3	4	12	10	900	1.2
A-4	5	5	12.5	900	0.4
A-5	5	10	12.5	900	0.8
A-6	5	15	12.5	900	1.2
A-7	6	6	15	900	0.4
A-8	6	12	15	900	0.8
A-9	6	18	15	900	1.2
A-10	8	8	20	900	0.4
A-11	8	16	20	900	0.8
A-12	8	24	20	900	1.2

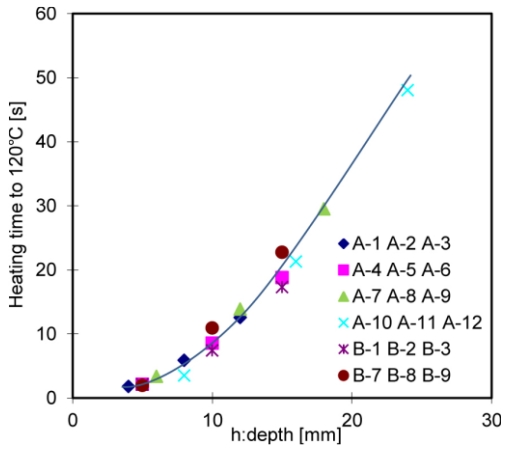
Tablo 2: Test koşulu – h ve P'nin etkisi

No	Soğutma kanalı çapı (D)	Soğutma kanalının kalıp yüzeyine olan mesafesi (h)	Soğutma kanalı arası mesafe (P)	Soğutma kanalı uzunluğu "mm" (L)	h/P Oranı
B-1	5	5	7.5	900	0.7
B-2	5	10	7.5	900	1.3
B-3	5	15	7.5	900	2
B-4	5	5	12.5	900	0.4
B-5	5	10	12.5	900	0.8
B-6	5	15	12.5	900	1.2
B-7	5	5	17.5	900	0.3
B-8	5	10	17.5	900	0.6
B-9	5	15	17.5	900	0.9

Tablo 3: Test koşulu – L'nin etkisi

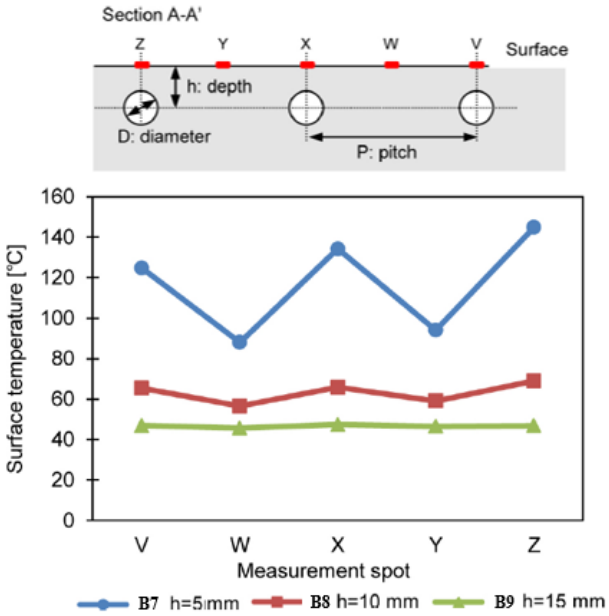
No	Soğutma kanalı çapı (D)	Soğutma kanalının kalıp yüzeyine olan mesafesi (h)	Soğutma kanalı arası mesafe (P)	Soğutma kanalı uzunluğu "mm" (L)	h/P Oranı
C-1	5	10	12.5	900	0.8
C-2	5	10	12.5	2100	0.8
C-3	5	10	12.5	2700	0.8

Grafik 4'te farklı soğutma kanal çapı ve kanal merkezleri arası mesafe değerlerine bağlı, kanal merkezlerinin kalıp yüzeyine olan mesafelerinin değişimine göre kalıbın 120 °C ulaşma sürelerini görülebilir.



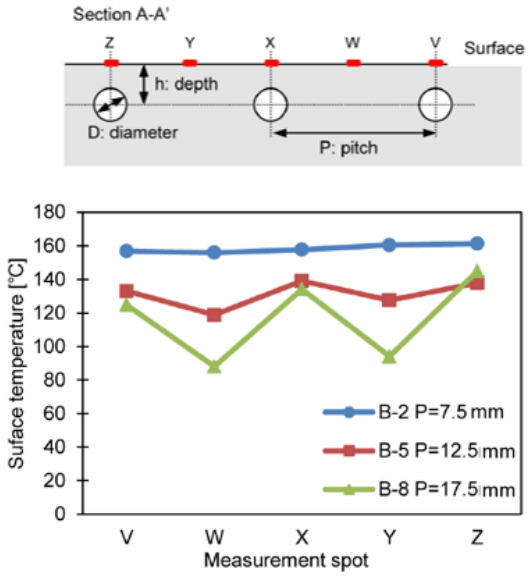
Grafik 4: Farklı D ve P değerlerine göre H değerinin farkları için birleşme çizgisinin yüzey görünümü

Grafik 5'te kalıp ısıtma işlemi başladıktan 5 saniye sonra, sabit soğutma kanal çapı ve kanal merkezleri arası mesafe değerlerine bağlı, kanal merkezlerinin kalıp yüzeyine olan mesafelerinin değişimine göre kalıp yüzey sıcaklıklarındaki farklar görülebilir.



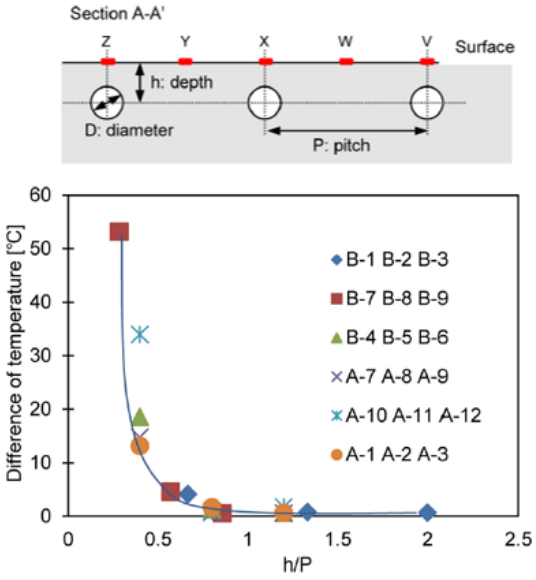
Grafik 5: Isıtma başladıktan 5 saniye sonra sabit D= 5 mm, P=17.5 mm değerleri ve değişken H değerine göre kalıp yüzey sıcaklıkları

Grafik 6'te kalıp ısıtma işlemi başladıktan 5 saniye sonra, sabit soğutma kanal çapı ve kanal merkezlerinin kalıp yüzeyine olan mesafelerine bağlı, kanal merkezleri arası mesafe değerlerinin değişimine göre kalıp yüzey sıcaklıklarındaki farklar görülebilir.



Grafik 6: Isıtma başladıktan 5 saniye sonra sabit D=5 mm, H=10 mm değerleri ve değişken P değerine göre kalıp yüzey sıcaklıkları

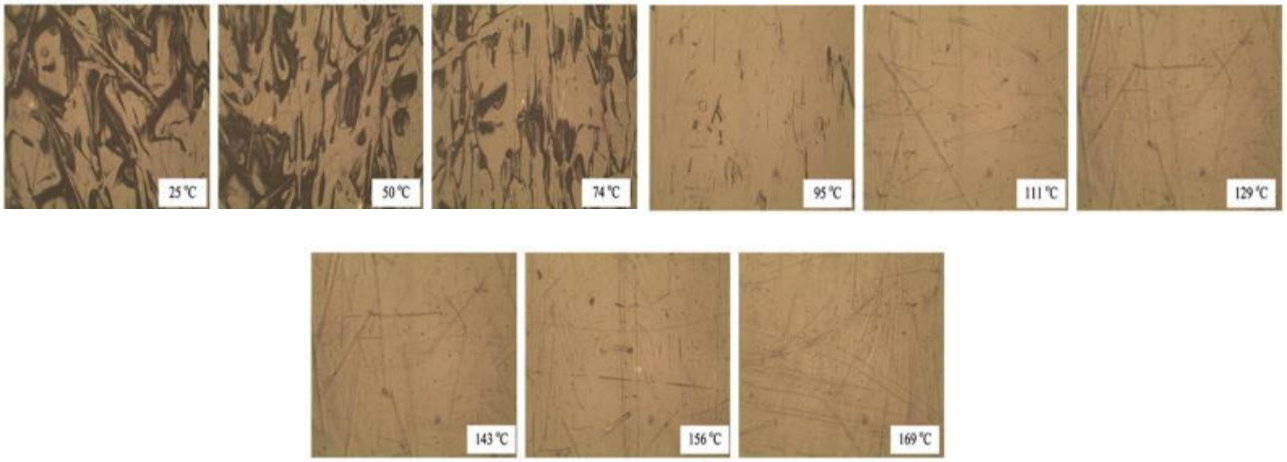
Grafik 7'da kanal merkezlerinin kalıp yüzeyine olan mesafesinin, kanal merkezleri arası mesafesine oranına bağlı kalıp yüzey sıcaklık farkları görülebilir.



Grafik 7: H/P Oranına Göre Kalıp Yüzey Sıcaklık Değişimleri

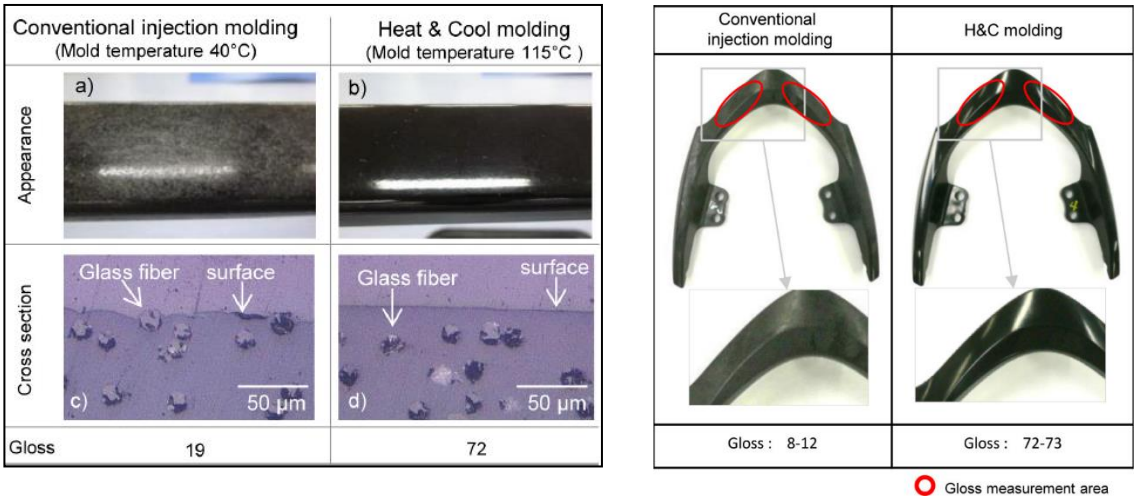
(Sugio ve ark. 2016) yaptığı bilimsel çalışmanın öğretileriyle, bu teknolojiye uygun verimliliği arttıracak yeni soğutma sistemi tasarımları gerçekleştirilecek. Bu tasarımlar, Solidworks programında dizayn edilerek dizayn edilen yeni sistem Autodesk Moldflow programında akış analizleri gerçekleştirilecektir.

(Sugio ve ark. 2016) %30 cam fiber katkılı polipropilen malzeme için Hızlı Isıtma ve Soğutma Teknolojisi üzerine deneyler gerçekleştirmişler. Camsı geçiş sıcaklığı 115 °C olan PP-GF30 için; standart proseste kalıp sıcaklığı 40 °C , eriyik sıcaklığı 220 °C 'dir. Hızlı Isıtma ve Soğutma prosesinde kalıp sıcaklığı enjeksiyon öncesi arttırılarak cam elyaf dağılımı ve yüzey pürüzleri azaltılır. Şekil 3'te görülebilir.



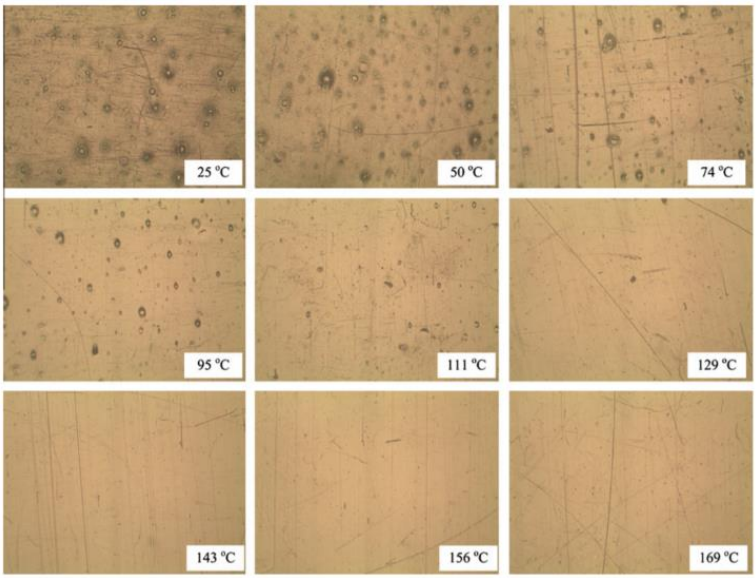
Şekil 3: Farklı kalıp sıcaklıklarında PP-GF'nin yüzey görünümü

Şekil 4'da Hızlı Isıtma ve Soğutma yöntemiyle parçaların yüzeylerindeki iyileşme ve parlaklık seviyesinin arttığı görülebilir [3].



Şekil 4: Kalıp sıcaklığına göre parçanın dış görünümü ve Konvensiyonel ve Hızlı Isıtma ve Soğutma Teknolojisi ile kalıplanmışparçanın parlaklık değerleri karşılaştırılması

(Wang ve ark. 2012) ABS/PMMA/nano-CaCO3 malzeme için Hızlı Isıtma ve Soğutma Teknolojisi üzerine deneyler gerçekleştirmişler. Bu proses için uygun kalıp sıcaklığı 135 °C civarındadır. Şekil 5'da farklı kalıp sıcaklıklarının yüzey görünümüne etkisi görülebilir [4].



Şekil 5: ABS/PMMA/nano-CaCO3 kalıp sıcaklığının sıcaklık artışına göre pürüzsüzlük seviyeleri

3. SONUÇLAR

Hızlı Isıtma Soğutma Teknolojisi ile plastik birleşme izleri tamamen yok edilebilir, "Piano Black" gibi yüksek parlaklık gerektiren yüzeyler elde edilebilir, parça yüzeyindeki akış izleri azaltılabilir, daha iyi mekanik özellikler sağlanabilir, çok dar kesitli bölgelerin dolum işleminin yapılabilmesini kolaylaştırılır [1].

Ancak bu teknoloji kullanımıyla parçalarda çapak, çöküntü ve yanık gibi yüzey hatalarının oluşma riski fazlalaşabilir. Çapak oluşumunu önlemek için, kalıp gözü daha yüksek hassasiyetle imal edilmelidir. Gaz yanıklarını önlemek için ise, gaz kanalları daha sık olacak şekilde tasarlanmalıdır. Çöküntüleri önlemek için, kalıp sıcaklığı plastik malzemenin camsı geçiş sıcaklığının üzerinde minimum bir aralıkta tutulmalıdır [2].

TEŞEKKÜR

Çalışmanın, araştırma ve geliştirilmesinde desteğini esirgemeyen Galsan Plastik Ar-Ge birimi personeli Sn. Hediye ŞAMLI'ya ve Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi'nden akademik danışmanım Sn. Dr. Öğr. Üyesi Dilek Özlem ESEN'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

[1] *Hızlı Isıtma & Soğutma - Contura MTC Gmbh*, 22 Ekim 2019 tarihinde Brightworks Engineering:

http://brightworksengineering.com/urunler/hizli-isitma-sogutma adresinden alınmıştır.

[2] *Hızlı Isıtma Soğutma Teknolojisi (Rapid Heat _ Cool , Variotherm)* 24 Ekim 2019 tarihinde Brightworks Engineering:

https://www.youtube.com/watch?v=zdLhIr2N64A "Brightworks Webinar" adresinden alınmıştır.

[3] SUGIO D. ve OKAZAKI S. Ve Kaneko , M (2016) Application of Rapid Heat and Cool Molding to High Strength Outer Parts without Painting Treatment, *SAE International* 10(1)

[4] WANG G., ZHAO G. ve WANG X. (2012) Efects of Cavity Surface Temperature On Reinforced Plastic Part Surface Appearance In Rapid Heat Cycle Moulding, Materials & Design 46 (2013) 457–472

[5] XIE L., NIESEL T., LEESTER-SCHADEL M., ZIEGMANN G., ve BUTTGENBACH S. (2012) A Novel Approach to Realize The Local Precise Variotherm Process In Micro Injection Molding, *Microsyst Technol* 19 (2013) 1017–1023

[6] WANG G., ZHAO G. HUIPING L. ve YANJIN G. (2010) Analysis of Thermal Cycling Efficiency and Optimal Design of Heating/Cooling Systems For Rapid Heat Cycle Injection Molding Process *Materials and Design* 31 (2010) 3426–3441

[7] CHANG P. C. ve HWANG S. J. (2006) Simulation of Infrared Rapid Surface Heating For Injection Molding, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 49 (2006) 3846–3854

[8] DESPA M.S., KELLY K.W. ve COLLIER L.R. (1999) Injection Molding of Polymeric LIGA HARMs, *Microsyst. Technol*. 6 (1999) 60-66

[9] MURRER G. Ve NATALIE D (2014) *A Study of the Efficiency and Consistency of Various Types of Mold Heating in LSR Injection Molding* 28 Ekim 2019 tarihinde Penn State Erie The Behrend College:

http://www.singletemp.co.uk/dateien/downloads/Fachberichte/Penn_State_University_Evaluation_Presentation.pdf adresinden alınmıştır.

TARIMSAL GİRİŞİMCİLİK ÖRNEĞİ: KOCAELİ KANDIRA İLÇESİ GENÇ ÇİFTÇİ PROJESİ VE SONUÇLARI

Evrim Taylan
Kocaeli Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Bahçe Bitkileri Bölümü
evrimtaylan8@gmail.com

Öğr. Gör. Dr. Bahar Aydın Can
Kocaeli Üniversitesi / Arslanbey MYO, Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü
baharcan@kocaeli.edu.tr

Doç.Dr. Melekber Sülüşoğlu Durul
Kocaeli Üniversitesi/Arslanbey Meslek Yüksekokulu
meleksl@kocaeli.edu.tr

Özet
Tarım sektörü ülkemizde önemli bir potansiyele sahiptir ve Türkiye'nin 2023 yılı kalkınma hedeflerinde stratejik değer taşımaktadır. Tarımda güvenilir gıda arzı, biyoçeşitliliğin korunması, kırsal alanda üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması bakımından ülkenin genç nüfusunun tarımsal üretime katılması önemlidir. Ülkede ekonomik sorunların başında gelen işsizlik, bir sanayi şehri olan Kocaeli'nde de önemli oranda artış göstermiştir. Kocaeli ilinde işsizlerin sayısı nüfusun %3'üne ulaşmış durumdadır. Genel bütçe ve vergi gelirleri açısından Türkiye'de 2. sırada yer alan Kocaeli İli için bu işsizlik oranı düşündürücüdür. İş bulamayan gençlerin göç etmesi sonucunda kırsal alanda genç nüfus azalma göstermektedir. Son yıllarda Kocaeli Kandıra İlçesinde de durum benzerdir. Gençlerin köyde kalmasını ve köye dönüşlerini sağlamak için 2016 yılında "Milli Tarım projesi" kapsamında tarımsal üretime gönül veren gençlerin desteklenmesi amacıyla "Genç Çiftçi Projeleri Desteği (GÇDP) başlatılmıştır. Kandıra İlçesinin başta hayvancılık, meyve yetiştiriciliği olmak üzere tarımsal açıdan potansiyele sahip olması projeye ilgiyi çekmiştir. Bu çalışmada Kocaeli İli Kandıra İlçesinde Genç Çiftçi Projeleri Desteği ele alınmıştır. Çalışma kapsamında desteklemeler sırasında yaşanan sıkıntılar, desteklemelerin sonuçları ve çözüm önerileri tartışılmıştır. Çalışmada destek alan çiftçilerle birebir görüşmeler yapılmış, anket sonuçları ve istatistiksel veriler değerlendirilmiştir. Kocaeli ilinde 2016-2018 yılları arasında gerçekleşen desteklemelerde en fazla hibe destek kazanan ilçe Kandıra (%32) olmuştur. Toplam 113 proje desteğinin verildiği ilçede, büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği (sırasıyla %65 ve %10,6), örtü altı üretimi (%17,7) başlıca desteklenen faaliyet alanlarıdır. Bunun yanı sıra, arıcılık, kanatlı hayvan yetiştiriciliği ve mantar tesisi de ilgi çeken ve desteklenen diğer alanlardır. Sonuç olarak Kandıra İlçesinin mevcut potansiyeline karşın, bu güne kadar gerekli desteği tam olarak alamadığı, son desteklemelerle tarıma bakışın olumlu değişimi görülmüştür. Desteklemelerin düzenlenerek devam etmesi gereklidir.

Anahtar kelimeler: Kocaeli, Kandıra, tarım, girişimcilik, kredi, genç çiftçi

AGRICULTURAL ENTREPRENEURSHIP EXAMPLE: KOCAELİ KANDIRA DISTRICT YOUNG FARMER PROJECT AND RESULTS

Abstract
Agricultural production has a significant potential and play a strategic role in Turkey's 2023 development goals. Employment of young population in agricultural production is a valuable criteria in order to ensure reliable food supply in agriculture, protection of biodiversity, and sustainability of production in rural areas. Unemployment, which is important economic problems in country, is also important in Kocaeli. The number of unemployed people in Kocaeli reached 3%. Kocaeli income value is over the Turkey and it take place in the second range, but immigration of young people still is a big problem. Kocaeli Kandıra District population, especially in rural area is decreasing as a result of immigration. In 2016, the "Young Farmer Project Support was initiated under the scope of the National Agriculture Project to support young people. The aim of the project was to keep the young

people in the village and to support returns back. Kandira District has an agricultural potential, especially in animal husbandry and fruit cultivation. The project was attracted the interest of young people. In this study, Young Farmer Grant Project supports were investigated in Kocaeli-Kandıra. Supported project types, problems and solutions were evaluated. Face to face interview was made with the young farmers. Field survey results were evaluated and discussed with statistical datas. Between the years 2016-2018, 32% of the project supports in Kocaeli, was given to Kandira District farmers as a result of their interest. The main preferred project was cattle farming (65%) while undercover production was the second (17,7%). Bee keeping, mushroom growing and sheep farming was the other supported project in Kandıra. As a result, Kandıra has not taken enough interest as parallel its potential. This project made a possitive effect on young people and in rural part of district and need to continue this kind of activities by increasing.

Key words: Kocaeli, Kandıra, agriculture, enterprising, credit, young farmer

1.GİRİŞ

Türkiye'nin 2023 yılı hedefleri doğrultusunda oluşturduğu "Türkiye'nin Stratejik Vizyonu 2023" projesi, Finans, Bankacılık ve Kalkınma, Enerji ve Nükleer Teknoloji, Kamu Yönetiminde İnovasyon ve İnsani Kalkınma gibi sektörler başta olmak üzere ülkemizde önemli bir potansiyeli olan tarım sektörünü de hedefleri arasına almaktadır. Tarımda güvenilir gıda arzı, biyoçeşitliliğin korunması, sulama, erozyon, mera ve çayırların ıslahı gibi konularla beraber ekonomik kalkınmanın kilit noktası kırsal alanda üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması konularına da önem verilmektedir (Tarım, 2014).

Ekonomik sorunların başında gelen işsizlik, Kocaeli gibi sanayinin gelir getirici içinde %70'lik paya sahip olduğu bir ilde dahi kendini göstermektedir. Kocaeli'nde 78271 adet girişimin %30'u toptan ve perakende ticaret ile ilgili alanda faaliyet gösterirken, %12'si imalat sektöründe ekonomiye katkı sağlamaktadır. Tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörünün payı oldukça azdır ve 210 adet girişim sayısı ile %12'lik paya sahiptir. Gerek imalat sektöründeki girişim sayısı gerekse tarım sektöründeki girişim sayısı işsizlik rakamlarını Kocaeli'nde karşılamaya yeterli olmamaktadır.

Kocaeli'nde 2017 yılında TUİK verilerine göre, kayıtlı işsizlerin sayısı 56095'dır. Tüm il nüfusu içindeki payı değerlendirildiğinde %3'lük bir orana sahip olduğu görülmektedir. Kişi başına düşen yıllık milli gelir açısından son 10 yılda ülke genelinde birinci gelen bir il için bu işsizlik oranı düşündürücüdür. Kocaeli aynı zamanda genel bütçe ve vergi gelirleri bakımından %17,41 pay ile Türkiye sıralamasında ikinci sırada olan bir ildir.

2018 yılı verilerine göre Kocaeli 1.906.391 kişilik nüfusu ve km^2'ye 557,28 kişinin düştüğü nüfus yoğunluğu ile her geçen yıl göç alıp vermektedir. 2018 yılında başta İstanbul, Ankara, Sakarya olmak üzere 81 ilden 80457 kişinin göç ettiği Kocaeli, aynı yıl yine İstanbul, Ankara, Bursa, Sakarya gibi illerden 79970 kişinin göç ettiği bir il olmuştur (Tuik,2018a). Bu durum Kocaeli'nin ilçelerinde de geçerlidir. Kandıra ilçesi Kocaeli'nin Karadeniz'e kıyısı olan tek ilçesidir. İlçe'nin nüfusu 51348 kişidir. "6360 sayılı Büyükşehir Yasası" ile ilçedeki köyler mahalle statüsüne alınmıştır. Köy nüfusun tamamı kente dahil edilmiştir. Geçim kaynakları bitkisel üretim ve hayvancılık olan, yaz aylarında az da olsa turizmden geçimini sağlayan Kandıra insanı için bu durum zorlayıcı olmuş, başka illere göçü artırmıştır. 2018 yılında 105961 Kandıralı birçok iş kolunun merkezi olan İstanbul başta olmak üzere, Sakarya, Ankara gibi illere göç etmiştir (Yaman ve Kutlar, 2017).

Kocaeli her ne kadar sanayi ve endüstri sektöründeki öncülüğü ile dikkat çekse de 2018 yılındaki kamu yatırımlarının sektörlere göre dağılımında tarım sektörünün %96 oranındaki nakdi gerçekleşme oranı, tarımın Kocaeli'ndeki önemini anlamamıza yardımcı bir veri olarak karşımıza çıkmaktadır.
2018 yılındaki 422067 bin tonluk tahıl ve diğer bitkisel ürünlerin üretimi ile 97396 bin tonluk sebze ürünleri üretimi Kocaeli'nde tarımsal üretimin olduğunu gözler önüne seren diğer verilerdir. Kocaeli'nde üretilen tahıl ürünlerinden arpa (%91), yonca (%81) ve yulafın (%81) büyük bir kısmı Kandıra'da üretilmektedir. Yem bitkisi üretiminin bu kadar öne çıkması, Kandıra'nın 43426 baş sığır ve 2981 baş manda toplamda 46457 başlık büyükbaş hayvan sayısı ile doğrudan ilişkilidir. Aynı

şekilde Kocaeli'nde üretilen sebze ürünlerinden lahana (beyaz) (%26), biber (sivri) (%26) ve pırasanın (%26) çoğunluğunu üreten ilçe yine Kandıra İlçesidir. Meyve ürünleri üretiminde de yine Kocaeli'nde üreticiliği yapılan fındık (%93) ve cevizin (%34) hatırı sayılır kısmının Kandıra İlçesinde üretilmesi onu Kocaeli'nde önemli bir konuma koymaktadır (Kocaeli Tarım, 2018). Kandıra'da iş olanaklarının sınırlı olması, zengin tarımsal potansiyeline rağmen, genç nüfusun iş bulma umudu ile göç etmesine neden olmaktadır. Temel amacı; gıda güvenliğinin garanti altına alınması olan "Milli Tarım Projesi" kapsamında, planlı ve yeterli üretime geçilmesi, üretim-fiyat dalgalanmalarının en aza indirilmesi ve bu sayede üretici gelirlerinin artırılması gibi konular hedeflenmektedir. Milli Tarım Projesinin bitkisel ve hayvansal üretim olmak üzere iki ayağı bulunmaktadır. Tarım sektörüne genç nüfusun çekilebilmesi ve gelir seviyesinin artırılması bağlamında gençlerin desteklenmesi amaçlı hayata geçirilen Kırsal Kalkınma Destekleri altında yürütülen "Genç Çiftçi Projeleri Desteği (GÇPD)" 'nin önemi büyüktür.

Kocaeli Kandıra ilçesinden 2018 yılında 55 genç çiftçi destek sağlamıştır. Bu çalışmada desteklemeler değerlendirilerek, başvurular sırasında ve sonrasında yaşanan sıkıntılar, desteklemelerin sonuçları ve çözüm önerileri incelenmiştir.

2.MATERYAL VE METOT

Çalışmanın birincil materyalini Kocaeli İli Kandıra İlçesinde Genç Çiftçi Hibe Projesi ile hibe desteği almaya hak kazanan üreticiler ile yapılan yüz yüze görüşmeler ile elde edilen anket verileri oluşturmaktadır. Ayrıca konuyla ilgili literatür, kamu ve özel kuruluşlardan sağlanan bilgiler, Tarım ve Orman Bakanlığı ve Türkiye İstatistik Kurumuna (TÜİK) ait yayınlar ve web sitelerinden elde edilen bilgiler ve uzman görüşleri çalışmada ikincil veri olarak kullanılmıştır.

Çalışmanın araştırma alanı olan Kocaeli İli Kandıra İlçesinde yaşayan ve Genç Çiftçi Hibe Projesine hak kazanan 55 üreticinin içerisinden 22 üretici ile anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Çiftçiler destek konularına ve köylerine göre rastgele seçilmiştir.

Çalışmada elde edilen ham veriler bilgisayar ortamına aktarılarak analizleri yapılmış, sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur. Çalışmanın sonuç bölümünde sorunların tespiti ve çözümleri Swot Analizi çalışmasıyla ortaya konulmuştur.

3.ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1.Projenin Hedef Kitlesi ve Amacı

Genç Çiftçi Hibe Projesi, o zamanki adıyla Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının 29675 sayılı kararı ile Kırsal Kalkınma Destekleri Kapsamında Genç Çiftçi Projelerinin Desteklenmesi Hakkında Tebliğ adıyla 5 Nisan 2016 tarihli resmi gazetede yayınlanmıştır. Projenin hedef kitlesi kırsal alanda ikamet eden veya ikamet edeceğini taahhüt eden, 18 yaşından gün almış, 41 yaşından gün almamış, ücretli çalışmayan, ya da okumayan genç bireyler oluşturmuştur. Proje ile bu gençlerin kırsalda tutulmaları, girişimciliklerinin desteklenmesi ve gelirlerinin artırılması hedeflenmiştir.

3.2. Proje Başvurularının Yapılması

Başvurularını ilk aşamada internet ortamında yapan genç çiftçiler, gerekli belgelerini (nüfus cüzdanı örneği, ücretli çalışmadığını ispat eden SGK belgesi, başvuru dilekçesi, proje başvuru formu, taahhütname) projenin uygulanacağı yerin Tarım İlçe müdürlüklerine teslim ederek başvuranlarını tamamlamışlardır. Başvuruların değerlendirilmesi vali yardımcısı başkanlığında, bakanlık Tarım ve Orman il müdürü, Tarım ve Orman il müdür yardımcısı, defterdarlık temsilcilerinin yer aldığı sekiz kişilik bir komisyon tarafından yapılmıştır. Kabul edilen projeler otuz (30) bin TL hibe ile desteklenmeye hak kazanmıştır.

3.3. Kocaeli ve Kandıra'da Gerçekleşen Desteklemeler

2018 yılında Kocaeli genelinde desteklenen 357 proje desteklenmiştir. 233 proje sayısı ile büyükbaş hayvan yetiştiriciliği ilk sıradadır. Küçükbaş hayvan yetiştiriciliği (42 proje), örtü altı yetiştiriciliği (37 proje) ve arıcılık (25 proje) yoğun talep alan diğer projelerdir.

Kocaeli İl'inde "Genç Çiftçi Projesi" ile 2016-2018 yılları arasında hibe desteği kazanan ilçeler içerisinde Kandıra %32 oranıyla, Kocaeli'nin en fazla destekleme alan ilçesidir. Çeşitli proje konularında toplam 113 proje kabul edilmiştir (Tablo 1). Büyükbaş hayvan yetiştiriciliği 74 proje) ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği (12 proje) en fazla desteklenen üretim kollarıdır. Arıcılık, örtü altı yetiştiriciliği, kanatlı yetiştiriciliği, mantar yetiştiriciliği ve bitkisel üretim projeleri az sayıda talep görmüştür.

Tablo 1. 2016-2017-2018 Yılları Genç Çiftçi Projesi İlçeler Bazında Dağılım

İlçe	Büyükbaş Proje Sayısı (adet)	Küçükbaş Proje sayısı (adet)	Arıcılık Proje Sayısı (adet)	Mantar Tesisi (adet)	Örtü altı Projesi (adet)	Kanatlı Proje Sayısı	Bitkisel Üretim Proje Sayısı (adet)*	Proje Sayısı (adet)	İlçelere Göre Dağılım Oranı (%)
Kandıra	74	12	2	1	20	2	2	113	32%
Derince	33	7	*	*	*	1	*	41	11%
İzmit	23	7	*	1	6	*	2	39	11%
Başiskele	16	1	6	*	1	*	*	24	7%
Körfez	20	6	*	1	*	*	*	27	8%
Gebze	20	4	*	3	10	*	*	37	10%
Karamürsel	17	5	11	*	*	*	3	36	10%
Gölcük	10	0	5	*	*	*	*	15	4%
Kartepe	8	0	1	*	*	1	2	12	3%
Dilovası	12	0	*	1	*	*	*	13	4%
Toplam	**233**	**42**	**25**	**7**	**37**	**4**	**9**	**357**	**100%**

Genç Çiftçi Hibe Projesi'ne başvuran üreticilerden 55 genç çiftçi hibe desteğinden yararlanmıştır. Bitkisel üretim projeleri (4), hayvancılık projeleri (42), örtü altı projeleri (9) olmak üzere çeşitli kalemlerde hayata geçirilmiştir. Hayvancılık projeleri 27 adet ve diğer projeler ise 11 adet köy olmak üzere 38 köyde faaliyete geçirilmiştir (Tablo 1). Manda yetiştiriciliği geçmişten günümüze Kandıra'da geleneksel üretim motifidir. Manda yoğurdu Kandıra ile özdeşleşmiştir. Buna karşın desteklemelerde daha az talep görmesi dikkati çekmektedir. İklim olarak uygun koşulların olması, Karadeniz ikliminin etkileri örtü altı tarıma ilgiyi artırmıştır. Ürünlerin yüksek fiyata alıcı bulacağı düşüncesi de diğer bir etkendir. Hindi yetiştiriciliğinin de yaygın olmasına karşın, kanatlı üretimine de daha az talep olmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Kandıra İlçesinde 2018 Yılında Desteklenen Genç Çiftçi Projeleri

	Proje Çeşidi					
2018 3. Etap	Manda	Sığır	Koyun	Örtü altı	Kanatlı	Bitkisel Üretim
	5	29	7	11	1	2
	Toplam Proje Sayısı:55					

2018 yılında Kandıra'da 36 adet kadın üretici, 19 erkek üretici projeleri ile hibe desteği kazanmıştır. Kandıra'da verilen hibe desteklerinin % 80 'i hayvancılık ve %20'si diğer proje konularında olmuştur (Kandıra, 2018). Kocaeli İli Kandıra İlçesinde 2018 yılında Genç Çiftçi Hibe Projesinden hibe desteği alan 55 adet genç çiftçi içerisinden 22 tanesi ile (%40) yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Projeleri kabul edilen 55 adet üreticinin yaşadığı 34 köyden 24'ü çalışmaya dahil edilmiştir. Bu da toplam köy sayısının %71'ine denk gelmektedir. Görüşme yapılan üreticiler 2018 Yılı Genç Çiftçi Değerlendirme Kriterleri baz alınarak üç gruba ayrılmıştır.18-25 yaş aralığındaki üreticiler toplam üreticilerin %9'unu, 26-32 yaş aralığındaki üreticiler %36'sını ve 33-40 yaş aralığındaki üreticiler ise %55'ini kapsamaktadır. Ankete katılan 22 üreticinin % 64'ü kadın, %36'sı ise erkektir (Tablo 3).

Tablo 3. Ankete Katılan Üreticilerin Yaş ve Cinsiyet Dağılımı

Yaş Grupları	Kadın	Erkek	Toplam	%
18-25	1	1	2	**%9**
26-32	6	2	8	**%36**
33-40	7	5	12	**%55**
Toplam	14	8	22	**%100**
%	**%64**	**%36**	**%100**	

Eğitim durumlarına bakıldığında ise, görüşülen 22 üreticinin %36'sı ortaokul, %64'ü lise mezunuyken, %5'inin üniversite mezunu oldukları görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Ankete Katılan Üreticilerin Eğitim Durumu

Eğitim Durumu	Kadın	%	Erkek	%	Toplam	%
Ortaokul	4	%29	4	%50	8	%36
Lise	10	%71	4	%50	14	%64
Üniversite	1	%7	-	-	1	%5
Toplam	**14**	**%100**	**8**	**%100**	**22**	**%100**

3.4. Kandıra İlçesinde Uygulanan Projelerin Sonuçları

Destekleme alan üreticilerin proje sonuçlarından memnuniyet durumu değerlendirildiğinde, örtü altı yetiştiriciliği (sera) desteklemesi alan üreticilerin en fazla memnuniyet sağlayan grup olduğu görülmüştür. Büyükbaş hibe desteği almaya hak kazanan üreticilerin memnuniyet oranı %33'tür. Memnun olmayanların geneline bakıldığında ise, büyükbaş sığır ve küçükbaş koyun desteklemesi alan üreticiler oldukları dikkat çekmektedir (%50). Bu gruptaki üreticiler proje faaliyetinden memnun kalmamıştır. Sığır yetiştiriciliği desteği alan 2 üretici ise görüş olumlu ya da olumsuz belirtmemiş, destekleme alma ile almama arasında kendileri için bir memnuniyet değişimi oluşmadığını söylemiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Ankete Katılan Üreticilerin proje Faaliyetlerinden Memnuniyet Durumu

	Memnun	%	Memnun Değil	%	Fark Etmez	%
Sığır	4	%33	4	%50	2	%100
Koyun	0	%0	4	%50	0	%0
Manda	2	%17	0	%0	0	%0
Sera	6	%50	0	%0	0	%0
Toplam	**12**	**%100**	**8**	**%100**	**2**	**%100**

3.5. Kandıra'da Desteklenen Genç Çiftçi Hibe Projelerinin Swot Analizi İle Değerlendirilmesi

2016-2018 yılları arasında Kocaeli İli Kandıra İlçesinde uygulanmış olan 113 adet Genç Çiftçi Hibe Destek projesinin fırsatları, tehditleri, güçlü ve zayıf yanları Swot analizi ile irdelenmiştir.

Güçlü yanlar

Proje genel olarak ele alındığında:

- Projenin sosyal güvencesi olmayanlara yönelik olması,
- Yörede üretim artışını sağlaması,
- Eğitime devam etmeyen işsiz, kırsalda yaşayan 18-41 yaş aralığındaki gençlere yönelik olması,
- Gençlerin girişimciliğinin desteklenmesi,
- Kadın girişimcilere öncelik verilmesi,
- Tarımın gelişme potansiyeli olan alanlarının desteklenmesi,

Projeler Kandıra bazında ele alındığında:

- Büyükbaş ve küçükbaş projelerinde hayvanların 3 yıl süre ile elden çıkarılamayışı, sonucunda gençlerin tarımsal faaliyetleri benimsemesi.
- Kandıra'daki tarım arazilerin marjinal tarıma uygun olması,

- Bölgede Kandıra GİOSB'nin kurulacak olması,
- Kandıra İlçesinin tarım ürünlerinin pazarlanmasında lojistik bakımdan önemli konumda olması,
- İşsiz olan gençler için iş imkânı oluşturması,
- İlçenin turistik önemi sonucunda gençlerin kendi ürettikleri ürünleri pazarlama kanalı geliştirmelerinin mümkün olması, bu durumun kar marjını artırması,

Zayıf yanlar
Proje genel olarak ele alındığında:

- Tarımsal gelirin düzensiz oluşu, sosyal güvencenin sağlanamaması,
- Yeterli örgütlenmenin olmaması,
- Gençlerin tarımsal faaliyetleri sürdüreceği yerde sosyal ortamın olmayışı, bu durumun gençleri kırsal bölgelerden kaçırması,

Projeler Kandıra bazında ele alındığında:

- Hibe miktarının yetersiz olması,
- Büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği projelerinde hibe olarak verilen hayvanların standartların dışında, küçük, hasta ve sağlıksız oluşu,
- Büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği projelerinde verilen hayvanların söylenen ırklarda olmayışı,
- Sera projelerinde kurulum esnasında il/ilçe müdürlüklerinin yeterli desteği vermemesi, kontrollerinin tam olarak yapılmaması, sera projesinde kurulum yapan firma ile üreticinin çok yalnız bırakılması,
- Köyde yaşayan genç nüfusun az olması,
- Kandıra'nın gençler için yeterli sosyal hayatı sunamaması, bu gençlerin kırsal kesimden kaçışını artırması,
- Hibeden yararlanmak isteyip de, konuyla ilgili bilgi sahibi olamayan gençlerin yeterince bilgilendirilmemesi, eğitimlerin yetersiz kalması,
- Aile baskıları nedeniyle krediye başvuramama.
- Tarımsal üretimden sağlanan gelirin düzenli bir gelir olmaması nedeniyle oluşan isteksizlikler.

Fırsatlar
Proje genel olarak ele alındığında:

- Genç Çiftçi Hibe Destek projesinin kırsal nüfusun, özellikle gençlerin, artmasını sağlaması,
- Köye geri dönüşü artırma potansiyeli,
- Genç nüfusun göç etmesinin önlenmesi,

Projeler Kandıra bazında ele alındığında:

- Sera desteklerinin Kandıra'da kadın girişimciliğini arttırması, kadının ilçede değer kazanması, ülke ekonomisine katkı sağlaması,
- Sera projesi destekleri ile iklimin değerlendirilmesi, daha kaliteli ve yüksek getirisi olacak ürünlerin üretilebilmesi,
- Kandıra'nın geleneksel tarımsal faaliyeti olarak manda yetiştiriciliğinin gelişmesini sağlaması,
- Büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği projelerindeki hayvanlardan alınan yavruların satılabilmesi, bu sayede üreticinin nakit girdi temin etmesi,
- Gençlerin geri dönüşü ile ilçede ekonomik canlılığın artması, sosyal koşulların iyileşmesi,
- Gençlere "kendi işinin patronu olabilme" düşüncesinin uygulama fırsatını yaratması,
- Bölgede tarımsal üretimin artmasıyla birlikte, tarıma dayalı sanayinin gelişmesi; kurulacak olan Kandıra Gıda İhtisas Organize Sanayi Bölgesi'ne ham madde sağlayacak olması,

Tehditler

Proje genel olarak ele alındığında:

- Üreticilerin örgütlenememesi, üretilen ürünlerin pazarlanmasında karşılaşılacak sorunlar,
- Tarımsal girdi maliyetlerindeki oluşabilecek beklenmeyen artışlar,
- Desteklenen proje çıktısı ürünlerin olabilecek ithalatı, bu durumun pazar fiyatlarını düşürmesi,
- Oluşabilecek olumsuz iklim koşulları,
- İhracat şansı olabilecek ürünlerin ihracatında yaşanacak olumsuz ticari gelişmeler.

Projeler Kandıra bazında ele alındığında:

- Büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde hayvanların istenilen ırk olmaması nedeniyle oluşabilecek verim ve kalite kayıpları,
- Beklene ırk hayvan alınamadığı için üreticinin yaşayabileceği motivasyon sorunu,
- Bölgede organize sanayinin kurulması, hızlı nüfus artışı durumunda olabilecek düzensiz şehirleşme, sanayi ve şehirleşmenin tarım arazileri için tehdit oluşturması.
- Büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliği projelerinde sorunlar yaşayan üreticilerin sorunları kendilerinin çözememesi, usulsüz davranışlar,
- Evli olan bireylerin çocukları için okulların yetersizliğinden dolayı yaşanabilecek sorunlar, göç nedeniyle projelerin sürdürülememesi,

4.SONUÇ

Genç Çiftçi Hibe Projesi, kırsal kalkınmanın desteklenmesi noktasında önemli bir yere sahiptir. Kırsalda yaşamını sürdürmeyi düşünen, kent koşullarının getirdiği zorlukları yaşayan birçok genç birey farklı arayışlara yönelmiştir. Yeni başlangıçları destekleyecek olan Genç Çiftçi Projesi, tarımda sürdürülebilirliğin sağlanmasını kolaylaştıracaktır. 2018 yılında Kandıra'da "Genç Çiftçi Projesi"' ile destekleme yapılan projelerin Kandıra'da gençlere yeni bir bakış açısı açtığı ortaya konmuştur. Projenin amaçladığı, genç çiftçilerin girişimciliğini desteklemek, gelir seviyelerini yükseltmek, alternatif gelir kaynakları oluşturmak ve genç nüfusun istihdamına katkıda bulunmak gibi amaçların uygulamaya geçtiği ortadadır. Desteklemelerin devam ettirilmesi, fırsatların üstüne gidilerek gerekli iyileştirmelerin sağlanması başarıyı artıracaktır.

KAYNAKÇA

ANONİM, 2018, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Kırsal Kalkınma Destekleri Kapsamında Genç Çiftçi Projelerinin Desteklenmesi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2018/12), Resmi Gazete. http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180324-14.htm [Erişim Tarihi: 29.09.19].

DOĞAN, H. G., KAN, A., KAN, M., TOSUN, F., UÇUM, İ., SOLMAZ, C., & BİROL, D. (2018), Evaluation of the factors affecting the benefiting level from the young farmers project support in TR 71 Region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(11), 1599-1606.

Kandıra Tarım İlçe Müdürlüğü,2018, Faaliyet Raporları, Kocaeli.

Kocaeli Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2018, Faaliyet Raporu, Kocaeli.

Tarım, Gıda ve Hayvancılık 2023 Çalıştayları, Stratejik Vizyon Belgeleri, (Şubat 6,2014), İstanbul. https://tasam.org/Files/Etkinlik/File/VizyonBelgesi/tarim_gida_ve_hayvancilik_2023_calistaylari_7_-_8_-_9_-_10_-_11_-_12_-_13__d29f9663-3f9a-439f-8543-59859c8cb980.pdf (Erişim Tarihi:28.09.19).

Türkiye İstatistik Kurumu,2018, İstatistik Göstergeler, Bölgesel İstatistikler. https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/sorguSayfa.do?target=tablo (Erişim Tarihi:28.09.19).

Türkiye İstatistik Kurumu,2018a, Konularına Göre İstatistik, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1059 (Erişim Tarihi: 28.09.19).

YAMAN, A. K., & KUTLAR, İ. (2017), Potential ımpacts of the metropolitan municipality law no. 6360 on rural life: the case of Kocaeli, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(11), 1295-1300.

CNC TORNA TEZGÂHINDA ISLAH ÇELİĞİNİN İŞLENMESİNDE TİTREŞİM VE YÜZEY PÜRÜZLÜĞÜNÜN DENEYSEL ANALİZİ

Mustafa DEMİRTAŞ
Gölyaka Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi / Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İmalat Mühendisliği ABD
mustafademirtas14@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Menderes KAM
Düzce Üniversitesi, Dr. Engin PAK Cumayeri Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Makine Programı
mendereskam@duzce.edu.tr

Özet
Bu deneysel çalışmada, CNC Torna tezgâhında AISI 4340 ıslah çeliğinin tornalanması esnasında titreşim ve yüzey pürüzlüğü analiz edilmiştir. Yapılan ön deneyler neticesinde uygun kesme parametreleri belirlenmiş; 4 farklı kesme hızı (140, 180, 220 ve 260 m/dak), üç farklı ilerleme (0,08, 0,14 ve 0,20 mm/dev), sabit kesme derinliği (0,3 mm) ve kuru kesme şartlarında deneyler yapılmıştır. Deneylerde yüzey pürüzlülüğü ve çevrimiçi olarak üç eksen titreşim genliği değerleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda en düşük yüzey pürüzlülüğü ve titreşim genliği değerleri 260 m/dak kesme hızı ve 0,08 mm/dev ilerlemede elde edilmiştir. Yüzey pürüzlüğü ve titreşimi etkileyen kesme parametrelerinin sırasıyla ilerleme ve kesme hızı olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: AISI 4340, Tornalama, Yüzey pürüzlülüğü, Titreşim.

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF VIBRATION AND SURFACE ROUGHNESS IN THE TURNING OF TEMPERED STEEL IN CNC TURNING MACHINE

Abstract
In this experimental study, the vibration and surface roughness during the turning of AISI 4340 tempered steel in CNC turning machine was analyzed. As a result of the preliminary tests, optimum cutting parameters were determined; four different cutting speeds (140, 180, 220 and 260 m / min), three different feed rates (0,08 - 0,14 and 0,20 mm / rev), depth of cut (0,3 mm) and were carried out under dry cutting conditions. The surface roughness and three axis vibration amplitude values were measured as online. As a result of the experimental study, the lowest surface roughness and vibration amplitude values were obtained at 260 m / min cutting speed and 0.08 mm / rev. It was observed that the cutting parameters affecting the surface roughness and vibration were feed rate and cutting speed, respectively.

Keywords: AISI 4340, Turning, Surface roughness, Vibration.

1. GİRİŞ

Talaşlı imalat sürecinde işlenen parçaların hassasiyeti ve uygulanan işleme yöntemlerinden beklentiler, gittikçe artan teknik ve ekonomik koşulların sağlanabilmesi için kesici takımlar, malzemeler, kesme koşulları, kesme parametreleri ve bunların sonuçlara etkileri göz önünde bulundurulması gerekir. Bu faktörler arasında en uygun değerler seçilse bile, ürün kalitesini artıracak ve maliyetleri düşürecek parametreler bulunabilmektedir. Bu kapsamda, ıslah çeliklerinden olan AISI 4340 çeliğinin CNC torna tezgâhında tornalanmasında oluşan titreşimin yüzey pürüzlüğüne etkisi ile ilgili literatürde yapılan deneysel çalışmalar incelenmiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda Habalı ve ark. (2006), AISI 1040 çeliğini farklı kesici takım kaplama malzemeleri kullanarak yaptıkları tornalama deneylerinde; kesme parametrelerinden kesme derinliğini sabit tutarak beş farklı kesme hızı ve iki farklı ilerleme değerlerinde bu parametrelerin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. En düşük yüzey pürüzlülüğü değerini üç katlı kaplamaya sahip takımla elde etmişlerdir. Çaydaş ve Hasçalık (2005) yapmış olduğu çalışmada, AISI 4340 ıslah çeliğini tornalama ve taşlama deneylerini farklı

kesme parametrelerinde gerçekleştirmiştir. Numunelerde oluşan yüzey pürüzlülüğü ölçmüşler ve tornalama deneylerinde ilerleme miktarının artması ile yüzey pürüzlüğün bozulduğu görmüşlerdir. Ay ve ark. (2003), kesme esnasında oluşan kuvvet ve titreşimleri deneysel olarak ölçmüşlerdir. Yüksek kesme hızı ve düşük ilerleme miktarının yüzey kalitesini iyileştirdiğini görmüşlerdir. Aouici ve arkadaşları (2012), AISI 4340 ıslah çeliğinin sert tornalanmasında sırasında kesme parametrelerinin kesme kuvvet bileşenleri ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri incelemiştir.Çalışmalar sonucunda düşük yüzey pürüzlülüğü düşük ilerlemede ve yüksek kesme hızında elde edilmiştir. Bu çalışmada ise, CNC Torna tezgâhında AISI 4340 ıslah çeliğinin tornalanması esnasında titreşim ve yüzey pürüzlüğünün deneysel analizi yapılmıştır.

2.MATERYAL VE METOD

Bu deneysel çalışmada ıslah çeliğinin soğutma sıvısı kullanılmadan CNC tezgâhta tornalanmasında kesme parametrelerinin yüzey pürüzlüğüne etkisi incelenmiş olup en uygun tornalama şartlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneylerde kullanılan AISI 4340 çeliği motor parçalarında, eksantrik ve krank millerinde kullanılmaktadır. AISI 4340 ıslah çeliğinden elde edilen numune Ø100x250 mm ölçüsünde elde edilmiş ve kimyasal kompozisyonu Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo 1. AISI 4340 (34CrNiMo6) ıslah çeliğinin kimyasal kompozisyonu

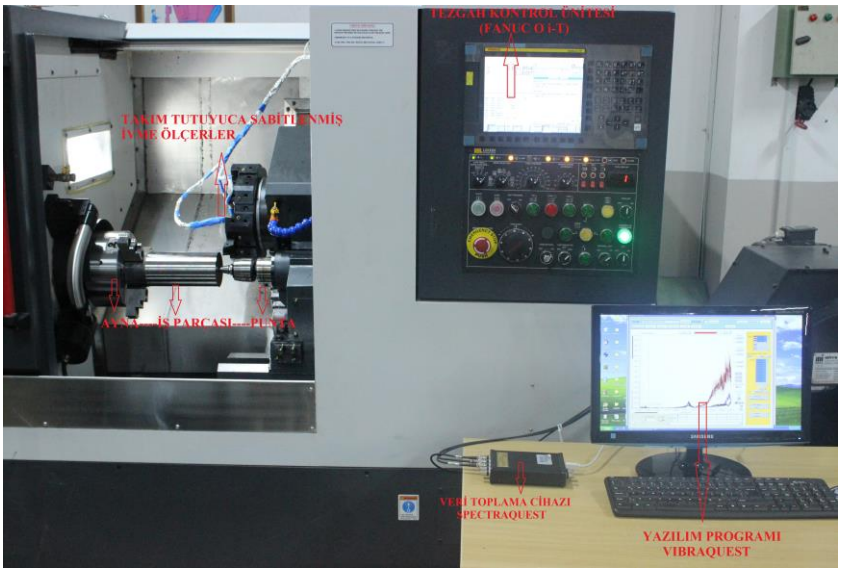
Element	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Fe
(%)	0,40	0,26	0,71	0,015	0,006	1,73	0,8	0,22	0,15	Geri kalan

Deneylerde 0,8 mm uç yarıçapına sahip Teagutec marka TNGA tipli (TiN-Al_2 O_3) AB20 120408 T1020 model kesici takım kullanılmıştır. Bu takıma uygun Teagutec marka MTJNR 2525 M1604 model takım tutucu kullanılmış ve deneyler soğutma sıvısı kullanılmadan gerçekleştirilmiştir. Yapılan ön deneyler neticesinde uygun kesme parametreleri belirlenmiş ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

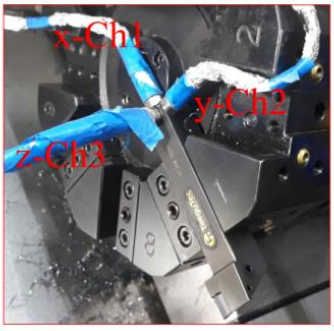
Tablo 2. Deneylerde kullanılan kesme parametreleri

Deney Numarası	Kesme Hızı V(m/dak)	İlerleme f(mm/dev)	Kesme Derinliği a(mm)
1	140	0,08	0,3
2		0,14	
3		0,2	
4	180	0,08	0,3
5		0,14	
6		0,2	
7	220	0,08	0,3
8		0,14	
9		0,2	
10	260	0,08	0,3
11		0,14	
12		0,2	

Deneylerde kullanılan numuneler LokeshmarkaTL250 model, motor gücü 22 kW olan CNC torna tezgâhında işlenmiş ve deney düzeneği Şekil 1'de gösterilmiştir. Tornalama esnasında oluşan titreşimlerin ölçülmesinde PCB Piezotronics 608A11 ivmeölçerler kullanılmıştır. X-Y-Z (Ch1-Ch2-Ch3) yönünde ölçüm yapan ivmeölçerler ile üç kanaldan veri almak için takım tutucu üzerine vidalı birleştirme yapılarak konumlandırılmış ve Şekil 2 ‘de gösterilmiştir. İvme ölçerler tarafından algılanan sinyaller data kablosu kullanılarak SpectraQuest veri toplama birimine ulaşan sinyaller, buradan bilgisayar içersindeki sinyalleri dönüştüren veri toplama kartı sayesinde sayısallaştırılır. Üç kanaldan gelen sinyaller VibraQuest yazılım programı kullanılarak kaydedilmiştir.



Şekil 1. Deney düzeneği



Şekil 2. İvmeölçerlerin gösterimi

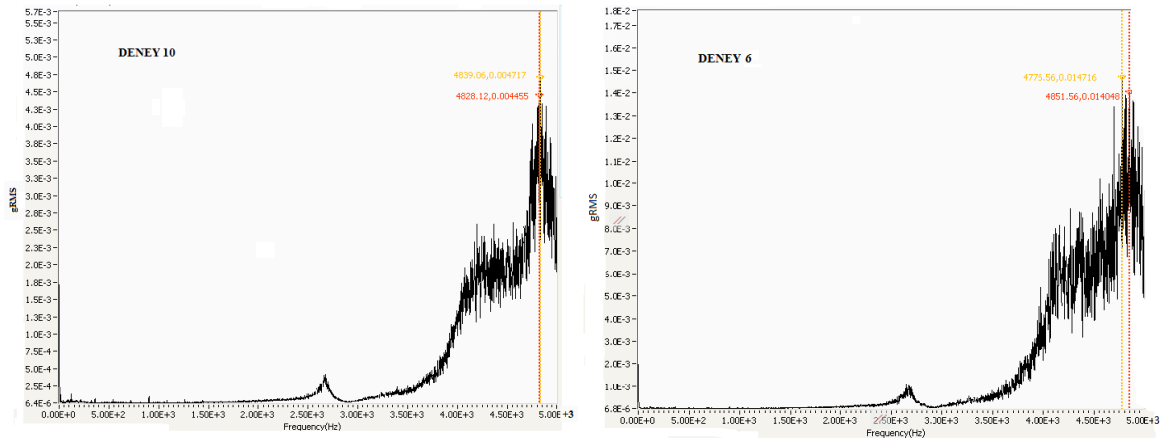
Tornalanan numuneler, Mitutoyo SJ- 210 yüzey pürüzlülük ölçme cihazı ile ölçülmüştür. Her deney için üç ayrı noktadan ölçüm yapılmış ve üç değerin aritmetik ortalaması (Ra) alınmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Elde edilen numunenin seramik kesici takım ile CNC torna tezgâhında işlenmesi sonucu kesici takımda x-y-z (Ch1, Ch2 ve Ch3) yönünde meydana gelen en yüksek titreşim genliği değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde en yüksek titreşim genliği değerleri z yönünde Ch3 kanalından gelen sinyallerdedir. Sonuçlar detaylı olarak incelendiğinde en yüksek titreşim genliği değeri 180 m/dak kesme hızında ve 0,2 mm/dev ilerlemede 0,0147 gRMS olarak ölçülmüştür. Ch3 kanalından gelen en düşük titreşim genliği değeri ise 260 m/dak kesme hızında ve 0,2 mm/dev ilerlemede 0,00471 gRMS olarak ölçülmüştür. Ch1 ve Ch2 kanalarından ölçülen titreşim genliği değerleri 0,0010 ile 0,0031 gRMS arasında değişmektedir. En düşük titreşim genliği Ch1 kanalından alınan değer olup 0,0010gRMS 140 m/dak kesme hızında ve 0,08 mm/dev ilerlemede bulunmuştur. Ch3 kanalının kesme ve ilerleme yönünde olması sebebiyle elde edilen titreşim genliği değerleri diğer kanallardan elde edilen değerlere göre daha yüksek çıkmıştır. En düşük ve en yüksek titreşim genliği grafiği ise Şekil 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Deneylerde elde edilen en yüksek titreşim genliği verileri

Kesme Parametreleri				En Yüksek Titreşim Genliği Değerleri(gRMS)		
Deney Numarası	Kesme Hızı V(m/dak)	İlerleme f(mm/dev)	Kesme Derinliği a(mm)	X-Ch1	Y-Ch2	Z-Ch3
1	140	0,08	0,3	0,001045	0,001725	0,004983
2		0,14		0,001513	0,001988	0,007546
3		0,2		0,001666	0,003102	0,012409
4	180	0,08	0,3	0,001276	0,001843	0,007008
5		0,14		0,002323	0,002602	0,011894
6		0,2		0,002750	0,003090	**0,014716**
7	220	0,08	0,3	0,001167	0,001917	0,004999
8		0,14		0,001556	0,002597	0,005736
9		0,2		0,002050	0,002701	0,011657
10	260	0,08	0,3	0,001218	0,001999	**0,004717**
11		0,14		0,001398	0,002269	0,007700
12		0,2		0,001916	0,002518	0,010958



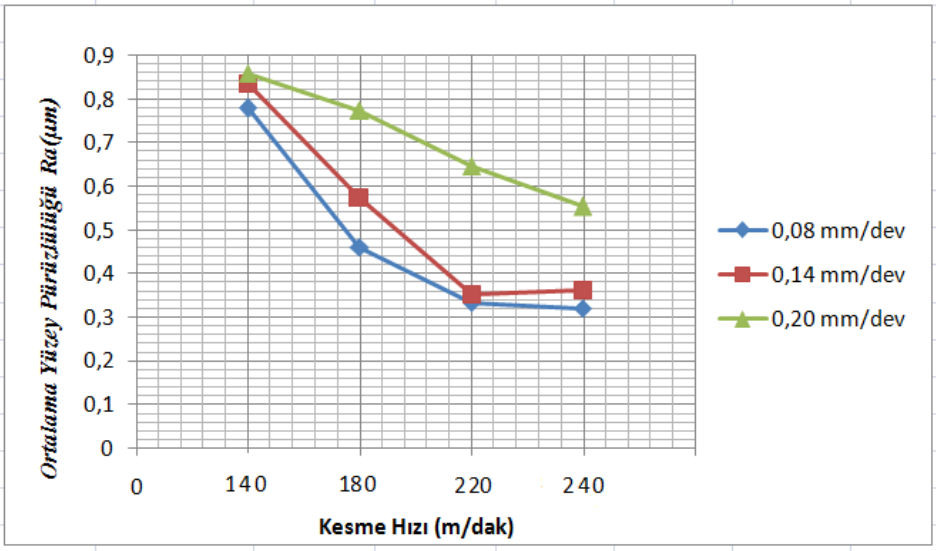
Şekil 3. En düşük ve en yüksek titreşim genliği grafiği

Tablo 4'te farklı kesme parametrelerine göre elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri verilmiştir. Her bir yüzeyden 3 ölçüm yapılarak ortalaması alınmış ve ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde en düşük yüzey pürüzlülük değeri Ra, 0,321 µm dir. Bu sonucun elde edildiği kesme parametreleri ise 260 m/dak kesme hızı ve 0,08 mm/dev ilerlemedir. En yüksek Ra değeri ise 140 m/dak kesme hızı ve 0,20 mm/dev ilerlemede elde edilen 0,857 µm dir.

Tablo 4. Ortalama yüzey pürüzlülük değerleri (Ra)

Deney Numarası	Kesme Hızı V(m/dak)	İlerleme f(mm/dev)	Kesme Derinliği a(mm)	Ra(µm)
1	140	0,08	0,3	0,778
2		0,14		0,834
3		0,20		0,857
4	180	0,08	0,3	0,461
5		0,14		0,573
6		0,20		0,773
7	220	0,08	0,3	0,333
8		0,14		0,351
9		0,20		0,647
10	260	0,08	0,3	0,321
11		0,14		0,361
12		0,20		0,553

Şekil 4'te kesme hızı ve ilerleme ile yüzey pürüzlüğü arasındaki ilişkiyi gösteren grafik verilmiştir. İlerleme arttıkça yüzey pürüzlülüğü değeri artmış ve kesme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğü azalmıştır.



Şekil 4. Yüzey Pürüzlüğü Değerleri

4.SONUÇLAR

- En düşük titreşim genliği değerleri Ch1 ile Ch2 kanalından gelen verilerdir. Titreşim genlikleri 0,0010 ile 0,0031gRMS arasında değişmektedir.
- En yüksek titreşim genliği değeri ise Ch3 kanalından gelen sinyallerdedir. 180 m/dak kesme hızında ve 0,2 mm/dev ilerlemede 0,0147 gRMS olarak elde edilmiştir. Ch3 kanalından gelen en düşük titreşim genliği değeri ise 260 m/dak kesme hızında ve 0,2 mm/dev ilerlemede 0,00471 gRMS ölçülmüştür.
- Ch3 kanalının kesme ve ilerleme yönünde olması sebebiyle elde edilen titreşim genliği değerleri diğer kanallardan elde edilen değerlere göre daha yüksek çıkmıştır.
- En yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri 140 m/dak kesme hızı ve 0,20 mm/dev ilerlemede, en düşük yüzey pürüzlülük değeri ise ise 260 m/dak kesme hızı ve 0,08 mm/dev ilerlemede elde edilmiştir. Kesme hızının yüksek, ilerlemenin küçük olduğu parametrelerde yüzey pürüzlülük değerleri daha düşük çıkmıştır.
- Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen ana parametrelerin sırasıyla ilerleme ve kesme hızı olduğu gözlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmadaki deneyleri yapmamıza izin veren Gölyaka Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Müdürlüğüne ve BAP - 2019.22.01.911 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle destekleyen Düzce Üniversitesi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Aouici, H., Yallase, M.A., Chaoui, K., Mabrouki, T. ve Regal, F. (2012). Analysis of surface roughness and cutting force components in hardturning with CBN tool: Prediction model and cutting conditions optimization, *Measurement*, 45, 344- 353.

Ay M., Eldoğan O., Kurt M., (2003), CNC freze tezgahlarında yüzey pürüzlülüğüne etki eden faktörlerin belirlenmesi, *3.Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu*, 317-329, Ankara

Çaydaş, U; Hasçalık, A. CNC Tornalamada İşlem Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi. *Teknoloji*, 2005, 8. 2.

Habalı, K., Gokkaya, H., Sert, S. (2006). Kesici takım kaplama malzemesi ve kesme parametrelerinin AISI 1040 çeliğinin işlenmesinde yüzey pürüzlülüğüne etkisinin deneysel olarak incelenmesi, *Politeknik Dergisi*, 9(1): 35-38.

KADEMELİ KAYAR ARTIMLI ŞEKİLLENDİRME METODU İLE DİK KENARLARI OLAN PARÇA ÜRETİMİ

Ümit ÖNAL
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
umitonal93@hotmail.com

Dr. Öğrt. Üy. Ömer SEÇGİN
Piri Reis Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği Bölümü
osecgin@pirireis.edu.tr

Prof. Dr. İbrahim ÖZSERT
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Makine Mühendisliği Bölümü
ozsert@subu.edu.tr

Özet
Artımlı şekillendirme yöntemi metal parçalardan prototip üretiminde kullanılan hızlı ve ucuz bir metottur. Diğer sac şekillendirme yöntemlerinde olduğu gibi, bu yöntemde de üretilmek istenen geometri üzerindeki dik kenarlar sacda yırtılmalara neden olabilmektedir. Dik kenarlardaki yırtılmaları önlemek için farklı açılarda kademeli olarak şekillendirme yapılabilmektedir. Bu çalışmada artımlı şekillendirme yönteminin alt dalı olan kayar artımlı şekillendirme metodu kullanılarak, kademeli şekillendirme ile dik kenarları olan parça üretimi yapılmıştır. Kayar artımlı şekillendirme metodu kısa süre önce geliştirilmiş olup diğer metotlara göre daha iyi et kalınlığı sağlamaktadır. Çalışma kapsamında 1 mm kalınlığındaki DC04 sacından 90° açılı eksenel simetrik parça üretimi yapılmıştır. Artım miktarı, sıkma basıncı ve açı artımı olmak üzere üç farklı parametre belirlenmiştir. Her bir parametre için üç farklı seviye belirlenerek Taguchi metodu ile deney tasarımı yapılmıştır. Her bir parça önce 50° açı ile şekillendirilerek deneye başlanmış, parça sökülmeden açı artım miktarı kadar şekillendirme açısı artırılmıştır. Son olarak 90° ye ulaşılarak deney sonlandırılmıştır. Çalışmada, deney parametrelerinin kayar artımlı şekillendirme metodunda kademeli şekillendirmeye etkileri araştırılarak optimum parametre seviyeleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Artımlı şekillendirme, Taguchi, TPIF-RL, Şekillendirme

VERTICAL EDGED PART MANUFACTURING BY MULTI STEP ROLLING BLANK HOLDER METHOD

Abstract
The incremental formig is rapid and inexpencive method prototyping metal parts. The vertical edges on the desired geometry can cause tear on the sheet as with other sheet metal forming methods. Multi-stage incremental forming can be performed at different angles in order to prevent tearing at the perpendicular edges. In this study, using the multi step rolling blank holder method which is the sub-branch incremental forming, the vertical edged parts are produced. Multi step rolling blank holder method has been developed recently and provides better wall thickness compared to other methods.
In the scope of the study, axial symmetrical parts with 90° angle were produced from 1 mm thick DC04 sheet. Four different parameters were determined as increment quantity, feedrate, pressure and angle increment quantity. Three different levels were determined for each parameter and the experimental design was done with Taguchi method. Each part was first formed with an angle of 50° and the experiment was started and forming angle increased up to angle increment quantity without dismantling parts. Finally, the experiment was terminated by reaching 90 °. In this study, the effects of multi step rolling blank holder method to incremental forming were investigated and optimum parameter levels were determined.

Keywords: Incremental forming, Taguchi, TPIF-RL, Forming

1. GİRİŞ

Artımlı sac şekillendirme yöntemi, cıvatalar tarafından sıkıştırılmış levha şeklinde sacın üzerine art arda tanımlanmış geçişlere sahip bir form takımının kuvvet uygulayarak sacın tasarlanan şekilde plastik deformasyona uğratılması işlemidir (Wang, Daniel, Lu, Liu, & Meehan, 2017).

Artımlı sac şekillendirme yöntemi ile ilgili ilk patent çalışması 1967 yılında Amerika Birleşik devletlerinde yapılmıştır (Leszak, 1967). Son yirmi yıldır artımlı sac şekillendirme yönteminin kullanımı ve geliştirilmesi önemli ölçüde artmıştır. Bunun nedeni iki temel etkileşim olarak görülebilir. Üretim alanında bilgisayar destekli teknolojilerin gelişmesiyle, numerik kontrollü iş istasyonları artımlı sac şekillendirme yöntemine büyük kolaylık sağlamıştır. İkinci olarak az sayıda parti üretimi ve prototip üretimlerde diğer sac şekillendirme yöntemlerinden düşük maliyet imkanı sağlamasıdır (Jackson, 2008). Ayrıca bu yöntemde parçaların doğrudan CAD dosyası üzerinden üretilebiliyor olması esnek ve hızlı tasarım değişikliklerine olanak sağlamaktadır. Diğer bir avantaj olarak bu yöntemin doğası gereği form takımının parçada oluşturduğu çok küçük deformasyon bölgeleri nedeniyle diğer sac şekillendirme yöntemlerine göre çok daha yüksek gerilme değerleri elde edilmektedir. Bu durumda düşük şekillendirme kuvvetiyle yüksek deformasyon sağlanır (Tisza, 2012). Seçgin ve Özsert, St37 sacını iki noktadan kayar artımlı şekillendirme yöntemiyle 60° piramit geometri şekillendirip yüzey pürüzlülüğü ve şekillendirme kuvvetiyle ilgili optimum sonuçları elde etmiştir. Ayrıca form takım çapının şekillendirme kuvvetine büyük etki ettiği görüşmüştür (Seçgin & Özsert, 2019a).

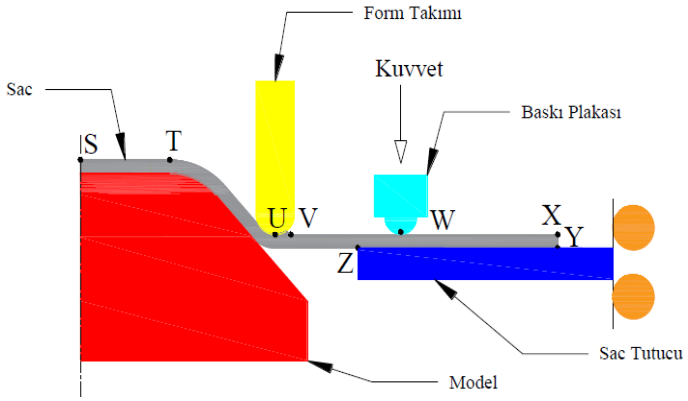
Mostafanezhad ve arkadaşları deneysel çalışmalar yaparak AA1050 sacının duvar açısı, form takımı çapı, et kalınlığı, artım miktarı parametreleriyle deneyler yapıp, kuvvet ve et kalınlığı değişimlerini analiz etmişlerdir. Et kalınlığı değişim oranının ve şekillendirme kuvvetinin eşzamanlı olarak en aza indirilmesi için, 45° duvar açısı, 15 mm'lik takım ucu çapı, 1 mm başlangıç kalınlığı ve 0,5 mm artım miktarı seçilmesi gerektiğini savunmuşlardır (Mostafanezhad, Menghari, Esmaeili, & Shirkharkolaee, 2018).

Suresh ve arkadaşları tek noktadan artımlı şekillendirme ile EDD (ekstra derin çekme) çeliğinin kalınlık dağılımı, gerilmeler ve geometrik doğruluk açısından çok aşamalı artımlı biçimlendirmedeki deformasyon davranışı hakkındaki bazı sonlu elemanlar çalışmaları yapmıştır. Çalışma dört aşamada 85° duvar açılı konik bir kap oluşturarak yapılmıştır. Kalınlık dağılımı sonuçları, sinüs kuramının evre sayısındaki artışla kalınlığı tahmin edemediğini ortaya koymaktadır (Suresh, Prakash Regalla, & Kotkundae, 2018).

Bu çalışmada DC04 sacı, kayar artımlı şekillendirme yöntemi kullanılarak yatay eksenle 90° açılı eksenel simetrik parça elde edilmiştir. Elde edilen dik duvarın et kalınlığının optimizasyonu için artım miktarı, açı artımı ve plakaya uygulanan basınç parametrelerinin Sinyal / Gürültü analizi yapılmıştır. Analiz sonucu doğrulama deneyleri yapılmıştır. Ardından varyans analizi yapılarak parametrelerin etkileri belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

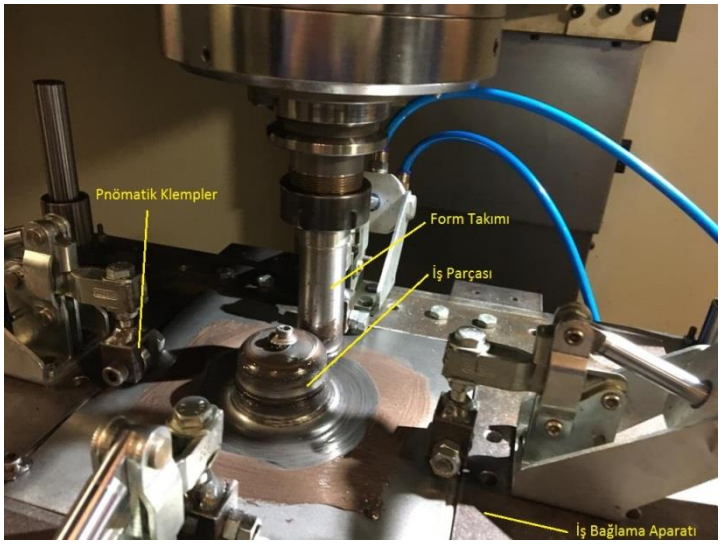
Bu çalışmada kayar artımlı şekillendirme yöntemi baz alınmıştır (Şekil 14). Sac, tezgâha sabitlenen modelin üzerine yerleştirilmektedir. Form takımı lineer hareketlerle sacı modelin üzerine sıvamaktadır. Proses esnasında sistemin rijitliğini sağlamak amacıyla, sac levha kenarlarına çizgisel kuvvet uygulayan karşılıklı baskı plakaları yerleştirilmiştir. Bu plakaların uyguladığı kuvvet pnömatik klemplerle ayarlanabilmektedir (Seçgin & Özsert, 2019b). İş bağlama aparatı ve deney seti le ilgili ana unsurlar Şekil **14**'de gösterilmektedir.



Şekil 14. Kayar artımlı şekillendirme yöntemi.

Burada,
S-T: Form takımının temas etmediği bölge
T: Şekillendirmeye başlanılan nokta
T-U: Şekillendirilmiş bölge
U-V: Yığılma bölgesi
V-W: Şekillendirilmemiş gergin bölge
W: Baskı plakası kuvvetinin uygulandığı nokta
W-X: Şekillendirilmemiş ve gergin olmayan bölge
Y-Z: Sacın tutucuya temas ettiği bölge (Seçgin & Özsert, 2019a)

Çalışmada kullanılan sacın et kalınlığı 1 mm'dir. DC04, düşük alaşım elementlerine sahip soğuk haddelenmiş çeliktir (Soyarslan vd., 2011). Deney, 199x206x1mm ölçülerindeki plakanın iş bağlama aparatına pnömatik klemplerle sabitlenerek form takımının oluşturulan takım yolları doğrultusunda plakayı modelin üzerine sıvaması ile gerçekleştirilir (Şekil 15).



Şekil 15. Sacın şekillendirilmesi.

Deney metotları, endüstriyel şartlar ve zamansal kısıtlamalar, sonuçların kontrolü ve optimizasyonunu gerçekleştirebilmek için son derece kullanışlı yöntemlerdir. Taguchi deney metodunun, faktörler arası etkileşimin belirli bir ölçüde göz ardı etmesi sayesinde sonuca en az deney sayısıyla ulaşılmasını sağlamaktadır (Savaşkan, Taptık, & Ürgen, 2004). Şekillendirme başlangıç açısı 50° olarak belirlenmiştir. Bu seviye her deney ve deney parametreleri için aynıdır. İlerleme miktarı sabit tutulup, 5000 mm/dak olarak uygulanmıştır. Form takımı cıva çeliğinden üretilip tüm deneylerde aynı takım kullanılmıştır (Şekil 16).



Şekil 16. Form takımı

Deneye ait parametreler basınç, açı artımı ve artım miktarıdır**.** Tablo 12'de parametrelerin seviyeleri belirtilmiştir.

Tablo 12. Deney parametreleri

	Seviyeler			
Faktör	**1**	**2**	**3**	**Birim**
Basınç	2	5,5	9	bar
Açı Artımı	5°	7,5°	10°	derece
Artım Miktarı	0,25	0,50	0,75	mm

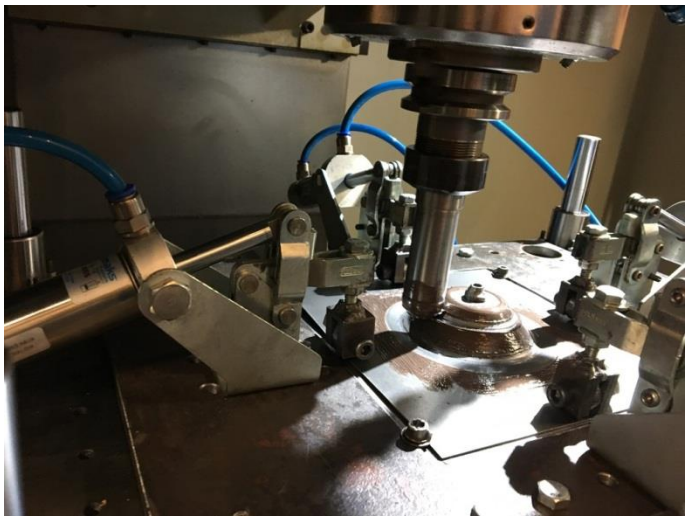
Plakaya baskı kuvveti oluşturmak için Şekil 15'de gösterilen pnömatik klempler kullanılmıştır. Bu klempler şekillendirme esnasında seviyeleri doğrultusunda sacın akmasına olanak sağlayıp oluşan gerilmeleri azalttığı için deney parametresi olarak belirlenmiştir (Seçgin & Özsert, 2019a). Artım miktarı, şekillendirme esnasında her bir pasoda Z eksenindeki ilerleme miktarıdır. Açı artımı, her şekillendirme seviyesinde sonraki seviye için şekillendirme açısı arasındaki farktır. Açı artımı 10° üzerinden örnek vermek gerekirse, iş parçası düz levha şeklinden önce 50° ye şekillendirilir. Ardından 10'ar derece artımlarla 90°'ye kadar şekillendirilip istenilen geometriye ulaşılmaya çalışılır.

Deney düzeneği Taguchi L9 ortogonal sistemi üzerinden oluşturulmuştur. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen et kalınlığı ve yüzey pürüzlülüğü değerleri Sinyal/Gürültü oranına dönüştürülüp desibel (dB) olarak ifade edilmektedir. Analiz oluşturulurken et kalınlığı için yüksek, yüzey pürüzlülüğünde için ise düşük değerin istenen değer olduğu belirtilmelidir. S/N oranı ortalama değeri ve değişkenliği baz alır. Sinyal faktörü sistemden çekilen gerçek değerleri ifade ederken, gürültü faktörü sistem tasarımında dikkate alınmayan fakat deney sonucuna etkisi bulunan faktörleri belirtmektedir. Gürültüye sebep olan kaynaklar, hedeflenen değerden sapmaya neden olan bütün değişkenlerdir (Meral, Dilipak, Sarikaya, & Şeker, 2017). Deney Düzeneği Tablo 13'de belirtilmiştir.

Tablo 13. Deney düzeneği

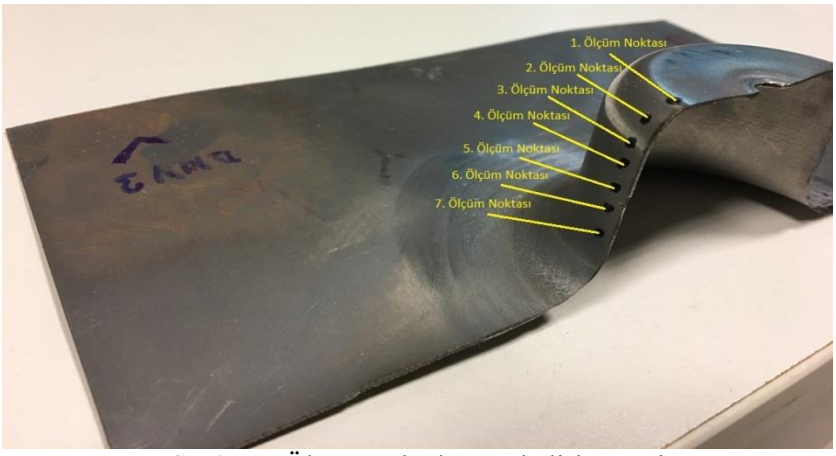
Deney No	**Basınç** *(bar)*	**Artım Miktarı** *(mm)*	**Açı Artımı** *(derece)*
1	2	0,25	5
2	2	0,5	7,5
3	2	0,75	10
4	5,5	0,75	5
5	5,5	0,25	7,5
6	5,5	0,5	10
7	9	0,5	5
8	9	0,75	7,5
9	9	0,25	10

Şekillendirme operasyonları DAHLIH MCV860 CNC freze tezgâhında yapılmıştır. **Şekil** 17'de şekillendirme esnasından görsel belirtilmektedir.



Şekil 17. Şekillendirme sırasından bir görsel

Deneyler sonucunda elde edilen iş parçaları et kalınlığı dağılımlarını belirlemek için ortadan ikiye kesilmiştir. Ölçüm yapılacak yedi farklı nokta belirlenmiş ve mastar oluşturularak tüm deneyler için ölçüm gerçekleştirilmiştir (
Şekil 18. Ölçüm noktalarının belirlenmesi. Ölçüm sivri uçlu 0-25 mm mikrometre ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 19).



Şekil 18. Ölçüm noktalarının belirlenmesi



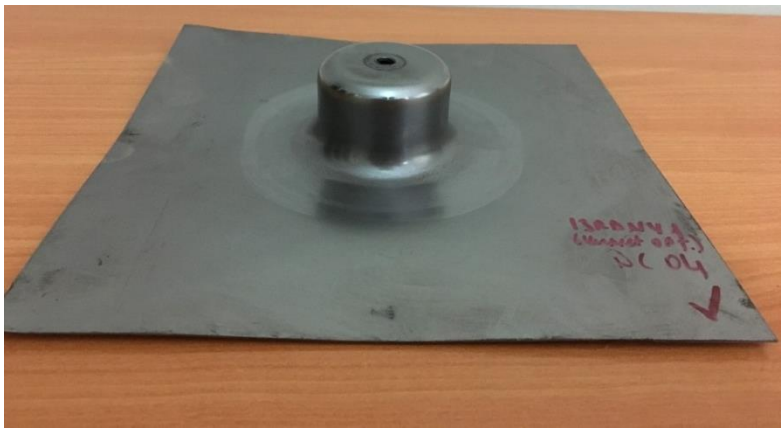
Şekil 19. Et kalınlıklarının ölçülmesi

3. BULGULAR

Deneyler sonucunda meydana gelen et kalınlığı değişimleri Tablo 14'te verilmiştir. Et kalınlığı optimizasyon deneyinde elde edilen iş parçasının görseli Şekil 20'te belirtilmiştir.

Tablo 14. Et kalınlığı ölçüm tablosu

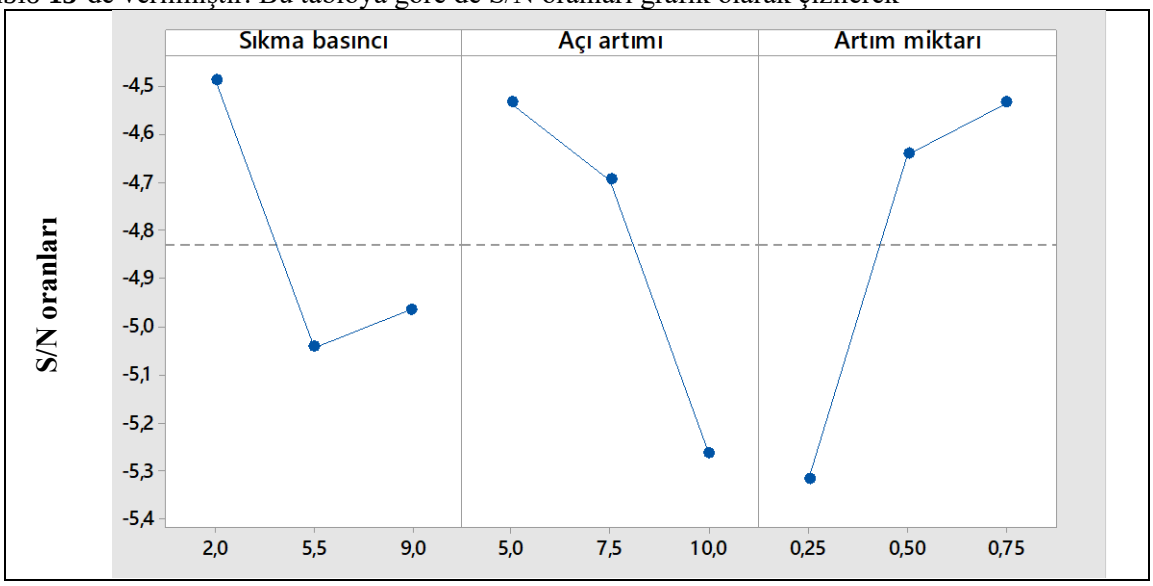
Deney No	Birinci Ölçüm Noktası	İkinci Ölçüm Noktası	Üçüncü Ölçüm Noktası	Dördüncü Ölçüm Noktası	Beşinci Ölçüm Noktası	Altıncı Ölçüm Noktası	Yedinci Ölçüm Noktası
1	0,9	0,92	0,83	0,77	0,74	0,68	0,59
2	0,89	0,92	0,85	0,78	0,73	0,67	0,61
3	0,87	0,92	0,82	0,76	0,72	0,68	0,59
4	0,91	0,93	0,83	0,78	0,76	0,7	0,59
5	0,91	0,93	0,82	0,74	0,71	0,63	0,54
6	0,89	0,91	0,84	0,76	0,72	0,64	0,55
7	0,9	0,92	0,85	0,81	0,76	0,71	0,6
8	0,89	0,91	0,85	0,79	0,76	0,71	0,6
9	0,9	0,93	0,83	0,76	0,71	0,6	0,5
Optimizasyon	**0,94**	**0,94**	**0,89**	**0,82**	**0,8**	**0,73**	**0,65**



Şekil 20. Et kalınlığı optimizasyon deneyinde elde edilen iş parçası

Yapılan S/N analizinin cevap tablosu

Tablo **15**'de verilmiştir. Bu tabloya göre de S/N oranları grafik olarak çizilerek

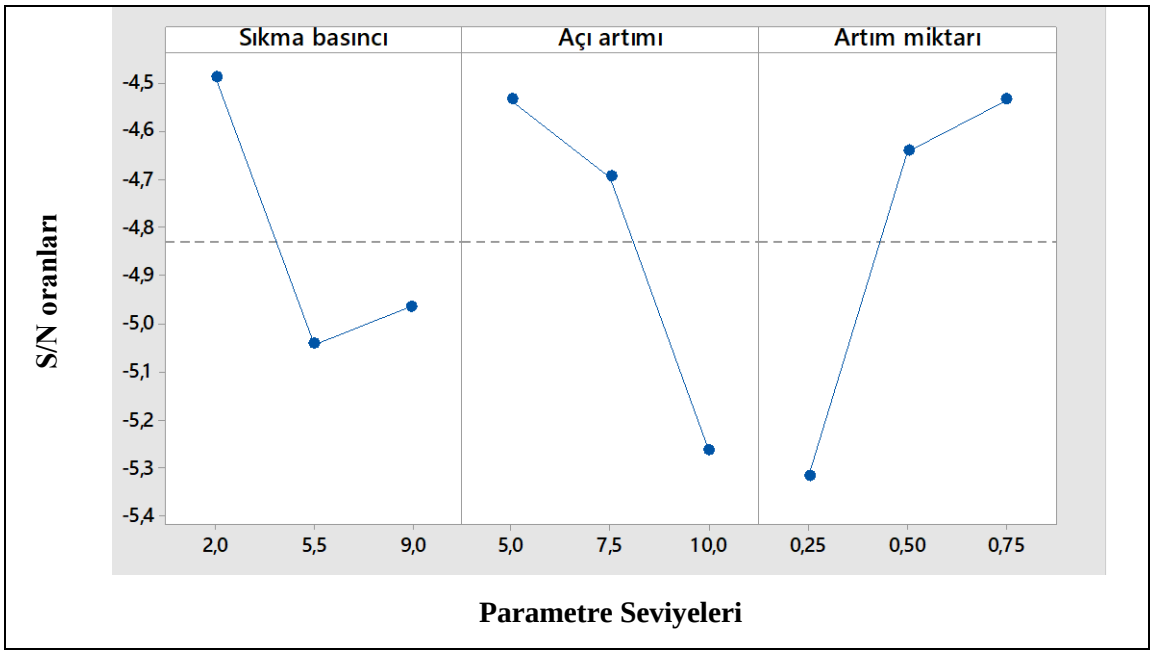


Parametre Seviyeleri

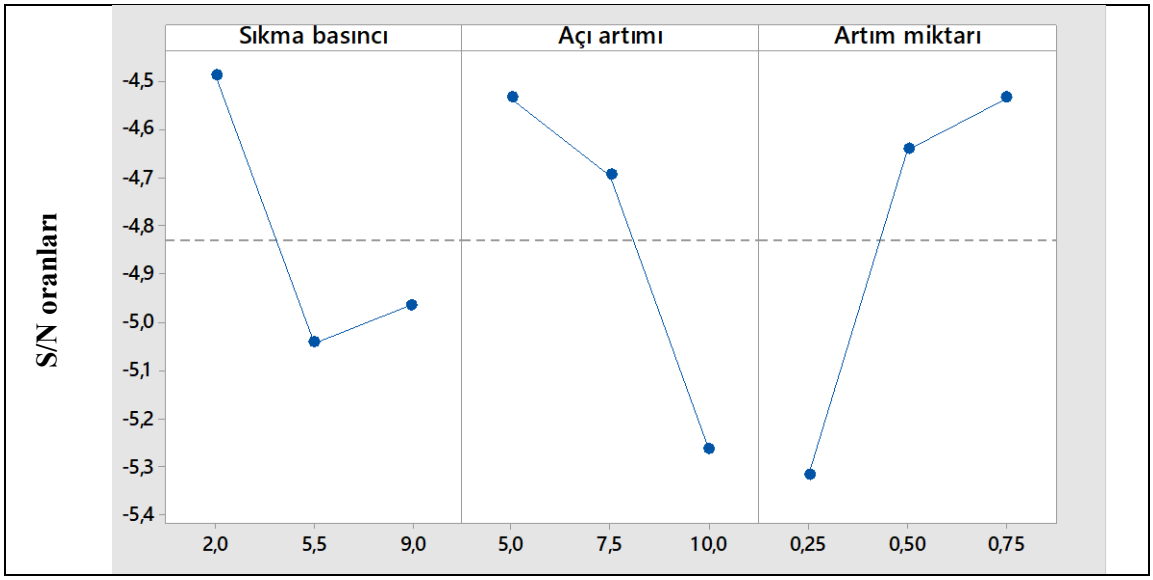
Şekil 21'de verilmiştir. S/N analizi tablosunda delta satırında her bir parametrenin en büyük ve en küçük S/N oranı arasındaki fark verilmiştir. Bu fark değeri en büyük olan parametre et kalınlığı için en etkili parametreyi göstermektedir. Buna göre et kalınlığı için en etkili parametre artım miktarıdır.

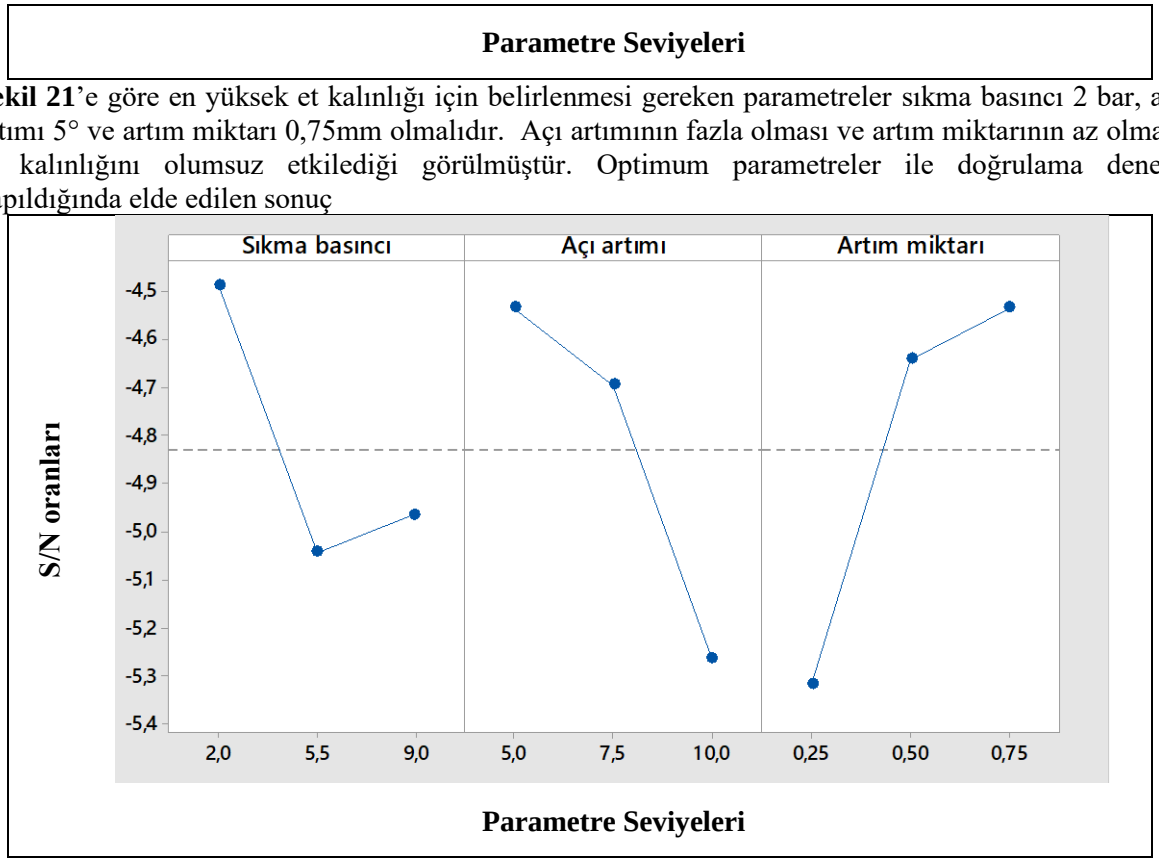
Tablo 15. Et kalınlığı için S/N oranı cevap tablosu

Seviyeler	Basıncı	Açı artımı	Artım miktarı
1	-4,486	-4,534	-5,319
2	-5,043	-4,694	-4,641
3	-4,965	-5,265	-4,534
Delta	0,556	0,731	0,784
Sıra	3	2	1



Şekil 21. Et kalınlığı S/N oranları için ana etki grafiği





Şekil 21'e göre en yüksek et kalınlığı için belirlenmesi gereken parametreler sıkma basıncı 2 bar, açı artımı 5° ve artım miktarı 0,75mm olmalıdır. Açı artımının fazla olması ve artım miktarının az olması et kalınlığını olumsuz etkilediği görülmüştür. Optimum parametreler ile doğrulama deneyi yapıldığında elde edilen sonuç **Şekil 21**'de verilen değerlerin doğruluğunu ispatlamaktadır. Şekillendirme parametrelerinin et kalınlığına etkisi en fazla artım miktarı %41,6 ardından açı artımı %34,1 ile en az etkiye sahip parametre ise %21,5 oranla sıkma basıncıdır. Sistemdeki hata payı %2,7 olarak yansımaktadır. Varyans analizi **Tablo 16.** Et kalınlığı ölçüm sonuçlarının varyans analiziTablo 16'te verilmiştir. Taguchi deney setine göre varyans analizinin doğruluk oranı %97,28'dir.

Tablo 16. Et kalınlığı ölçüm sonuçlarının varyans analizi

Kaynak	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	% Etki
Sıkma basıncı	2	0,002289	0,002289	0,001144	7,92	0,112	21,5
Açı artımı	2	0,003622	0,003622	0,001811	12,54	0,074	34,1
Artım miktarı	2	0,004422	0,004422	0,002211	15,31	0,061	41,6
Hata	2	0,000289	0,000289	0,000144			2,7
Toplam	8	0,010622					

4. TARTIŞMA

Çalışma kapsamında 90° duvar açısına sahip eksenel simetrik parça elde edildi. Yapılan 9 farklı deneyin optimizasyonunda et kalınlığı ve yüzey pürüzlülüğü için ayrı ayrı optimum deney parametreleri belirlendi ve doğruluğu teyit edildi. Çalışmadan elde edilen bilgiler aşağıdaki gibidir.

- DC04 sacı 90° dik duvara sahip olacak şekilde şekillendirilebilir.
- En yüksek et kalınlığına sahip olabilmesi için uygulanması gereken parametreler sıkma basıncı 2 bar, açı artımı 5°, artım miktarı 0,75 mm'dir.
- En yüksek et kalınlığı için sıkma basıncı düşük, artım miktarı yüksek olmalıdır.

KAYNAKLAR

Jackson, K. (2008). *The Mechanics of Incremental Sheet Forming*. (February).

Leszak, E. (1967). *Apparatus and process for incremental dieless forming*. America.

Meral, G., Dilipak, H., Sarikaya, M., & Şeker, U. (2017). *Matkap Uç ve Kanal Geometrisi Tasarımının Kesme Kuvvetleri Üzerindeki Etkilerinin Taguchi Yöntemiyle Analizi*. *5*(2), 435–439.

Mostafanezhad, H., Menghari, H. G., Esmaeili, S., & Shirkharkolaee, E. M. (2018). Optimization of two-point incremental forming process of AA1050 through response surface methodology. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, *127*(October), 21–28. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.04.042

Savaşkan, M., Taptık, Y., & Ürgen, M. (2004). *Deney tasarımı yöntemi ile matkap uçlarında performans optimizasyonu*. (535), 117–128.

Seçgin, Ö., & Özsert, İ. (2019a). DKP37 Sacının Kayar Artımlı Şekillendirme (TPIF_RL) Yöntemiyle Şekillendirme İşleminin Taguchi ve Cevap Yüzey Metodu ile Optimizasyonu. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *7*, 201-214 Düzce.

Seçgin, Ö., & Özsert, İ. (2019b). Experimental investigation of new blank holder approach for incremental forming method. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology (2019)*, *101*, 357–365.

Soyarslan, C., Fassmann, D. P. F., Plugge, B., Isik, K., Kwiatkowski, L., Schaper, M., … Tekkaya, A. E. (2011). An experimental and numerical assessment of sheet-bulk formability of mild steel DC04. *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME*, *133*(6). https://doi.org/10.1115/1.4004852

Suresh, K., Prakash Regalla, S., & Kotkundae, N. (2018). Finite Element Simulations of Multi Stage Incremental Forming Process. *Materials Today: Proceedings*, *5*(2), 3802–3810. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.633

Tisza, M. (2012). General overview of sheet incremental forming. *Manufacturing Engineering*, *55*(1), 113–120. Tarihinde adresinden erişildi http://www.journalamme.org/papers_vol55_1/55114.pdf

Wang, C., Daniel, W. J. T., Lu, H., Liu, S., & Meehan, P. A. (2017). FEM Investigation of Ductile Fracture Prediction in Two-Point Incremental Sheet Metal Forming process. *Procedia Engineering*, *207*, 836–841. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.838

ASHBY, AHP VE AKSİYOMATİK TASARIM YÖNTEMLERİ İLE KÜREK MALZEMESİ SEÇİMİ

Esra Çetin
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Endüstri Mühendisliği Bölümü
esracetin453@gmail.com

Arş. Gör. Selen Avcı
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
selen.avci@kocaeli.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Atakan Alkan
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
aalkan@kocaeli.edu.tr

Prof Dr. Zerrin Aladağ
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
zaladag@kocaeli.edu.tr

Özet
Birçok farklı alternatif arasından; en iyi kaliteyi, en düşük maliyeti ve en yüksek güvenilirliği sağlayan malzemenin seçilmesi tasarım sürecinin en belirleyici adımlarından biridir. Malzeme seçiminde doğru kararların verilebilmesi için birden çok kriterin göz önünde bulundurulması gerektiğinden bu süreç bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi olarak ele alınabilir. Bu çalışmada, günümüzün olimpik spor dallarından biri olan kürek yarışlarında kullanılmak üzere, piyasadaki rekabetçi ortam da dikkate alınarak, sportif amaçlı kürek tasarımında malzeme seçimi problemi ele alımıştır. Çalışmada, kürekçinin uyguladığı moment altında eğilip bükülmeyecek en iyi kürek malzemesinin seçilmesi için alt kriterleriyle beraber 3 ana kriter ve 4 alternatif belirlenmiştir. Problem hem Michael F. Ashby'nin malzeme tasarımı ve seçimi için geliştirdiği Ashby yöntemi ile hem de sıralama ve seçim problemlerinde sıklıkla kullanılan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak çözülmüş ve iki yöntemden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır ve iki yöntemin birbirini desteklediği görülmüştür. Son olarak, aynı problem aksiyomatik tasarım yöntemi ile de değerlenlendirilmiş ve bu yöntemin söz konusu süreç için uygunluğu yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Aksiyomatik Tasarım, Ashby, Kürek Malzemesi Seçimi

SELECTION OF ROWING MATERIAL USING ASHBY, AHP AND AXIOMATIC DESIGN METHODS

Abstract
Among the many alternatives, choosing the material that provides the best quality, lowest cost and highest reliability is one of the most decisive steps in the design process. Since multiple criteria need to be considered in order to make the right decisions in material selection, this process can be considered as a Multi Criteria Decision Making (MCDM) problem. In this study, the problem of material selection in sporty rowing design has been discussed. In this study, 3 main criteria together with sub criteria and 4 alternatives were determined for choosing the best rowing material that would not be bent under momentum applied by the rower. The problem was solved by using the Ashby method developed by Michael F. Ashby for material design and selection, and the Analytical Hierarchy Process (AHP), which is frequently used in sorting and selection problems, and the results obtained from the two methods were compared and the two methods supported each other. Finally, the same problem was evaluated with axiomatic design method and its suitability for this process was interpreted.

Keywords: Analytical Hierarchy Process (AHP), Axiomatic Design, Ashby, Rowing Material Selection

1. GİRİŞ

Kürekli kayıkların M.Ö. 3300'lü yıllardan bu yana kullanıldığı bilinmektedir. Kürek yarışları ise 1716 yılında Londra'daki Thames Nehri'nde başlamış ve 1900'lü yıllarda olimpik spor statüsü kazanması ile önemi artmış ayrıca kayık ve kürek teknolojisindeki gelişmeler hızlanmıştır. Rekabetin artması ile yarışlarda yalnız takımın performansı değil kullanılan ekipmanın özellikleri de son derece önemli bir hale gelmiştir. Bu nedenle küreklerin tasarımına verilen önem artmıştır (Ashby,1993).

Mekanik olarak incelendiğinde kürek bir kiriş olarak değerlendirilebilmektedir. M. Ashby'ye göre kürek, kürekçinin uyguladığı moment altında eğilip bükülmemesi için belirli bir rijitliğe sahip olmalıdır. Ağırlık arttıkça teknenin suya batan kısmı ve su direnci artar. Bu sebeple kullanılan malzeme mümkün olduğunca hafif olmalıdır. Kullanım esnasında zaman zaman kürekler darbelere maruz kalabildiğinden darbe tokluğunun da yüksek olması gereklidir. Dolayısıyla kürek belirli rijitlikte, toklukta ve minumum ağırlıkta bir kiriş olarak tanımlanabilir (Ashby,1993). Kürek seçimi için önemli olan tüm bu kriterler ve alternatif birçok malzemenin varlığı da düşünülürse kürek seçim problemi bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi olarak ele alınabilir.

Bu çalışmada, M. Ashby'nin ASHBY yöntemiyle çözmüş olduğu, kürek tasarımında teknik özelliklere en uygun malzeme seçim problemi, ÇKKV problemlerinde sıklıkla kullanılan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Aksiyometrik Tasarım (AD) yöntemleriyle çözülmüş olup elde edilen sonuçlar birbirleriyle ve Ashby'nin değerlendirmeleriyle karşılaştırılmıştır. Problemde; Ashby yönteminden yola çıkılarak "mekanik özellikler", "maliyet" ve "albeni" olmak üzere 3 ana kriter ele alınmıştır. Mekanik özellikler ana kriteri de "spesifik mukavemet", "darbe tokluğu" ve "rijitlik" olmak üzere 3 alt kriter ile incelenmiştir. Alternatifler ise "bambu", "ağaç", "CFRP (karbon fiber takviyeli epoksit)" ve "seramik" olarak seçilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic Hierarcihy Process – AHP), ÇKKV problemlerinin çözümü için Saaty tarafından geliştirilmiş etkin bir karar analizi yöntemidir (Saaty ve Vargas, 2001). AHP; ikili karşılaştırmalara dayanır ve hesaplama yönteminin basit olması, subjektif değerlendirmelerin yapıldığı iki karşılaştırma matrisleri için tutarlılığın kontrol edilmesine izin vermesi ve gereken verilerin nispeten kolay toplanabilmesi özellikleri ile gerek tek başına gerekse diğer yöntemlerle bir arada sıklıkla kullanılmaktadır. Bir problemin bu yönteme uygun olması için amaç, kriter ve alternatifler hiyerarşik bir yapıya sahip olmalıdır. Yöntemde ikili karşılaştırmalar yine Saaty tarafından geliştirilen 1-9 ölçeği kullanılarak gerçekleştirilir.

AHP yönteminin adımları kısaca aşağıdaki gibidir (Saaty 1977):

1.Amaç, kriter ve alternatiflerin belirlenerek hiyerarşik yapının oluşturulması,
2.Karar verici tarafından ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması,
3.Karşılaştırma matrislerinin tutarlılıklarının hesaplanması,
4. Önem değerlerinin belirlenmesi.

İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılıklarını kontrol etmek için, her matrisin Tutarlılık Oranı hesaplanır. Bu oran, Tutarlılık İndeksi (T.İ) ve Rastgele İndeks (Rİ) kullanılarak Eşitlik 1'de Eşitlik 2'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır. Tutarlılık Oranı hesaplanırken n alternatif sayısına bağlı olarak Rİ sayıları kullanılır. Tutarlılık, 0,1'den büyük çıkarsa ikili karşılaştırma matrisleri yeniden düzenlenir.

Önem derecelerini hesaplamak için karşılaştırma matrislerinin özdeğer ve özvektörleri kullanılır. En büyük özdeğere (λ_{max}) karşılık gelen özvektör öncelikleri belirlemektedir (Kahraman, 2012).

$$Tutarlılık\ Oranı = \frac{T.İ}{R.İ} \quad (1)$$

$$T.İ = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \quad (2)$$

2.2. Ashby Yöntemi

Micheal F. Ashby tarafından geliştirilmiş ve ismini kendisinden alan Ashby yöntemi malzeme seçimi için kullanılmaktadır. Malzeme seçimi ile ilgili çalışmalarını "Materials Selection in Mechanical Design" adlı kitabında toplayan Ashby, bu yöntemin adımlarını da kitabında detaylıca açıklamıştır (Ashby, 1993).

Malzeme seçimi; malzemenin hangi süreçlerden geçerek üretildiği, şekli ve yerine getireceği işlevler ile yakından ilgilidir. Malzeme seçim sürecinde öncelikle, malzemenin işlevleri detaylı bir şekilde belirtilmelidir. Aksi halde tasarım amaçsız olacağından istenen sonuç elde edilemeyebilir. Bunun ardından, tanımlanan işlevleri yerine getirecek malzemenin şekli ve üretim yöntemi seçilir. Belirlenen işlevleri yerine getiremeyece malzeemeler doğrudan elenir ve geri kalan malzemeler sıralanır. Öncelikli sıralardaki malzemeler ile ilgili detaylı araştırmalar yapılır ve nihai karar verilir.

Malzeme grafikleri, malzemelerin bir ya da birden fazla karakteristik özelliklerinin birbiri ile karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan grafiklerdir. Oluşturulan grafikler üzerinde malzeme indislerinin eğimleri çizilerek, belirlenen sınırlamalara uymayan malzemeler elenebilir, geriye kalan malzemeler de kendi arasında sıralanabilir. Bu şekilde en uygun malzeme seçilmiş olur (Ashby, 1993).

2.3. Aksiyometrik Tasarım Yöntemi (AD)

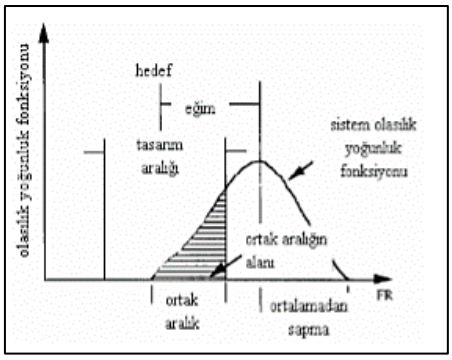
Aksiyomatik tasarım (AD); Suh tarafından süreçler, sistemler ya da ürünler için tasarım prosesini bilimsel temellere dayandırmak için geliştirilmiş bir tasarım yöntemidir (Suh, 1990). Bu yöntem tasarımcıya, mantıksal düşünce araçları ve süreçleriyle destek vererek tasarım süreçlerini iyileştirir. AD'de en önemli kavramlar bağımsızlık aksiyomu ve bilgi aksiyomundan oluşan tasarım aksiyomlarıdır. Bağımsızlık aksiyomu, fonksiyonel ihtiyaçların (F_i) bağımsızlığının sürekli korunması gerektiğini söyler. F_i ise tasarım amaçlarını karakterize eden bağımsız fonksiyonel ihtiyaçların minimum sayısı olarak tanımlanabilir. Bir diğer aksiyom olan bilgi aksiyomu ise bağımsızlık aksiyomunu sağlayan tasarımlar arasından minimum bilgi içeriğine sahip olan tasarımın en iyi tasarım olduğunu savunur. Ayrıca ikinci aksiyoma göre bilgi içeriği olasılık terimleriyle tanımlandığından, gerçekleşme olasılığı en fazla olan tasarım en iyi tasarımdır. (Suh, 2001).

Bilgi içeriği I, verilen bir F_i'yi sağlama olasılığı ile tanımlanır. Eğer verilen bir F_i'yi sağlama başarısının olasılığı p ise, olasılıkla ilgili bilgi içeriği I, Eşitlik 3 ile ifade edilir.

$$I_i = \log_2\left(\frac{1}{pi}\right) \tag{3}$$

Gerçekleşme olasılığı, F_i için tasarım aralığının ve F_i'yi sağlayacak tasarım için sistem aralığının belirlenmesi ile hesaplanabilir. F_i'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu uniform olduğunda, tasarımcının belirlediği "tasarım aralığı" ve sistemin gerçekleştirdiği "sistem aralığı"nın kesiştiği bölge kabul edilebilir çözümün bulunduğu alandır.

Şekil 1'de sistem aralığı belirlenmiş F_i'ye karşı bir olasılık yoğunluk fonksiyonu verilmiştir. Tasarım aralığı ve sistem aralığı arasındaki kesişim bölgesi ortak alan olarak gösterilir ve bu alan sadece fonksiyonel ihtiyaçların sağlandığı bölgedir. Sonuç olarak, sistem aralığının altındaki alanın, ortak aralığın altındaki alana bölümü, tasarımın belirlenmiş hedefinin gerçekleşme derecesinin olasılığına eşittir (Suh, 1998).



Şekil 22. Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve F_i'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu

Sistem olasılık dağılım fonksiyonu uniform olduğunda F_i'nin gerçekleşme olasılığı Eşitlik 4 ile hesaplanır (Kulak, 2005):

$$p_i = \frac{ortak\ aralık}{sistem\ aralık} \tag{4}$$

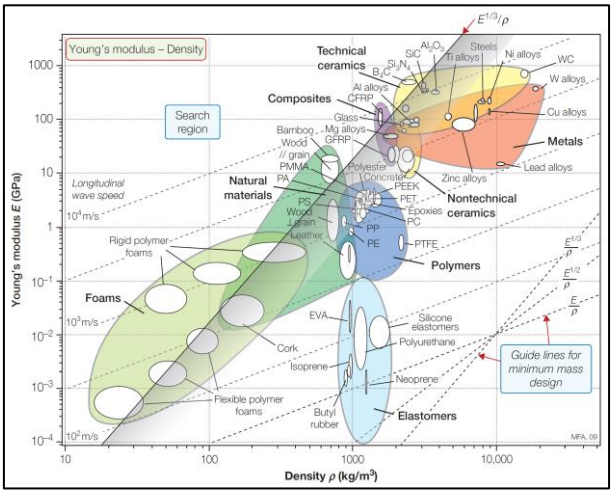
Eşitlik 3'den hareketle bilgi içeriği şu şekilde hesaplanır (Eşitlik 5):

$$I_i = \log_2\left(\frac{sistem\ aralığı}{ortak\ aralık}\right) \tag{5}$$

3. UYGULAMA

3.1. Problemin Asby Yöntemi ile Çözümü

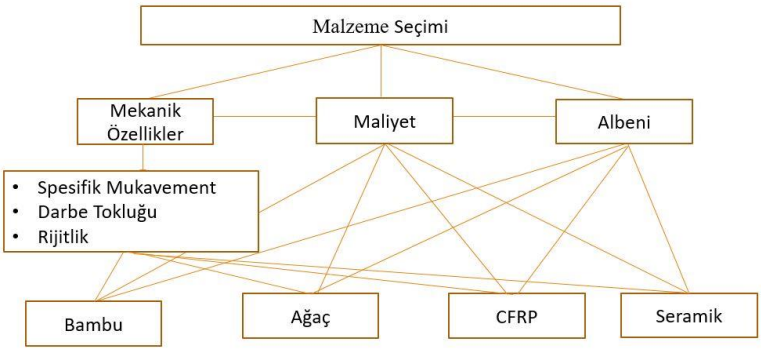
Uygulamada kürekçinin uyguladığı moment altında eğilip bükülmeyen bir kürek malzemesinin seçilmesi hedeflenmiştir. Kullanım esnasında kürekler zaman zaman darbelere maruz kalabilmektedir. Bu sebeple küreklerin darbe tokluğunun da yüksek olması gereklidir. Ağırlık arttıkça teknenin suya batan kısmı ve su direnci artar. Bu sebeple kullanılan malzeme mümkün olduğunca hafif olmalıdır. Maliyet ve albeni yüksek rekabet düzeyindeki takımlar açısından düşük bir öncelik iken, hobi kullanıcıları için önemlidir; bu nedenle probleme dahil edilmiştir. Bu kriterler göz önünde bulundurularak 4 seçenek arasından (Bambu, Ağaç, CFRP ve Seramik) en uygun malzeme seçilmelidir. Kriterler dikkate alınarak denklem oluşturulur. Darbe tokluğunun 1 kJ/m^2 değerinden yüksek olması beklenmektedir. Şekil 2'de görüldüğü üzere Ashby'ye göre; malzemelerin rijitlik/yoğunluk grafiği incelendiğinde en yüksek rijitlik/yoğunluk oranı veren malzemelerin ahşap, bambu, karbon fiber takviyeli epoksi matriksli kompozitler ve teknik seramikler olduğu görülmektedir. Seramiklerin darbe tokluğunun 1'den küçük olması sebebiyle seramikler kullanılamaz. Sonuç olarak 3 malzeme arasından seçim yapılacaktır. Maliyet ve performans ters orantılı olduğundan en yüksek performanstan en düşük performansa doğru sıralama; CFRP, ahşap ve bambu olmalıdır (Ashby, 1993).



Şekil 2. Rijitlik – yoğunluk grafiği (Ashby, 1993)

3.2. Problemin AHP Yöntemi ile Çözümü

Kürek malzemesi seçimi için ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenerek hiyerarşi modeli Şekil 3'te görüldüğü gibi oluşturulmuştur.



Şekil 23. Probleme ait hiyerarşi modeli

Çalışmada, kriterler için ikili karşılaştırma matrisleri alanında uzman kişiler tarafından oluşturulmuştur. Alternatifler değerlendirilirken; spesifik mukavemet, darbe tokluğu, rijitlik ve maliyet kriterleri için her alternatifin aldığı gerçek değerler araştırılmış ve karşılaştırma matrisleri buna göre oluşturulmuştur. Albeni kriteri ise alternatiflerin görseline göre karar vericinin sübjektif kararı ile değerlendirilmiştir. Kriterlere göre seçeneklerin aldığı değerler Tablo 1'de gösterildiği gibidir.

Tablo 17. Kriterlere Göre Seçeneklerin Değerleri

	Spesifik Mukavemet	**Darbe Tokluğu**	**Rijitlik**	**Maliyet**
Bambu	110	8	25	$100
Ağaç	130	7	35	$200
CFRP	785	10	150	$350
Seramik	1088	1	360	$1500

Tablodaki verilere göre 1-9 skalası kullanılarak kriterler ve alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş ve tutarlılık hesabı yapılmıştır. Yargılar için hesaplanan tutarlılık oranı 0,10'un altında bulunarak yargıların yeterli bir tutarlılık sergilediği görülmüş ve Tablo 2'de gösterildiği üzere değerlendirmenin sentez aşamasına geçilmiştir.

Tablo 18. 1-9 Skalasında Sentez Aşaması ve Genel Önem Dereceleri

		W	**Bambu**	**Ağaç**	**CFRP**	**Seramik**
Mekanik Özellikler	**Spesifik mukavemet**	0,203	0,009	0,018	0,059	0,117
	Darbe Tokluğu	0,042	0,009	0,007	0,024	0,002
	Rijitlik	0,455	0,021	0,051	0,093	0,290
Maliyet		0,24	0,125	0,072	0,033	0,010
Albeni		0,06	0,005	0,034	0,017	0,003
			0,17	**0,18**	**0,23**	**0,42**

Tablo 2'de de görüldüğü gibi alternatiflerin önem değerleri; seramik için %42, CFRP için %23, ağaç için %18 ve bambu için %17 olarak bulunmuştur. Seramiğin darbe tokluğu kısıtını sağlamadığı bilindiğinden alternatifler arasından seramik çıkartılarak problem tekrar çözülmüştür. Sonuçlar Tablo 3'te gösterildiği gibidir:

Tablo 19. Seramik Seçeneğinin Elenmesinin Ardından Bulunan Çözüm

		W	Bambu	Ağaç	CFRP
Mekanik Özellikler	**Spesifik mukavemet**	0,203	0,017	0,039	0,147
	Darbe Tokluğu	0,042	0,010	0,005	0,027
	Rijitlik	0,455	0,048	0,119	0,288
Maliyet		0,24	0,152	0,063	0,025
Albeni		0,06	0,004	0,039	0,017
			0,23	0,26	0,50

Yeni çözüme göre elde edilen önem ağırlıkları CFRP için %50, ağaç için %26 ve bambu için %23'tür. Sonuç olarak bu yönteme göre CFRP (Karbon Fiber Takviyeli Epoksit) malzemenin seçilmesi uygun görülmüştür. Sonuçlar Ashby yöntemini destekler niteliktedir.

3.3. Problemin Aksiyomatik Tasarımı Yöntemi ile Çözümü

AD yöntemi için öncelikle aşağıdaki iki sorunun yanıtları aranır:
Neyi gerçekleştirmek istiyoruz? FR0: Kürek malzemesinin seçimi
Nasıl gerçekleştirebiliriz? DP0: Alternatif kürek malzemeleri arasından
Fonksiyonel ihtiyacın teknik özelliğinin tasarım parametreleri ile gerçekleşme olasılıklarını karşılaştırarak seçmek (Güngör, 2017).
Fonksiyonel ihtiyaçlar olarak belirlenen kriterler:
FR1: Birim fiyat ($) (Seçilen malzemelerin fiyatı),
FR2: Spesifik Mukavement (Mpa/(kg/m3)),
FR3: Darbe Tokluğu (MPa.m)
FR4: Rijitlik (GPa),
FR5: Albeni(%)

Tasarım parametreleri ve sınırları:
DP1: Kabul edilen birim fiyat aralığı, 90-1600 $ arası,
DP2: Spesifik Mukavemente uyum, 100 Mpa/(kg/m3) dan büyük olmalı,
DP3: Darbe Tokluğu, 5-35 MPa.m arasında olmalı
DP4: Rijitliğe uyum, 20-1000 Gpa arasında olmalı
DP5: Malzemenin albenisi, %50 den büyük olmalı

Tablo 4'te yukarıda sıralanan kriterler için alternatiflerin aldığı değerler sunulmuştur.

Tablo 4. Veri Tablosu

	F1	**F2**	**F3**	**F4**	**F5**
Kürek Malzemesi	**Birim fiyat ($)**	**Spesifik Mukavement (Mpa/(kg/m3)**	**Darbe Tokluğu (MPa.m)**	**Rijitlik (E) (GPA)**	**Albeni (%)**
Bambu	100	100-130	7-9	23-28	70
Ağaç	200	110-140	6-8	28-35	90
CFRP	350	600-800	8-33	90-250	80
Seramik	1500	900-1200	0,5-4	110-900	60
Tasarım Aralığı	**90-1600**	**>100**	**5-35**	**20-1000**	**>50**

Tablo 5'te, bilgi içeriği için gerekli olan $1/p_i$ değerleri için, FR'lerin gerçekleşme olasılıkları hesaplanmıştır. Eşitlik 4 ile Tablo 5'deki hesaplamalar şu şekilde gerçekleştirilir:

FR1 için $1/p_i = \frac{Sistem\ Aralığı}{Ortak\ Aralık} = \frac{100-0}{100-90} = 10$

Tablo 5. Gerçekleşme Olasılıkları

	F1	F2	F3	F4	F5
Kürek Malzemesi	**Birim fiyat ($)**	**Spesifik Mukavement (Mpa/(kg/m3)**	**Darbe Tokluğu (MPa.m)**	**Rijitlik(E) (GPA)**	**Albeni**
Bambu	10	1,00	1,00	1,00	4
Ağaç	2,00	1,00	1,00	1,00	2
CFRP	1,40	1,00	1,00	1,00	3
Seramik	1,07	1,00	∞	1,00	6
Tasarım Aralığı	**90-1600**	**>100**	**>5**	**>40**	**>50**

Sonrasında, Tablo 6'da görüldüğü gibi, Eşitlik 5 kullanılarak alternatiflerin bilgi içeriği toplamı hesaplanır. Bilgi içeriği toplamı 1,90 değeri ile en küçük olan CFRP en uygun kürek malzemesi olarak bulunur. Ağaç 2,17 ile 2. , bambu ise 5,13 ile 3. sırada yer almıştır. Toplam bilgi içeriği ∞ değere sahip olan seramik, darbe tokluğu kısıtını sağlayamadığı için uygun değildir.

Tablo 20. Bilgi İçeriği Tablosu ve Sıralama

	F1	F2	F3	F4	F5		
Kürek Malzemesi	**Birim fiyat($)**	**Spesifik Mukavement (Mpa/(kg/m3)**	**Darbe Tokluğu (MPa.m)**	**Rijitlik(E) (GPA)**	**Albeni**	**Toplam**	**Sıra**
Bambu	3,32	0,00	0,00	0,00	1,81	5,13	3
Ağaç	1,00	0,00	0,00	0,00	1,17	2,17	2
CFRP	**0,49**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**1,42**	**1,90**	**1**
Seramik	0,10	0,00	∞	0,00	2,58	∞	4

4. SONUÇ ve DEĞERLENDİRMELER

Bu çalışmada, Michael F. Ashby'nin Ashby yöntemiyle çözmüş olduğu kürek tasarımında teknik özelliklere en uygun malzeme seçim problemine ÇKKV yöntemleriyle yaklaşımda bulunup bulunulamayacağı araştırılmıştır. Ashby'nin kullandığı üç ana kriter ve dört alternatif AHP ve aksiyomatik tasarım yöntemleriyle incelenmiştir. Ashby, malzemelerin tercih sıralamasını; CFRP, ağaç ve bambu olarak bulmuş ve CFRP malzemeyi en uygun malzeme olarak seçmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen AHP yöntemine göre ise sıralama seramik, CFRP, ağaç ve bambu olarak elde edilmiştir. "Seramik" AHP'de en öncelikli alternatif olarak bulunmasına rağmen, Ashby yöntemine göre darbe tokluğu kısıtını sağlayamadığı için çözümde olmamalıdır. AHP yöntemiyle verilen kararın gerçek hayat için uygulanabilir olmamasının sebebi, yöntemin alternatif malzemelerin spesifik özelliklerinin, tasarımda olması gereken özellikleri sağlayıp sağlamadığı konusunda fikir vermemesi olarak yorumlanabilir. Çünkü, bir alternatif bir kritere göre kabul edilemez olsa dahi diğer kriterler bakımından yüksek öncelikliyse en iyi alternatif olarak seçilebilmektedir. Çalışmada "seramik" alternatifler arasından çıkarıldıktan sonra yöntem yeniden uygulanmış ve yeni sıralama CFRP, ağaç ve bambu olarak bulunmuş olup Ashby yöntemi ile elde edilen çözümü desteklemiştir. Öte yandan problemin aksiyomatik tasarım yöntemine göre çözümü Ashby yöntemini birebir desteklemektedir. Bu yöntemin üstünlüğü, fonksiyonların sistem aralığı, tasarımı aralığını sağlamadığı takdirde ilgili alternatifin derhal elenmesidir. Sonuç olarak, bu problemden yola çıkılarak malzeme seçim ve tasarım problemlerinde ÇKKV yöntemlerinden aksiyomatik tasarımın iyi bir alternatif olduğu söylenebilir. AHP yönteminin ise tek başına kullanılmak yerine başka yöntemlerle birlikte kullanılması ile daha iyi sonuçlar elde edilebilir.

KAYNAKLAR

ASHBY, M. F., CEBON, D. (1993), *Case Studies: Materials Selection, Materials Selection in Mechanical Design* (s. 125- 130), Le Journal de Physique, USA: Elsevier.

DAĞDEVİREN, M., AKAY, D., KURT, M. (2004), İş değerlendirme sürecinde analitik hiyerarşi prosesi ve uygulaması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(2), 131-138.

GÜNGÖR, F. (2017), Sızdırmaz conta malzemesinin aksiyomatik tasarım metoduyla seçilmesi, *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4(1), 1-10.

KADAK, E. G. (2006), Türkiye'de AHP Tekniğinin Performans Değerlendirmedeki Yeri Ve İlaç Dağıtım Sektöründe Uygulanması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.

KULAK, O., DURMUŞOGLU, M.B. (2004), Hücresel üretim sistemleri tasarımı için aksiyomlarla tasarım prensiplerine dayalı bütünsel bir yöntem, *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 3(6), 33-46.

ÖZEL, B., ÖZYÖRÜK, B. (2007), Bulanık aksiyomatik tasarım ile tedarikçi firma seçimi, *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi,* 22(3), 415-423.

SAATY, T. L. (1972). An eigenvalue allocation model for prioritization and planning. Energy management and policy center, University of Pennsylvania, 28-31.

SAATY, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.

SUH, N.P. (1990), *The Principles of Design.* New York: Oxford University Press.

VAIDYA, O. S., KUMAR, S. (2006), Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169(1), 1-29.

FARKLI PARAMETRELERDE BİLYALI DÖVÜLEN Ti6AL4V ALAŞIMININ YÜZEY ALTI MİKROYAPISAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Ar. Gör. Dr. Yasemin Yıldıran Avcu
Kocaeli Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi/Makine Mühendisliği
yaseminyildiran89@gmail.com

Okan Yetik
Manchester Üniversitesi/Malzeme Bilimleri Okulu
oknyetik@gmail.com

Eleftherios Iakovakis
Manchester Üniversitesi/Makine, Havacılık ve İnşaat Mühendisliği Bölümü
eleftherios.iakovakis@manchester.ac.uk

Dr. Öğr. Üyesi Mert Güney
Nazarbayev Üniversitesi/Mühendislik ve Dijital Bilimler Okulu/İnşaat ve Çevre Mühendisliği
mert.guney@nu.edu.kz

Dr. Öğr. Üyesi Egemen Avcu
Kocaeli Üniversitesi/ Ford Otosan İhsaniye Otomotiv Meslek Yüksek Okulu/Makine ve Metal Teknolojileri
avcuegemen@gmail.com

Prof. Dr. Tamer Sınmazçelik
Kocaeli Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi/Makine Mühendisliği
tamersc@yahoo.com

Özet

Bilyalı dövme, mühendislik malzemelerinin yüzey ve yüzey altı özelliklerini geliştirerek yorulma ömrünü arttırmada sıklıkla kullanılan bir mekanik yüzey işleme yöntemidir. Bu çalışmada, Ti6Al4V alaşımına (özellikle yüksek spesifik mukavemeti, korozyona dayanımı ve biyouyumluluğu nedeni ile biyomedikal ve havacılık uygulamalarında sıklıkla tercih edilen) özel olarak tasarlanan bilyalı dövme düzeneği ile farklı çaplarda paslanmaz çelik bilyalar (0,09 – 1 mm aralığında) kullanarak farklı dövme sürelerinde (5 – 15 dk) bilyalı dövme işlemi uygulanmış, Ti6Al4V alaşımının yüzey altı mikroyapısal özelliklerine ve sertlik değerlerinin değişimine bilyalı dövme parametrelerinin etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada, literatürde daha önce detaylı olarak incelenmeyen, şiddetli bilyalı dövme koşulları sonrası Ti6Al4V alaşımının mikroyapı ve mekanik özelliklerindeki değişiminin anlaşılmasına odaklanılmıştır. Bilyalı dövme parametrelerinin değişimi ile Ti6Al4V alaşımının yüzey morfolojisi değişmiştir ve yüzeyde meydana gelen aşırı plastik deformasyon nedeni ile pürüzlülüğü yüksek dalgalı bir yüzey morfolojisi oluşmuştur. Özellikle, bilyalı dövmeden kaynaklanan plastik deformasyonlar nedeniyle malzeme yüzeyinde çukurlar, plastik deformasyonlar ve çatlaklar belirlenmiştir. Kesit incelemelerinde yüzeyin hemen altında bilyalı dövme sonucu oluşan plastik deformasyonlar nedeniyle tanelerin inceldiği ve mikroyapısal bileşenlerin yönlendiği görülmüştür. Yüzey ve yüzeyin hemen altında bilyalı dövme işlemi sonucunda mikroyapısal değişime uğrayan bölgelerde Ti6Al4V alaşımının sertlik değerinde artış gerçekleşmiştir. Sertlik artışının, Ti6Al4V alaşımının mikroyapısında gerçekleşen değişimle uyumlu olduğu ve bu değişimin bilyalı dövme parametrelerine bağlı etkilendiği belirlenmiştir. Özetle, bilyalı dövme işlemlerinde kullanılan bilya boyutu, Ti6Al4V alaşımının mikroyapısal özelliklerini ve mekanik davranışını önemli derecede etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilyalı dövme, biyomedikal malzemeler, deformasyon, havacılık malzemeleri, tane incelmesi, yüzey mühendisliği.

Sub-Surface Microstructural and Mechanical Properties of Ti6Al4VAlloy Shot Peened Under Different Parameters

Abstract
Shot peening is a mechanical surface treatment which is widely used to improve fatigue life of engineering materials by modifying surface and sub-surface properties. In the present study, the Ti6Al4V alloy (widely used in biomedical and aerospace applications owing to its high specific strength, corrosion resistance, and biocompatibility) was shot peened by using different diameter stainless steel balls (0.09 – 1 mm) at varying peening times (5 – 15 min) with a specially designed shot peening system to better understand the influences of shot peening process parameters on the sub-surface microstructural and mechanical properties of Ti6Al4V alloys. The study focuses on understanding the variation of the microstructural and mechanical properties of the alloy under severe shot peening conditions, which have not been previously investigated in detail in the literature. Then, the sub-surface microstructure as well as the micro-hardness of Ti6Al4V alloy have been investigated. The surface morphology of Ti6Al4V samples varied depending on shot peening parameters, overall, a waved surface morphology with a high surface roughness was formed due to excessive plastic deformation on the surface. More specifically, valleys, peaks, and cracks have been observed on the surface of the samples formed due to the plastic deformation induced by shot peening. Cross-sectional microstructures further revealed plastic deformations formed beneath the surface: the grain refinement and preferential orientation of the microstructural features were observed caused by shot peening. The modification of the surface and subsurface microstructure with shot peening resulted in increase of the micro-hardness values of Ti6Al4V as expected. The improvement in hardness was well correlated with the modification of the microstructure depending on the peening parameters. To sum up, shot peening media size significantly modified the microstructural properties and improved the mechanical behaviour of Ti6Al4V alloy.

Keywords: Aerospace materials, biomedical materials, deformation, grain refinement, shot peening, surface engineering.

1. GİRİŞ

Titanyum alaşımları düşük yoğunluğu, yüksek spesifik mukavemeti, yüksek yorulma dayanımları, korozyon dayanımları ve kabul edilebilir kırılma toklukları nedeni ile dental implantlarda, ortopedik uygulamalarda, kimyasal endüstrilerde, otomotiv ve havacılık endüstrilerinde yapı elemanı olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Han, 2008, Bansal ve ark., 2011). Bilyalı dövme, biyomedikal, havacılık ve otomotiv endüstrilerinde kullanılan metalik malzemelerin yüzey ve yüzey altı bölgede tane küçülmesini sağlamak, mikroyapı özelliklerini geliştirmek, yüzey sertliğini arttırmak, çatlakların oluşumunu önlemek, malzemenin kristal yapısını değiştirmek, dislokasyon yoğunluğunu arttırmak, kalıntı gerilme oluşturmak, yorulma dayanımını arttırmak amacı ile sıklıkla kullanılan soğuk şekil verme yöntemidir (Wagner ve ark., 2011, Ahmed ve ark., 2015, Ahmed ve ark., 2016, Alikhani Chamgordani ve ark., 2018, Unal ve ark., 2019). Bilyalı dövme parametrelerinin bilyalı dövme işleminin etkinliğine büyük bir etkisi olduğu bilinmektedir (Bagheri ve Guagliano, 2009, Llaneza ve Belzunce, 2015, Ahmed ve ark., 2016, Maleki ve ark., 2018). Bilyalı dövme parametreleri üç ana grup halinde sınıflandırılabilir (Nguyen ve ark., 2014); i) bilya özellikleri (boyutu, türü, şekli, yoğunluğu, sertliği, akma dayanımı, vb. (Harada ve ark., 2008, Xie ve ark., 2013, Ganesh ve ark., 2014, Nguyen ve ark., 2014, Ahmed ve ark., 2015, Ahmed ve ark., 2016, Trung ve ark., 2016)), ii) işlem parametreleri (bilya püskürtme debisi, püskürtme basıncı, püskürtme hızı, çarpma açısı, nozul-hedef arası mesafe, nozul çapı, püskürtme süresi vb. (Harada ve ark., 2008, Sanjurjo ve ark., 2010, Abood ve ark., 2012, Xie ve ark., 2013, Azhari ve ark., 2014, Ganesh ve ark., 2014, Ahmed ve ark., 2016, Trung ve ark., 2016)), iii) hedef malzeme özellikleri (sertliği, akma dayanımı, tokluğu, kimyasal bileşimi, kristal yapısı, sıcaklığı vb. (Morita ve ark., 2013)), iv) çevresel etkenler (sıcaklık, nem vb.(Chen ve ark., 2014)). Ahmed ve ark. bilya boyutunun arttırılması ile çok az miktarda yüzey sertliğinin arttığını ve plastik deformasyona uğrayan bölgenin kalınlığının arttığını ancak bilyalı dövme sonucu plastik deformasyona uğrayan tabakanın kalınlığının çok az oluğunu belirlemişlerdir. Yüzey ve yüzeyin

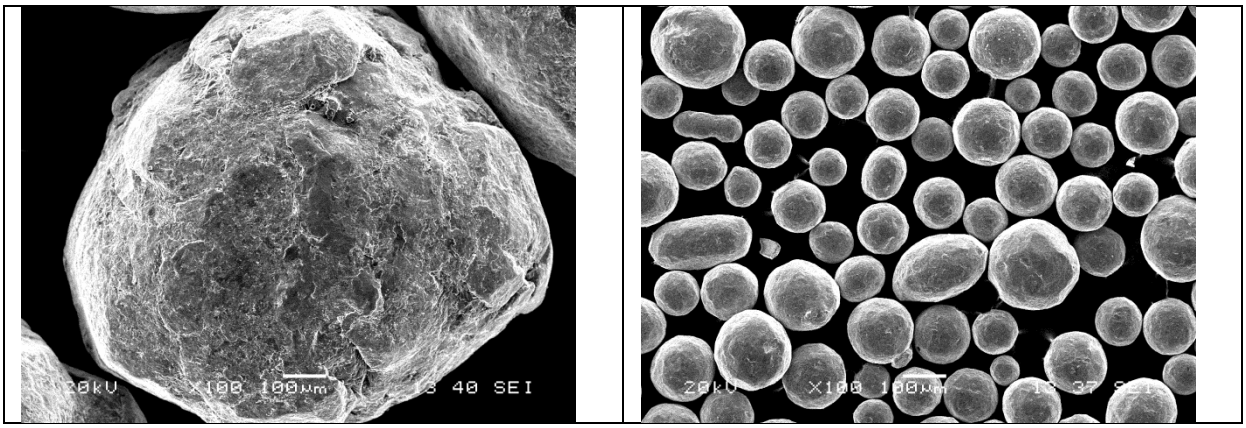
hemen altında gerçekleşen sertlik artışının bilyalı dövme nedeni ile oluşan dislokasyon yoğunluğundaki artış ile gerçekleşen pekleşme olarak belirtmişlerdir (Ahmed ve ark., 2016). Başka bir çalışmada Trung ve ark. bilya boyutunun ve bilya püskürtme basıncının AISI 4340 çeliğinin yüzey pürüzlülüğü, kesit sertliği, aşınma davranışı ve mikroyapısını etkilediğini, büyük çaplı bilya ve yüksek basınçta, pürüzlülüğü ve sertliği yüksek, küçük tane boyutlu, aşınma dayanımı yüksek yüzeyler elde etmişlerdir (Trung ve ark., 2016). Maleki ve ark. AISI 1050 çeliğinin artan Almen şiddeti ile dövülmesi sonucunda yüzeyde gerçekleşen plastik deformasyonun, yüzey ve yüzey altı sertliğinin arttığını belirlemişlerdir (Maleki ve ark., 2018). Sawada sabit boyut, sertlik ve yoğunlukta ancak farklı Young modulunde bilyalarla gerçekleştirdiği çalışmaları sonucunda, Young modulu yüksek bilyaların kullanımı ile pürüzlülüğü ve sertliği daha yüksek yüzeyler elde etmişlerdir (Sawada, 2017).

Gerçekleştirilen son çalışmalarda Almen şiddeti ve yüzey örtme oranı olarak verilen (bilyalı dövme parametreleri verilmeden) bilyalı dövülen malzemelerin yorulma davranışının, yüzey pürüzlülüğünün ve kalıntı gerilme değerinin sıklıkla incelendiği ve belirlenmiştir. Bu çalışmada farklı boyutlarda bilyalar ile farklı dövme sürelerinde yüksek basınç altında dövülen Ti6Al4V alaşımının yüzey altı mikroyapı ve sertlik değişimine bilyalı dövme parametrelerin etkisi incelenmemiştir. Ti6Al4V alaşımının mikroyapı ve sertlik değişimin bilyalı dövme parametreleri (bilya boyutu ve bilyalı dövme süresi) ile ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Deneysel çalışmalarda hedef malzeme olarak kullanılan ticari adı Ti.Gr.5 olan çubuk (Ø20) halindeki Ti6Al4V alaşımı, TİMET Metal'den temin edilmiştir. Çubuk malzeme Kar Metal marka yarı otomatik şerit testere (M42 27*0,9*3000) ile kuru olarak 10 mm kalınlığında kesilmiştir. XRF (X-Işını Floresan Spektrometre) analiz sonuçlarına göre numunelerin kompozisyonları; Al-5.629, Fe-0.089, S-0.006, Si-0.052, Ti-91.455, V-2.769 olarak belirlenmiştir. Bilyalı dövme işleminde kullanılmak amacı ile iki farklı boyutta (0,09-0,14 ve 0,7-1 mm çapında) paslanmaz çelik bilya Fetaş Metalurji A.Ş.' den temin edilmiştir. Şekil 1'de bilyalı dövme işlemlerinde kullanılan bilyaların SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 1. Bilyaların SEM görüntüleri a) büyük bilya (S60), b) küçük bilya (S10) (Avcu, 2017)

2.2. Metod

Bilyalı dövme işlemleri Kocaeli Üniversitesi, Ford Otosan İhsaniye Otomotiv MYO'da, Yüzey İşlemleri Laboratuvarı' nda bulunan özel olarak tasarlanan CNC kontrollü bilyalı dövme test düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. CNC kontrollü bilyalı dövme test cihazı, bilyaların basınçlı hava ile hızlandırıldığı, numunelerin bağlandığı tablanın x-y ekseni boyunca hareket ettirilebildiği ve bilya püskürtme nozulunun istenilen açıda ve mesafede dövme işleminin gerçekleştirilmesine imkan vermektedir. Çalışma kapsamında Ti6Al4V alaşımı numunelere Tablo 1' de verilen parametreler doğrultusunda dövme işlemi uygulanmıştır.

Tablo 1. Bilyalı dövme parametreleri

Bilya türü	S10	S60
Bilya çapı (mm) (Elek aralığı)	0,09-0,14	0,7-1,00
Bilya sertliği (HV1)	450	
Püskürtme basıncı (bar)	7	
Çarpma açısı (°)	90	
Süre (dk)	5 ve 15	

Bilyalı dövülen numunler kesit sertlik ve mikroyapı incelemeleri için Metkon marka hassas kesme cihazı ile elmas kesme diski kullanılarak kesilmiş, soğuk bakalite alınmış ve kesit yüzeylerine zımpara (320, 600, 1200 mesh lik zımparalar) - parlatma (1 ve 3 mikron elmas süspansiyon ve uygun çuhalar) işlemleri uygulanmıştır. Parlatılan numuneler 15 dakika ultrasonik banyoda temizlenmiştir. Kesidi alınan numunelerin mikroyapı incelemeleri için Kroll dağlayıcısı (2 ml HF, 6 ml HNO_3, 92 ml H_2O) hazırlanmış ve 5 s dağlanmıştır. Farklı parametreler altında bilyalı dövülen numunelerin kesitleri Tescan Vega 2 taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve EDS analizleri cihaza ekli Bruker Quantax EDS dedektörü ile gerçekleştirilmiştir. Bilyalı dövme parametrelerinin yüzey ve yüzey altı sertliğine olan etkisi Mikro Vickers sertlik ölçüm cihazı ile incelenmiştir. Sertlik ölçümleri 50 µm sıklıkla $HV_{0,1}$ yük uygulayarak gerçekleştirilmiştir. Her bir nokta için beş tekrar yapılmıştır.

3. SONUÇ

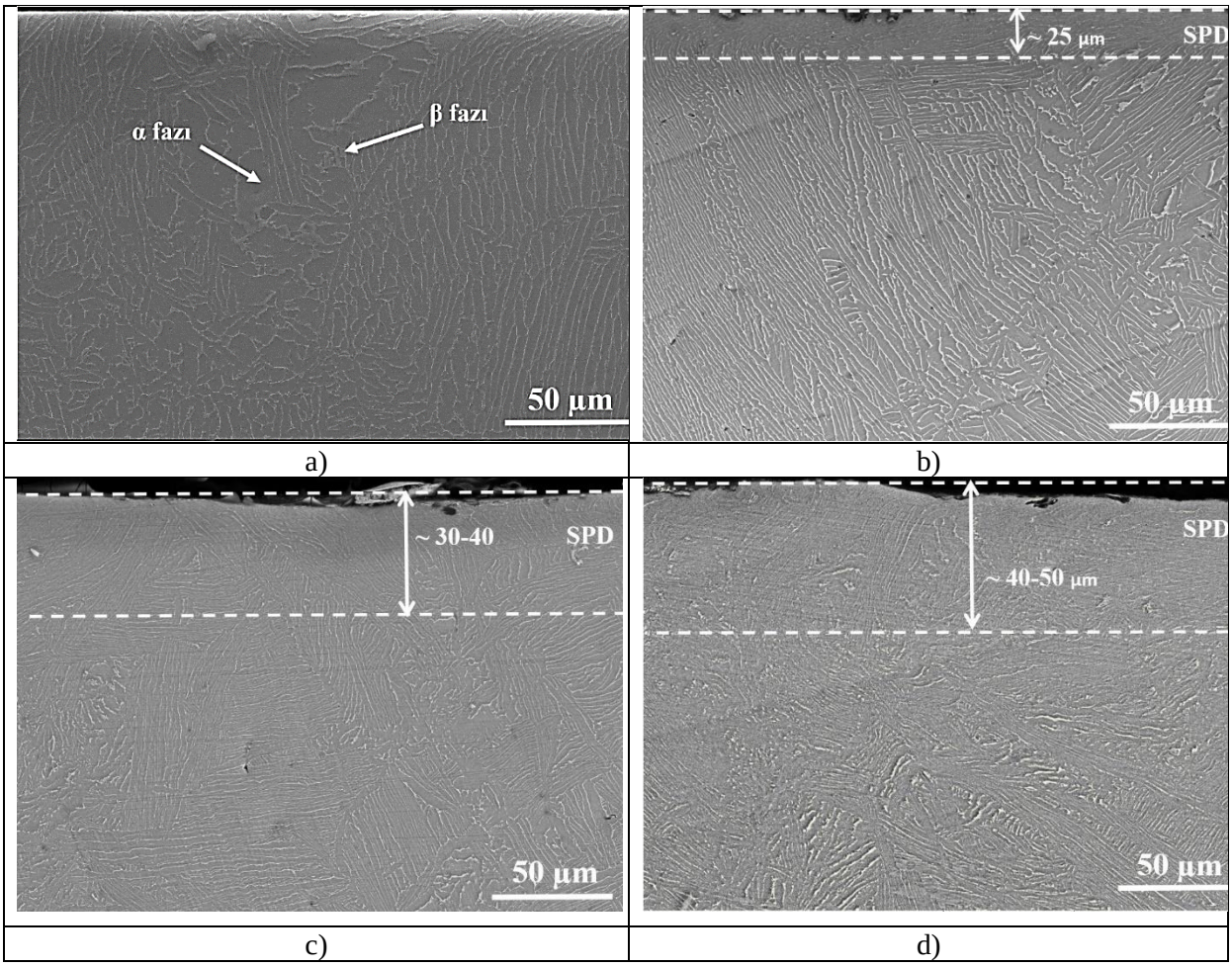
3.1. Mikroyapı İncelemeleri

Bu çalışmada farklı parametreler altında dövülen numunelerin yüzey altı mikroyapısının değişiminin incelenmesi amacıyla dövme sonrası numunelerin kesitleri alınmış, metalografik olarak hazırlanmış ve SEM yardımı ile yüksek çözünürlük ve büyütmelerde bilyalı dövme parametrelerine bağlı olarak yüzey altı mikroyapısında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Şekil 2-a' da bilyalı dövme işlemi öncesi Ti6Al4V alaşımı numunelerin yüzey altı mikroyapısı verilmiştir. Mikroyapının α ve β fazlarının homojen bir şekilde dağılımı ile oluştuğu açıktır. Şekil 2-b, c ve d'de bilyalı dövme uygulanmış numunenin kesit mikroyapısı verilmiştir. **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** 2-a ile kıyaslandığında mikroyapıda meydana gelen radikal değişimler net bir şekilde görülmektedir. Bunun yanında bu değişimlerin derinliğe bağlı olarak etkisini yitirdiği söylenebilir (Alikhani Chamgordani ve ark., 2018). Bu noktada Şekil 2-b,c ve d' de yaklaşık 25-50 µm derinliğindeki aşırı plastik deformasyona uğramış bölgelerde (APD) mikroyapının bilyalı dövme öncesi mikroyapı ile tamamen farklı olduğu söylenebilir. Bu bölgedeki temel farklılıkların kök nedenleri; i) aşırı plastik deformasyon ile tane sınırlarının kırılması ve bunun sonucunda tane incelmesinin gerçekleşmesi ve ii) bilyaların çarpması ile oluşan tekrarlı darbe ve basma gerilmeleri etkisinde malzemenin bilya çarpma eksenine dik doğrultuda adeta sıvanarak dövülmesi ile tanelerde ve ikincil fazlarda yönlenmelerin meydana gelmesi ile açıklanabilir(Ahmed ve ark., 2016). β fazında ve tanelerde meydana gelen dövme eksenine göre yaklaşık $30\text{-}45^0$ lik yönlenme dikkat çekmektedir. Sonuç olarak bilyalı dövme öncesi ve sonrası kesti mikroyapılarında meydana gelen bu mikroyapısal değişimlerin malzemenin mekanik özelliklerini değiştireceği açıktır. Bu noktada bilyalı dövmenin mekanik özellikleri ve yüzey sertliği birçok mühendislik alaşımına kıyasla görece olarak yüksek olan Ti6Al4V alaşımının dahi yüzey ve yüzey altı mikroyapısında meydana getirdiği değişimler çarpıcıdır. Malzemelerin mekanik davranışlarının mikroyapıları ile doğrudan ilişkili olduğuna göre herhangi bir kompozisyon değişikliği yapılmaksızın bilyalı dövme ile malzemelerin mekanik özelliklerinin değiştirilebileceği açıktır. Bilya boyutu ve dövme süresinin bilyalı dövülen Ti6Al4V alaşımının mikroyapısına olan etkisi incelendiğinde, büyük boyutlu bilyaların kullanımı ile (Şekil 2-b ve c) APD bölgesinin biraz daha genişlemiş olduğu (25µm'den 30-40 µm'ye), uzun dövme süresinde (Şekil 2-c ve d) ise APD bölgesinde daha fazla genişlemenin gerçekleşmediği belirlenmiştir.

3.2. Kesit Sertlik İncelemeleri

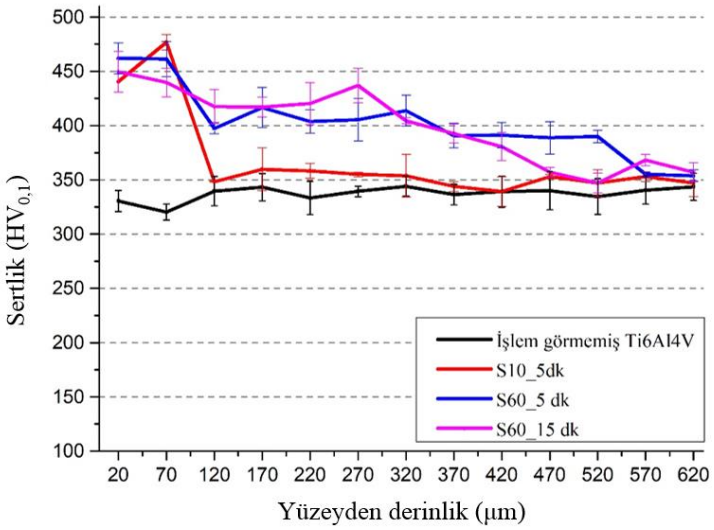
Şekil 3 incelendiğinde bilyalı dövme işlemlerinin Ti6Al4V alaşımının sertlik değerini arttırdığı belirlenmiştir. Bilyalı dövme uygulanmamış alaşımın sertlik değerinin yaklaşık olarak 320-350 $HV_{0,1}$ aralığında değiştiği ve bilyalı dövme ile bu sertlik değerinin bilyalı dövmenin en etkin olduğu yüzeye yakın bölgelerde 475 $HV_{0,1}$ değerine kadar yükselmesi çarpıcı bir sonuçtur. Bu noktada bilyalı dövme ile alaşımın sertlik değerinin malzemenin orijinal sertlik değerine kıyas ile yaklaşık olarak % 35'e

kadar iyileşme gösterdiği söylenebilir. Sertlik değerindeki bu artış değerinin tüm bilyalı dövme parametreleri için derinlikteki artışa bağlı olarak azaldığı ve belirli bir derinlikten sonra bilyalı dövmeden etkilenen bölgenin sona erdiği ve nihayette malzemenin orijinal sertlik değerinin ölçüldüğü görülmektedir. Bir önceki bölümde kesit mikroyapılarında bilyalı dövme işlemine bağlı olarak görülen mikroyapısal değişimler ile sertlik değişimlerinin uyumlu olduğu söylenebilir.



Şekil 2. Bilyalı dövme sonrası kesit incelemeleri a) referans Ti6Al4V, b) küçük bilya - 5dk, c) büyük bilya – 5dk, d) büyük bilya – 15 dk dövülmüş Ti6Al4V alaşımı

Şekil 3'te küçük çaplı bilyalar kullanılarak gerçekleştirilen dövme işlemi sonucunda sertlik değeri artışının 70-120 µm derinliği civarında sınırlandığı, büyük bilyada ise sertlik artışının 370-420 µm derinliğe kadar etkin olduğu belirlenmiştir. Bu durumdan büyük çaplı bilyaların sahip olduğu yüksek kinetik enerjinin sorumlu olduğu söylenebilir. Büyük çaplı bilya için, kesit SEM incelemelerinde, bilyalı dövmeden etkilenen ve tane boyutunun aşırı küçüldüğü aşırı plastik deformasyona (APD) uğrayan bölgede ciddi sertlik artışının gerçekleştiği ancak bu bölgeden derinliğe inildikçe plastik deformasyon etkisinin devam ettiği (370-420 µm civarında) belirlenmiştir. Büyük çaplı bilyaların kullanıldığı farklı dövme sürelerinde gerçekleştirilen deney sonuçları incelendiğinde sertlik değerindeki artışın ve etkin değerinin neredeyse aynı olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni belirli bir süre bilyalı dövme işleminden sonra dislokasyon yığılmasının yeniden kristallenme hızı ile dengede gitmesinden kaynaklandığı söylenebilinir (Alikhani Chamgordani ve ark., 2018). Bu durumda bilyalı dövme ile sertlik artışına neden olan sertleşme mekanizmalarının etkinliğinin yeniden kristallenme ile azaldığı söylenebilinir.



Şekil 3. Bilyalı dövme sonrası kesit – sertlik incelemeleri

4. TARTIŞMA

Bilyalı dövme etkisi ile Ti6Al4V alaşımının yüzey ve yüzey altı mikroyapı değişime uğramış, taneler incelmiştir. Bilya boyutunun artması ile yüzey ve yüzey altı tane boyutunun küçüldüğü ve tane boyutunun küçüldüğü aşırı plastik deformasyona uğrayan bölgenin etkin derinliğinin arttığı belirlenmiştir. Bilyalı dövme işlemi sonrası Ti6Al4V alaşımının yüzey ve yüzey altı sertlik değeri artmıştır. Kesit sertlik incelemelerin sertliğin artış gösterdiği derinlik bilyalı boyutunun ve bilyalı dövme süresinin artması ile artış göstermiştir. Mikroyapı ve sertlik sonuçları incelendiğinde büyük bilyalar (0,7 – 1 mm çap) ile kısa sürede (5 dk) dövme işlemi gerçekleştirildiğinde optimum sonuçlar elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya 2017/049 numaralı proje desteği veren Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (KOU-BAP) desteklerinden dolayı teşekkür ederiz. SEM incelemelerine katkıdan dolayı başta Arş. Gör. Dr. Fatih Erdem Baştan ve Prof. Dr. Fatih Üstel olmak üzere tüm Sakarya Üniversitesi TESLAB ekibine, CNC kontrollü bilyalı dövme tasarımı ve imalatındaki desteklerinden dolayı Arş. Gör. Hürol Koçoğlu ve Makine Mühendisi Kadir Numal' a, deneysel çalışmalarda verdikleri destekten dolayı Makine mühendisliği yüksek lisans öğrencileri Berkay Gönül ve Ahmet Burak Çubuk'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

ABOOD, A. N., SALEH, A. H., ve ark. (2012), Strain Life of Shot Peening AA 2024-T4, *Journal of Materials Science Research* 2(1).

AHMED, A. A., MHAEDE, M., ve ark. (2015), The Effect of Shot Peening Parameters and Hydroxyapatite Coating on Surface Properties and Corrosion Behavior of Medical Grade AISI 316L Stainless Steel, *Surface and Coatings Technology* 280, 347-358.

AHMED, A. A., MHAEDE, M., ve ark. (2016), Effect of Micro Shot Peening on The Mechanical Properties and Corrosion Behavior of Two Microstructure Ti–6Al–4V Alloy, *Applied Surface Science* 363, 50-58.

ALIKHANI CHAMGORDANI, S., MIRESMAEILI, R., ve ark. (2018), Improvement in Tribological Behavior of Commercial Pure Titanium (CP-Ti) by Surface Mechanical Attrition Treatment (SMAT), *Tribology International* 119, 744-752.

AVCU, E. (2017), Surface Properties of AA7075 Aluminium Alloy Shot Peened, *Acta Materialia Turcica* 1, 3-10.

AZHARI, A., SCHINDLER, C., ve ark. (2014), Influence of Waterjet Peening and Smoothing on The Material Surface and Properties of Stainless Steel 304, *Surface and Coatings Technology* 258, 1176-1182.

BAGHERI, S. ve GUAGLIANO, M. (2009), Review of Shot Peening Processes to Obtain Nanocrystalline Surfaces in Metal Alloys, *Surface Engineering* 25(1), 3-14.

BANSAL, D. G., ERYILMAZ, O. L., ve ark. (2011), Surface Engineering to Improve The Durability and Lubricity of Ti–6Al–4V alloy, *Wear* 271(9-10), 2006-2015.

CHEN, G., JIAO, Y., ve ark. (2014), Effect of Wet Shot Peening on Ti-6Al-4V Alloy Treated by Ceramic Beads, *Transactions of Nonferrous Metals Society of China* 24(3), 690-696.

GANESH, B. K. C., SHA, W., ve ark. (2014), Effect of Shotpeening on Sliding Wear and Tensile Behavior of Titanium Implant Alloys, *Materials & Design* 56, 480-486.

HAN, J. (2008), Diffusion Bonding of Surface Self-nanocrystallized Ti–4Al–2V and 0Cr18Ni9Ti by Means of High Energy Shot Peening, *ISIJ international* 48(9), 1238-1245.

HARADA, Y., FUKAUARA, K., ve ark. (2008), Effects of Microshot Peening on Surface Characteristics of High-Speed Tool Steel, *Journal of Materials Processing Technology* 201(1-3), 319-324.

LLANEZA, V. ve BELZUNCE, F. J. (2015), Study of the Effects Produced by Shot Peening on The Surface of Quenced and Tempered Steels: Roughness, Residual Stresses and Work Hardening, *Applied Surface Science* 356, 475-485.

MALEKI, E., UNAL, O., ve ark. (2018), Effects of Conventional, Severe, Over, and Re-Shot Peening Processes on The Fatigue Behavior of Mild Carbon Steel, *Surface and Coatings Technology* 344, 62-74.

MORITA, T., NODA, S., ve ark. (2013), Influence of Hardness of Substrates on Properties of Surface Layer Formed by Fine Particle Bombarding, *Materials Science and Engineering: A* 574, 197-204.

NGUYEN, V. B., POH, H. J., ve ark. (2014), Predicting Shot Peening Coverage Using Multiphase Computational Fluid Dynamics Simulations, *Powder Technology* 256, 100-112.

SANJURJO, P., RODRÍGUEZ, C., ve ark. (2010), The Influence of Shot Peening on The Fatigue Behaviour of Duplex Stainless Steels, *Procedia Engineering* 2(1), 1539-1546.

SAWADA, T. (18-21 Eylül 2017). Effect of Young's Modulus of Shot Peening Media on Surface Modification Behavior by Micro Shot Peening. *13. International Conferences on Shot Peening*, Montreal, Kanada.

TRUNG, P. Q., KHUN, N. W., ve ark. (2016), Effects of Shot Peening Pressure, Media Type and Double Shot Peening on The Microstructure, Mechanical and Tribological Properties of Low-Alloy Steel, *Surface Topography: Metrology and Properties* 4(4), 045001.

UNAL, O., KARAOGLANLI, A. C., ve ark. (2019), Wear Behavior of Severe Shot Peened and Thermally Oxidized Commercially Pure Titanium, *Advanced Structured Materials* 92, 461-470.

WAGNER, L., MHAEDE, M., ve ark. (2011), Surface Layer Properties and Fatigue Behavior in Al 7075-T73 and Ti-6Al-4V, *International Journal of Structural Integrity* 2(2), 185-199.

XIE, L., JIANG, C., ve ark. (2013), The Influence of Shot Peening on The Surface Properties of (TiB+TiC)/Ti-6Al-4V, *Applied Surface Science* 280, 981-988.

DFT AND MOLECULAR DOCKING CALCULATIONS ON THE 1-(4-((4-(FURAN-2-YL)THIAZOL-2-YL)AMINO)PHENYL)ETHAN-1-ONE O-BENZYL OXIME DERIVATIVES

Taner Erdoğan
Kocaeli University, Kocaeli Voc. Sch., Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies
taner.erdogan@kocaeli.edu.tr

Abstract
In this study, some Density Functional Theory (DFT) and molecular docking calculations were performed on some 1-(4-((4-(furan-2-yl)thiazol-2-yl)amino)phenyl)ethan-1-one *O*-benzyl oxime derivatives. In the first part of the study, DFT calculations were performed on the oxime ether derivatives. Geometry optimizations, FMO calculations, IR and NMR spectral analyses, MEP map calculations, were performed. A conformational search was performed for each structure prior to geometry optimizations. In the second part, molecular docking calculations were performed and four receptors, HSP90, AChE and BChE, dsDNA, were used and in addition to determining the binding modes, binding energies were also determined. Results show that, investigated compounds show good binding affinity especially for HSP90.

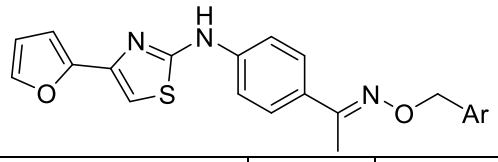
Keywords: oxime, oxime ethers, molecular docking, computational chemistry, HSP90, AChE, BChE, DNA

1. INTRODUCTION

Cholinesterase (AChE, BChE) inhibitors are molecules of interest in the treatment of Alzheimer's disease and discovery of new molecules is of great importance in this regard. On the other hand, nowadays, cancer is one of the most important disease needed to be treated. DNA binders and some of other protein inhibitors can be used in the treatment of cancer. One of these proteins is heat shock protein (HSP) and it is known that HSP inhibitors can be used in the treatment of cancer.

In this study, some 1-(4-((4-(furan-2-yl)thiazol-2-yl)amino)phenyl)ethan-1-one *O*-benzyl oxime derivatives were investigated computationally. In the study, AChE, BChE and HSP90 inhibition properties and additionally DNA binding properties of the title compounds have been investigated. In the first part of the study, some DFT calculations were performed on the compounds. In the second part, molecular docking calculations were performed to determine the binding affinities, binding modes and possible receptor – ligand interactions between the receptors and the compounds. In Table 1, investigated oxime ethers are represented.

Table 1. Investigated compounds



Comp.	Ar	Comp.	Ar
C1	phenyl	C6	4-bromophenyl
C2	2-chlorophenyl	C7	2,4-dibromophenyl
C3	4-chlorophenyl	C8	2-fluorophenyl
C4	2,4-dichlorophenyl	C9	4-fluorophenyl
C5	2-bromophenyl	C10	2,4-difluorophenyl

2. THEORETICAL CALCULATIONS

In the first part of the study, some DFT calculations were performed on the title compounds to determine the optimized geometries, IR spectra, molecular electrostatic potential maps, frontier molecular orbitals and orbital energies, and NMR spectra. All the calculations were performed at DFT

B3LYP level of theory and 6-31+G(d) basis set was used. Prior to geometry optimizations, a conformational search was performed for each structure. In the DFT calculations, Gaussian 09 (Frisch et al., 2013), GaussView 5.0 (Dennington et al., 2009), Avogadro 1.2.0 (Hanwell et al., 2012) and Vconf 2.0 (Chang and Gilson, 2003) software packages were used.

Single point energies of the investigated compounds are represented in Table 2 and Figure 1. In Figure 2, optimized geometries of the investigated compounds are given. The calculated IR spectra of Comp.1 is represented in Figure 3.

Table 2. Single Point Energies of the Investigated Compounds

Compounds	SPEs (hartree)	Compounds	SPEs (hartree)
Comp.1	-1562.60075025	Comp.6	-4133.70567695
Comp.2	-2022.19476249	Comp.7	-6704.80886523
Comp.3	-2022.19693320	Comp.8	-1661.83408112
Comp.4	-2481.78937465	Comp.9	-1661.83422167
Comp.5	-4133.70541373	Comp.10	-1761.06677636

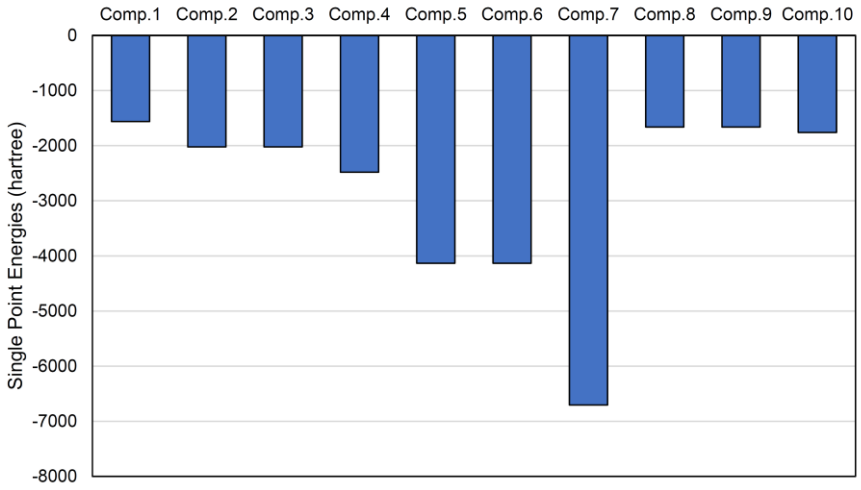


Figure 1. Single Point Energies of the Investigated Compounds

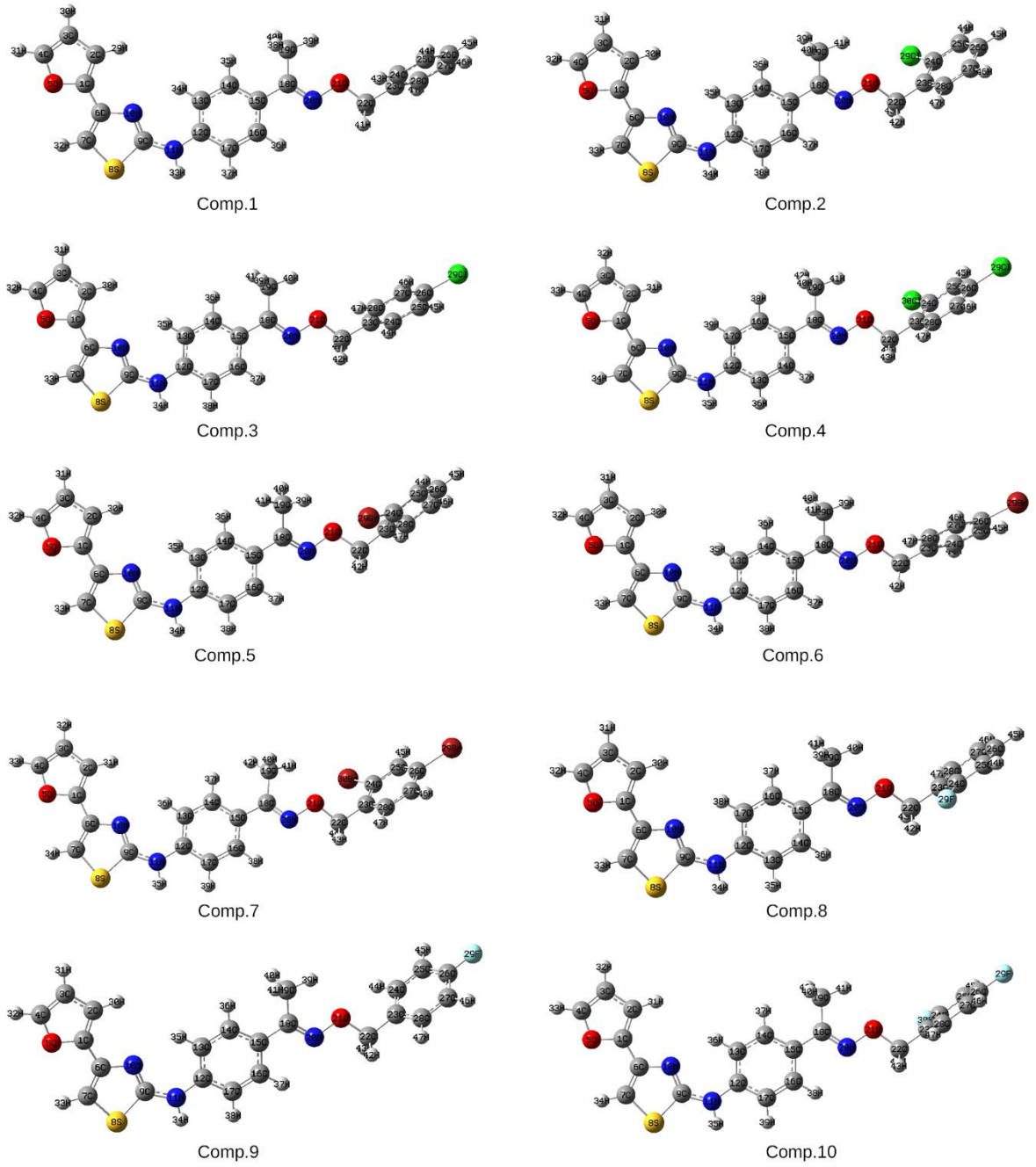


Figure 2. Optimized structures of Compounds 1-10.

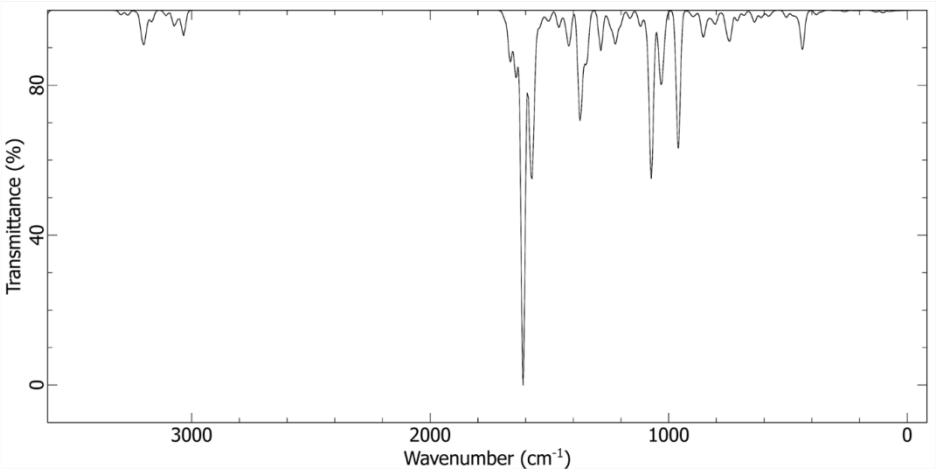


Figure 3. Calculated IR Spectra of Comp.1.

Nuclear magnetic shield tensors were obtained with the use of GIAO method. NMR chemical shifts obtained for Comp.1 are given in Table 3.

Table 3. NMR Chemical Shifts for Comp.1

Proton	Chemical Shift (ppm)	Proton	Chemical Shift (ppm)
29-H	6.66	39-H	2.19
30-H	6.36	40-H	2.19
31-H	7.34	41-H	5.10
32-H	6.47	42-H	5.10
33-H	6.05	43-H	7.44
34-H	7.51	44-H	7.31
35-H	7.87	45-H	7.37
36-H	7.87	46-H	7.31
37-H	7.51	47-H	7.44
38-H	2.19		

Frontier Molecular Orbitals and Frontier Molecular Orbital energies and the HOMO – LUMO gaps of the title compounds were determined and are given in Table 4 and Figure 4.

Table 4. FMO Energies of the Investigated Compounds

	LUMO energy	HOMO energy	HOMO-LUMO Gap
Comp.1	-0.03860	-0.18828	0.14968
Comp.2	-0.03804	-0.18784	0.14980
Comp.3	-0.04163	-0.19057	0.14894
Comp.4	-0.04048	-0.18977	0.14929
Comp.5	-0.03771	-0.18800	0.15029
Comp.6	-0.04163	-0.19055	0.14892
Comp.7	-0.04033	-0.18985	0.14952
Comp.8	-0.03788	-0.18775	0.14987
Comp.9	-0.04004	-0.18939	0.14935
Comp.10	-0.03945	-0.18896	0.14951

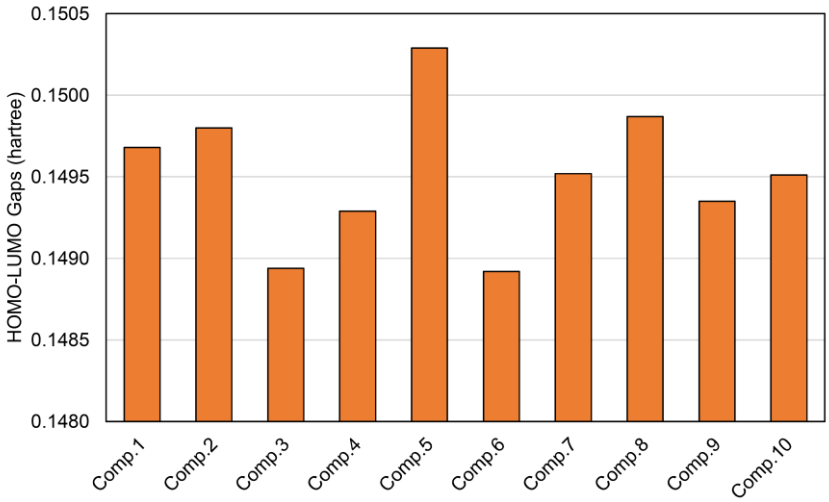


Figure 4. HOMO-LUMO Gaps of the Comp.1-10.

MEP (Molecular Electrostatic Potential) maps are useful tools to predict the electron-rich and electron-deficient regions of a given molecule. MEP maps of the investigated compounds have also been calculated. For instance, MEP map of Comp.1 is given in Figure 5.

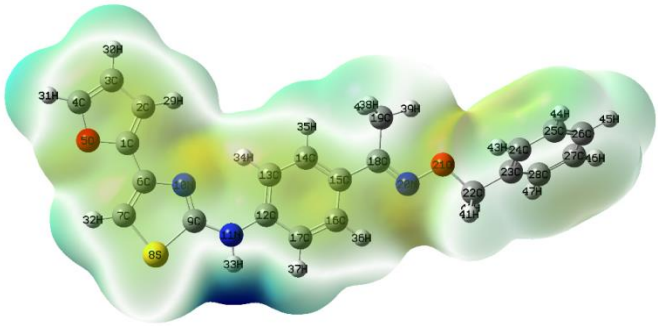


Figure 5. Molecular Electrostatic Potential Map of Comp.1.

3. MOLECULAR DOCKING

In this part of the study, molecular docking calculations have been performed on the compounds. In this part, acetylcholinesterase (PDB ID:5EI5), butyrylcholinesterase (PDB ID:4BDS), heat shock protein (PDB ID:3QDD) and dsDNA (PDB ID:1BNA) are selected as receptors. The structures of the receptors are obtained from RCSB Protein Data Bank (www.rcsb.org). In molecular docking calculations AutoDockTools (Morris et al., 2009), AutoDockVina (Trott and Olson, 2010) and Discovery Studio Visualizer (BIOVIA, 2016) software packages were used. Binding affinities of the investigated compounds for AChE, BChE, HSP90A and DNA are represented in Table 5. A color scale was applied to Table 5, the green color corresponds to lowest binding affinity while the red color corresponds to the highest. The values in Table 5 are in kcal/mol.

Table 5. Binding Affinities

	AChE	BChE	HSP90A	DNA
Comp.1	-10.7	-9.2	-10.6	-7.5
Comp.2	-7.6	-9.3	-10.1	-8.2
Comp.3	-8.2	-9.3	-10.3	-7.2
Comp.4	-8.9	-9.4	-10.2	-8.7
Comp.5	-8.3	-9.3	-10.4	-8.2
Comp.6	-8.8	-9.1	-10.3	-7.8
Comp.7	-8.4	-9.3	-10.0	-8.4
Comp.8	-8.0	-9.2	-10.2	-7.9
Comp.9	-8.9	-9.3	-10.8	-8.9
Comp.10	-9.6	-9.6	-10.4	-8.9

The binding modes of the compounds which have the highest binding affinity for the given receptors are illustrated in Figures 6 and 7.

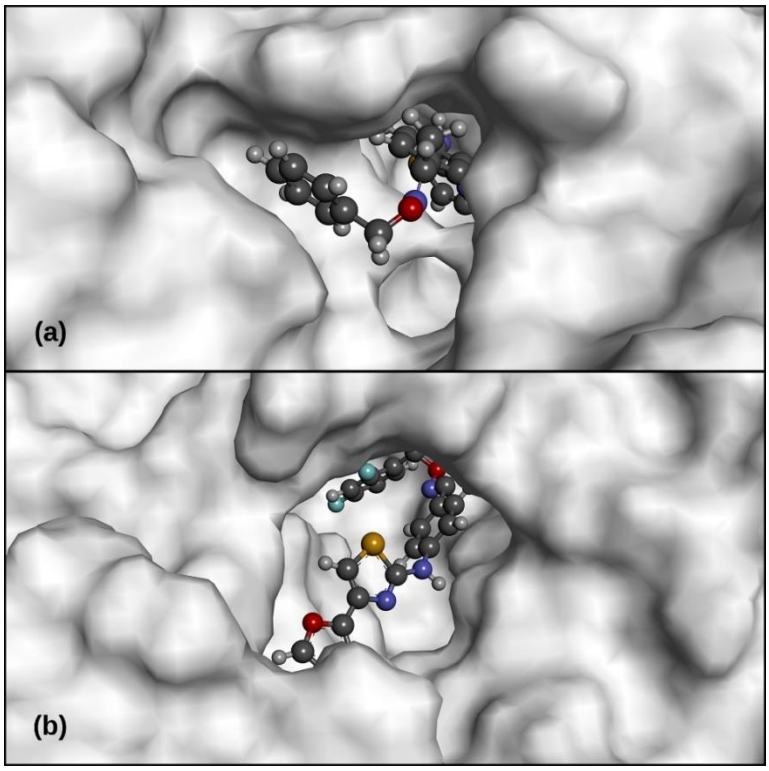


Figure 6. Molecular Docking Results **(a)** Comp.1 – AChE, **(b)** Comp.10 – BChE.

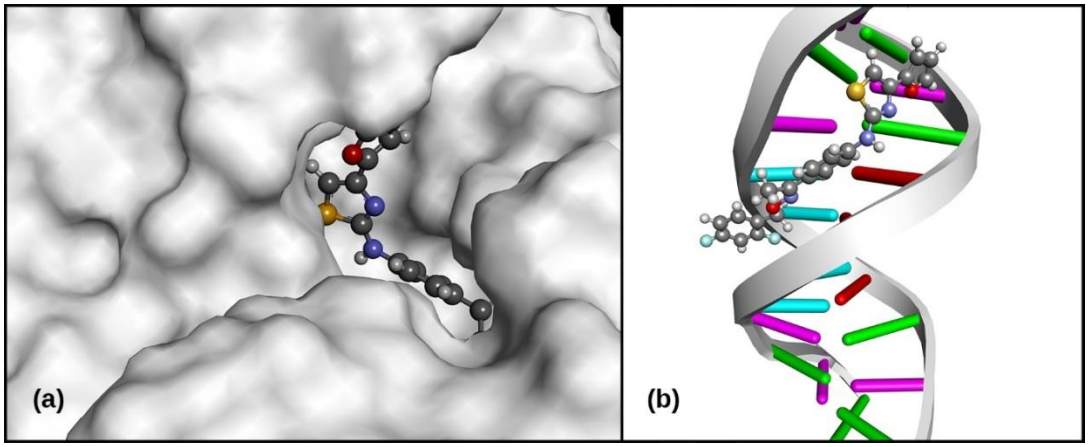


Figure 7. Molecular Docking Results **(a)** Comp.9 – HSP90A, **(b)** Comp.10 – dsDNA.

4. RESULTS AND DISCUSSION

In the study, some 1-(4-((4-(furan-2-yl)thiazol-2-yl)amino)phenyl)ethan-1-one *O*-benzyl oxime derivatives were investigated computationally. In the first part of the study, density functional theory calculations have been performed on the compounds and SPEs, IR and NMR spectra, MEP maps, FMOs were determined. The results of the DFT calculations show that Comp.7 has the lowest SPE among all compounds, the highest HOMO – LUMO gap was obtained for Comp.5. As we know, HOMO – LUMO gaps can be used to predict the stability of a given molecule. In molecular docking calculations, the binding affinities of the investigated molecules were determined for AChE, BChE, HSP90A and dsDNA. Results show that, generally, the highest binding affinities were obtained for HSP90A. Additionally, the highest binding affinity was obtained for Comp.1 and AChE docking.

5. CONCLUSION

In the study, 1-(4-((4-(furan-2-yl)thiazol-2-yl)amino)phenyl)ethan-1-one *O*-benzyl oxime were investigated computationally. On the investigated molecules, DFT and molecular docking calculations were performed. Results show that these compounds exhibit moderate to good binding affinity for AChE and BChE. The binding affinities for HSP90A were found to be higher than those of the AChE and BChE. It was observed that the compounds have also exhibited moderate binding affinity to dsDNA and take place in the minor groove of DNA.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank Kocaeli University for providing the technical infrastructure used to perform the theoretical calculations.

REFERENCES

BIOVIA, D. S. 2016. Discovery Studio Visualizer, v17.2.0.16349, San Diego: Dassault Systèmes.

Chang, C.-E. and M. K. Gilson. 2003. Tork: Conformational analysis method for molecules and complexes. Journal of Computational Chemistry 24 (16), 1987-1998.

Dennington, R., T. Keith and J. Millam. 2009. GaussView, Version 5. Shawnee Mission, KS, Semichem Inc.

Frisch, M. J., G. W. Trucks, H. B. Schlegel, G. E. Scuseria, M. A. Robb, J. R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G. A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Caricato, X. Li, H. P. Hratchian, A. F. Izmaylov, J. Bloino, G. Zheng, J. L. Sonnenberg, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, J. Montgomery, J. A. , J. E. Peralta, F. Ogliaro, M. Bearpark, J. J. Heyd, E. Brothers, K. N. Kudin, V. N. Staroverov, T. Keith, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. Rendell, J. C. Burant, S. S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, N. Rega, J. M. Millam, M. Klene, J. E. Knox, J. B. Cross, V. Bakken, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R. E. Stratmann, O. Yazyev, A. J. Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J. W. Ochterski, R. L. Martin, K. Morokuma, V. G. Zakrzewski, G. A. Voth, P. Salvador, J. J. Dannenberg, S. Dapprich, A. D. Daniels, O. Farkas, J. B. Foresman, J. V. Ortiz, J. Cioslowski and D. J. Fox. 2013. Gaussian 09. Wallingford CT., Gaussian Inc.

Hanwell, M. D., D. E. Curtis, D. C. Lonie, T. Vandermeersch, E. Zurek and G. R. Hutchison. 2012. Avogadro: an advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform. Journal of Cheminformatics 4 (1), 17.

https://www.rcsb.org/.

Morris, G. M., R. Huey, W. Lindstrom, M. F. Sanner, R. K. Belew, D. S. Goodsell and A. J. Olson. 2009. AutoDock4 and AutoDockTools4: Automated docking with selective receptor flexibility. J Comput Chem 30 (16), 2785-2791.

Trott, O. and A. J. Olson. 2010. AutoDock Vina: Improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. Journal of Computational Chemistry 31 (2), 455-461.

FARKLI PARAMETRELERDE BİLYALI DÖVÜLEN Ti6AL4V ALAŞIMININ ADHEZİF AŞINMA DAVRANIŞI

Ar. Gör. Dr. Yasemin Yıldıran Avcu
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
yaseminyildiran89@gmail.com

Okan Yetik
Manchester Üniversitesi, Malzeme Bilimleri Okulu
oknyetik@gmail.com

Eleftherios Iakovakis
Manchester Üniversitesi, Malzeme, Havacılık ve İnşaat Mühendisliği Bölümü
eleftherios.iakovakis@manchester.ac.uk

Dr. Öğr. Üyesi Mert Güney
Nazarbayev Üniversitesi, Mühendislik ve Dijital Bilimler Okulu, İnşaat ve Çevre Mühendisliği
mert.guney@nu.edu.kz

Dr. Öğr. Üyesi Egemen Avcu
Kocaeli Üniversitesi, Ford Otosan İhsaniye Otomotiv Meslek Yüksek Okulu,
Makine ve Metal Teknolojileri
avcuegemen@gmail.com

Prof. Dr. Tamer Sınmazçelik
Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği
tamersc@yahoo.com

Özet

Bilyalı dövme, malzemelerin yüzey ve yüzey altı özelliklerini geliştiren mekanik bir yüzey işleme yöntemidir ve havacılık, otomotiv ve biyomedikal uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada, havacılık ve biyomedikal uygulamalarda yüksek mekanik özellikleri ve biyomedikal uyumluluğu nedeni ile kullanılan Ti6Al4V alaşımına, farklı boyutlardaki bilyalar (0.09 – 1 mm çap aralığında) ile farklı dövme sürelerinde (5 - 15 dk) özel olarak tasarlanmış bilyalı dövme test cihazında bilyalı dövme işlemi uygulanmıştır. Ti6Al4V alaşımının yüksek mekanik özelliklerinin yanında aşınmaya karşı dayanımın düşük olması nedeni ile bilyalı dövülen Ti6Al4V alaşımının adhezif aşınma davranışı ball-on-disk kuru sürtünme aşınma test cihazı kullanılarak incelenmiş ve bilyalı dövmenin Ti6Al4V alaşımının tribolojik davranışına olan etkisi anlaşılmıştır. Bu çalışma, bilyalı dövülen Ti6Al4V alaşımının tribolojik davranışını detaylı olarak inceleyerek daha önce literatürde tartışılmamış noktaları açığa çıkarmıştır. Bilyalı dövme sonrası kütle kaybı çok az miktarda artarken sürtünme katsayısı referans Ti6Al4V alaşımına kıyasla %12 azalmıştır. SEM analizlerinde gözlemlenen aşırı plastik deformasyon ve mikro çizikler sonucu baskın aşınma mekanizmasının adhezif ve abrazif aşınma olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, temas halinde gerçekleşen şiddetli adhezif aşınma mekanizmaları kaynaklı aşınan yüzeyden karşıt yüzeye gerçekleşen malzeme transferi EDS haritalama yöntemi ile belirlenmiştir. Sonuç olarak, referans Ti6Al4V alaşımına kıyasla bilyalı dövme, Ti6Al4V alaşımının aşınma davranışını etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Aşınma, ball on disk, bilyalı dövme, biyomedikal uygulamalar, havacılık uygulamaları, yüzey mühendisliği.

ADHESİVE WEAR BEHAVİOR OF Tİ6AL4V ALLOY SHOT PEENED UNDER DİFFERENT PARAMETERS

Abstract
Shot peening is a mechanical surface treatment method that is used to modify surface and sub-surface properties of materials and is frequently employed in aerospace, automotive, and biomedical applications. In the present study, the Ti6Al4V alloy, with wide applications in aerospace and biomedical fields owing the its high specific mechanical properties and biocompatibility, was shot peened by using different diameter stainless steel balls (0.09 – 1 mm) at varying peening times (5 – 15 min) by using a specially designed test device. Since Ti6Al4V alloy shows relatively poor wear resistance in contrast with its high mechanical properties, the adhesive wear behavior of shot peened Ti6Al4V alloy has been investigated by using a rotational ball-on-disk dry sliding wear testing device to understand influences of shot peening on the tribological behavior of Ti6Al4V alloy. The present study reveals the tribological behavior of shot peened Ti6Al4V alloy in detail which has not been previously discussed in the literature. The mass loss of shot peened Ti6Al4V alloy slightly increased while the coefficient of friction decreased by 12% in comparison to the reference Ti6Al4V alloy. Plastically deformed regions and micro-scratches were observed via SEM analysis which correspond to the adhesive and abrasive wear mechanisms. Furthermore, material transfer from the worn surface onto the counter-surface was observed via EDS mapping, which clearly indicated severe adhesive wear mechanisms during contact. In conclusion, shot peening affected the wear behavior of Ti6Al4V alloy in comparison with the reference Ti6Al4V alloy.

Keywords: aerospace applications, alloy wear, ball on disk, biomedical applications, shot peening, surface engineering.

2. GİRİŞ

Titanyum ve alaşımları, yüksek spesifik mukavemeti, korozyon dayanımı, toksit olmaması, yüksek biyouyumlululuğu, yorulma ve korozyon dayanımının yüksek olması, şekillenebilirliği ve işlenebilir olması nedeni ile biyomedikal ve havacılık malzemesi olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Ganesh ve ark., 2012, Alikhani Chamgordani ve ark., 2018, Zhou ve ark., 2019). Ancak titanyum ve alaşımlarının i) pekleşme ve kayma deformasyonuna karşı düşük dirençli olması ve ii) yüzeyinde oluşan oksit filmin aşınmaya dayanıksız olması nedeni ile zayıf tribolojik özellikler sergilemekte ve kullanımını sınırlamaktadır (Ganesh ve ark., 2012, Alikhani Chamgordani ve ark., 2018, Unal ve ark., 2019, Zhou ve ark., 2019). Özellikle kalça ve diz implantlarında, insanın doğası gereği gerçekleştirdiği hareketler sonucunda implant malzemeleri ve eklemler arasında yüksek sürtünme kaynaklı implant aşınmaları gerçekleşmektedir (Ganesh ve ark., 2012). Titanyum alaşımlarının tribolojik özelliklerinin zayıf oluşu (düşük abrazif aşınma dayanımı, düşük titreşimli aşınma dayanımı ve yüksek sürtünme katsayısı) kalça protezi ve diğer yapay eklem malzemesi olarak kullanımı sınırlamaktadır (Ganesh ve ark., 2012). Zhecheva ve ark. titanyum alaşımlarının kullanımını sınırlayan bu özelliklerini yüzey ve yüzeyin hemen altında kalıntı gerilme oluşturularak, sertliği arttırarak, yüzey pürüzlülüğünü arttırarak ve sürtünme katsayısını düşürerek gerçekleşebileceğini belirtmişlerdir (Zhecheva ve ark., 2005).

Yorulma, aşınma, korozyon gibi malzemelere yıkıcı hasar veren mekanizmaların çoğu yüzeyden başlamakta ve yüzey yapısının geliştirilmesi bu yıkıcı unsurların önlenmesinde etkili olduğundan son zamanlarda yüzey mühendisliğinin önemi gittikçe artmaktadır (Karaoglanli, 2015, Alikhani Chamgordani ve ark., 2018). Bilyalı dövme, malzemelerin yüzeylerine tekrarlı bir şekilde çok sayıda bilyanın yüksek hızlarda çarptırılması ile gerçekleştirilen mekanik bir yüzey işleme yöntemidir. Bilyalı dövme işleminin uygulama kolaylığı ve proses maliyetinin düşük olması nedeniyle endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak tercih edilmektedir (Amanov ve ark., 2012, Ganesh ve ark., 2012, Ganesh ve ark., 2014). Bilyalı dövme, biyomedikal, havacılık ve otomotiv endüstrilerinde kullanılan metalik malzemelerin yüzey ve yüzey altı bölgede tane küçülmesini sağlamak, mikroyapı özelliklerini geliştirmek, yüzey sertliğini arttırmak, çatlakların oluşumunu önlemek, malzemenin kristal yapısını değiştirmek, dislokasyon yoğunluğunu arttırmak, kalıntı gerilme oluşturmak, yorulma dayanımını

arttırmak amacı ile sıklıkla kullanılmaktadır (Wagner ve ark., 2011, Ahmed ve ark., 2015, Ahmed ve ark., 2016, Alikhani Chamgordani ve ark., 2018, Unal ve ark., 2019).

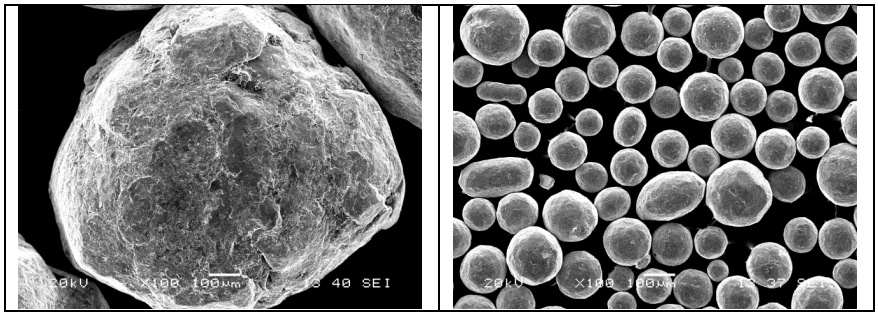
Aşınma mühendislik malzemelerin kullanım ömrünü sınırlayan ve ekonomik kayıplara yol açan önemli bir endüstriyel problemdir. Aşınma sonrası malzeme yüzeyinden malzeme uzaklaşmakta, yüzey ve yüzey altı özellikleri bozulmakta ve buna bağlı olarak malzemenin kullanım ömrü bitmeden hasar meydana gelmektedir. Bir malzemenin aşınma davranışını etkileyen birçok farklı faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasında aşınmanın meydana geldiği malzemenin yüzey ve yüzey altı özellikleri malzemenin aşınma davranışını belirleyen en önemli etkenlerdendir. Bilyalı dövme ile malzemenin yüzey pürüzlülüğü başta olmak üzere, yüzey ve yüzey altı mikroyapısı, sertliği vb. mekanik özellikleri büyük değişiklik göstermektedir. Bu durumda bilyalı dövme uygulanan bir malzemenin aşınma davranışının incelenmesi önemli bir araştırma konusudur.

Bu çalışmada özel olarak tasarlanan CNC kontrollü bilyalı dövme test düzeneği kullanılarak farklı parametreler altında Ti6Al4V alaşımına bilyalı dövme uygulanmıştır. Bilyalı dövme operasyon parametrelerinin Ti6Al4V alaşımın kuru sürtünme adhezif aşınma davranışına etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan Ti6Al4V alaşımı, TİMET Metal'den 20 mm çapında çubuk olarak temin edilmiştir. Bilyalı dövme işlemi öncesi Kar Metal marka yarı otomatik şerit testere ile 10 mm kalınlığında kesilmiştir. Bilyalı dövme işleminde kullanılmak amacı ile iki farklı boyutta (0,09-0,14 ve 0,7-1 mm çapında) paslanmaz çelik bilya Fetaş Metalurji A.Ş.' den temin edilmiştir. Şekil 1'de bilyalı dövme işlemlerinde kullanılan bilyaların SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 1. Bilyaların SEM görüntüleri a) büyük bilya (S60), b) küçük bilya (S10) (Yıldıran Avcu ve ark., 2018)

2.2. Metod

Bilyalı dövme işlemleri Kocaeli Üniversitesi, Ford Otosan İhsaniye Otomotiv MYO'da, Yüzey İşlemleri Laboratuvarı' nda bulunan özel olarak tasarlanan CNC kontrollü bilyalı dövme test düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. CNC kontrollü bilyalı dövme test cihazı, bilyaların basınçlı hava ile hızlandırıldığı, numunelerin bağlandığı tablanın x-y ekseni boyunca hareket ettirilebildiği ve bilya püskürtme nozulunun istenilen açıda ve mesafede dövme işleminin gerçekleştirilmesine imkan vermektedir. Çalışma kapsamında Ti6Al4V alaşımı numunelere Tablo 1' de verilen parametreler doğrultusunda dövme işlemi uygulanmıştır.

Tablo 1. Bilyalı dövme parametreleri

Bilya türü	S10	S60
Bilya çapı (mm) (Elek aralığı)	0,09-0,14	0,7-1,00
Bilya sertliği (HV1)	450	
Püskürtme basıncı (bar)	7	
Çarpma açısı (°)	90	
Süre (dk)	5 ve 15	

Farklı paramatrelerde dövülen Ti6Al4V alaşımı numunelerin aşınma davranışları Nanovea marka "ball-on-disk" türü aşınma cihazı kullanılarak Tablo 2' de verilen test parametreleri ile incelenmiştir. Farklı parametreler ile dövülen Ti6Al4V alaşımı numunelerin sürtünme katsayısı grafikleri, adhezif aşınma testleri sırasında ilerleme mesafesi ve zamana bağlı olarak adhezif aşınma test cihazına entegre program sayesinde oluşmaktadır. Adhezif aşınma testleri sonrası numunelerin kütlelerinde gerçekleşen değişim hassas terazi ile belirlenmiştir.

Tablo 2. Aşınma testi parametreleri

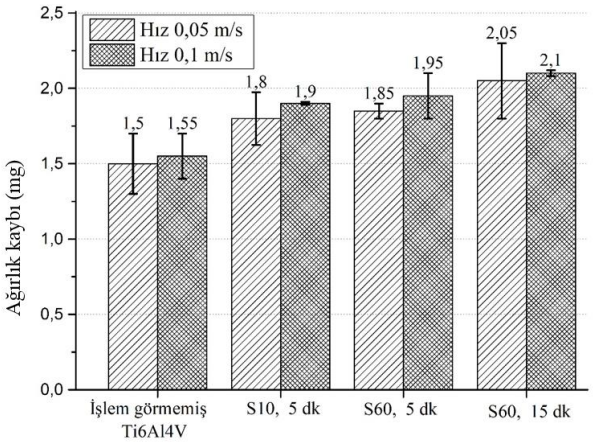
Karşıt malzeme	Alümina bilya
Karşıt malzeme sertliği	65 HRC
Radyal hız	0,05 ms^{-1} ve 0,1 ms^{-1}
Normal yükleme	5 N
Toplam kayma mesafesi	100 m

Bilyalı dövüldükten sonra aşındırılan numunelerin ve karşıt malzemenin (alümina bilya) yüzeyleri Tescan Vega 2 taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve EDS analizleri cihaza ekli Bruker Quantax EDS dedektörü ile incelenmiştir.

3. SONUÇ

3.1. Kütle Değişimi İncelemeleri

Farklı iki aşınma hızında (0,05 m/s ve 0,1 m/s) gerçekleştirilen adhezif aşınma testleri sonrasında aşındırılan malzemede (bilyalı dövülmüş ve referans Ti6Al4V alaşımı) meydana gelen kütle kayıpları Şekil 2'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde tüm numunelerde bilyalı dövme sonrası çok düşük miktarda bir kütle kaybı görüldüğü belirlenmiştir (Fridrici ve ark., 2001). Her iki aşınma hızında da bilyalı dövme sonrası aşındırılan malzemede görülen kütle kaybının küçük bir miktar arttığı, büyük çaplı bilya ile uzun süre dövülen yüzeyde diğer numunelere kıyasla daha yüksek aşınma gerçekleştiği görülmektedir. Bilyalı dövme ile malzeme yüzeyinde ve yüzey altında önemli miktarda sertlik artışı gösterdiği (Alikhani Chamgordani ve ark., 2018), sertlik ile aşınma miktarı (kütle kaybı) arasında doğrudan geçerli bir ilişki olmamasına rağmen, genellikle sertlik artışı ile malzemelerin aşınma direncinin artışı ve bunun sonucunda kütle kaybının azalması beklenebilecek bir sonuçtur (Ganesh ve ark., 2014, Rahaman ve ark., 2015). Diğer yandan bilyalı dövme sonrası aşırı plastik deformasyona uğrayan ve bunun sonucunda artan pürüzlülük ve yüzey süreksizlikleri ile karşıt iki yüzeyin etkileşimine dayanan adhezif aşınma davranışının da değişmesi beklenen bir sonuçtur (Svahn ve ark., 2003, Shaha ve ark., 2010, Sedlaček ve ark., 2012).



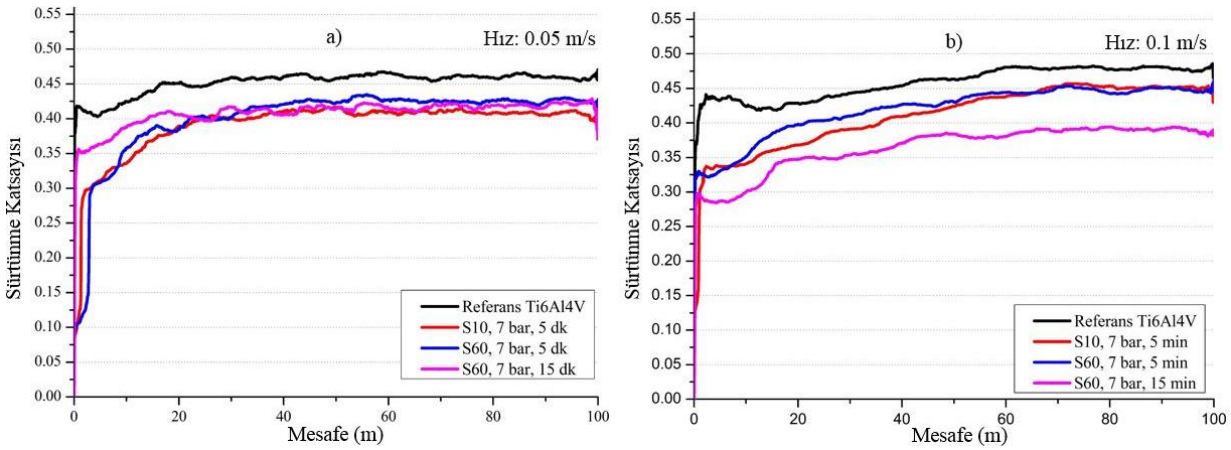
Şekil 2. Adhezif aşınma testleri sonrası kütle değişimi

3.2. Sürtünme Katsayısı İncelemeleri

Şekil 3'te iki farklı adhezif aşınma hızında gerçekleştirilen ball-on-disk aşınma deneyleri sonrasında işlem görmemiş ve farklı parametreler altında bilyalı dövülmüş Ti6Al4V numunelerin sürtünme katsayılarının yola bağlı olarak değişimleri verilmiştir. Sürtünme katsayısı-yol eğrileri incelendiğinde bilyalı dövme ile sürtünme katsayısının önemli oranda değiştiği görülmektedir. Özellikle 0-5 m yol

aralığında sürtünme katsayısının bilyalı dövme ve bilyalı dövme parametrelerine bağlı olarak ciddi bir değişim gösterdiği, ancak artan yol ile birlikte sürtünme katsayısı değerlerinin tüm numuneler için birbirine yaklaştığı söylenebilir (Fridrici ve ark., 2001). Sonuç olarak bilyalı dövme ile Ti6Al4V alaşımının sürtünme katsayısını azaltmıştır.

Bu azalmanın bilyalı dövme ile değişen yüzey ve yüzey altı özelliklerin değişimleri göz önünde bulundurulduğunda iki önemli kök nedeni olabilir. Birincisi bilyalı dövme ile değişen yüzey ve yüzey altı mikroyapısı ve mekanik özelliklerinin adhezif aşınma davranışına ve sürtünme katsayısını etkilemesidir (Kato ve ark., 2017). İkinci olası kök neden ise bilyalı dövme ile değişen yüzey morfolojisi ve topografyasının adhezif aşınma esnasında görülen aşınma mekanizmalarını ve aşındırıcı ile aşınan malzeme arasındaki temas yüzeyine olan etkileridir (Sedlaček ve ark., 2012, Rahaman ve ark., 2015). Bilyalı dövme ile meydana gelen bu değişimler göz önünde bulundurulduğunda bilyalı dövülmüş numunelerde sürtünme katsayısınında meydana gelen küçük değişimin temel nedeninin değişen yüzey topografyası ve morfolojisi nedeniyle aşınma esnasında aşındırıcı bilya ile numuneler arasındaki temas yüzeyinin ve buna bağlı olarak temas basıncının değişim göstermesi olduğu düşünülmektedir (Rahaman ve ark., 2015).

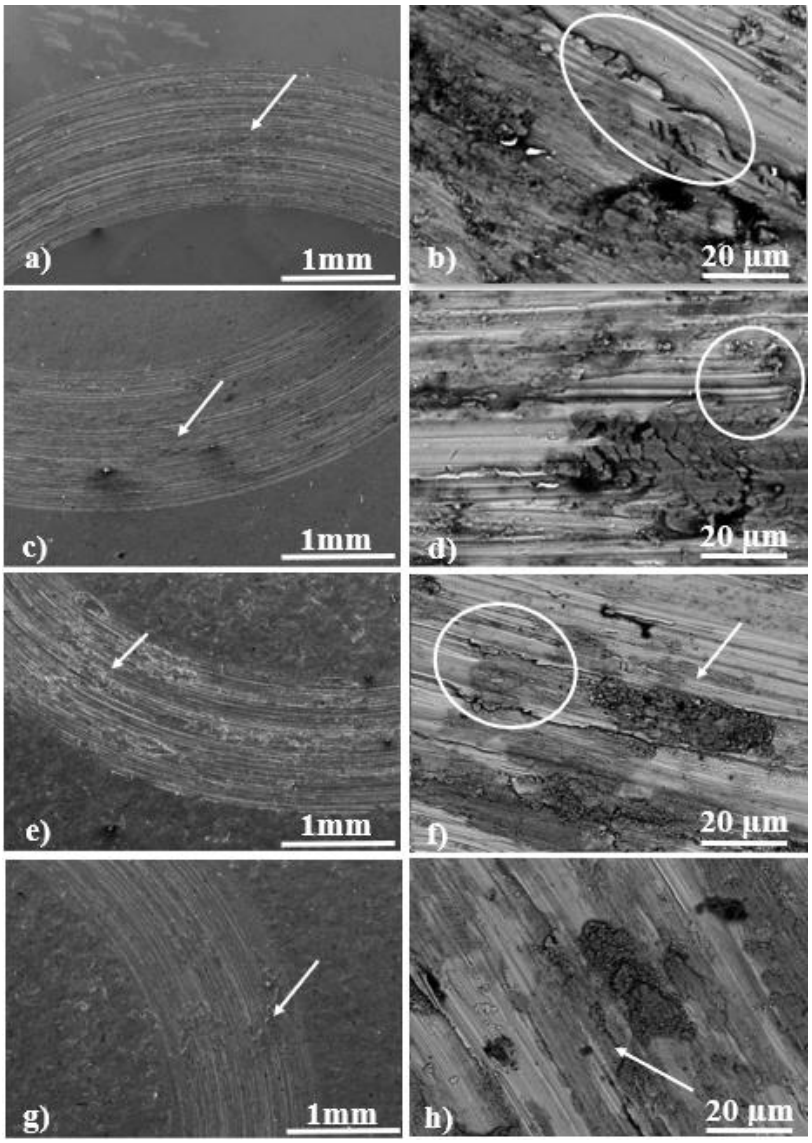


Şekil 3. Adhezif aşınma testleri sonrası sürtünme katsayısı değerleri a) düşük hız (0,05 ms^{-1}), b) yüksek hız (0,1 ms^{-1})

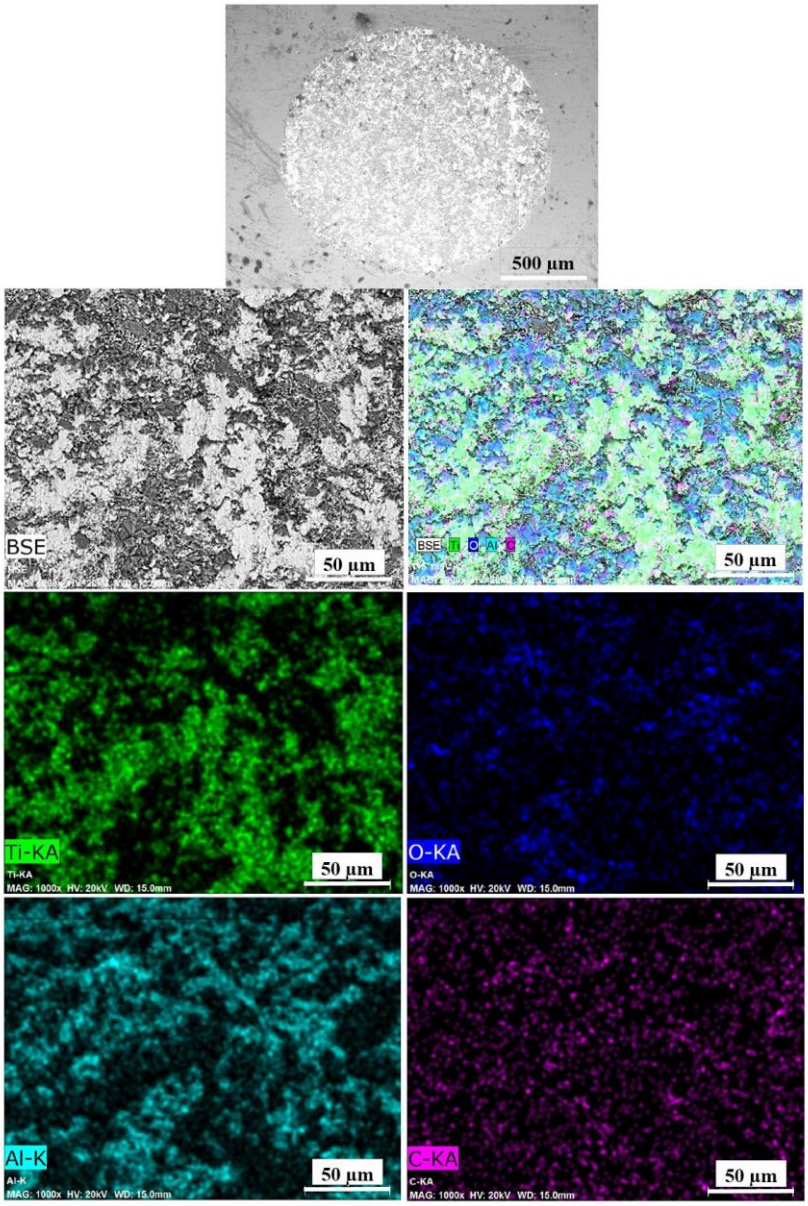
3.3. SEM İncelemeleri

Referans ve farklı parametreler altında bilyalı dövülen numunelerin aşınması esnasında meydana gelen plastik deformasyon ile oluşan çizikler, çukur ve vadiler Şekil 4'te net bir şekilde görülmektedir. Aşınma doğrultusuna paralel olarak oluşan çizikler göz önünde bulundurulduğunda aşınma izinin oldukça düzenli olduğu söylenebilir. Yüzeyde abrasif ve adhezif aşınma mekanizmalarının hakim olduğu, diğer yandan bazı bölgelerde gevrek karakterde oksit tabakalarının yer aldığı belirlenmiştir. Benzer aşınma izleri ve mekanizmaları bilyalı dövülmüş yüzeylerde de gözlenmektedir.

Şekil 5'te aşınma deneylerinde kullanılan aşındırıcı bilyanın SEM görüntüsü ve EDS sonuçları verilmiştir. EDS analizleri incelendiğinde alümina aşındırıcı bilyanın yüzeyinin titanyum alaşımı ile sıvandığı dikkat çekmektedir. Bu durumda aşınma esnasında aşınan yüzeylerden aşındırıcı yüzeyine bir malzeme transferi olduğu sonucuna varılabilir. Bu sonuç aşınma esnasında görülen etkin aşınma mekanizmasının adhezif aşınma yönünde olduğunu göstermektedir. Aşınma esnasında abrazif ve adhezif aşınma mekanizmaları ile titanyum alaşımı numunelerin yüzeyinden uzaklaşan malzeme aşındırıcı yüzeyine sıvanarak aşınan ile aşındırıcı arasında bir malzeme filmi oluşturabilmektedir. SEM görüntüsü ve EDS analizleri değerlendirildiğinde işlem görmemiş ve farklı bilyalı dövme parametrelerinde dövülmüş numunelerde görülen aşınma mekanizmaları arasında önemli bir fark olmadığı, etkin aşınma mekanizmasının adhezif aşınma mekanizmaları olduğu söylenebilir.



Şekil 4. Adhezif aşınma testleri sonrası yüzey morfolojileri (kayma hızı 0,05 m/s) a) ve b) referans Ti6Al4V alaşımı, c) ve d) küçük bilya - 5 dk, e ve f) büyük bilya - 5 dk, g ve h) büyük bilya - 15 dk dövülmüş Ti6Al4V alaşımı numuneler



Şekil 5. Adezif aşınma testleri sonrası karşıt yüzeyin (alumina bilyanın) EDS analizi ile haritalanması

4. TARTIŞMA

Adhezif aşınma sonrası kütle kaybının bilyalı dövme şiddeti ile artış gösterdiği ve diğer numunelere kıyasla büyük boyutlu bilyalar ile uzun süre dövülen numunelerde kütle kaybının bir miktar daha yüksek gerçekleştiği belirlenmiştir. Sürtünme katsayısı değerinin bilyalı dövmenin etkisiyle azaldığı belirlenmiştir. Bu azalmanın özellikle ilk 5 m'de daha belirgin olduğu, 100 m sonunda sabit değere ulaştığı ve işlem görmemiş titanyum alaşımının sürtünme katsayısı değerine yaklaştığı belirlenmiştir. Aşınma testleri sonrası yüzey morfolojileri incelendiğinde yüzeyde plastik deformasyon ile oluşan çizikler, çukur ve vadiler net bir şekilde gözükmektedir. Bilyalı dövülen numuneler ile referans Ti6Al4V alaşımı numunede benzer abrazif ve adhezif aşınma mekanizmalarının gerçekleştiği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya 2017/049 numaralı proje desteği veren Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (KOU-BAP) desteklerinden dolayı teşekkür ederiz. SEM incelemelerine katkıdan dolayı başta Arş. Gör. Dr. Fatih Erdem Baştan ve Prof. Dr. Fatih Üstel olmak üzere tüm Sakarya Üniversitesi TESLAB ekibine, CNC kontrollü bilyalı dövme tasarımı ve imalatındaki desteklerinden dolayı Arş. Gör. Hürol Koçoğlu ve Kadir Numal'a, aşınma testlerinin

gerçekleştirilmesinde verdiği katkıdan dolayı Prof. Dr. Taner Yılmaz'a, deneysel çalışmalarda verdikleri destekten dolayı Berkay Gönül ve Ahmet Burak Çubuk'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

AHMED, A. A., MHAEDE, M., ve ark. (2015), The Effect of Shot Peening Parameters and Hydroxyapatite Coating on Surface Properties and Corrosion Behavior of Medical Grade AISI 316L Stainless Steel, *Surface and Coatings Technology* 280, 347-358.

AHMED, A. A., MHAEDE, M., ve ark. (2016), Effect of Micro Shot Peening on The Mechanical Properties and Corrosion Behavior of Two Microstructure Ti–6Al–4V Alloy, *Applied Surface Science* 363, 50-58.

ALIKHANI CHAMGORDANI, S., MIRESMAEILI, R., ve ark. (2018), Improvement in Tribological Behavior of Commercial Pure Titanium (CP-Ti) by Surface Mechanical Attrition Treatment (SMAT), *Tribology International* 119, 744-752.

AMANOV, A., CHO, I.-S., ve ark. (2012), Fretting Wear and Friction Reduction of CP Titanium and Ti–6Al–4V Alloy by Ultrasonic Nanocrystalline Surface Modification, *Surface and Coatings Technology* 207, 135-142.

FRIDRICI, V., FOUVRY, S., ve ark. (2001), Effect of Shot Peening on The Fretting Wear of Ti-6Al-4V, *Wear* 250, 642-649.

GANESH, B. K. C., RAMANAIAH, N., ve ark. (2012), Effect of Surface Treatment on Tribological Behavior of Ti-6Al-4V Implant Alloy, *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering* 11, 735-743.

GANESH, B. K. C., SHA, W., ve ark. (2014), Effect of Shotpeening on Sliding Wear and Tensile Behavior of Titanium Implant Alloys, *Materials & Design* 56, 480-486.

KARAOGLANLI, A. C. (2015), Effect of Severe Air-Blast Shot Peening on The Wear Characteristics of CP Titanium, *Materiali in tehnologije* 49(2), 253-258.

KATO, H., UEKI, H., ve ark. (2017), Wear Resistance Improvement by Nanostructured Surface Layer Produced by Burnishing, *Materials Science Forum* 917, 231-235.

RAHAMAN, M. L., ZHANG, L., ve ark. (2015), Surface Roughness Effect on The Friction and Wear of Bulk Metallic Glasses, *Wear* 332-333, 1231-1237.

SEDLAČEK, M., PODGORNIK, B., ve ark. (2012), Correlation Between Standard Roughness Parameters Skewness and Kurtosis and Tribological Behaviour of Contact Surfaces, *Tribology International* 48, 102-112.

SHAHA, K. P., PEI, Y. T., ve ark. (2010), Influence of Hardness and Roughness on The Tribological Performance of TiC/a-C Nanocomposite Coatings, *Surface and Coatings Technology* 205(7), 2624-2632.

SVAHN, F., KASSMAN-RUDOLPHI, Å., ve ark. (2003), The Influence of Surface Roughness on Friction and Wear of Machine Element Coatings, *Wear* 254(11), 1092-1098.

UNAL, O., KARAOGLANLI, A. C., ve ark. (2019), Wear Behavior of Severe Shot Peened and Thermally Oxidized Commercially Pure Titanium, *Advanced Structured Materials* 92, 461-470.

WAGNER, L., MHAEDE, M., ve ark. (2011), Surface Layer Properties and Fatigue Behavior in Al 7075-T73 and Ti-6Al-4V, *International Journal of Structural Integrity* 2(2), 185-199.

YILDIRAN AVCU, Y., YETIK, O., ve ark. (2018), Dry Sliding Wear Behaviour of Shot Peened TI6AL4V Alloys at Different Peening Times, *Acta Physica Polonica A* 134(1), 349-353.

ZHECHEVA, A., SHA, W., ve ark. (2005), Enhancing the Microstructure and Properties of Titanium Alloys Through Nitriding and Other Surface Engineering Methods, *Surface and Coatings Technology* 200(7), 2192-2207.

ZHOU, J., SUN, Y., ve ark. (2019), Effect of Laser Peening On Friction And Wear Behavior Of Medical Ti6Al4V Alloy, *Optics & Laser Technology* 109, 263-269.

INVESTIGATIONS ON THE 2-(BENZYLTHIO)-4-(FURAN-2-YL)THIAZOLE DERIVATIVES: A DFT AND MOLECULAR DOCKING STUDY

Taner Erdoğan
Kocaeli University, Kocaeli Voc. Sch., Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies
taner.erdogan@kocaeli.edu.tr

Abstract
In the study, 2-(benzylthio)-4-(furan-2-yl)thiazoles derivatives were investigated computationally. In the first part of the study, some DFT (density functional theory) calculations were performed on the investigated compounds, and geometry optimizations, frequency analyses, FMO calculations, MEP map calculations and NMR spectral analyses were performed. In the second part of the study, binding modes, binding affinities and possible receptor – ligand interactions between the title compounds and the selected receptors were determined via molecular docking calculations. In the molecular docking calculations HSP90 (heat shock protein), AChE (acetylcholinesterase), BChE (butyrylcholinesterase) and additionally dsDNA have been used as receptors for the investigated compounds. Results show that the investigated compounds exhibit good to moderate binding affinity for the selected receptors.

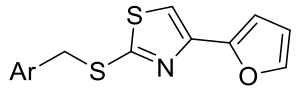
Keywords: thiazoles, DFT, molecular docking, computational chemistry, HSP90A, AChE, BChE, DNA

1. INTRODUCTION

Alzheimer's disease is one of the most common observed neurodegenarative diseases in the world. It is known that acetylcholinesterase inhibitors can be used in the treatment of Alzheimer's disease. There are some drugs in the market for the treatment of Alzheimer's disease and most of them are acetylcholinesterase inhibitors. On the other hand, it is known that heat shock protein inhibitors and DNA binders can be used in the treatment of cancer.

In this study, some 2-(benzylthio)-4-(furan-2-yl)thiazole derivatives were investigated in terms of AChE, BChE and HSP90 inhibition and additionally DNA binding properties. In the first of the study, DFT calculations were performed on the investigated compounds and in the second part of the study, molecular docking calculations were performed to determine the binding affinities of the compounds. In Table 1, investigated thioethers are represented.

Table 1. Investigated compounds



Comp.	Ar
C1	phenyl
C2	2-chlorophenyl
C3	4-chlorophenyl
C4	2,4-dichlorophenyl
C5	2-bromophenyl
C6	4-bromophenyl
C7	2,4-dibromophenyl
C8	2-fluorophenyl
C9	4-fluorophenyl
C10	2,4-difluorophenyl

2. THEORETICAL CALCULATIONS

In the first part of the study, some density functional theory (DFT) calculations were performed on the compounds. All the calculations have been performed at DFT B3LYP level of theory and 6-31+G(d)

basis set was used. Geometry optimizations, frequency analyses, MEP map calculations, FMO calculations, IR and NMR spectral analyses were performed on the investigated reactions. Prior to geometry optimizations, conformational analyses were performed for all compounds. In this part, Gaussian 09 (Frisch et al., 2013), GaussView 5.0 (Dennington et al., 2009), Avogadro 1.2.0 (Hanwell et al., 2012) and Vconf 2.0 (Chang and Gilson, 2003) software packages were used.

In Table 2 and Figure 1, single point energies for the investigated compounds are represented. The optimized geometries of the investigated compounds are given in Figure 2. For instance, the calculated IR spectra of C1 is represented in Figure 3.

Table 2. Single Point Energies of the Investigated Compounds

Comp.	Energy (hartree)
C1	-1466.46565878
C2	-1926.03538945
C3	-1926.03619942
C4	-2385.62999068
C5	-4037.54603184
C6	-4037.54488188
C7	-6608.64951632
C8	-1565.67466946
C9	-1565.67345642
C10	-1664.90721847

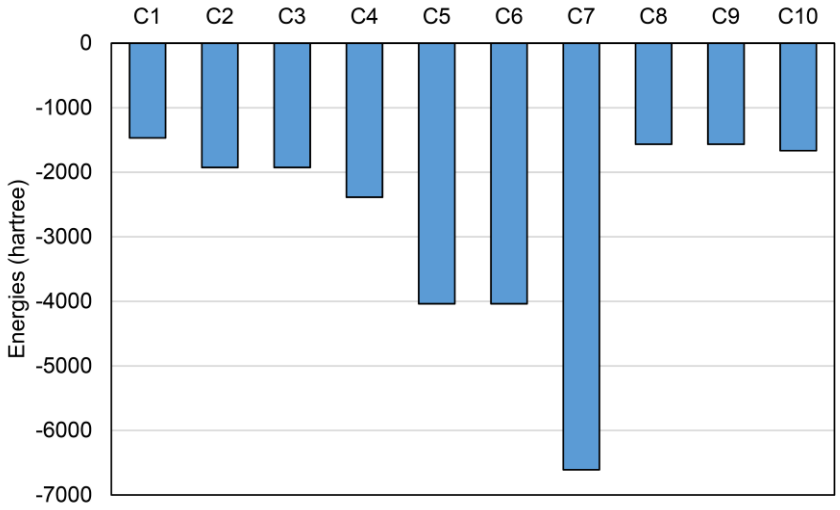


Figure 1. Single Point Energies of the Investigated Compounds

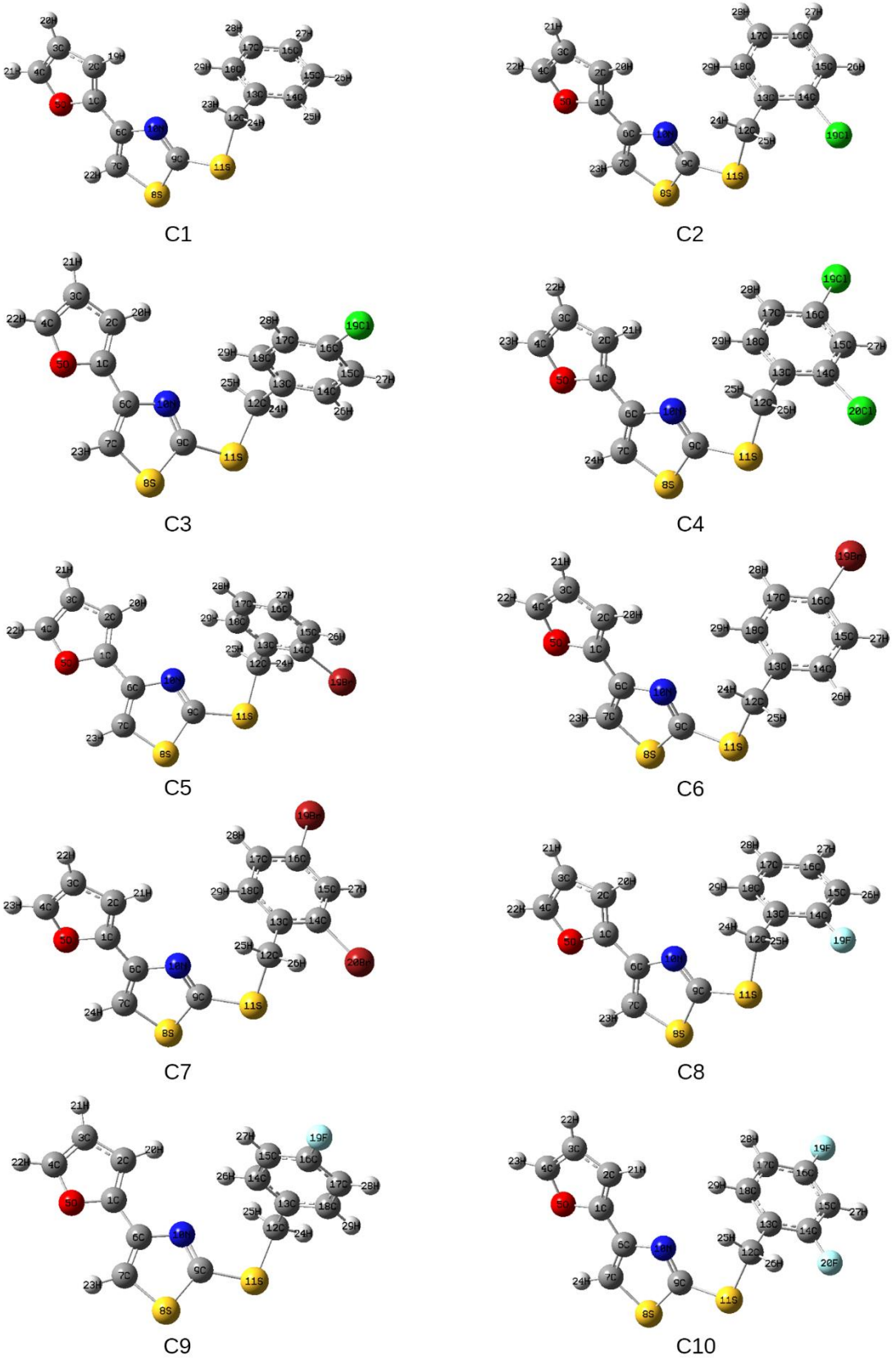


Figure 2. Optimized structures of C1-C10.

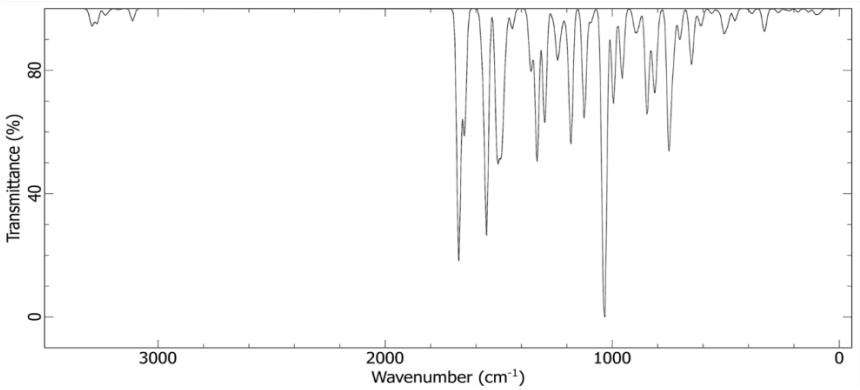


Figure 3. Calculated IR Spectra of C1.

In NMR calculations GIAO method was used. For instance, obtained NMR chemical shifts for C1 are represented in Table 3. FMO calculations were also performed on the investigated compounds. As an example, HOMO and LUMO energies and the HOMO-LUMO gaps of the compounds are represented in Table 4 and Figure 4. NMR spectral analyses were also performed on the title compounds.

Table 3. NMR Chemical Shifts for C1

Proton	Chem.Shifts	Proton	Chem.Shifts
21-H	6.68	26-H	5.35
22-H	6.41	27-H	7.11
23-H	7.14	28-H	5.35
24-H	7.14	29-H	6.40
25-H	6.40		

Table 4. FMO Energies of the Investigated Compounds

	LUMO energy	HOMO energy	HOMO-LUMO Gap
C1	-0.04795	-0.20959	0.16164
C2	-0.03741	-0.20219	0.16478
C3	-0.03889	-0.20366	0.16477
C4	-0.04174	-0.20559	0.16385
C5	-0.03642	-0.20144	0.16502
C6	-0.03890	-0.20363	0.16473
C7	-0.04076	-0.20467	0.16391
C8	-0.03619	-0.20129	0.16510
C9	-0.03708	-0.20215	0.16507
C10	-0.03834	-0.20353	0.16519

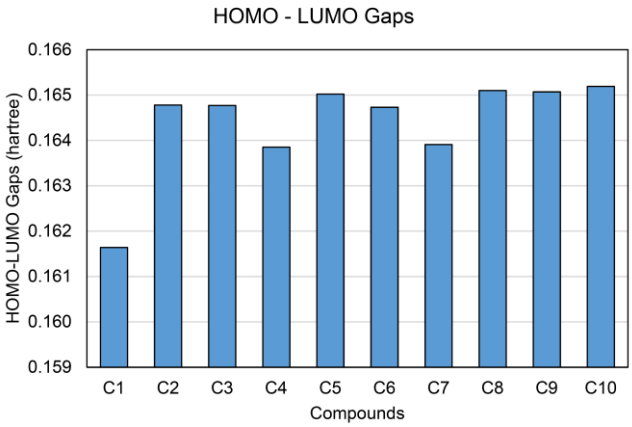


Figure 4. HOMO-LUMO Gaps of the Investigated Compounds

MEP maps of the investigated compounds have also been calculated. For instance, MEP map of C3 is given in Figure 5. MEP maps are useful tools to predict the electron-deficient and electron-rich regions of a given molecule.

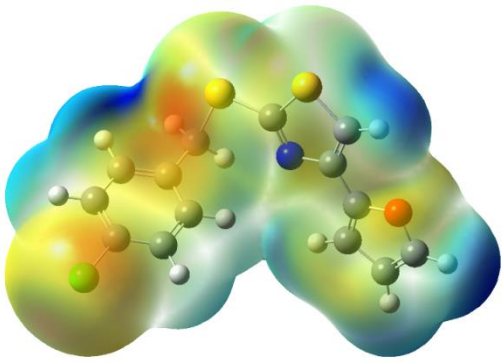


Figure 5. Molecular Electrostatic Potential Map of C3

3. MOLECULAR DOCKING

In the second part of the study, molecular docking calculations were performed on the compounds. In this part, acetylcholinesterase (PDB ID:5EI5), butyrylcholinesterase (PDB ID:4BDS), heat shock protein (PDB ID:3QDD) and dsDNA (PDB ID:1BNA) are selected as receptors. The structures of the receptors are obtained from RCSB Protein Data Bank (www.rcsb.org). In molecular docking calculations AutoDockTools (Morris et al., 2009), AutoDockVina (Trott and Olson, 2010) and Discovery Studio Visualizer (BIOVIA, 2016) software packages were used.

Binding affinities of the investigated compounds for AChE, BChE, HSP90A and DNA are represented in Table 5. A color scale was applied to Table 5, the green color corresponds to lowest binding affinity while the red color corresponds to the highest. The values in Table 5 are in kcal/mol.

Table 5. Binding Affinities

	Receptors			
Compounds	AChE	BChE	HSP90A	DNA
C1	-8.2	-8.2	-8.3	-6.9
C2	-6.2	-8.5	-8.6	-7.2
C3	-8.4	-8.6	-8.3	-6.7
C4	-8.0	-8.8	-8.2	-7.3
C5	-7.8	-8.3	-8.6	-6.7
C6	-6.4	-8.7	-8.4	-6.1
C7	-8.9	-8.3	-8.2	-7.1
C8	-6.8	-8.4	-8.5	-6.8
C9	-7.6	-8.4	-8.2	-7.2
C10	-7.8	-8.7	-8.0	-7.2

The binding modes of the compounds which have the highest binding affinity for the given receptors are illustrated in Figure 6.

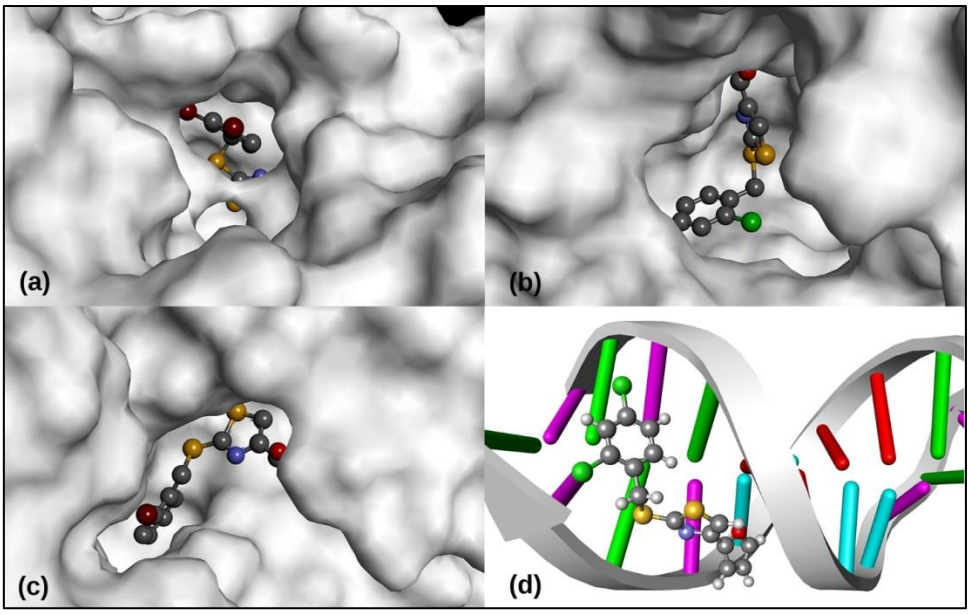


Figure 6. Molecular Docking Results **(a)** C7-AChE, **(b)** C4-BChE, **(c)** C5-HSP90A, **(d)** C4-dsDNA

4. RESULTS AND DISCUSSION

In the study, some 2-(benzylthio)-4-(furan-2-il)thiazole derivatives were investigated computationally. In the first part, some DFT calculations were performed on the title compounds. Optimized geometric structures were calculated and SPEs were determined. Results show that C7 has the lowest SPE among all compounds. HOMO and LUMO energies and the HOMO – LUMO gaps of the investigated compounds were calculated results show that the highest HOMO – LUMO gap values was obtained for C10. As we know, HOMO – LUMO gaps can be used to predict the stability of a given molecule. In molecular docking calculations, the binding affinities of the investigated compounds were determined for AChE, BChE, HSP90A and dsDNA. Results show that, generally, the highest binding affinities were obtained for BChE. On the other hand, the highest binding affinity was obtained for C8 and AChE docking.

5. CONCLUSION

In the study, 2-(benzylthio)-4-(furan-2-il)thiazole derivatives were investigated computationally. On the investigated molecules, DFT and molecular docking calculations were performed. Results show that these compounds exhibit moderate to good binding affinity for AChE, BChE and HSP90A. Compounds have also exhibited binding affinity to dsDNA. Although the results for DNA docking are not very good, it was observed that the compounds take place in the minor groove of the DNA.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank Kocaeli University for providing the technical infrastructure used to perform the theoretical calculations.

REFERENCES

BIOVIA, D. S. 2016. Discovery Studio Visualizer, v17.2.0.16349, San Diego: Dassault Systèmes.

Chang, C.-E. and M. K. Gilson. 2003. Tork: Conformational analysis method for molecules and complexes. Journal of Computational Chemistry 24 (16), 1987-1998.

Dennington, R., T. Keith and J. Millam. 2009. GaussView, Version 5. Shawnee Mission, KS, Semichem Inc.

Frisch, M. J., G. W. Trucks, H. B. Schlegel, G. E. Scuseria, M. A. Robb, J. R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G. A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Caricato, X. Li, H. P. Hratchian, A. F. Izmaylov, J. Bloino, G. Zheng, J. L. Sonnenberg, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, J. Montgomery, J. A. , J. E. Peralta, F. Ogliaro, M. Bearpark, J. J. Heyd, E. Brothers, K. N. Kudin, V. N. Staroverov, T. Keith, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. Rendell, J. C. Burant, S. S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, N. Rega, J. M. Millam, M. Klene, J. E. Knox, J. B. Cross, V. Bakken, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R. E. Stratmann, O. Yazyev, A. J.

Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J. W. Ochterski, R. L. Martin, K. Morokuma, V. G. Zakrzewski, G. A. Voth, P. Salvador, J. J. Dannenberg, S. Dapprich, A. D. Daniels, O. Farkas, J. B. Foresman, J. V. Ortiz, J. Cioslowski and D. J. Fox. 2013. Gaussian 09. Wallingford CT., Gaussian Inc.

Hanwell, M. D., D. E. Curtis, D. C. Lonie, T. Vandermeersch, E. Zurek and G. R. Hutchison. 2012. Avogadro: an advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform. Journal of Cheminformatics 4 (1), 17.

https://www.rcsb.org/.

Morris, G. M., R. Huey, W. Lindstrom, M. F. Sanner, R. K. Belew, D. S. Goodsell and A. J. Olson. 2009. AutoDock4 and AutoDockTools4: Automated docking with selective receptor flexibility. J Comput Chem 30 (16), 2785-2791.

Trott, O. and A. J. Olson. 2010. AutoDock Vina: Improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. Journal of Computational Chemistry 31 (2), 455-461.

34MNB5 BORU DENGE ÇUBUĞU ÜZERİNE BİR HASAR ANALİZ ÇALIŞMASI

Emrullah Çelikkol
Rözmaş Çelik San. ve Tic. A.Ş.
emrullah.celikkol@rozmas.com.tr

Ömer Emre Uçakkuş
Rözmaş Çelik San. ve Tic. A.Ş.
omer.ucakkus@rozmas.com.tr

İlker Demir
Rözmaş Çelik San. ve Tic. A.Ş.
ilker.demir@rozmas.com.tr

Doç. Dr., Ş. Hakan Atapek
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
hatapek@kocaeli.edu.tr

Özet
Bu çalışmada, çatlak çekirdeklenmesinden ve ilerlenmesinden sorumlu kök nedenleri bulabilmek için 34MnB5 boru denge çubuğunun hasar analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın birinci kademesinde, FEM analizi kullanılarak denge çubuğunun hem gerilme seviyeleri hem de gerilme bölgeleri incelenmiştir. Elde edilen data denge çubuğunun en yüksek gerilme seviyesine sahip bölgesinden kırılacağını göstermiştir. Kırılmış parça üzerine yapılan çıplak göz incelemeleri de numerik analizler ile uyumlu olup kırılma bahsi geçen bölgede gerçekleşmiştir. Çalışmanın ikinci kademesinde, denge çubuğunun sadece mikroyapısal bileşenleri değil aynı zamanda kırılma yüzeyi de araştırılmıştır. Metalurjik analizler çeliğin temper lata martenzite sahip olduğunu ancak çubuğun iç kısmında 26 µm kalınlığa sahip bir dekabürizasyon tabakasının var olduğunu göstermiştir. Çubuğun dış kısmından iç kısmına doğru martenzitik yapının lata boyutu değişmekte olup, dış kısım iç kısma kıyasla daha kaba latalara sahiptir. Kesit incelemeleri denge çubuğunun dış kısmında aşırı bilyalı dövme nedeni ile birçok çatlağın oluştuğunu göstermiştir. Fraktografik çalışmalar, sadece matriks içerisindeki mikroyapısal bileşenlerdeki değişimin değil, aynı zamanda aşırı bilyalı dövme nedenli çatlakların da çevrimsel yük altında erken hasarlanmaya neden olan çatlak çekirdeklenmesi ve ilerlemesinde önemli bir rolü olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Otomotiv endüstrisi, 34MnB5 çeliği, denge çubuğu, ısıl işlem, bilyalı dövme, hasar analizi

A STUDY OF FAILURE ANALYSIS ON 34MnB5 TUBE STABILIZER BAR

Abstract
In this study, a failure analysis of 34MnB5 tube stabilizer bar was carried out in order to determine the roots which are responsible for the crack initiation and propagation. In the first stage, both stress levels and stress regions of the stabilizer bar were investigated by using a FEM analysis and the obtained data indicated that the stabilizer bar failed within the region having the highest stress level. Visual inspections on the failed part were good agreement with the numerical analysis and the fracture occurred in the mentioned region. In the second stage, not only microstructural features but also fracture surface of the stabilizer bar were investigated. The metallurgical analyzes showed that the steel had tempered lath martensitic structure, however inner side of the bar had a decarburization layer having a thickness of 26 µm. From outer side to core material in the bar, the lath size of martensitic structure was varied and the outer side had coarser laths compared to that of core material. The cross-sectional examinations also showed that the several cracks were formed within the outer side of the stabilizer bar due to over shot peening. Fractographical studies concluded that not only the variation of microstructural features within the matrix but also cracks due to over shot peening had an important role on the crack initiation and propagation causing premature failure under cyclic loading.

Keywords: Automotive industry, 34MnB5 steel, stabilizer bar, heat treatment, shot peening, failure analysis

1. GİRİŞ

Otomotiv endüstrisinde, denge çubukları aracın süspansiyon sisteminin sağ tarafı ile sol tarafını elastik olarak birleştiren komponentlerdir. Bu komponent aracın emniyetli ve konforlu sürüşüne katkı verecek niteliktedir. Denge çubuğu, aracın ön süspansiyonunda, arka süspansiyonunda veya her iki süspansiyonunda da yer alabilmektedir. Bilindiği üzere, herhangi bir dönüş esnasında aracın yana yatması merkezkaç kuvvetleri altında araçta bir savrulmaya ve bir yalpa hareketinin oluşumuna neden olacaktır. Bunun dışında özellikle manevralı dönüşlerde ve ani frenlemelerde aracın yol tutuşunda bir azalma ve hatta bir devrilme riski söz konusudur. Aracın bozuk yollarda hareket etmesi ve sürekli titreşime maruz kalması, aracın emniyetli ve konforlu sürüşünü önemli bir etkide de bulunacaktır. Bahsi geçen tüm bu durumlarda, denge çubuğu aracın kontrollü hareket etmesini sağlayacaktır. Bazı denge çubukları, daha zor koşullarda dahi süspansiyona uygulanan toplam dikey yükün %30-40'ını karşılayabilecek şekilde tasarlanmaktadır [1-6].

Denge çubukları, dolu (çubuk), boru ve değişken kesitli boru denge çubukları olmak üzere üç formda üretilir. Boru denge çubukları, dolu kesitli denge çubuklarına oranla yaklaşık %30-40 daha hafif olabilmektedirler. Dolu denge çubuğu imalatında 55Cr3, 51CrV4 ve 52CrMoV4 gibi düşük alaşımlı ıslah çelikleri kullanılmaktadır. Boru denge çubuğu hammaddesi olarak da 26MnB5 ve 34MnB5 gibi düşük alaşımlı borlu çelikler kullanılmaktadır. Denge çubukları, dinamik yük altında çalıştıkları için genelde malzeme olarak yay çeliklerine benzer matriks ve mekanik özelliğe sahip sertleştirilmiş çelikler tercih edilmektedir. Bu malzemelerden yüksek yorulma direnci, yüksek akma mukavemeti, yüksek korozyon direnci, yeterli süneklik gibi özellikler de beklenmektedir [4-7].

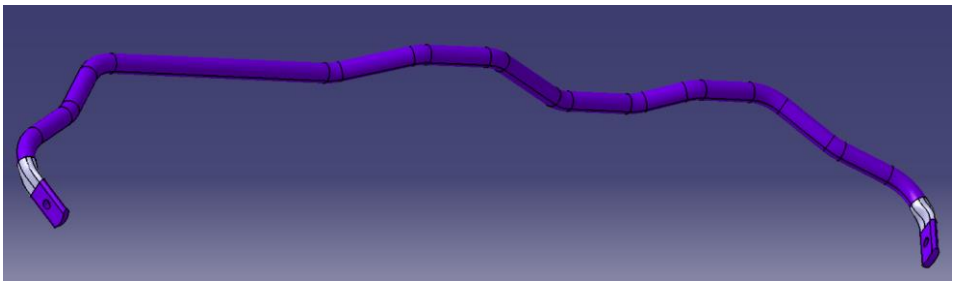
Denge çubuklarının üretimleri bilinen tipik imalat yöntemlerini içermekte olup, normalize konumlarında tedarik edilmiş olan çeliklerden dolu ve boru formlarının eldesinde uç dövme ve büküm işlemlerine gerek duyulur. Normalize konumunda çeliğin matriksi ferritik-perlitik yapıda olup, bu metalurjik yapı bahsi geçen işlemler için oldukça uygundur. Form verme işlemini takiben denge çubuklarına bir ısıl işlem çevrimi uygulanmakta olup, bu çevrim esasen östenitleştirme, su verme ve temperleme kademelerini içermektedir. Nihai olarak çelik matriksi temperlenmiş martenzitik bir yapıya dönüştürülerek, denge çubuklarından beklenen mekanik özellikler kazandırılmış olur. Bu mekanik özellikler üzerine ısıl işlem parametrelerinin (sıcaklık, zaman, su verme ortamı vb.), oluşan martenzitin morfolojisi, tane boyutu, kalıntı östenit miktarı gibi çeşitli metalurjik unsurların etkisi söz konusudur. Bu etkiler ürünün yorulma ömrü üzerinde doğrudan etkilidir [6-8].

Isıl işlemi takiben yapılacak olan bir bilyalı dövme işlemi ile de sertleştirilmiş çeliğin yorulma mukavemetinin daha da artırılması hedeflenir. Yüzey ve yüzey altı kalıntı gerilmelerin bilya ile dövülmüş malzemede oluşturulması, yorulma performansında bir artışa neden olacaktır. Bilindiği üzere, bilyalı dövme işleminde dövülecek malzemeye göre daha sert, değişken boyut ve morfolojide aşındırıcılar iş parçasına doğru belirli bir açıda ve hızda nüfuz ettirilmekte ve iş parçasının yüzeyinde bir deformasyon gerçekleştirmektedir. Eğer bilyalı dövme prosesinde parametreler dikkatlice kontrol edilmezse artması beklenen yorulma ömrünün aksine ürünün yorulma ömründe bir azalma da görülebilmektedir. Bilyalı dövme prosesinin doğru belirlenebilmesi için dövme süresi, dövme miktarı, kullanılacak olan aşındırıcının tipi ve boyutu, aşındırıcının ürüne çarpma hızı, beklenen dövme yoğunluğu, bilyalı dövülecek olan malzemenin özelliği gibi etkenler doğru proses parametrelerinin belirlenmesinde çok önemlidir. Bu işlem kademesinde bahsi geçen tüm bu parametreler de denge çubuğunun nihai mekanik performansını belirleyecektir [9-13].

Bu çalışmada, 34MnB5 esaslı bir çeliğin denge çubuğu malzemesi olarak üretimi sonrası ticari standardizasyon kapsamında yorulma testinde erken hasarlanması neticesinde bir hasar analizi çalışması yapılmıştır. Hasar analizi çalışmalarında makroskobik ve mikroskobik incelemeler hem kırılma yüzeyine hem de kırılma kesitleri üzerine yapılmış olup metalografik ve fraktografik etüdler çatlak başlatıcı ve ilerletici tüm unsurları açığa çıkarmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

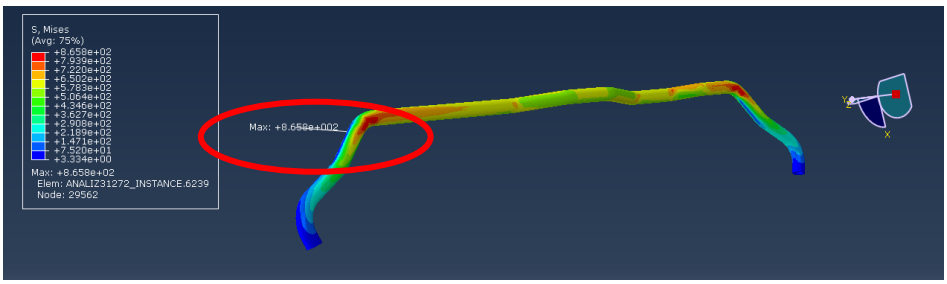
Bu çalışmada, erken ömürde hasarlanmış bir denge çubuğunun hasar analizi gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de bu denge çubuğuna ait 3D model görüntüsü verilmiş olup bu çubuk 34MnB5 esaslı çelikten imal edilmiştir. Çeliğin kimyasal bileşimi ağırlıkça % 0.34 C, 0.26 Si, 1.21 Mn, 0.10 Cr, 0.0018 B içermektedir. Boru denge çubuklarının üretimi esas itibariyle üç ana kademeden oluşur. Birinci kademede, hammaddeye büküm ile Şekil 1'de gösterilen form verilir. İkinci kademede, ısıl işlem uygulaması gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada yapılan ısıl işlem konvensiyonel bir ısıl işlem olup östenitleştirme, su verme ve temperleme işlemlerini içerir. Bu çelik için östenitleştirme işlemi kondüksiyon ısıtma ile gerçekleştirilmiş olup, östenitleştirme sıcaklığı çoğunlukla 830-870 ℃ sıcaklık aralığındadır. Su verme yağ banyosunda yaklaşık 30-50 ℃ sıcaklık aralığında gerçekleştirilmektedir. Bir taraftan iç gerilmelerin giderilmesi diğer taraftan tokluğun çeliğe kazandırılması için temperleme işlemi yapılmakta olup, bu çelik için temperleme sıcaklığı 225 ℃'dir. Temperleme işlemi boyunca bu çelik ilerleyen konveyör bant hattında toplamda 90 dakikalık bir temperleme işlemine maruz kalmaktadır. Üçüncü kademede ise bilyalı dövme işlemi gerçekleştirilmekte olup bu işlemde 0.9 mm'lik kesme teller 2955 devir/dakikada dönen ve özel askılarında asılı olan denge çubukları ile 8 dakika süren bir etkileşime uğratılmıştır.



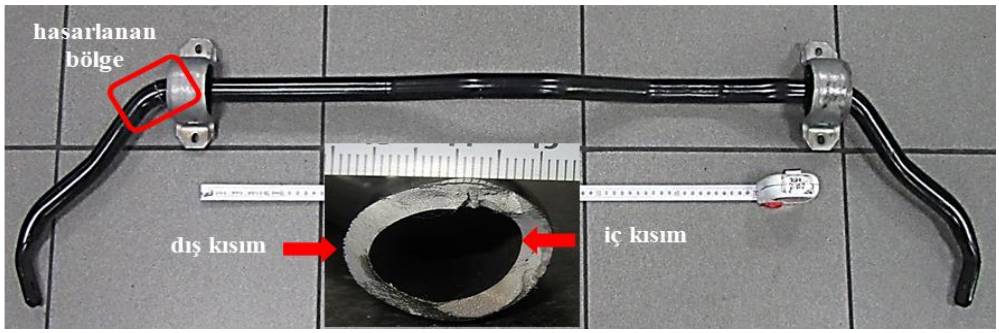
Şekil 1. Denge çubuğuna ait 3D model görüntüsü.

Üretimi gerçekleştirilen boru denge çubuklarının yorulma performansları müşteri standardına göre test edilmekte olup, bu hasarlanan iş parçası 125000 çevrimde kırılmıştır. Bu iş parçasından esasen 200000 çevrimlik bir dayanım beklenmiştir. Şekil 2'de sonlu elemanlar yöntemi (FEM) kullanılarak üretilmiş olan boru denge çubuğuna ait bir gerilim dağılım modeli verilmiştir. Hesaplamalar en yüksek gerilim seviyesinin boru denge çubuğunun omuz olarak bilinen kısmında gerçekleşeceğini göstermiştir.

Hasarlanma Şekil 2'de işaretlenmiş bölgede gerçekleşmiş olup, Şekil 3'te hasarlanmış parçaya ait bir makro görsel verilmiştir. Hassas kesme ile ana parçadan hasarlı bölge alınmış olup, öncelikle taramalı elektron mikroskobu (SEM, Jeol JSM 6060) ile incelenmiştir. Fraktografik incelemeler topografik kontrastlama ile gerçekleştirilmiştir. Hasarlı parçanın hem iç hem de dış kesit çalışmaları için metalografik işlemler yapılmış olup bu işlemlerde önce kaba sonra ince zımparalama yapılmıştır. Zımparalama işlemlerinde 320, 600, 1000 meshlik SiC esaslı zımpara kağıtları kullanılmıştır. Numunelerin nihai parlatması 3 µm'luk elmas solüsyon kullanılarak yapılmış olup, matriks bileşenlerinin açığa çıkarılması için %3'lük nital ile kimyasal dağlama işleminden yararlanılmıştır.



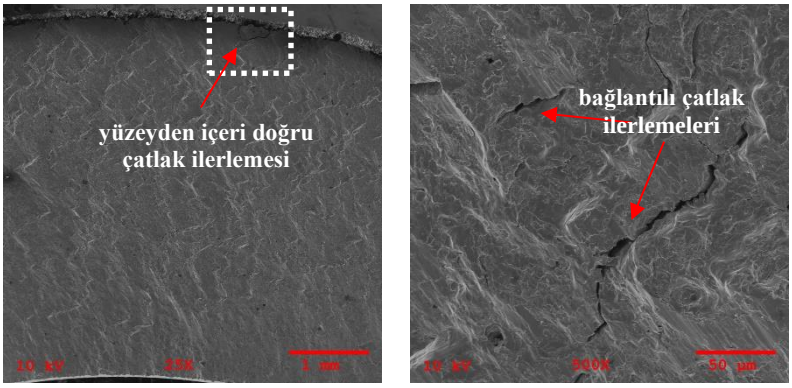
Şekil 2. Sonlu elemanlar metodu kullanılarak boru denge çubuğunda gerçekleştirilmiş gerilme analizini gösteren bir görüntü.



Şekil 3. Hasarlanan iş parçasının gösteren makro bir görüntü.

3. SONUÇ

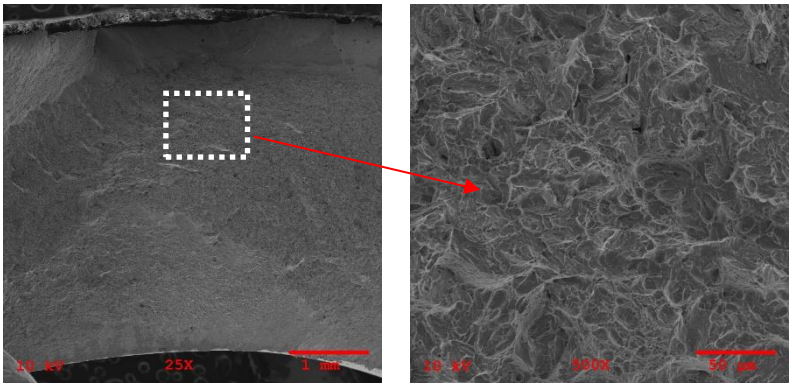
Şekil 4-6'da hasarlanmış parçanın değişik bölgelerine (dış, orta ve iç kısım) ait fraktograflar verilmiştir. Şekil 4a'da hasarlı parçanın dış kısmına ait bölgede yüzeyden içeri doğru ilerlemiş çoklu çatlakları gösteren bir fraktograf verilmiş olup, bu bölgeye ait daha yüksek büyütmeli SEM görüntüsü çatlakların birbiri ile bağlantılı olarak ilerlediğini göstermiştir (Şekil 4b).



(a) (b)

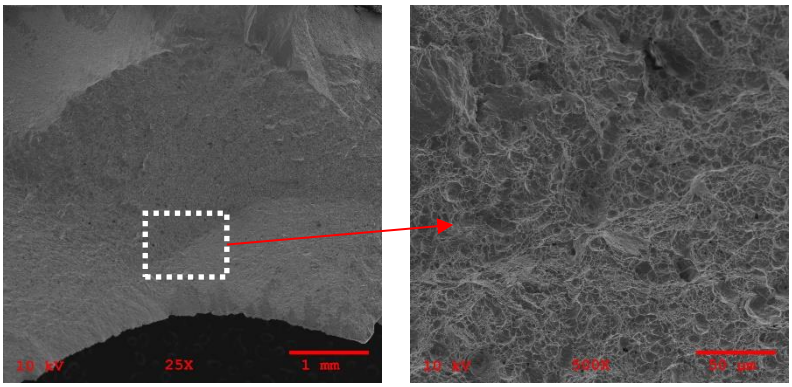
Şekil 4. Hasarlanmış parçanın dış kısmına ait SEM fraktografları; (a) yüzeyden içeri doğru çatlak ilerlemesi ve (b) çatlakların bağlantılı ilerlemesi.

Hasarlı parçanın kırılma yüzeyinin yaklaşık orta bölgesine yakın olan SEM incelemeleri malzemede tane içi gevrek kırılmanın baskın olduğunu ve bazı bölgelerde tane sınırları boyunca çatlakların var olduğunu göstermiştir (Şekil 5a ve b). Hasarlı parçanın iç kısmı da SEM ile incelenmiş olup, bu bölgeye ait fraktograflar Şekil 6'da verilmiştir. Şekil 6a'da genel kırılma görüntüsü verilmiş olup daha yüksek büyütmeli SEM görüntüsü hasarlı parçanın bu kısmında kırılmanın sünek bir şekilde gerçekleştiğini göstermiştir (Şekil 6b).



(a) (b)

Şekil 5. Hasarlanmış parçanın orta kısmına ait SEM fraktografları; (a) genel kırılma yüzeyi ve (b) tane içi gevrek kırılma bölgesi.

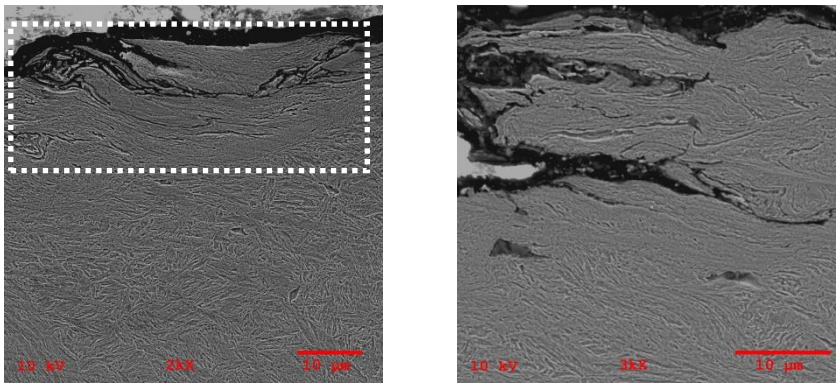


(a) (b)

Şekil 6. Hasarlanmış parçanın iç kısmına ait SEM fraktografları; (a) genel kırılma yüzeyi ve (b) sünek kırılma bölgesi.

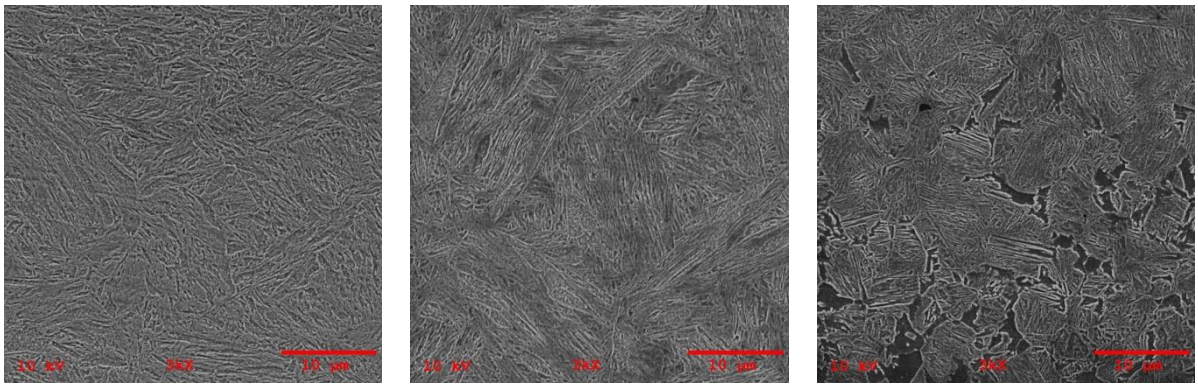
Hasarlanmış parçanın farklı bölgelerine ait kesitler metalografik işlemler sonrası dağlanmış konumunda incelenmiştir. Şekil 7a'da hasarlanmış parçanın dış kısmına ait kesit görüntüsü verilmiş olup SEM incelemeleri parçanın bu bölgesinde yüzeyden merkeze ilerlemiş çoklu çatlakların var olduğunu göstermiştir. Yüzey ve yüzey altı deformasyon bilyalı dövme ile gerçekleştirilmiş olup, gözlenen bu çatlaklar yüzeyin hemen altında birbirine bağlantılı bir dizilim göstermekte olup yüzeye paralel bir uzantıda yer almaktadır. Şekil 7b'den de görüleceği üzere deformasyon ile orijinal martenzit lata morfolojisi bozunmuş olup, yapı bir taraftan deformasyona göre yönlenmiş ve nispeten inceltilmiş lata sıklığına kavuşmuştur. Bilya dövme işlemi ile ivmelendirilmiş bilyalar taşıdıkları kinetik enerjiyi malzemeye aktarmaktadır. Enerjinin bir kısmı etkileşimde sürtünme nedenli ısıya dönüşmekte ve bu ısı enerji bölgesel olarak hızlıca dağıtılmaktadır. Enerjinin önemli bir kısmı deformasyon enerjisi olarak kullanılmakta olup, var olan enerji yüzeyde önemli bir seviyede plastik deformasyonun gerçekleşmesine katkı vermektedir. Bu aşamada, malzemenin çevrimsel yüklenme altında yorulma direncine katkı veren bası gerilmeleri oluşturulmaktadır. Uygun olmayan bilyalı dövme işlemi, aşırı dövme etkisi sunabilmekte ve bu durumda aşırı enerji yüzeyde çatlak oluşumuna ve ilerlemesine neden olmaktadır.

Hasarlanmış parçanın kesiti boyunca yapılan mikroskobik analizler dış kısımdan içe doğru metalurjik değişimlerin de olduğunu göstermiştir. Şekil 8'de hasarlanmış parçanın farklı bölgelerine ait mikroyapı örnekleri verilmiş olup SEM mikrografları dış kısıma yakın bölgelerde kaba taneli östenitten dönüşmüş martenzitik yapının (Şekil 8a), kesitin orta kısımlarında nispeten daha ince martenzitik paketlerin (Şekil 8b), iç kısıma yakın bölgelerde ise dekarbürizasyon nedenli ferritleşmiş bölgelerin varlığını göstermiştir (Şekil 8c).



(a) (b)

Şekil 7. Hasarlanmış parçanın dış kısmının kesitine ait SEM mikrografları; (a) genel kesit görüntüsü ve (b) bilyalı dövme işlemi sonrası oluşmuş çatlaklar.



(a) (b) (c)

Şekil 8. Hasarlanmış parçanın kesitine ait SEM mikrografları; (a) dış, (b) orta ve (c) iç kısım.

4. TARTIŞMA

Çalışma kapsamında, 125000 çevrim sonrası hasarlanmış boru denge çubuğunun fraktografik ve mikroyapısal incelemeler eşliğinde hasar analizi yapılmıştır. Fraktografik etüdler, çubuğun dış kısmından iç kısmına doğru değişik kırılma morfolojilerinin sergilediğini göstermiştir. Yüzeyden içeri doğru yönlenmiş ve merkeze doğru birbiri ile bağlantılı hale gelmiş birçok çatlak tespit edilmiştir. Çatlak çekirdeklenmesi yüzeyden başlayıp içeri doğru kısmen yön değiştirerek ve dallanarak iç kısıma kadar ulaşmış ve kesitte kırılmaya neden olmuştur. Kesit boyunca kırılmada gözlenen morfolojik değişimler, çubuğun kesitinde mikroyapısal farklılaşmanın var olduğunu işaret etmiş olup, kesit boyunca yapılan mikroskobik incelemeler bu kanıyı doğrulamıştır. Dış kısımda tespit edilen kaba tane yapısı kondüksiyon ısıtmada aşırı östenitleştirmenin bir sonucu olarak oluşmuştur. Kaba taneli bir östenitten kaba latalı bir martenzitik dönüşüm gerçekleşmiş olup, çubuk matriksinden beklenen tasarı mikroyapısının değişmesine neden olmuştur. Çubuğun kesitinin orta bölgesinde beklenildiği üzere sık paketli ve oldukça ince bir dağılım gösteren martenzitik bir yapı baskı olsa da, iç kısımda aşırı ısınma nedenli dekarbürizasyon gözlenmiştir. Çoklu mikroskobik incelemeler dekarbürizasyon tabaka kalınlığının yaklaşık 26 µm'luk bir kalınlıkta olduğunu göstermiştir. Görüleceği üzere kesit boyunca çeliğin mikroyapısında önemli değişkenlikler söz konusudur.

Çalışma kapsamında, bir taraftan ısıl işlem prosedürünün bir sonucu olarak kesit boyunca farklı metalurjik yapıların var olması, diğer taraftan bilyalı dövme prosesinin yüzey ve yüzey altında kesite doğru yönlenmiş aşırı miktarda çatlak oluşturması malzemede düşük çevrimde kırılmanın gerçekleşmesi için kök nedenler olarak değerlendirilmiştir. Uzun ömürlü ve yüksek yorulma dayanımlı denge çubuklarının geliştirilmesine yönelik ısıl işlem ve bilyalı dövme işlem parametrelerinin optimize edilmesi bu çalışma çıktılarından da görüleceği üzere büyük öneme sahiptir.

KAYNAKLAR

[1] ÇELİKKOL, E., UÇAKKUŞ, Ö. E., DEMİR, İ. (2019) 'Bilyalı dövme süresinin boru denge çubuğunun yorulma ömrüne etkisi', *IRDITech Management'19*, Bildiler Kitabı, 391-403, İstanbul.

[2] UÇAKKUŞ, Ö. E, (2018)'Polimerli su ve yağ sertleştirme proseslerinde meydana gelen çarpılmaların boru denge çubuğu yorulma ömrüne etkisi', Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Kocaeli, 2018.

[3] BAYRAKCEKEN, H., TASGETİREN, S., ASLANTAS, K. (2006) 'Fracture of an automobile anti-roll bar', *Engineering Failure Analysis*, Vol. 13, pp. 732-738.

[4] SAYILGAN, N. (2015) 'Ağır ticari araçların havalı süspansiyon sisteminde kullanılan boru denge çubuğu tasarımı', Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

[5] CERIT, M., NART, E., GENEL, K. (2010) 'Investigation into effect of rubber bushing on stress distribution and fatigue behaviour of anti-roll bar', *Engineering Failure Analysis*, Vol. 17, pp. 1019-1027.

[6] TAŞATAR, C. (2006) 'Viraj denge çubuğunun yapısal analizi', Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.

[7] GÖRÜRGÖZ, M. (2015) 'Ağır ticari araç kabin denge çubuğu için malzeme seçimi analizi', Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

[8] ÇELİK, D. (2018) 'SAE 4340 çeliğinde ısıl işlem parametrelerinin yorulma ve mikro yapı üzerine etkisi', Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.

[9] ZÁVODSKÁ, D., GUAGLIANO, M., BOKŮVKA, O., TRŠKO, L. (2016) 'Fatigue resistance of low alloy steel after shot peening', *Materials Today: Proceedings*, Vol. 3, pp. 1220-1225.

[10] SANJURJO, P., RODRIGUEZ, C., PARIENTE, I.F., BELZUNCE, F.J., CANTELI, A.F. (2010) 'The influence of shot peening on the fatigue behavior of duplex stainless steels', Procedia Engineering, Vol. 2, pp. 1539-1546.

[11] FRAGOUDAKIS, R., KARDITSAS, S., SAVAIDIS, G., MICHAILIDIS, N. (2014) 'The effect of heat and surface treatment on the fatigue behavior of 56SiCr7 spring steel', *Procedia Engineering*, Vol. 74, pp. 309-312.

[12] MALEKI, E., UNAL, O. (2018) 'Roles of surface coverage increase and re-peening on properties of AISI 1045 carbon steel in conventional and severe shot peening processes', *Surfaces and Interfaces*, Vol. 11, pp. 82-90.

[13] VIELMA, A.T., LLANEZA V., BELZUNCE, F.J. (2014) 'Shot peening intensity optimization to increase the fatigue life of a quenched and tempered structural steel', *Procedia Engineering*, Vol. 74, pp. 273-278.

TOZ METALURJİSİ İLE Ni-Cr-Si-Fe-B-C TOZLARININ Ti6AL4V ALAŞIMI ÜZERİNE KAPLANMASI

Onur Muratal[1], Can Duran[1], Osman Çavuşoğlu[1], Fuad Khoshnaw[2], Rıdvan Yamanoğlu[1*]
[1]Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, 41001, Türkiye
[2]De Montfort University, School of Engineering and Sustainable Development, Leicester, United Kingdom
ryamanoglu@kocaeli.edu.tr

Özet
Üstün mekanik özellikleri ve korozyon direncine rağmen Ti6Al4V alaşımının aşınma özelliklerin zayıf olması birçok uygulamada kullanımını sınırlamaktadır. Bu çalışmada yüksek sertliğe sahip nikel alaşım tozları Ti6Al4V alaşımı üzerine 10^{-4} mbar vakum altında kaplanmıştır. Kaplama işlemi ile tozların yoğunlaştırma işlemi eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. 100 ºC/dak ısıtma hızı ile 950 ºC' ye ulaşılmış, 30 dakika boyunca tozlar 50 MPa basınç uygulanarak sinterlenmiştir. İşlem sonrasında ilk olarak yoğunluklar ölçülmüş, ardından numuneler metalografik olarak hazırlanarak kaplama ile altlık arasındaki ara yüzey optik ve taramalı elektron mikroskop kullanılarak incelenmiştir. Numunelere mekanik özelliklerinin belirlenmesi için Vickers mikrosertlik testi ve oda sıcaklığında kuru sürtünme aşınma testleri uygulanmıştır. Yapılan nikel kaplama ile üretilen malzemenin sertliği artmış ve aşınma özelliklerinde önemli gelişme elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ti6Al4V, NiCrSiFeBC, Toz Metalurjisi, Sıcak Pres, Kaplama

COATING OF Ni-Cr-Si-Fe-B-C POWDERS ON Ti6AL4V ALLOY BY POWDER METALLURGY

Abstract
Despite its good mechanical properties and high corrosion resistance, the use of Ti6AI4V alloy is limited due to its low wear resistance. In this study, the Ti6Al4V alloy was coated with nickel alloy powder, consisting elements Ni-Cr-Si-Fe-B-C, under 10^{-4} mbar pressure. All powders, with identified thicknesses for each layer, were sintered at 950 °C - heating rate 100 ºC/min - under 50 MPa for 30 minutes. The nickel-based alloy layer was started to integrate with the substrate during the coating process. The density of the hot-pressed coated samples was measured, then they were prepared for metallographically investigations to examine the interface between the layers using optical and scanning electron microscopy. Vickers hardness and dry sliding wear tests were used at room temperature to find out the mechanical behavior of the coated alloy. The results showed that hardness and wear resistance of the coated samples with nickel-based alloy powders were increased and noticeable improved.

Keywords: Ti6Al4V, Nickel-Based Alloy Powders, Powder Metallurgy, Hot Press, Coating

1. GİRİŞ
Titanyum ve alaşımları yüksek spesifik mukavemet ve korozyon direnci sayesinde havacılık, otomotiv, petrokimya ve denizcilik gibi alanlarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Üstün özelliklerinin yanında zayıf aşınma özellikleri, titanyum ve alaşımlarının birçok uygulamada kullanımını kısıtlamaktadır (Yang ve ark., 2010). Zayıf aşınma direncinin başlıca nedeni, sürtünme sırasında sıcaklığında etkisiyle oluşan oksit tabakasıdır. Oluşan bu oksit tabakası sürtünme sırasında kolayca yüzeyden uzaklaşır ve malzeme hasarı gerçekleşir. İlave olarak, titanyumun düşük plastik deformasyon kabiliyeti, aşınmanın kütlesel olarak gerçekleşmesine sebep olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı sürtünmeli ortamlarda titanyum alaşımlarının tribolojik özelliklerini iyileştirmek için çeşitli kaplamalar yapılmaktadır (Qu ve ark., 2005).

Mühendislik uygulamalarının birçoğunda malzemeler birbirleri ile temas halinde çalışırlar (Kumar ve ark., 2011). Titanyum alaşımları da bu açıdan üzerinde endüstride sık sık çeşitli tribolojik süreçlere

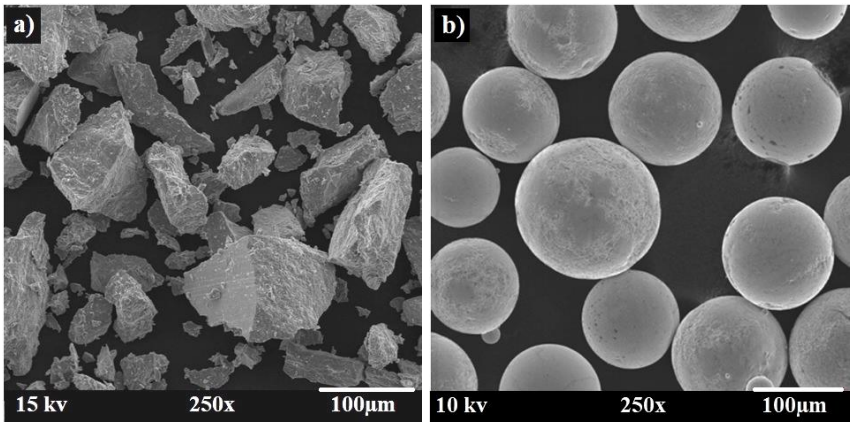
maruz kalmakta ve farklı aşınma mekanizmaları üzerinden hasara uğramaktadırlar. Bu hasarın en aza indirilmesi için titanyum alaşımların aşınmaya karşı dirençlerinin arttırılmasına yönelik birçok kaplama tekniği uygulanmaktadır (Lin ve ark., 2012). İnce film kaplamalar (kimyasal buhar biriktirme (PVD), kimyasal buhar biriktirme (CVD), elektrokimyasal kaplamalar vb.) sürtünme sırasında gerçekleşen oksidasyonun kontrol altına alınmasını sağlarlar ve bu sayede malzemenin tribolojik performansının geliştirilmesine katkıda bulunurlar. Özellikle PVD ve CVD teknikleri ile literatürde birçok çalışma mevcuttur. R. Sitek ve ark. yaptıkları çalışmada Ti6Al4V alaşımını CVD yöntemi kullanarak TiAl intermetalikleri ile kaplamışlardır ve aşınmaya karşı olumlu sonuçlar elde etmişlerdir (Sitek ve ark., 2013).

İnce film kaplamalar sayesinde her ne kadar sürtünmeye karşı olumlu bir gelişme elde edilebilse de özellikle yüke maruz kalınan uygulamalarda yetersiz kalmaktadırlar. Bu nedenle yük altında çalışan sistemler için daha kalın kaplama sunan teknikler üzerinde yoğunlaşılmıştır (Holberg ve Matthews, 2005). Kaplama kalınlığı üzerinden malzemelerin birçok özellikleri kontrol altında tutulabilmektedir (Wanstrand ve ark., 2000). L. Cechini ve ark. yaptıkları çalışmada Ti6Al4V alaşımını PVD yöntemi kullanarak sert TiN ve TiAl ile kaplamışlardır. Kuru aşınma ortamında düşük yüklenmelerde olumlu sonuçlar alınmış olsa da artan yüklenme koşulları ile özelliklerde zayıflamalar görülmüştür (Ceschini ve ark., 2008).

Standart üretim yöntemleri bazı sınırlamaları beraberinde getirmektedir. Küçük ve karmaşık parçaların doğrudan döküm yöntemleri ile üretilip kaplanmaları imkansız hale gelebilmektedir. Toz metalurjik yöntemler ile üretilen parçalar; nispeten düşük işlem sıcaklıkları, nihai şekle yakın yüksek yoğunlukta parça üretimi ve daha az malzeme kaybı gibi avantajlar ortaya koymaktadır (Yamanoğlu, 2015). Artan malzeme yoğunluğu nihai ürünün tüm mekanik özelliklerini geliştirmektedir (Yamanoğlu ve ark, 2014). Yüksek yoğunluk istenen uygulamalar söz konusu olduğunda basınç ile sıcaklığın eş zamanlı uygulandığı toz metalurjik prosesler tercih edilmektedir (Yamanoğlu ve ark., 2018). Bu tür bir proses üzerinden ince film tekniklerinin aksine kullanılan tozların boyutu üzerinden elde edilebilecek farklı kaplama kalınlıkları sayesinde aşınma özelliklerinin yük altındaki uygulamalarda da geliştirilmesine katkı veren çalışmalar yapılmıştır (Yamanoğlu, 2016). Bu çalışma Ti6Al4V alaşımın üzerine kalın bir katman olacak şekilde sıcak pres tekniği ile sert nikel alaşım tozları (NiCrSiFeBC) eş zamanlı kaplanarak, sertliğin ve aşınma özelliklerinin geliştirilmesi sağlanmıştır.

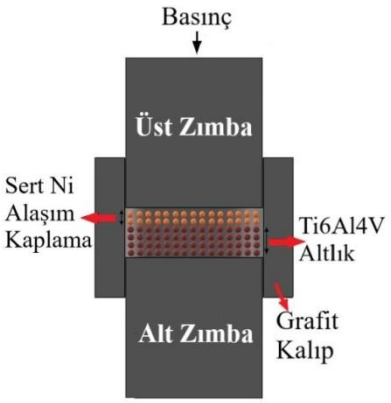
2. MALZEME VE METOD

Bu çalışmada Ti6Al4V alaşımı tozlarının oluşturduğu altlık malzeme yine toz halde bulunan sert nikel alaşımı ile kaplanmıştır. Altlık malzemesi olarak ticari saflıkta HDH (Hyride-Dehydride) Ti6Al4V alaşım tozları (Al: 6.2, V: 4.14, Si:0.02, Fe:0.14, kalan Ti (ağ.%)), kaplama malzemesi olarak ise sert nikel alaşım tozları (Cr:15.5, B:2.9, Si:4.3, Fe:4.2, C:0.7, kalan Ni (ağ.%)) seçilmiştir. Kaplama kalınlığı kullanılacak toz miktarı üzerinden yapılan hesaplamalar ile 1 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan tozların taramalı elektron mikroskobu ile çekilmiş görüntüleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma kapsamında kullanılan a)Ti6Al4V b) sert nikel alaşım tozlarının SEM görüntüleri

Görüntülerden de anlaşıldığı gibi kullanılan tozlar kendi içinde farklı boyut ve morfoloji sergilemektedir. Bu farklılıklar tozların üretim yöntemlerinden kaynaklanmaktadır. Şekil 1'a da Ti6Al4V tozlarının SEM görüntüsünden Ti6Al4V toz partiküllerinin keskin köşeli şekilli ve <150 µm olduğu görülmektedir. Şekil 2'de ise sert nikel alaşım tozları tipik gaz atomizasyon üretiminin ortaya koyduğu küresel morfolojiyi sergilemektedir (Yamanoğlu, 2014). Çalışma kapsamında tek eksenli sıcak pres tekniği kullanarak Ti6Al4V alaşımının üzerine sert nikel alaşım tozları kaplanmıştır. Kaplama işlemi sıcak preste sinterleme ile eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 2'de sıcak pres ile kaplama prosesinin şematik bir gösterimi verilmiştir. Nihai parça boyutları 20 mm çap ve 4 mm yükseklik olacak şekilde ayarlanmıştır. Kaplama işlemi 950°C'de 30 dakika boyunca eş zamanlı olarak 50 MPa basınç altında gerçekleştirilmiştir. Tüm kaplama prosesi oksitlenmenin önlenmesi amacı ile 10^{-4} mbar vakum atmosferinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Sıcak pres ile sinterleme ve eşzamanlı kaplama işleminin şematik gösterimi

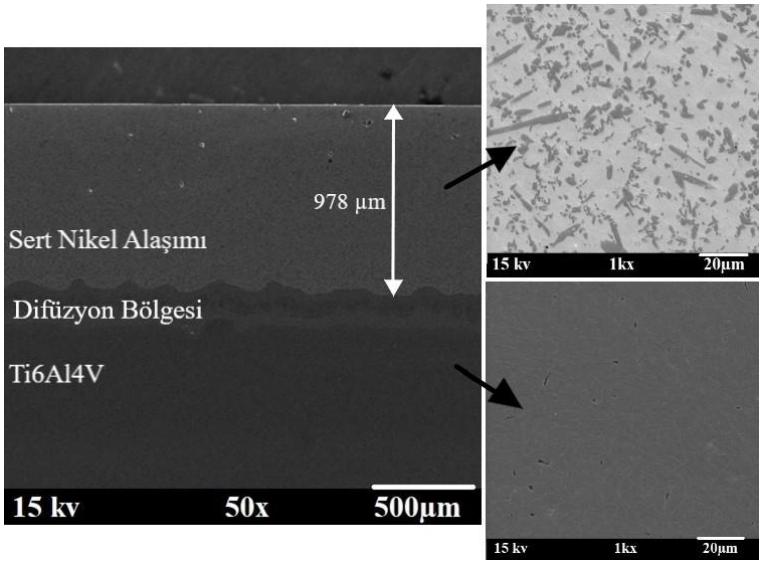
Ti6Al4V alaşımının üzerine eş zamanlı olarak sert nikel alaşımının kaplanmasının ardından elde edilen numunelerin nihai yoğunlukları Arşimed prensibi ile belirlenmiştir. Yoğunluk ölçümlerinin ardından tüm numuneler standart metalografik yöntemler ile hazırlanmış ve altlık ile kaplama ara yüzeyinin mikroyapısal karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir. Mikroyapı incelemeleri JOEL 6060 taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kaplama katmanının serlik üzerine etkisinin belirlenmesi amacı ile yüzeyden merkeze sertlik profili çıkarılmıştır. Her sertlik değeri, ölçülen 5 değerin ortalaması alınarak verilmiştir. Kaplama tabakasının tribolojik özelliklerinin belirlenmesi amacı ile oda sıcaklığında kuru sürtünme aşınma testleri yapılmıştır. Aşınma testleri ASTM G99-95 standartlarına uyguna olarak TURKYUS (POD/HT/WT) marka ball-on-disc tipi aşınma cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Aşınma testleri 300 metre kayma mesafesi boyunca 150 rpm devir sayısı olacak şekilde 20 N yük altında uygulanmıştır. Karşıt yüzey olarak seramik Si_3N_4 biyalar (çap 6 mm) kullanılmıştır. Numuneler aşınma testi öncesi ve sonrası tartılmış ağırlık kaybı üzerinden aşınma oranları hesaplanmıştır.

3. SONUÇ

Sinterlenen ve eş zamanlı olarak sert nikel tozları ile kaplanan Ti6Al4V alaşımının yoğunlukları Arşimed prensibi ile ölçülmüştür. Çalışma kapsamında üretilen numunelerde %96 üzerinde relatif yoğunluk elde edilmiştir.

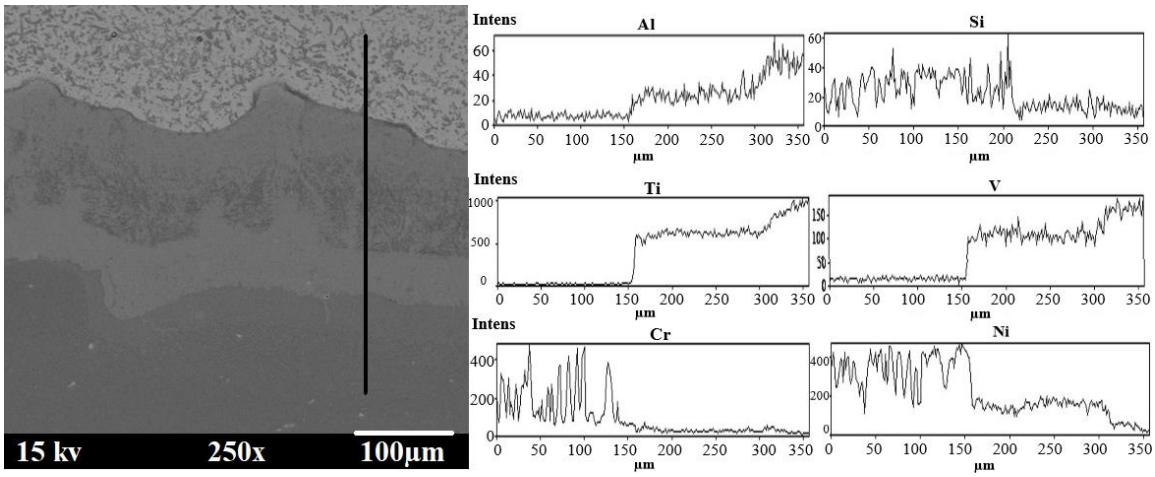
3.1 Mikroyapısal İncelemeler

Şekil 3'de sert nikel alaşımı ile kaplanan numunelerin enine kesitinin farklı büyütmelerde SEM görüntüleri verilmiştir. 950°C'de 30 dakika kaplama sonrası kaplama kalınlığının yaklaşık 1mm olduğu görülmektedir. Altlık malzemesi ile kaplama arasındaki daha koyu bölge difüzyon bölgesini oluşturmaktadır. Görüntüler incelendiğinde hem altlık hem de sert nikel kaplama tarafında mekanik özellikleri olumsuz etkileyecek kaba gözeneklere rastlanmamıştır.



Şekil 3. Altlık ve kaplama tabakasının SEM görüntüleri

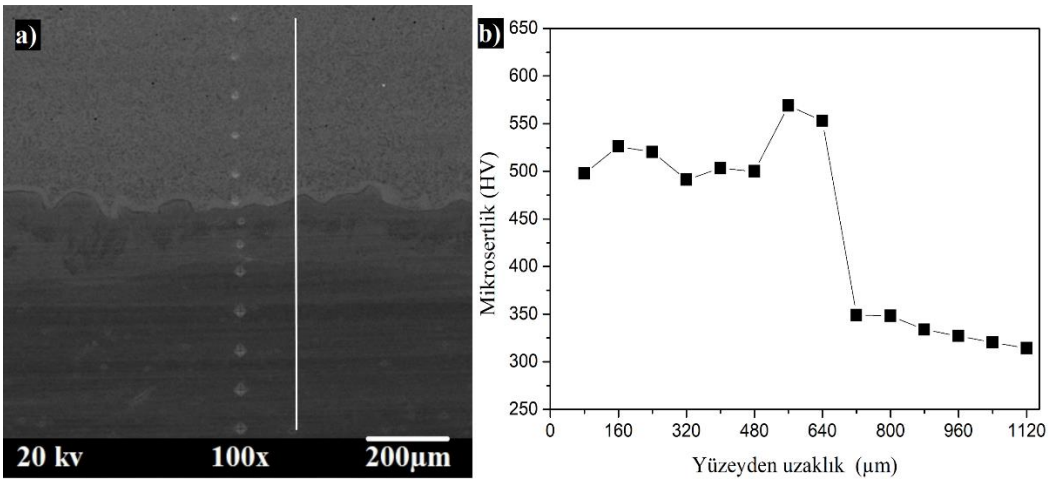
Ti6Al4V altlık ile sert nikel kaplama arasındaki arayüzey bölgesinin elementel dağılımı EDX çizgi analizi ile incelenmiştir. Şekil 4'te altlık malzemesinin, arayüzeyin ve kaplamanın SEM görüntüsü ve EDX çizgi analizleri verilmiştir. EDX analizleri incelendiğinde, kaplama katmanından altlık malzemesine doğru titanyum, alüminyum ve vanadyum içeriği artarken, kaplama katmanından arayüzeye nikel, krom ve silisyum içeriği azalmaktadır. Ti, Al ve V atomlarının altlık malzemesinden kaplama tabakasına ve Ni, Si ve Cr atomlarının arayüzeyden altlık malzemesine difüzyonu ara yüzeyde metalurjik bağlanmayı kanıtlamaktadır. (Yamanoğlu, 2016). Yapılan farklı çalışmalarda kaplama katmanından altlık malzemesine veya tersi yönde gerçekleşen atom hareketliliğinin değişmesi arayüzeyde iyi bir metalurjik bağlanmanın olduğunu ortaya koymaktadır (Serres ve ark., 2011).



Şekil 4. Altlık ve kaplama tabakasının SEM görüntüsü ve EDX çizgi analizi

3.2 Sertlik Sonuçları

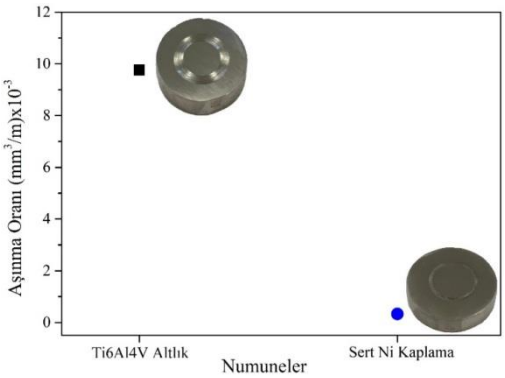
Sert nikel kaplama katmanından altlık malzemesine doğru mikrosertlik ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). Kaplama katmanı ve altlık malzemesinde farklı sertlik değerleri ölçülmüştür. Kaplama malzemesinin ortalama sertliği 525 HV iken, altlık malzemesinin 340 HV olarak ölçülmüştür. Ayrıca kaplama katmanının altlık malzemesi boyunca neredeyse tamamen yoğun bir yapı sergilemesi nedeniyle kaplama katmanı boyunca homojen bir sertlik dağılımı elde edilmiştir (Yamanoğlu, 2016). Arayüzeyde ise sertlik değerleri ortalama 575 HV olarak ölçülmüştür. Bu yüksek sertlik değerlerinin sebebi arayüzeyde oluşan farklı bileşimlere sahip intermetaliklerdir.



Şekil 5. Yüzeyden merkeze doğru sertlik profili, a) SEM görüntüsü b) sertlik profili

3.3 Aşınma Sonuçları

Ti6Al4V altlık malzemesi üzerine yapılan sert nikel kaplamanın aşınma davranışını belirlemek için kuru sürtünme aşınma testleri yapılmıştır. Aşınma testleri, 20 N yük altında gerçekleştirilmiştir. Şekil 6'da Altlık ve kaplamanın karşılaştırılmalı aşınma oranı sonuçları verilmiştir. Titanyum ve alaşımları daha önce bahsedildiği gibi her ne kadar yüksek spesifik mukavemete ve korozyon direncine sahip olsalar da aşınma koşullarında yüzeyde oluşan oksit tabakası hızla yüzeyden kalkarak hasara neden olmaktadır. Şekil 6 incelendiği zaman sert nikel kaplama ile Ti6Al4V altlık malzemesinin aşınma oranlarında ki büyük farklılık dikkat çekmektedir.



Şekil 6. Ti6Al4V ve sert nikel kaplamanın aşınma oranı grafiği ve makro görüntüleri

Sert nikel kaplama ile altlık malzemesinin aşınma direnci büyük ölçüde geliştirilmiştir. Çekilen makro görüntülerden de anlaşılacağı üzere Ti6Al4V numunelerde aşınma izleri oldukça derin ve geniştir. Buna karşın sert nikel kaplama tarafında sadece hafif aşınma çiziklerinin bulunduğu pürüzsüz ve düz aşınma izleri görülmektedir. Ayrıca ölçülen sertlik değerleri aşınma sonuçlarını destekler niteliktedir. R.L Sun ve arkadaşları yaptıkları çalışmada termal püskürtme yöntemi ile Ti6Al4V altlık malzemesi üzerine NiCrBSi tozlarını başarılı bir şekilde kaplamışlardır. Kaplama katmanından merkeze doğru ölçtükleri sertlik profili sonucu, sertliğin kaplama katmanında daha yüksek değerlerde ölçüldüğünü ve bu sebeple kaplama katmanın daha yüksek bir aşınma direnci ortaya koyduğunu bildirmişlerdir (Sun ve ark., 2000).

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada Ti6Al4V alaşımı üzerine sert nikel alaşım tozları sıcak pres tekniği ile başarılı bir şekilde kaplanmıştır. Kaplama sonrası malzemede önemli bir sertlik artışı elde edilmiştir. Kaplama katmanın ortalama sertliği 525 HV iken altlık malzemesinin sertliği ortalama 340 HV değerlerinde ölçülmüştür. Sert nikel alaşımı kaplı malzemeler daha yüksek bir aşınma direnci ortaya koymuştur. 20 N yük altında yapılan aşınma testleri sonrasında sert nikel alaşım kaplama sayesinde Ti6Al4V altlık

malzemesine göre 26 kat daha fazla aşınma direnci elde edilmiştir. Aşınma değerleri sertlik değerleri ile uyumlu bir sonuç ortaya koymuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (Proje No: 2018/158) desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

YANG, Y. (2010). Microstructure and wear properties of TiCN/Ti coatings on titanium alloy by laser cladding. *Optics and Lasers in Engineering*, *48*(1), 119-124.

QU, J. (2005). Friction and wear of titanium alloys sliding against metal, polymer, and ceramic counterfaces. *Wear*, *258*(9), 1348-1356.

KUMAR, S. (2011). Dry sliding wear behaviour of medium carbon steel against an alumina disk. *Wear*, *270*(5-6), 413-421.

LIN, J.. (2012). Microstructure and properties of nanostructured thick CrN coatings. *Materials Letters*, *89*, 55-58.

SITEK, R. (2013). Microstructure and properties of titanium aluminides on Ti6Al4V titanium alloy produced by chemical vapor deposition method. *Intermetallics*, *36*, 36-44.

HOMBERG, K. (2005). Tribology of Engineered Surfaces. In G. W. Stachowiak (Ed.), *Wear: Materials, Mechanisms and Practice*.123-155.

WÄNSTRAND, O. (2000). An experimental method for evaluation of the load-carrying capacity of coated aluminium: the influence of coating stiffness, hardness and thickness. *Surface and Coatings Technology*, *127*(2-3), 107-113.

CESCHINI, L. (2008). Comparison of dry sliding friction and wear of Ti6Al4V alloy treated by plasma electrolytic oxidation and PVD coating. *Wear*, *264*(1-2), 86-95.

YAMANOGLU, R. (2015). In situ aluminum alloy coating on magnesium by hot pressing. *Acta Metallurgica Sinica (English Letters)*, *28*(8), 1059-1064.

YAMANOGLU, R. (2014). Characterisation of nickel alloy powders processed by spark plasma sintering. *Powder Metallurgy*, *57*(5), 380-386.

YAMANOGLU, R. (2018). Spark plasma sintering versus hot pressing–densification, bending strength, microstructure, and tribological properties of Ti5Al2. 5Fe alloys. *Powder Metallurgy*, *61*(2), 178-186.

YAMANOGLU, R. (2016). Enhanced surface properties of iron by in situ hard nickel coating. *Materials Testing*, *58*(2), 151-154.

YAMANOGLU, R. (2014). Production and characterization of Al-xNi in situ composites using hot pressing. *Journal of Mining and Metallurgy B: Metallurgy*, *50*(1), 45-52.

SERRES, N. (2011). Microstructures of metallic NiCrBSi coatings manufactured via hybrid plasma spray and in situ laser remelting process. *Journal of thermal spray technology*, *20*(1-2), 336-343.

SUN, R. (2000). Microstructure and wear resistance of NiCrBSi laser clad layer on titanium alloy substrate. *Surface and coatings technology*, *132*(2-3), 251-255.

UZAY ELEKTRONİĞİNDE UYGULANAN GÜVENİLİRLİK MUAYENE VE TESTLERİ

Dr. Barış Çal
TÜBİTAK - Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü
baris.cal@tubitak.gov.tr

Özet
Havacılık, uzay ve askeri elektronik uygulamaları ticari elektronik uygulamalarından belirgin yönlerle ayrılırlar. Uzay araçları, fırlatma araçları ve uydular; fırlatmadan yörüngeye yerleştirmeye, hayat döngüsüne kadar yüksek sıcaklık değişimleri, irtifa, vakum, şok ve titreşim gibi çok ağır çevresel koşullar ve yüklere maruz kalır. Uzay araçları ve uydularda ürün ömrü genellikle 5 ile 15 yıl arası uzun süreler ile ifade edilir. Güvenilirlik, uzay çalışmalarının ayrılmaz ve en kritik basamaklarındandır. Güvenilirlik, en basit şekilde bir ürünün yada bileşenin istenen performansı beklenen sürede yerine getirebilme yeteneği olarak tanımlanabilir.

Uzay araçlarında kullanılan öğeler yada bileşenlerin (sistem, alt sistem, ekipman ve modüller) doğrulaması için çeşitli uluslararası standartlar mevcuttur. Bu standartlar yeterlilik, kabul ve ön uçuş aşamaları için farklı testleri yada aynı testi farklı aşama için farklı seviyelerde gerekli kılabilmektedir. Doğrulama işlemleri tahribatlı ve tahribatsız testlerin yanısıra muhtelif muayeneleri de içerir.

Uzay elektroniğinde uygulanan güvenilirlik muayene ve testleri; görsel, stereo mikroskop, X-ışını muayeneleri ve ısıl döngü, titreşim testleri gibi bazı ana test ve muayenelerin yanısıra müşteri tarafından talep edilen ve tanımlanan muayene ve testleri de içerebilir. Bu muyene ve testler sayesinde öğe yada bileşenin hata ve ömür tahminleri yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: uzay, elektronik, güvenilirlik, test, muayene

RELIABILITY INSPECTIONS AND TESTS APPLIED IN SPACE ELECTRONICS

Abstract
Aerospace, space and military electronic applications differs from commercial electronic applications in significant aspects. Spacecraft, launch vehicles and satellites; they are subjected to very harsh environmental conditions and loads such as high temperature changes, altitude, vacuum, shock and vibration from launching to orbiting and life cycle. Life of spacecraft and satellites are usually expressed as a long period from 5 to 15 years. Reliability is a major inseparable and critical steps of space studies. Reliability can simply be defined as the ability of a product or component to provide the desired performance within the expected time.

There are several international standards for the verification of elements or components (systems, subsystems, equipment and modules) used in space vehicles. These standards may require different tests for qualification, acceptance and pre-flight stages or require same test at different levels for different stages. Verification procedures include destructive and non-destructive tests as well as various inspections.

Reliability inspections and tests in space electronics are visual, stereo microscope, X-ray inspections and thermal cycling, vibration tests as main tests and inspections, as well as additional inspections and tests requested and defined by the customer. Failure and life predictions of elements or components can be made by the help of these inspections and tests.

Keywords: space, electronic, reliability, test, inspection

1. GİRİŞ

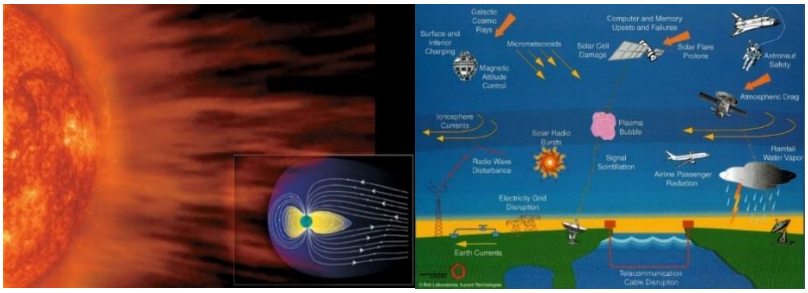
Uzay çalışmalarında çok kritik iki nokta vardır. Bunlar; i. Kullanılan malzemelerin uzayda vakum ve radyasyona maruz kaldıklarında gösterdikleri tepki, ii. Geri dönüşü olmayan bir süreç olduğundan

tasarımdan malzeme seçimine, üretime kadar geçen süreçte yüksek güvenilirlik düzeyinin yakalanması gereğidir.

Güvenilirlik; en basit şekilde bir ürünün yada bileşenin istenen performansı beklenen sürede yerine getirebilme yeteneği olarak tanımlanabilir. İkinci Dünya Savaşı'ndan önce kelime anlamı çoğunlukla Tekrar Edilebilirlik ile aynı anlamda kullanılmaktaydı. Güvenilirlik mühendisliğinin modern terimi 1940'lar esnasında Amerikan Ordusu'nun kullanımı ile beraber literatüre girdi ve şu anki halini aldı. Bu terim en başlarda belirli bir periyot içerisinde ve beklendiği şekilde çalışma (şu anda bu özellik için Sistem Hazır Olabilirliği terimi kullanılmaktadır) anlamı taşımaktaydı[1]. Güvenilirlik mühendisliğinin ortaya çıkmasında ve kabul görmesinde tarihçesinden anlaşılacağı üzere askeri uygulamaların etkisi çok büyüktür.

Uzay ortamı yüksek vakum, radyasyon ve sıcaklık farklılıkları gibi ağır çevresel koşullara sahiptir. Şekil 1.(a)'da görülen ve saniyede ~ 400 ile ~ 2,500 km hızla esen güneş rüzgarı aynı zamanda saniyede bir milyon ton madde taşımaktadır [2]. Uzay havasının, Dünya yüzeyinde ve uzayda yayılan sinyalleri uzay ortamına dağılmış teknik sistemler üzerindeki etkilerinden bazıları Şekil 1.(b) görülebilmektedir.

Bu ağır çevresel koşullara yaşam döngüsü boyunca maruz kalacak olan uzay araçları ve uydular için güvenilirlik en önemli kriterlerden bir tanesidir. Diğer altsistem ve ekipmanlarda bu ağır çevresel yüklerden etkilense de elektronik altsistem, ekipman ve modüller bu yüklere karşı çok daha hassas elemanlardır.



(a) (b)

Şekil 1. (a) Saniyede ~ 400 ila ~ 2,500 km hızla esen güneş rüzgarı, (b) Uzay havasının, Dünya yüzeyinde ve uzayda yayılan sinyalleri uzay ortamına dağılmış teknik sistemler üzerindeki etkilerinden bazıları [3]

Ürünlere uygulanan testlerin 2 temel amacı vardır. i. Maruz kalınması beklenen çevresel yükler simüle edilmeye çalışılır, test başında ve sonunda yapılan muayeneler ile çevresel yüklerden kaynaklı bir hasar, bozulma, değişim olup olmadığı kontrol edilir. ii. Maruz kalması beklenen çevresel yüklerin belirgin biçimde üzerinde yükler uygulanılarak ekipman yada modülün arızalanması yada performans kaybetmesini sağlamak amaçlanır, bunların sonucu olarakta zayıf noktalar, hata kök sebepleri ve tahmini ömür belirlenmeye çalışılır.

2. MATERYAL VE METOD

Uzay araçlarında kullanılan öğeler yada bileşenlerin (sistem, alt sistem, ekipman ve modüller) doğrulaması için çeşitli uluslararası standartlar mevcuttur. Bu standartlar yeterlilik, kabul ve ön uçuş aşamaları için farklı testleri gerekli kılmasının yanısıra aynı testi farklı aşamalar için farklı seviyelerde gerekli kılabilmektedir. Doğrulama işlemleri tahribatlı ve tahribatsız testleri ve muayeneleri içerir.

2.1. Uzay Araçları, Öğe ve Bileşen Testleri

Uzay araçlarında kullanılan öğeler yada bileşenler yeterlilik, kabul ve ön uçuş aşamaları için çeşitli testlere tabi tutulur. Bu testler uzay kesimi ekipman tipleri olan; i.elektronik, elektriksel ve RF ekipmanları, ii.anten, iii.batarya, iv.valf, v.sıvı yada itki ekipmanları, vi.basınçlı kap (tank), vii.motor, viii.ısıl ekipman, ix.optik ekipman, x.mekanizmalar, xi.güneş enerjisi ekipmanları, xii.güneş panelleri

için farklılıklar gösterir [4]. Bazı testler ilgili ekipman için gerekli olmayabilir, gerekli/zorunlu olabilir yada yapılıp yapılmayacağı müşteri kararına bağlı olabilir. Ayrıca aynı ekipmanın yeterlilik, kabul, ön uçuş aşamalarından hangisi için yapıldığına bağlı olarak testleri gerekli/zorunlu olabilir, olmayabilir yada yapılıp yapılmayacağı müşteri kararına bağlı olabilir.

Yer ve uzay segmenti öğe ve bileşenlerinin testleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır.

2.1.1. Genel testler

Genel testler 4 temel testten oluşmakta olup bunlar; işlevsel ve performans testleri, nem testi, ömür testi ve çalışma hazırlığı testidir. Bu testlerden işlevsel ve performans testleri elektronik ekipman ve modüllerde hem yeterlilik hemde uçuş aşamaları için zorunlu testlerdir. Çalışma hazırlığı testi yeterlilik ve kabul aşamaları için yapılıp yapılmayacağı müşteri kararına bağlı olan testtir. Diğer 2 test ise yeterlilik aşaması için yapılıp yapılmayacağı müşteri kararına bağlı olan kabul aşaması için gerekli olmayan testlerdir.

2.1.2. Mekanik testler

Mekanik testler 10 temel testten oluşmakta olup bunlar; fiziksel özelliklerin ölçümleri, ivmelenme testleri (statik yük testi, döndürme testi, değişken durum testi), rastgele titreşim testi, akustik testi, sinüs biçimli titreşim testi, şok testi, mikro titreşim testleri (çevresel etki ve duyarlılık) testleridir. Bu testlerden fiziksel özelliklerin ölçümleri ve rastgele titreşim testi elektronik ekipman ve modüllerde hem yeterlilik hemde uçuş aşamaları için zorunlu testlerdir. Sinüs biçimli titreşim testi ve şok testinde yeterlilik aşaması için zorunlu olan kabul aşaması için ise gerekli olmayan testlerdir. Akustik testi yeterlilik ve kabul aşamaları için gerekli olmayan testtir. Kalan testler ise yeterlilik aşaması için yapılıp yapılmayacağı müşteri kararına bağlı olan kabul aşaması için gerekli olmayan testlerdir.

2.1.3. Yapısal Bütünlük Testleri

Yapısal bütünlük testleri 5 temel testten oluşmakta olup bunlar; sızıntı (bazı kaynaklarda sızdırmazlık olarak geçmekte), ispat (proof) testi, basınç döngü testi, tasarım patlatma basıncı testi, patlatma testleridir. Bu testlerden elektronik ekipman ve modüllerde yeterlilik ve uçuş aşamaları için zorunlu olan yoktor. Sadece sızıntı testinde yeterlilik ve kabul aşamaları için yapılıp yapılmayacağı müşteri kararına bağlıdır. Kalan testler ise yeterlilik aşaması için yapılıp yapılmayacağı müşteri kararına bağlı olan kabul aşaması için gerekli olmayan testlerdir.

2.1.4. Isıl Testler

Isıl testler 2 temel testten oluşmakta olup bunlar; ısıl vakum ve ısıl ortam testleridir. Bu testlerden her ikiside elektronik ekipman ve modüllerde yeterlilik ve uçuş aşamaları için zorunlu olan testlerdir.

2.1.5. Elektriksel / RF Testleri

Elektriksel/RF testleri 6 temel testten oluşmakta olup bunlar; elektromanyetik uyumluluk (EMC) testi, manyetik test, elektrostatik deşarj/boşalım (ESD) testi, pasif çapraz bindirme (PIM) testi, doğrusal olmayan elektriksel atlama testi, elektrik ve ark deşarj/boşalım testleridir. Bu testlerden elektromanyetik uyumluluk ile elektrik ve ark deşarj/boşalım testleri elektronik ekipman ve modüllerde yeterlilik ve uçuş aşamaları için zorunlu olan testlerdir. Elektrostatik deşarj/boşalma testi yeterlilik aşaması için zorunlu iken kabul aşaması için gerekli olmayan testtir. Kalan testler ise yeterlilik ve kabul aşamaları için yapılıp yapılmayacağı müşteri kararına bağlı olan testlerdir.

2.1.6. Göreve Özgü Testler

Göreve özgü test; duyulabilir gürültü testidir ve elektronik ekipman ve modüllerde yeterlilik ve uçuş aşamaları için zorunlu olan testtir [4].

2.2. Uzay Elektroniğinde Uygulanan Test ve Muayene Yöntemleri

Uzay araçlarında kullanılan öğeler yada bileşenlerin; sistem, alt sistem ve ekipman seviyesi için ısıl vakum, elektriksel ark boşalım vs. zorunlu testler uygulanır iken elektronik kart doğrulama ve yeterlilik testleri farklılık göstermektedir. Elektronik kartlara özgü muayene ve testler sonucu

doğrulanan ve yeterliliği tespit edilen kartlar içinde kullanılacakları ekipman, altsistem ve sistemler ile uzay standartlarının zorunlu kıldığı Uzay Araçları, Öğe ve Bileşen Testlerine de tabi tutulacaktır.

Uzay elektroniği; uzay ortamında beklenen sürede beklenen performans düzeyinde çalışabilen elektronik devre ve devreyi oluşturan elemanlar şeklinde tanımlanabilir. Elektronik devreler; Şekil 2.de görüldüğü gibi (a) baskılı devre kartı (BDK), (b) elektronik devre elemanı yada bileşeni ve bu ikisini birleştirmekte kullanılan (c) lehimden oluşur. Hali ile testler ve muayeneler hem baskılı devre kartı, hem devre elemanı hemde devre elemanı döşenmiş elektronik devre üzerinde gerçekleştirilir. Modül yada ekipman güvenilirliği öncelikli isterlerden olduğu için elektronik devrenin muayene ve testleri ön plandadır.

Muayene yöntemleri tahribatlı ve tahribatsız yöntemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Tahribatsız yöntemlere görsel ve X-ışını mayeneleri örnek verilebilirken tahribatlı yöntemlere mikro kesit ve boya nüfuz muayeneleri örnek verilebilir. Tahribatlı muayene yöntemlerinin son ürünün kalite doğrulaması için değilde ancak işlem yada sürecin yeterliliğini belirlemede kullanılabilir olduğu aşikardır [5].

Baskılı devre kartları; görsel muayeneden, ısıl ve mekanik testlere, sonlandırma işlemlerinden lehimlenebilirliğe onlarca test ve muayeneden geçirilebilir[6] ancak bunların çoğunluğu kart tasarım ve üretimi ile ilgili testler olduğundan üreticilerden yapılması beklenecek yada talep edilecek test ve muayenelerdir. Elektronik devre elamanı yada bileşeni içinde benzer bir durum geçerlidir. Uzay çalışmalarındaki yüksek güvenilirlik ihtiyacı dolayısı ile kullanılan devre elemanları çoğunlukla tarihçeye sahip, bilinen uzay enstitüleri ve kurumlarınca onaylanmış devre elemanlarından seçilmektedir. Kritik olan nokta, belirli bir geçmişe ve güvenilirliğe sahip kart ile devre elemanlarının yine güvenilir biçimde bireleştirilmesi yani lehimlenmesi ve giriş kalite muayenesinden montajı tamamlanmış kartların test ve muayenelerine kadar bir dizi işlem ile bu sürecin doğrulanmasıdır.



(a) (b) (c)

Şekil 2. (a) Boş baskılı devre kartı, (b) elektronik devre elemanı/bileşeni, (c) lehimleme işlemi

Uzay elektroniğinde uygulanan güvenilirlik muayene ve testleri; görsel, stereo mikroskop, X-ışını muayeneleri ve ısıl döngü, titreşim testleri gibi bazı ana test ve muayenelerin yanısıra müşteri tarafından talep edilen ve tanımlanan muayene ve testleri de içerebilir. Bu muayene ve testler sayesinde öğe yada bileşenin hata ve ömür tahminleri de yapılabilmekle birlikte uydulardan haliyle uydularda kullanılan elektronik devrelerden beklenen beklenen ömür 5 ile 15 yıl arası uzun kabul edilen bir süre olduğundan hata analizleri ve ömür tahminleri ancak Hızlandırılmış Testler çoğunlukla da Yüksel Derecede Hızlandırılmış Ömür Testleri (HALT) ile mümkündür.

2.2.1. Görsel Muayene

Lehimlenen ve montajı yapılan her bileşen görsel muayeneye tabi tutulmalıdır[7]. Görsel muayeneler çıplak gözle (Şekil 3.(a)) ve mikroskop yada benzeri görüntü büyütme yeteneğine sahip ekipmanlar (Şekil 3.(b)) ile gerçekleştirlmekte olup çıplak göz ile ancak fiziksel karakteristik, belirgin hata ve anormallikler tespit edilmektedir. Standart ve dokümanların pek çoğu görsel muayenenin, bağlantı noktasına bağlı olarak 4X ile 10X büyütme yapabilen mikroskop yada benzeri ekipmanlarla yapılmasını ancak bunun yanısıra şüpheli anormallikler ve kusurların çözümlemesinde daha yüksek büyütmelerinde kullanılmasını zorunlu tutar yada tavsiye eder.

NASA-STD-8739-2 standardı 8.8 numaralı maddesine göre elektronik bileşenlerin lehimleme öncesinde yerleşim ve hizalama muayenelerinin 4X ile 10X büyütme ile yapılması gerekirken,

standardın 12 numaralı maddesine göre de lehim bağlantılarının bası yada yüzey genişliklerine göre 4X ile 45X arasında büyütme yapılarak muayene edilmesi gerekmektedir[8].



(a) (b)

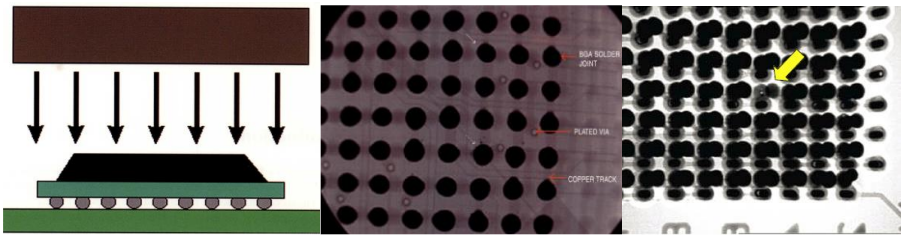
Şekil 3. (a) Çıplak gözle görsel elektronik devre muayenesi, (b) mikroskop ve büyüteç ile BDK muayenesi

2.2.2. X-Işın Muayenesi

X-ışın muayenesi; genel anlamda saklı kalmış yada saklanmış hedef bir cisim yada ürünün şekil yada biçimlerini görüntülemek amacı ile kullanılan bir teknolojidir. Temel olarak X-ışın kaynağı ile yansıyan ve iletilen ışınları algılayan dedektörden oluşan bir düzenektir (Şekil 4.(a)).

Elektronikte ise BGA gibi görsel muayenesi zor olan alan dizinli yapıların lehim bağlantılarının muayenesinde en işe yarayan tahribatsız muayene yöntemi X-ışını yöntemidir. X-ışını yöntemi 2 ana gruba ayrılabilir, bunlar; aktarım ve kesitalan (laminografi) X-ışını tekniklerdir.

Şekil 4.(b) ve (c) de görülen eksik lehim topları ve kolonları, lehimlenmemiş lehim topları yada elektronik köprüler X-ışını yöntemi ile kolaylıkla tespit edilebilir. Bunun yanısıra lehim pastasındaki yetersiz yeniden akışın ve açık bağlantıların tespiti daha zor olmakla birlikte farklı açılardan yapılan X-ışın muayenesi bunun mümkün kılmaktadır [5]. Bunlar dışında BDK iç yapısı, bakır kaplı delikler, lehim içi boşluklar, ergimemiş toplar ve lehim bağlantı noktalarındaki diğer anormalliklerde X-ışını muayene yöntemi ile tespit edilebilen kusurlardır.



Şekil 4. (a) X-ışını muayene sisteminin basitleştirilmiş gösterimi[9], (b) lehimlenmiş BGA'in X-ışını görüntüsü[9], (c) lehimlenmiş kolon ızgara dizini (CGA) X-ışını muayenesinde tespit edilen eksik kolon [5]

2.2.3. Temizlilik Testi

Elektronik kartlarda temizlilik; döşenmiş ve döşenmemiş BDKların temizlenmesindeki birincil amaç lehimle esnasında kullanılan reçine ve lehim pastası atıkları ile taşıma ve nakliye esnasında oluşabilen kalıntı ve atıkların uzaklaştırılmasıdır. Elektronik alanı için temizlilik özellikle döşenmiş BDKların orta ve uzun vade için kart performansını, ömrünü yada kalitesini doğrudan etkileyebilen bir etkendir. Amaca yönelik farklı temizlilik test yöntemleri olmasına karşın uzay çalışmaları için tavsiye edilen 2 yöntem vardır. Bunlar; a. Test çözeltisinin elektriksel iletkenliği, b. Sodyum kolrür (NaCl) tuzu eşdeğer iyonik kirlilik testidir.

Yapılan yıkama yada temizlik yönteminin BDK ve komponentlerde ne kadar etkili olduğu sodyumklorür (NaCl) eşedeğer iyonik kirlilik testi ile test edilmelidir. Bu yöntem ile test yapabilmek için %75 izopropil alkol ile %25 deiyonize su kullanılmalıdır. Bu karışım bulunan test cihazı haznesinde test edilecek kart cihaz üreticisinin belirlediği sıcaklıkta ve sürede daldırılmış halde tutulur. Test öncesi karışımın elektriksel direnci asgari $20x10^6\Omega cm$ olmalıdır. Test sonrasında, test edilen

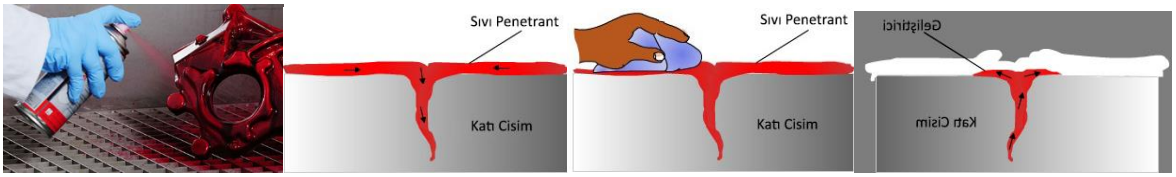
kartın temiz olduğunun söylenebilmesi için cihaz haznesinde kalan karışımın iyonik eşlenik değeri BDK'nın yüzey alanında 1,56 µg/cm^2'den az olmalıdır[7].

2.2.4. Kesit Alan / Mikrokesit Muayenesi

Elektronik kartların doğrulaması amacı ile gerçekleştirilen kesit alan/mikrokesit muayenesi bir tahribatlı muayene yöntemidir. Kesit alan muayenesinde; BDKların belirlenmiş bölgelerinden kesilerek alınan numuneler, lamine edilmiş yapıyı ve delik içi kaplama, lehim bağlantıları, lehim köprüleri vs. kaplanmış yapının kalitesini değerlendirmek amacı ile kullanılır. Kaplama yapılmış yapılar; uygulanabilir yada istenen performans gereklerine uygunluğu belirlemek amacı numune hazırlanıp muayene edilmek suretiyle değerlendirilebilir[10].

2.2.5. Boya Nüfuz (Dye Penetrant) Muayenesi

Boya nüfuz muayenesi Şekil 5.de görüldüğü gibi farklı aşamalar içermektedir ki bunlar;.yüzey hazırlığı, penetrant/boya uygulaması, penetrant/boya bekleme süresi, aşırı penetrantın/boyanın temizlenmesi, geliştirici (developer) uygulaması, belirtileri geliştirme, muayene ve yüzey temizleme aşamalarıdır.



Şekil 5. Boya nüfuz muayenesinin muayene öncesi hazırlanma aşamaları

2.2.6. Isıl Döngü Testi

Isıl döngü testinin amacı BDK, elektronik bileşen ve lehim bağlantılarının çok yüksek ve düşük sıcaklıklara dayanma yeteneğini belirlemenin yanısıra aynı zamanda uç sıcaklık döngülerine de dayanma yeteneklerini de görmektir. Isıl döngü ile oluşan mekanik gerilmelerin sonucunda test edilen üründe oluşan kalıcı fiziksel değişiklikler ürünün orta ve uzun dönem güvenilirliğini etkilemektedir. BDK hammadesi, lehim ve elektronik bileşen malzemelerinin ısıl uyumsuzluğu lehim bağlantı çatlakları, bileşen bacaklarında hasar gibi hasar ve arızalara neden olabilir. Özellikle ısıl genleşme katsayısı 4-8ppm/^{o}C gibi düşük değerlerde olan seramik kapasitörler yada sızdırmaz seramik paketlerin 15-18ppm/^{o}C olan BDK'lara [11] montajı ve bu bağlantıyı sağlayacak lehim alaşımının seçimi çok önemlidir. Ayrıca tasarım aşamasında elektronik devreyi oluşturan bileşenlerin yaşam döngüsü boyunca karşılacağı yükler göz önüne alınarak ısıl döngü test aralığı ve döngü sayısı doğru belirlenmelidir.

2.2.7. Titreşim Testi

Titreşim testinin amacı BDK, elektronik bileşen ve lehim bağlantılarına belirlenmiş frekans aralıklarındaki titreşimlerin etkisini değerlendirmektir. Ürünler, belirlenmiş test koşulları doğrultusunda süre, frekans aralığı, dalga şekli ve genliği gibi kriterlerde test edilir.

2.3. Güvenilirlik ve Uzay Elektroniğinde Uygulanan Güvenilirlik Test ve Mauyene Yöntemleri

2.3.1. Güvenilirlik

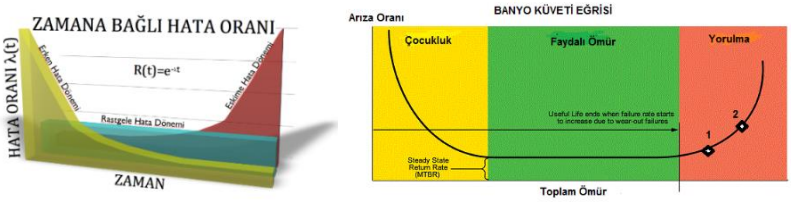
Güvenilirliğin en yalın tanımı bir ürünün zaman içindeki performansıdır. Güvenilirlik; bir sistemin belirlenen koşullar altında belirli bir zaman periyodu içinde istenilen fonksiyonları gerçekleyecek şekilde çalışma olasılığıdır. Güvenilirlik analizi; ürünün tüm ömür süreci göz önünde bulundurularak yapılan performans değerlendirmesi olarak tanımlanır.

Güvenilirlik, ürünün tasarımdan bakım, test ve destek süreçleri de dahil olmak üzere tüm ömür süreci içinde değerlendirilmesi ile sağlanır. Sistem mimarisinden, kullanılan materyallere, işlemlere ve parçalara kadar yapılan seçimlerin analiz ve testinin yapılması güvenilirlik açısından önem taşımaktadır.

Hata; bir sistemin istenen fonksiyonunu yerine getirememesi durumudur. Güvenilirlik için en belirleyici kriter, ürünün ne sıklıkla hata verdiğidir[12]. Ürün güvenilirliği tamir edilebilir ürünler için "hatalar arasındaki ortalama zaman (MTBF)" ve tamiri mümkün olmayan ürünler için "hata için ortalama süre (MTTF)" değerleri ile hesaplanabilir[13].

Güvenilirlik değerlendirmesi; sıcaklık, titreşim, gerilim (stress) ve hızlandırılmış ömür analizleri vasıtası ile yapılmaktadır. Sistemin üretiminden taşınmasına oradanda kullanım ömrü sonuna kadar bir gerilim hesaplanması yapılır. Bu gerilim koşullarında ürünün ömrü hesaplanır. MTBF veya MTTF gibi hata zaman parametreleri belirlenir. Hızlandırma faktörleri, güvenilirlik değerlendirmesinin belirleyici unsurlarıdır.

Yapılan analizler ve ömür tahminleri sonrasında elde edilen veriler doğrultusunda ürünün ömrü "Banyo küveti eğrisi (Bathtub Curve)" olarak adlandırılan bir eğri ile karakterize edilmektedir (Şekil 6.). Bu eğri zamana bağlı hata oranını göstermek için kullanılan en yaygın yöntemdir[14]. Banyo Küveti eğrisi 3 peryottan oluşur; bunlardan ilki düşen hata oranına sahip "Erken Hata Dönemi/Çocukluk" evresi, ikincisi düşük ve aşağı yukarı sabit hata oranına sahip "Rastgele Hata/Faydalı Ömür" evresi ve son olarakta yükselen hata oranına sahip "Eskime Hata Dönemi/ Yorulma" evresidir.



Şekil 6. Banyo küveti eğrisi (Bathtub curve)

2.3.2. Elektronik Kartlarda Güvenilirlik

Elektronik kartlar kullanım ömür süreci içerisinde çeşitli yıpratıcı etkilere maruz kalmaktadır. Bunlardan en yaygın ve etkin olan bazılar; sıcaklık ve nem değişimleri, titreşim ve çarpma, açma/kapama ani voltaj değişimleri, basınç değişimleri, solar, kozmik radyasyon, kimyasallardır.
Elektronik kartların güvenilirliğinde önemli noktalardan bir tanesi lehimleme sürecinin güvenilirliğidir. Lehim bağlantıları genellikle, kullanım sürecindeki yıpratıcı streslerin etkilediği ve kart arızasına neden olan ilk hata bölgeleridir. Basit bir süreç gibi gözükse de lehimleme işlemi, orta ve uzun vadede kart işlevselliğini etkileyen çok önemli bir süreçtir. Lehimleme süreci oluşturulurken, lehim bağlantı güvenilirliğini etkileyebilecek bütün kriter ve aşamalar göz önüne alınmalıdır ki bunlar; kart tasarımı, elektronik bileşen seçimi, lehim türü seçimi, lehimleme yöntemi ve ekipman-cihazları, temizlik, tamir/onarımdır[15].

2.3.3. Lehim Güvenilirlik Testleri ve Muayeneleri

Lehim güvenilirlik testleri, elektronik kartın kullanım ömrü süresince tabi kalacağı ortam koşullarına uygunluğu ve dayanıklılığını saptama testleridir. Bu testleri 2 ana başlıkta toplayabiliriz; hızlandırılmış testler ve çevresel testler. Çevresel testler ürünü doğrulama ve kabul amacı ile ürünün yaşam döngüsünde maruz kalacağı yüklerde ve gerilimlerde yapılır. Uzay elektroniğinde güvenilirlik analizi için gerekli verilerin elde edilebileceği testler ise hızlandırılmış testlerdir ki bunlarda temelde ısıl döngü ve titreşim testleridir.

2.3.3.1. Hızlandırılmış Testler

Ürünün gerçek kullanım ömrü boyunca ortaya çıkarabileği hata mekanizması ve türlerini kısa bir sürede göstermesi amacını taşır. Ürünün daha kısa sürede arızalanmasını sağlamak için laboratuvar şartlarında temsili bir ortamda ancak ürünün hayat döngüsü boyunca maruz kalacağından çok daha ağır yüklerde yapılan testlerdir. Hızlandırılmış testte ürün, normal kullanım şartlarında arızalandığı zayıf noktadan ancak çok daha kısa sürede arızalanmalıdır. Hata sonuçları ürün tasarımı ve geliştirmesi işlemleri ile güvenilirlik değerlendirmeleri açısından önemlidir.

Bu tür testlerde amaç; hata türünü keşfetmek (yanlış, hatalı gitmesi muhtemeli gözlemlemek) ve normal şartlardaki çalışma ömrünü tahmin etmektir. Hızlandırılmış testler güvenilirlik bilgisi ve seviyesini elde etme maliyet ve süresini ciddi biçimde azaltmaktadır. Hızlandırılmış testler ürüne nicel ve nitel olarak uygulanabilir.

Nitel Testler: Tasarım aşamasında uygulanır. Yaşam döngüsündeki yüklerden çok daha yüksek yükler uygulanır. Eğer kuvvetler yanlış hesaplanır ise ürün gerçek hayat döngüsündeki hata/arıza kök nedeni dışında bir nedenden arızalanabilir ve yanıltıcı bir güvenilirlik ve ömür tahminine neden olabilir.
Nicel Testler: Kullanım yerine hata oranı, ortalama ömür, tahmini geri dönüş ve garanti maliyetinin hesaplanmasını kapsayan güvenilirlik bilgilerini sağlar. Artan yük yada kullanım oranı olarak uygulanır. Bir ürün grubunun yaşam döngüsü grafiksel olarak çoğunlukla Banyo Küveti eğrisi ile ifade edilir.

Normal kullanım koşullarında hiçbir zaman gerçekleşmeyecek hata türlerinin ortaya çıkmaması için uygulanacak yük yada gerilim seviyeleri çok özel durumlar dışında tasarım aralığı içindedir[16].

2.3.3.1.1. Yüksek Derecede Hızlandırılmış Ömür Testi

Yüksek Derecede Hızlandırılmış Ömür Testi (HALT) ürün güvenilirliğini arttırma amaçlı bir gerilim test metodolojisidir. Bir HALT prosedüründe; ürünün yaşam döngüsü sırasında beklenenden çok daha yüksek seviyeye ulaşan çevresel gerilimler/yükler uygulanır. HALT'de kullanılan gerilimler tipik olarak sıcak ve soğuk sıcaklıklar, sıcaklık döngüleri, rasgele titreşim, güç sınırlaması ve güç çevrimidir. Test edilen ürün test sırasında çalışır durumda olmalı ve arızalar için sürekli izlenmelidir. Yüksek gerilim kaynaklı arızalar ortaya çıktıkça, arızanın nedeni belirlenmeli ve eğer mümkünse diğer zafiyetlerin bulunması için ürün tamir edilip teste devam edilmelidir.

HALT çıktıları ile şunlar elde edilecektir; i.Ürün, deneme testine tabi tutulmadan önceki çoklu hata türü, ii.Ürünün çalışma sınırları, bunlar tasarımcının yada üreticinin belirlediği sınırlar ile kıyaslanabilir, iii.Ürünün tahribat sınırları (ürün işlevselliğini kaybettiği ve kurtarılması yada onarılmasının mümkün olmadığı sınır değeridir).

3. SONUÇ

Isıl döngü ve titreşim testleri ağırlıklı olarak ürünü doğrulama ve yeterliliğinin tespiti amacı ile gerçekleştirilir. Doğrulama ve yeterlilik testlerinde ürünün yaşam döngüsü yada normal çalışma şartlarında maruz kalması öngörülen yük yada gerilimler uygulanır. Bu testlerde hata oranı, ömür tahmini gibi bilgileri elde edecek bir veri elde edilmez.

Önceki bölümde ifade edildiği üzere, güvenilirlikte hata oranı ve ömür tahmini yapılabilmesi için “hatalar arasındaki ortalama zaman (MTBF)” ve “hata için ortalama süre (MTTF)” değerlerine ihtiyaç vardır. Özellikle ömrü uzun kabul edilebilecek ürünlerde bu değerlerin elde edilmesi için en doğru test yöntemi hızlandırılmış çevresel ve işlevsel testlerdir.

Elektronik devrelerin ömür süreleri olarak tanımlanan uzun yıllar boyunca ömrü boyunca beklenen yada hesaplanan kullanım sürelerinde ve gerilim yada yüklerde test edilmesi hem yüksek maliyetli hemde süre olarak kabul edilebilir sürelerin çok üzerindendir. Şöyle ki kullanım ömrü 10-15 yıl olarak hesaplanan ancak yeni modeli 5-10 sene içinde piyasaya sürülecek bir elektronik ürünün testlerinin ömür süresinde yapılması teknolojik ve ticari olarak anlamlı değildir. Özellikle uzay, havacılık, askeri, sağlık gibi kritik teknolojiler için ürün güvenilirliğini tasarım aşamasında mümkün olduğu kadar erken doğrulamak en gerçekçi yaklaşımdır. Elektronik devrelerin ömür test süresi birkaç yıldan birkaç haftaya kadar azaltılabilir.

Örneğin, asgari 5 yıl ömür biçilen bir uydu elektronik devresinin ömrü boyunca günde 1 defa 30 dakika çalışması planlanmasına karşın 60 dakika süre ile günde 12 defa çalıştırılması şeklinde test edilebilir. Ayrıca ömrü boyunca maruz kalacağı ısıl, titreşim, radyasyon vs. yüklerin daha üzerinde Hızlandırılmış Ömür testleri hatta ömür ve kullanım süresi göz önüne alınıp artarak uygulanan çok

daha yüksek yüklerin uygulandığı Yüksek Derecede Hızlandırılmış Ömür Testleri (HALT) vasıtası ile testler hızlandırılıp ömür ve hata tahminleri daha kısa sürelerde yapılabilmektedir.

Uzay alanında elektronik bileşenlerin BDK'ya lehimlenmesi yada montajı konusunda yayınlanmış uzay kurum ve kuruluşlarına ait standart yada prosedürlerde lehim yada montaj işlemlerinin doğrulama yada kabul muayene ve testleri; görsel-optik muayene, X-ışını muayenesi, temizlilik testi, kesit alan muayenesi, boya nüfuz muayensi, titreşim testi ve ısıl döngü testleridir. Isıl döngü ve titreşim testlerinin hızlandırılmış testler olarak uygulanması ve bu testlerden elde edilen sonuçlar özellikle uzay elektroniği için öncelikli öneme sahip tasarım güvenilirliği açısından önemlidir. Bu testler öncesinde ve sonrasında lehim bağlantıları, BDK ve bileşenler üzerinde yapılan görsel-optik muayene, X-ışını muayenesi ve kesit alan muayeneleri de hatanın kök sebebinin doğru tespiti ve hatanın ortadan kaldırılması için alınacak tedbirlerin belirlenmesi açısından önemlidir.

KAYNAKLAR

[1] *Reliability engineering*, 06.10.2019 tarihinde wikipedia sitesi https://en.wikipedia.org/wiki/Reliability_engineering adresinden alındı.

[2] Marhavilas, P.K. (2004), The Space Environment and its impact on human activity, *RECORDER Official publication of Canadian Society of Exploration Geophysicists,* Vol.29, No.10

[3] Lanzerotti, L.J. (2001), Space Weather Effects on Technologies, P.Song- H.J.Singer-G.L.Siscoe, *Space Weather Volume125 P11-22*, Geophysical Monograph Series

[4] *Space segment equipment test requirements*, (June.2012), ECSS-E-ST-10-03C, Space Engineering-Testing, ESA-ESTEC

[5] Space Product Assurance, "High-reliability soldering for surface-mount and mixed technology" (2008) ECSS-Q-ST-70-38C, ESA-ESTEC

[6] Peiravi A. (2009), Testing and Reliability Improvement of High Reliability Consumer Electronics Products Manufactured on Printed Circuit Boards, *Journal of American Science, Marsland Press* 5(3) 95-105

[7] Space Product Assurance, "Manual soldering of high-reliability electrical connections" (2009) ECSS-Q-ST-70-08C, ESA-ESTEC

[8] NASA Technical Standard "Workmanship Standard for Surface Mount Technology" (1999) NASA-STD-8739.2

[9] Wickham M., Hunt C., Dunn B.D., Adams D.M. (Sept.1999), "An Investigation into Ball Grid Array Inspection Techniques" ESA-STM-261, ESA Publication Division

[10] Test Methods Manual-Section 2.1.1 "Microsectioning, Manual and Semi or Automatic Method" (2015) IPC-TM-650

[11] TURBINI, L.J.(2006), Processing and material issues related to lead-free soldering, K.V.Subramanian içinde, *Lead-Free Electronic Solders* (148) Springer

[12] Baylakoğlu İ. (2010), Güvenilirlik Altyapısı ve Güvenilirlik Mühendisliği,TÜBİTAK UZAY

[13] Sharon G., Tulkoff C. (2014), Temperature Cycling and Fatigue in Electronics, SMTAI 2014 Conference, Illinois-USA

[14] Üçüncü K. (2013), Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB), 30.10.2019 tarihinde http://www.isteguvenlik.tc/GuvenilirlikMerkezliBakimMAKALE.pdf, adresinden alındı.

[15] Baylakoğlu İ., Sarıkaya Ü.C., Gürün M. (2010), Elektronik Kartların Yüksek Güvenilirlik için Lehimleme Süreci, Savunma Sanayi Kongresi (SAVTEK), ODTÜ, Ankara

[16] Demirbilek B. (2010), Çevresel ve Hızlandırılmış Testler,TÜBİTAK UZAY

BİR OTOMOTİV YAN SANAYİ FİRMASINDA TAŞIMA MALİYETLERİNİ AZALTARAK TESİS YERLEŞİMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Arş. Gör. Murat ÇOLAK
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
colak.murat@kocaeli.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Hatice ESEN
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
hatice.eris@kocaeli.edu.tr

Özet
Günümüzde işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri için üretim faaliyetlerini sert rekabet şartlarına göre şekillendirmeleri kaçınılmazdır. Bu noktada, işletmeler tarafından çeşitli maliyetleri azaltarak karlılığın arttırılması hedeflenmektedir. Üretim yapılan bir işletmede tesis yerleşimi düzenleme çalışmaları en uygun iş akışı ve en düşük taşıma maliyetini sağlayan yerleşim düzeninin gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır. Uygun olmayan yerleşim taşıma maliyetlerini oldukça arttıracağından bu konu üzerinde titizlikle çalışılması işletmeler açısından faydalı olacaktır. Tesis yerleşimi düzenleme çalışmalarında optimizasyon yöntemleri ve sezgisel algoritmalar etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca, sezgisel algoritmalar da kendi içlerinde kuruluş algoritmaları, geliştirme algoritmaları ve hibrit algoritmalar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada, bir otomotiv yan sanayi firmasında mevcut tesis yerleşimi analiz edilmiş ve taşıma maliyetlerini azaltacak yeni bir yerleşim düzeni önerilmiştir. Çalışma kapsamında, geliştirme algoritmalarından Tesislerin Programlanmış Göreli Yerleştirilmesi Tekniği (CRAFT) WinQSB programında uygulanmıştır. Tesiste yer alan departmanlar arasında ikili ve üçlü yer değiştirmeler yapılarak belirlenen senaryolara ilişkin maliyetler belirlenmiştir. Sonuç olarak, ikili ve üçlü değişim yaklaşımları ile elde edilen iyileştirilmiş yerleşimlere ilişkin sonuçlar mevcut yerleşim ile karşılaştırılarak iyileştirme oranları sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tesis yerleşimi, CRAFT yöntemi, iş akışı, taşıma maliyetlerinin azaltılması.

IMPROVEMENT OF FACILITY LAYOUT BY REDUCING TRANSPORT COSTS IN AN AUTOMOTIVE SUPPLY COMPANY

Abstract
Nowadays, it is inevitable that companies should conduct their manufacturing activities according to strict competition environment in order to maintain their availability. At this point, it is aimed to increase profitability by companies reducing various costs. Facility layout studies aim to realize layout which provides the most suitable work flow and the lowest transport cost in a manufacturing company. Since poor layout will quite increases the transport costs, it will be useful to focus on this subject seriously for companies. Optimization methods and heuristic algorithms are effectively utilized in facility layout studies. Besides, heuristic algorithms are classified as constuctive algorithms, improvement algorithms and hybrid algorithms. In this study, in an automotive supply company current facility layout has been analyzed and a new layout which enables to reduce transport costs has been proposed. In the scope of the study, Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT) which is one of the improvement algorithms has been applied in WinQSB program. The total costs have been determined for proposed two scenarios obtained by making dual and triple changes among departments of the facility. Finally, improvement rates have been presented comparing results of current layout and improved layouts obtained via dual and triple change approaches.

Keywords: Facility layout, CRAFT method, work flow, reducing transport costs.

1. GİRİŞ

Rekabet şartlarının giderek zorlaştığı günümüzde üretim yapan işletmelerin maliyetlerini azaltmaları ve süreçlerini iyileştirmeleri gerekmektedir. Bu noktada tesis kuruluş yeri seçimi ve tesis tasarımı olarak iki ana başlık altında incelenen tesis planlama kavramı büyük önem taşımaktadır. Üretim tesislerinin kurulacağı yerlerin farklı kriterler açısından değerlendirilerek belirlenmesi ve tesis yerleşiminin taşıma maliyetlerini ve malzeme aktarımını azaltacak şekilde gerçekleştirilmesi işletmelerin rekabetçiliği için kaçınılmazdır. Tesis yerleşimi kavramı, bir üretim sisteminde yer alan kaynakların fiziksel yerleşim düzeninin oluşturulmasını ifade etmektedir. Tesis yerleşimi kuruluş aşamasında belirlenmesine rağmen kapasite değişimi ve verim düşüklüğü gibi nedenlerle değiştirilebilmektedir. Üretim tesislerinin yerleşiminin doğru belirlenmesi maliyetlerin azaltılması ve verimliliğin artırılması açısından önemlidir. Tesis yerleşim problemi yaygın olarak çalışılmakta ve farklı yöntemler yardımıyla bu probleme çözüm aranmaktadır. Literatür incelediğinde tesis yerleşim problemlerinin çözümünde matematiksel programlama modelleri, sezgisel algoritmalar ve çok kriterli karar verme yöntemleri gibi farklı yaklaşımların kullanıldığı çalışmaların olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Gülsün vd. (2009) karesel atama probleminin çözümü için yerleşim en iyileci adıyla bir yazılım geliştirmişler ve test problemleri yardımıyla bu yazılımın geçerliliğini göstermişlerdir. Yapısal elektrik malzemelerinin üretimini gerçekleştiren bir firmada uygulama yapmışlar ve taşıma maliyetlerinde %41 oranında iyileşme sağlamışlardır. Şahin ve Türkbey (2010) çok amaçlı tesis yerleşim probleminin çözümünde kullanılmak üzere hibrit bir sezgisel algoritma önermişlerdir. Algoritma tavlama benzetimi algoritmasına tabu listesi eklenmesiyle elde edilmiş ve etkinliği bir test problemi yardımıyla gösterilmiştir. Al-Hawari vd. (2014) Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemini çoklu bağımlı ve bağımsız kriterler kullanarak en iyi tesis yerleşim planının seçimi için uygulamışlar ve bir fabrikada gerçekleştirilen uygulamayı sunmuşlardır. Ayrıca bu problem için AAS ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemlerini karşılaştırmışlar ve duyarlılık analizi yardımıyla önerilen modelin kararlılığını göstermişlerdir.

Karadede vd. (2016) Mat-Layout yazılımı yardımıyla tesis yerleşiminin iyileştirilmesi üzerinde çalışmışlar ve kapı üretimi yapılan bir firma için uygulama çalışması sunmuşlardır. Mevcut yerleşim ile önerilen yerleşimi karşılaştırarak iyileşme oranını ortaya koymuşlardır. Pourhassan ve Raissi (2017) malzeme taşıma maliyetlerinin matematiksel olarak azaltılması için talebe göre tesis yerlerinin yeniden düzenlendiği dinamik tesis yerleşim problemini sunmuşlardır. Simülasyon yardımıyla taşıyıcıların olası karşılaşma sayılarını hesaplarken, optimum çözümü NSGA-II yöntemini kullanarak elde etmişlerdir. Safarzadeh ve Koosha (2017) genişletilmiş çoklu sıra tesis yerleşim problemini modellemek için bulanık kısıtlar kullanarak doğrusal olmayan karma tamsayılı bir matematiksel programlama modeli geliştirmişler ve daha sonra bu modeli doğrusal hale getirmişlerdir. Problem NP-zor sınıfında yer aldığından modelin çözümü için genetik algoritma yaklaşımından yararlanmışlardır.

Akça ve Şahin (2018) iki amaçlı bir karma tamsayılı matematiksel model geliştirmişler ve bir askeri tesis için uygulamasını sunmuşlardır. Modelde taşıma maliyetlerinin azaltılmasının yanında askeri tesisler için önemli olan revir ve müdahale merkezi gibi bölümlerin yerlerinin optimizasyonu hedeflenmiştir. Feng ve Che (2018) sabit boyutlu dikdörtgensel departmanların yer aldığı ve komşu departmanlar arasındaki toplam malzeme akışının maksimize edilmeye çalışıldığı bir tesis yerleşim problemi üzerinde çalışmışlardır. Bu problem için geliştirilen tamsayılı bir doğrusal programlama modelini bazı kısıtlarını düzenleyerek karar değişkeni sayısını azaltacak şekilde geliştirmek amacıyla iki yeni model önermişlerdir. Önerilen modellerin geçerliliğini göstermişlerdir. Liu ve Liu (2019) alanların eşit olmadığı tesis yerleşim probleminin çözümü için çok amaçlı karınca kolonisi algoritmasından yararlanmışlardır. Problemde malzeme aktarmanın minimizasyonu ve yakınlık puanının maksimizasyonu şeklindeki iki amacın eş zamanlı optimizasyonu hedeflemişlerdir. Chen vd. (2019) AGV tabanlı modüler prefabrik üretim sisteminin tesis yerleşim planlaması için bir yaklaşım ortaya koymuşlardır. Çalışma ve depolama alanlarının boyutlarının belirlenmesi için bir optimizasyon yöntemi sunmuşlardır. Önerilen matematiksel model üretim süresinin minimizasyonu ve iş istasyonu kullanımının maksimizasyonu şeklinde çelişen iki amaç içermektedir. Bu modelin çözümünde simülasyon tabanlı NSGA-II yönteminden yararlanmışlardır.

Bu çalışmada otomotiv yan sanayisinde faaliyet gösteren bir firmada taşıma maliyetlerini ve malzeme akış şiddetini azaltacak yeni bir tesis yerleşim düzeninin belirlenmesi hedeflenmiştir. İlk aşamada fabrika içindeki dolaşım ve yıllık üretim miktarı değerleri yüksek olan ürünler belirlenmiş ve bu ürünlerin makineler arasındaki akışını ortak bir birim cinsinden ifade etmek için ürün MAG değerleri hesaplanmıştır. Ürünlerin MAG değerleri ile yıllık üretim miktarları çarpılarak yıllık akış şiddetleri belirlenmiştir. Daha sonra akış matrisi ile makine ve departmanların koordinat bilgileri kullanılarak CRAFT yöntemi tabanlı olarak çalışan WinQSB programının tesis yerleşim modülü yardımıyla ikili ve üçlü değişim yaklaşımları ile alternatif yerleşimlere ilişkin maliyetler belirlenmiştir. Son olarak bu yerleşimlerden daha az maliyetli olanı seçilmiştir. Çalışmanın diğer bölümleri şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde tesis yerleşimi kavramı açıklanmış ve tesis yerleşiminde kullanılan yöntemler anlatılmıştır. Üçüncü bölümde bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulama sunulmuştur. Dördüncü bölümde sonuç ve önerilere yer verilerek çalışma sonlandırılmıştır.

2. TESİS YERLEŞİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Tesis yerleşim düzenlemesi (TYD), bir tesiste yer alan makine ve teçhizatın, hammaddenin üretime girmesinden son ürün olarak sistemden çıkışına kadar olan süreçte taşımaların azaltılmasını ve ürünün en düşük maliyetle üretilmesini sağlayacak şekilde yerleştirilmesini ifade etmektedir. TYD probleminde genel olarak makineler arası akış, makinelere ilişkin şekil ve alan bilgileri, yerleşimin gerçekleştirileceği toplam alan, makineler için yerleşim kıstları ve makine çiftleri için yakınlık ilişkileri gibi bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Problemin yapısına göre bu bilgilerden gerekli olanlar kullanılırken akış bilgisi TYD problemi için temel girdiyi oluşturmaktadır (Ak, 2019).

Tesis yerleşim türleri incelendiğinde ürüne göre yerleşim, sürece göre yerleşim ve sabit konumlu yerleşim olmak üzere 3 ana başlık altında toplandığı görülmektedir. Ürüne göre yerleşimde bir ürünün üretiminde kullanılacak makineler işlem sırasına göre bir hat halinde yerleştirilmektedir. Sürece göre yerleşimde aynı işlemi gerçekleştirilen makineler aynı bölüme yerleştirilmektedir. Sabit konumlu yerleşim ise üretimi gerçekleştirilen ürünün uçak, gemi vb. çok büyük olduğu durumlarda kullanılan yerleşim türüdür. Bu yerleşim türlerinin kendilerine göre avantaj ve dezavantajları bulunmakta ve işletmeler yapacakları üretim türüne göre bu yerleşimlerden birini tercih etmektedirler. Tesis yerleşim problemi bir tesisin ilk yerleşiminin belirlenmesi ve mevcut yerleşimin iyileştirilmesi şeklinde literatürde çalışılmakta ve bu amaçla farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemleri temelde optimizasyon yöntemleri ve sezgisel yöntemler olarak iki başlık altında toplamak mümkündür. Optimizasyon yöntemleri bu problem için geliştirilen matematiksel modelleri ifade etmektedir.

Geliştirilen matematiksel modeller NP-zor sınıfında yer aldıklarında ya çözülememekte ya da makul sürelerde çözüm elde edilememektedir. Böyle durumlarda optimuma yakın çözümler elde etmek için sezgisel ya da metasezgisel algoritmalar kullanılmaktadır. Diğer taraftan sezgisel algoritmalar kuruluş algoritmaları, geliştirme algoritmaları ve hibrit algoritmalar olarak sınıflandırılmaktadır. Kuruluş algoritmalarında, mevcut herhangi bir yerleşim olmaksızın tesis yerleşim probleminin amacını gerçekleştirecek yerleşimin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Kuruluş algoritmalarına ALDEP (Automated Layout Design Programme), CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning), PLANET (Computerized Plant Layout Analysis and Evaluation Technique) ve LAYOPT (Layout Optimizing Programme) örnek olarak verilebilir. Geliştirme algoritmalarında, mevcut yerleşim düzeninde bölümlerin yeri değiştirilerek daha iyi bir yerleşim düzeni elde edilmesi hedeflenmektedir. Bu algoritmalara CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique) ve COFAD (Computerized Facility Design) örnek olarak verilebilir.

Hibrit algoritmalarda ise birden fazla çözüm yöntemi kullanılmaktadır ve BLOCPLAN örnek olarak verilebilir. Bu algoritmalardan ALDEP, CORELAP, PLANET, CRAFT, COFAD ve BLOCPLAN aynı zamanda bilgisayar destekli algoritmalardır ve tesis yerleşimi iyileştirme çalışmalarında kullanılmaktadır (Ak, 2009). Geliştirme algoritmalarından biri olan CRAFT akışlar, uzaklıklar ve birim taşıma maliyetlerinden oluşan taşıma maliyetlerini minimum yapacak yerleşim düzeninin belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu yöntemde, gezi şeması, hareket-maliyet şeması, başlangıç düzeni ve yeri değişmeyen bölümlerin yeri ve sayısı girdi olarak kullanılmakta ve eşit boyutlu yada ortak sınırlı bölümlerin kendi aralarında ikili veya çoklu değişimi ile daha düşük maliyetli bir yerleşim elde

edilmesi hedeflenmektedir. Algoritma bölümlerin yer değiştirmesinin, taşıma maliyetinde herhangi bir azalmayı sağlamadığı yerleşim düzeninin elde edilmesine kadar sürmektedir. CRAFT yönteminde kullanılan amaç fonksiyonu Eşitlik 1'de verilmektedir (Ak, 2009).

$$\min z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} f_{ij} * c_{ij} * d_{ij} \quad (1)$$

Burada;
f_{ij}: i bölümü ile j bölümü arasındaki akışı
c_{ij}: i bölümü ile j bölümü arasındaki birim taşıma maliyetini
d_{ij}: i bölümü ile j bölümü arasındaki uzaklığı ifade etmektedir.

3. UYGULAMA

Bu çalışmanın uygulama bölümünde bir otomotiv yan sanayi firmasında gerçekleştirilen tesis yerleşimi iyileştirme çalışması sunulmuştur. Firmada otomotiv parçaları, ısıtıcılar ve diğer başlıkları altında 11 farklı ürünün üretimi gerçekleştirilmektedir. Üretim miktarları analiz edildiğinde yapılan üretimin %81,1'ini ısıtıcıların oluşturduğu görülmüştür. Bu yüzden incelenmek üzere seçilen parçalardan ilki ısıtıcılar olmuştur. Diğer parçalar ise yüksek yıllık üretime ve dolaşıma sahip braket, ayırma duvarı metal karkas, ayırma duvarı tablet, ayırma duvarı ara parça ve pilledir. Firma ürünlerine ait yıllık üretim miktarları Tablo 1'de sunulmaktadır:

Tablo 1. Ürünlere İlişkin Yıllık Üretim Miktarları

Ürün Adı	Yıllık Üretim Miktarı (adet)
Ayırma Duvarı Metal Karkas (A)	5300
Ayırma Duvarı Tablet (B)	3800
Ayırma Duvarı Ara Parça (C)	4400
Braket (D)	36500
Isıtıcı (E)	361000
Pille (F)	1800
Tuş Takımı	2500
Otobüs Kapısı	200
Gösterge Armatürü	1000
Pim ve Vida	25000
Boru Mengenesi	3500

Çalışma kapsamında belirlenen ürünlerin makineler arasındaki akışını ortak bir birim cinsinden ifade etmek amacıyla MAG ölçüm yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde parça akış şiddetinin ölçülmesi için parçanın hacmi (A), parçanın yoğunluğu (B), parçanın biçimi (C), parçanın çevreye zarar verme riski (D) ve parçanın durumu (E) şeklinde beş parametre kullanılmaktadır. İlk aşamada A değeri parçanın hacmine göre Tablo 2 kullanılarak enterpolasyon yoluyla belirlenir. Daha sonra B, C, D ve E değerleri Tablo 3 kullanılarak parçanın durumuna göre belirlenmektedir (Erkut ve Baskak, 2003).

Tablo 2. Hacim-MAG Ölçüsü Tablosu (Erkut ve Baskak, 2003)

Hacim (cm^3)	Hacim ($inç^3$)	MAG Ölçüsü
0,75	0,05	0,005
1,5	0,1	0,05
15	1	0,25
150	10	1
1500	100	3,5
15000	1000	10
150000	10000	25
1500000	100000	50

Tablo 3. MAG Hesaplamasındaki B, C, D ve E Değerlerine İlişkin Tablo (Erkut ve Baskak, 2003)

B: Parçanın Yoğunluğu	**C: Parçanın Biçimi**	**D: Parçanın Çevreye Zarar Verme Riski**	**E: Parçanın Durumu**
-2: Çok hafif ve boş	**-3:** Çok düz ve yığılabilir veya birbiri içine girebilir	**-2:** Hiçbir şekilde zarar verilemeyecek parçalar	**0:** Temiz, katı ve stabil
-1: Hafif ve hacimli	**-2:** Yığmaya ve birbirinin içine girmeye uygun	**-1:** Pratik olarak zarar verilemeyecek parçalar	**+1:** Yağlı, ince ve stabil olmayan veya elle taşınması zor
0: Katı	**-1:** Oldukça yığılabilir	**0:** Bazı zararlara uğrayabilecek parçalar	**+2:** Gres kaplı, sıcak, çok ince, elle taşınması çok zor, narin
+1: Oldukça ağır ve yoğun	**0:** Yığılma özelliğine sahip kare tabanlı parçalar	**+1:** Çarpma, ezilme veya çizme ile zarara uğrayabilecek parçalar	**+3:** Zamklı yüzeyler
+2: Ağır ve yoğun	**+1:** Uzun yuvarlatılmış veya biraz düzensiz	**+2:** Biraz veya çok zarara yol açacak parçalar	**+4:** Eritilmiş çelik
+3: Çok ağır ve yoğun	**+2:** Çok uzun, kübik veya düzensiz	**+3:** Bazı eşyalara veya çok şeye zarar verebilecek parçalar	
	+3: Çok uzun bükülmüş veya çok düzensiz	**+4:** Çok fazla zarar verebilecek parçalar	
	+4: Çok uzun ve bükülmüş veya özellikle çok düzensiz		

Parametrelerin puanlandırılması gerçekleştirildikten sonra değerler Eşitlik 2'de yerine koyularak her ürün için MAG değeri hesaplanmaktadır. Ürünlerin bütün bileşenlerine ilişkin MAG değerleri Tablo 4'te verilmektedir.

$$MAG = A[1 + 1/4(B + C + D + E)] \quad (2)$$

Ürün bazında MAG değerleri hesaplandıktan sonra Eşitlik 3 yardımıyla yıllık akış şiddeti değeri hesaplanmaktadır.

$$Yıllık\ Akış\ Şiddeti\ (YAŞ) = \text{Ürün}\ MAG\ Değeri(MAG) * Yıllık\ \text{Üretim}\ Miktarı(\text{YÜM}) \quad (3)$$

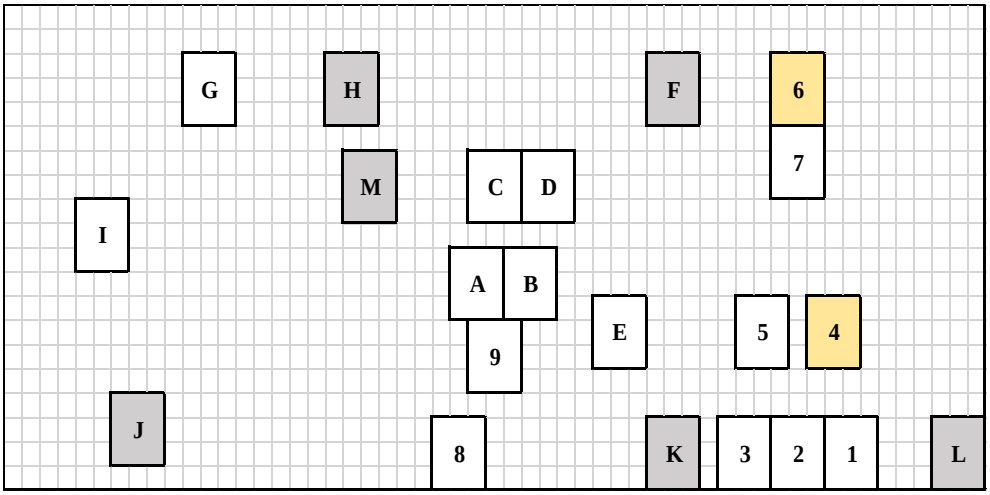
Tablo 4. Ürünlerin Bileşenlerine İlişkin MAG Değerleri

	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**MAG Değeri**
A1	0,5436	0	1	0	0	0,67950
A2	0,5978	2	3	1	0	1,49443
A3	0,9722	1	0	1	0	1,45833
A4	0,6389	1	2	1	0	1,27776
A5	1,4463	2	0	1	0	2,53101
A6	0,1111	-2	-1	0	0	0,02778
B1	1,1296	2	3	1	0	2,82408
B2	1,0111	1	-3	1	0	0,75833
B3	0,3153	2	-1	1	0	0,47300
C1	0,1952	-2	-1	1	0	0,09759
C2	0,5622	2	2	1	0	1,26500
C3	0,2579	1	-1	1	0	0,32235
C4	0,1522	0	-1	1	0	0,15222
D	0,0731	0	-1	1	0	0,07311
E1	0,8935	0	-2	0	0	0,44675
E2	0,6872	-2	1	0	0	0,51542
E3	0,9517	0	-2	0	0	0,47583
F1	0,1657	-2	-1	1	0	0,08286
F2	0,2277	-2	-2	1	0	0,05693
F3	0,0050	-2	-2	1	0	0,00125
F4	0,1800	0	-1	1	0	0,18000
F5	0,2150	2	-1	1	0	0,32256
F6	1,2666	3	3	1	0	3,48315

Ürünlerin bileşenlerine ilişkin MAG değerleri belirlendikten sonra bu değerler kullanılarak yıllık akış değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler kullanılarak tesis içinde yer alan bölümler ve makineler arasındaki toplam akışlar belirlenmiştir. Bu akışlar WinQSB programına girilerek ikili ve üçlü değişim yaklaşımlarıyla daha düşük taşıma maliyetli bir yerleşimin belirlenmesi hedeflenmiştir. Tesiste yer alan bölüm ve makinelerin programdaki isimleri ve bunlara ilişkin mevcut yerleşim sırasıyla Tablo 5. ve Şekil 1'de sunulmaktadır.

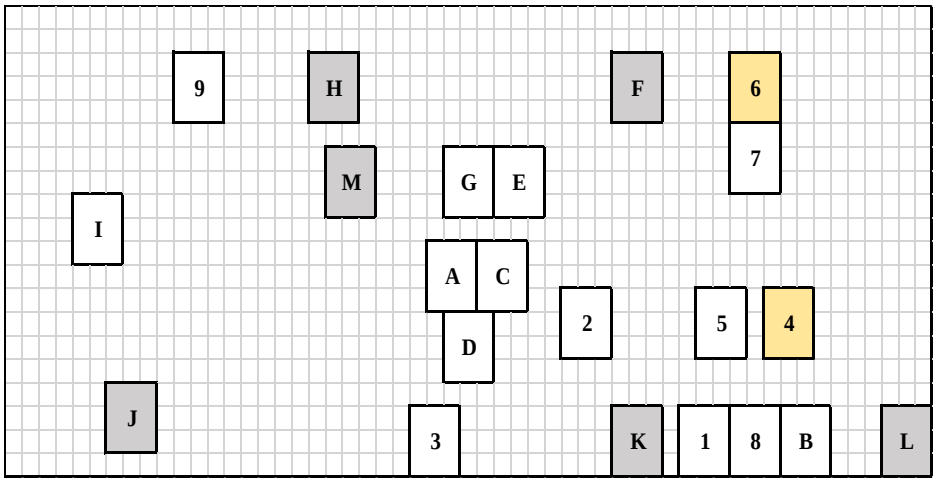
Tablo 5. Makine ve Bölümlerin Programdaki İsimleri

Bölüm Adı	İsim	Bölüm Adı	İsim
Hammadde Bekleme	1	Bükme	C
Şerit Testere	2	Talaşlı Üretim	D
Giyotin	3	Perçin Çakma	E
Hidrolik Pres Hattı	4	Sevkiyat 1	F
Kesme ve Doğrultma	5	Kaynakhane	G
Eksantrik Pres Hattı	6	Sevkiyat 2	H
Punta Kaynak	7	Polisaj	I
Lazer	8	Boyahane	J
Hammadde Rafı	9	Asansör	K
Abkant	A	İdari Bina	L
Punta	B	Kalite Ofisi	M

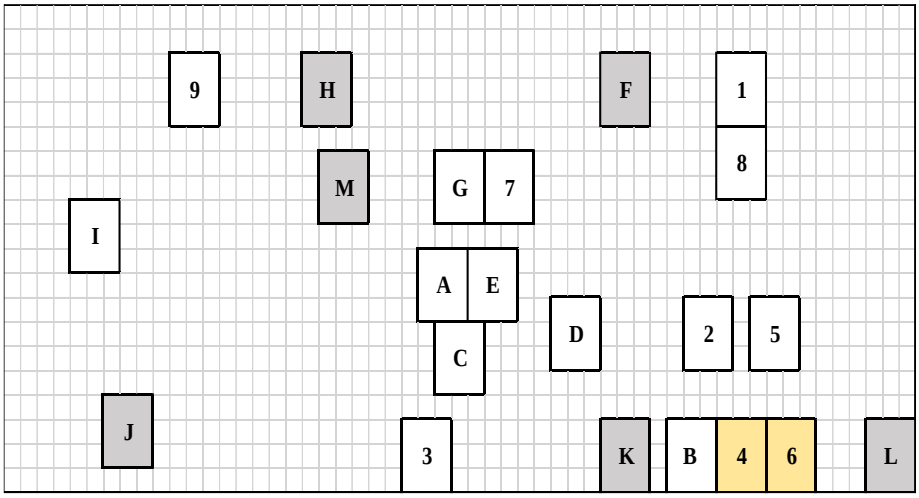


Şekil 1. Mevcut Yerleşim

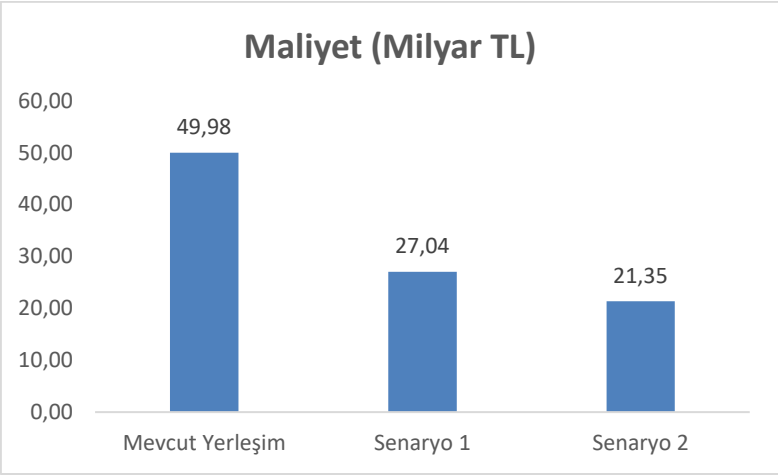
Çalışma kapsamında mevcut yerleşime alternatif olarak iki senaryo belirlenmiş ve bu senaryoların maliyetleri mevcut yerleşim ile karşılaştırılmıştır. Mevcut yerleşimde sevkiyat 1, sevkiyat 2, boyahane, asansör, idari bina ve kalite ofisi bölümlerinin yeri sabittir. Senaryo 1'de yer değişimi oldukça maliyetli olan hidrolik pres hattı ve eksantrik pres hattının yerleri sabit tutulmuştur. Senaryo 2'de ise bu preslerin de yerleri değiştirilebilir olduğu düşünülmüştür. Mevcut durum ve bu 2 senaryoya ait maliyetler karşılaştırılmıştır. Senaryo 1 ve Senaryo 2'ye ilişkin yerleşimler Şekil 2 ve Şekil 3'te sunulmaktadır. Bu iki senaryoya ve mevcut yerleşime ilişkin taşıma maliyetleri ise Şekil 4'te verilmektedir.



Şekil 2. Senaryo 1'e ilişkin yerleşim



Şekil 3. Senaryo 2'ye ilişkin yerleşim



Şekil 4. Mevcut yerleşim ve senaryolara ilişkin maliyetler

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tesis yerleşimi, üretim yapılan bir ortamda yer alan kaynakların fiziksel yerleşiminin oluşturulmasını belirtmektedir. Üretim sistemlerinde verimliliğin artırılması ve maliyetlerin azaltılması için tesis yerleşiminin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Tesislerin yerleşimi kuruluş aşamasında belirlenmesine rağmen kapasite arttırımı, talep artışı ve düşük verim gibi çeşitli sebeplerle

değiştirilebilmektedir. Tesis yerleşim problemi başlangıç yerleşiminin belirlenmesi ve mevcut yerleşimin iyileştirilmesi şeklinde literatürde çalışılmaktadır. Matematiksel programlama modelleri ve sezgisel algoritmalar yardımıyla bu probleme çözüm aranmaktadır. ALDEP, CORELAP ve CRAFT gibi sezgisel algoritmalar da aynı zamanda bilgisayar destekli olarak bu problemin çözümünde kullanılmaktadır. Bu çalışmada otomotiv yan sanayisinde faaliyet gösteren bir firmada tesis yerleşimi iyileştirme çalışması yapılmıştır. WinQSB programında CRAFT algoritması uygulanmış ve mevcut yerleşim ile belirlenen 2 senaryoya ilişkin maliyetler karşılaştırılmıştır.

Çalışma kapsamında ürünlere ait bileşenlerin makineler ve bölümler arasındaki akışını ortak bir birim cinsinden ifade edebilmek için MAG ölçüsü kullanılmıştır. Makineler ve bölümler arasındaki yıllık akışlar belirlendikten sonra koordinatlar ile birlikte programa girilerek ikili ve üçlü değişim yaklaşımları ile önerilen 2 senaryoya ilişkin maliyetler belirlenmiştir. Karşılaştırma yapıldığında hidrolik ve eksantrik pres hatlarının sabit olduğu Senaryo 1'de maliyette %45,9 oranında iyileşme sağlanırken, pres hatlarının da değiştirilebilir olduğu Senaryo 2'de maliyette % 57,3 iyileşme elde edilmiştir. Pres hatlarının yer değiştirmesi ekstra maliyete sebep olacağından %11,4'lük iyileşmenin bu maliyeti karşılayıp karşılamayacağının değerlendirilip karar verilmesi önerilmiştir. Ayrıca bu sezgisel yaklaşımın kurulu tesislerin mevcut yerleşimlerinin iyileştirilmesinde kullanılabilir olduğu görülmüştür. Sonuç olarak iyileştirilmiş bir tesis yerleşimi ile malzeme akışlarının daha düzenli hale gelmesi ve üretim sistemindeki çevresel sorunlar ile iş güvenliği problemlerinin önüne geçilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

Ak R. (2009). İşyeri Düzenleme Algoritmalarının İncelenmesi ve Bir Fabrika Uygulaması. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Akça M., Şahin R. (2018). Çok amaçlı karma tam sayılı tesis yerleşim problemi modeli ve askeri tesiste uygulama. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 24(1), 117-123.

Al-Hawari T., Mumani A., Momani A. (2014). Application of the Analytic Network Process to facility layout selection. Journal of Manufacturing Systems 33, 488-497.

Chen C., Huy D. T., Tiong L. K., Chen IM., Cai Y. (2019). Optimal facility layout planning for AGV-based modular prefabricated manufacturing system. Automation in Construction 98, 310-321.

Erkut H., Baskak M. (2003). Stratejiden Uygulamaya Tesis Tasarımı, İrfan Yayınevi, 2. Baskı.

Feng J., Che A. (2018). Novel integer linear programming models for the facility layout problem with fixed-size rectangular departments. Computers and Operations Research 95, 163-171.

Gülsün B., Tuzkaya G., Duman C. (2009). Genetik Algoritmalar ile Tesis Yerleşimi Tasarımı ve Bir Uygulama. Doğuş Üniversitesi Dergisi 10(1), 73-87.

Karadede Y., Çalışkan S., Önder H. H. (2016). Yeni Bir Yöntem Olan Mat-Layout Yazılımı ile Tesis İçi Yerleşimi ve Bir Örnek Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 4(1), 1-13.

Liu J., Liu J. (2019). Applying multi-objective ant colony optimization algorithm for solving the unequal a rea facility layout problems. Applied Soft Computing 74, 167-189.

Pourhassan M. R., Raissi S. (2017). An integrated simulation-based optimization technique for multi-objective dynamic facility layout problem. Journal of Industrial Information Integration 8, 49-58.

Safarzadeh S., Koosha H. (2017). Solving an extended multi-row facility layout problem with fuzzy clearances using GA. Applied Soft Computing 61, 819-831.

Şahin R., Türkbey O. (2010). Çok Amaçlı Tesis Yerleşim Problemi İçin Yeni Bir Melez Sezgisel Algoritma. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 25(1), 119-130.

BİR OTOMOTİV FİRMASINDA MÜŞTERİ STRATEJİLERİNİN SİPARİŞ DEĞİŞKENLİKLERİNİN ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ

Arş. Gör. Murat ÇOLAK
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
colak.murat@kocaeli.edu.tr

Prof. Dr. Alpaslan FIĞLALI
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
figlalia@kocaeli.edu.tr

Özet
Günümüzün artan rekabet ortamı, değişen kalite anlayışı ve çağdaş yönetim yaklaşımları işletmeleri müşteri odaklı ürün ve hizmet üretmeye zorlamaktadır. Bu noktada, müşteri beklentilerini gerçekleştirmek için kullanılan önemli yönetim yaklaşımlarından biri Müşteri İlişkileri Yönetimi (MİY)'dir. MİY, müşterilerle olan ilişkileri operasyonel ve analitik olarak ele alan ve geliştirme ve sürdürme yöntemlerini belirleyen bir yönetim yapısıdır. Diğer taraftan, bu yapı müşterilere ilişkin verileri analiz ederek ve müşterileri belirli kriterlere göre gruplayarak firma stratejileri doğrultusunda faaliyet gösterilmesine olanak sağlamaktadır. MİY'deki temel amaç, müşteri bazlı kar ve maliyetler yardımıyla katma değersiz faaliyetleri ve talep değişkenliğini azaltarak süreçleri iyileştirmektir. Bu çalışmada, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada müşterilerin sipariş değişkenlikleri analiz edilerek müşteri odaklı çalışma stratejileri geliştirilmiştir. İlk aşamada, ABC analizi kullanılarak ürünler yıllık tutarlarına göre sınıflandırılmıştır. Sonraki aşamada, bu sınıflandırma üzerinden üç grup bazında müşterilerin sipariş değişkenlikleri kullanılarak kümeleme analizi yapılmıştır. Müşterilere ilişkin değişkenlik puanları sevkiyat tarihinden önceki iki hafta içinde arttırma ve azaltma yönünde yaptıkları değişimler üzerinden hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda firmaya müşteri ilişkileri yönetimi kapsamında stok ve fiyatlandırma politikaları ile satış sözleşmeleri hakkında önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Müşteri ilişkileri yönetimi, kümeleme analizi, otomotiv endüstrisi.

DETERMINATION OF CUSTOMER STRATEGIES THROUGH ANALYSIS OF ORDER VARIABILITIES IN AN AUTOMOTIVE COMPANY

Abstract
Increasing competitive environment, changing quality paradigm and modern management approaches force companies to produce customer-oriented products and services. At this point, one of the important management approaches used to realize customer expectations is Customer Relationship Management (CRM). CRM is a management structure that handles customer relations operationally and analytically and determines development and maintenance methods. On the other hand, this structure enables to operate in line with company strategies by analyzing customer data and classifying them according to determined criteria. The main objective in CRM is to improve processes by reducing value-added activities and demand variability by using customer-based profits and costs. In this study, customer-oriented working strategies have been developed by analyzing order variability of customers in a company operating in the automotive industry. In the first stage, the products have been classified according to annual turnover values by using ABC analysis. In the next stage, a cluster analysis have been conducted by using customer order variabilities for each stock group. Variability scores for customers have been calculated based on positive and negative changes they make in two weeks before the delivery date. Finally, some suggestions have been made to company regarding inventory and pricing policies and sales contracts in the scope of CRM.

Keywords: Customer Relationship Management, cluster analysis, automotive industry.

1. GİRİŞ

Günümüzde, rekabet koşulları ve değişen kalite anlayışı işletmeleri müşteri odaklı ürün ve hizmet sunmaya zorlamaktadır. İşletmelerin karlılıklarını artırmak ve pazardaki yerlerini kaybetmemek için müşterilerin beklentilerini en iyi şekilde karşılamaları gerekmektedir. Diğer taraftan, müşterilerin talepleri değişken olabildiğinden üretim stratejilerinin bu değişkenliğe cevap verebilecek şekilde esnek olarak geliştirilmesi işletmenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Çeşitli ürünlerin sevkiyatının gerçekleştirildiği müşterilerin sevkiyat tarihine yakın bir zamanda yaptığı değişiklikler işletmeye maliyet oluşturmaktadır. Artış yönünde yapılan değişikliklere cevap verebilmek için işletmeler emniyet stoğu tutmak zorunda kaldığından maliyete katlanmakta, azalış yönündeki değişiklikler ise bir sonraki sevkiyata kadar elde bulundurma maliyetine sebep olmaktadır. Bu nedenle müşterilerin sipariş değişkenliklerinin iyi analiz edilmesi ve satış sözleşmelerinin bu analizlere göre gerçekleştirilmesi işletmelerin maliyetlerini azaltmaları açısından uygun olacaktır. Bu noktada veri madenciliği yöntemleri müşterilere ilişkin verilerin işlenmesinde ve müşteri stratejilerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Literatür incelendiğinde bir veri madenciliği yaklaşımı olan kümeleme analizinin müşterilere ilişkin verilerin işlenmesi ve onlara ayrıldıkları küme bazında stratejiler geliştirilmesine yönelik kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca bazı farklı yöntemlerin bu amaçla kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmaların bazıları aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Aşan (2007) kredi kartı kullanan müşterilerin sosyo-ekonomik özelliklerine göre gruplanması amacıyla müşterileri kümeleme analizi yardımıyla 3 kümeye ayırmışlardır. Bu çalışma ile bankaların kredi kartı hizmeti verirken her kümeye uygun politika geliştirmelerine olanak sağlamayı hedeflemişlerdir. Timor vd. (2011) hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın müşteri verilerini kullanarak birliktelik analizi yardımıyla müşterilerin alışveriş alışkanlıklarını belirlemiş ve kümeleme analizini kullanarak müşterileri demografik özelliklerine göre sınıflandırmışlardır. Özdemir ve Orçanlı (2012) sosyo-kültürel ve demografik özelliklere ilişkin değişkenler kullanarak pazarın bölümlendirilmesi ve pazar nişlerinin belirlenmesi amacıyla iki aşamalı kümeleme algoritmasını uygulamışlardır. Çalışmayı gerçekleştirirken Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden yararlanmışlardır. İnce vd. (2013) tüketicilere ait alışveriş motivasyon ve değerlerinin yanında karar verme stillerini de dikkate alacak şekilde tüketicilerin profillerini çıkarmak amacıyla öz-düzenlemeli harita ağları yöntemini kullanmış ve elde edilen sonuçları k-ortalamalar kümeleme yöntemiyle karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda önerilen yöntemin daha iyi sonuç verdiğini göstermişlerdir. Arı vd. (2016) Borsa İstanbul'da işlem gören 90 firmaya ait finansal tabloları kullanarak iki aşamalı kümeleme analizi yöntemi ile bu şirketlerin performanslarını analiz etmişlerdir. Faktör ve küme sayısına göre farklılık gösteren 3 analiz gerçekleştirmişler ve kümeleme performanslarını değerlendirmişlerdir. Çalış ve Baynal (2016) bir banka şubesine ait 200 müşterinin 12 farklı değişen kullanarak kümelenmesi ve bu müşteri kümelerine uygun satış stratejilerinin belirlenmesi amacıyla k-ortalamalar kümeleme algoritmasını kullanmışlardır. Çalışma kapsamında SPSS Clementine programını kullanmış ve elde edilen sonuçları yorumlamışlardır. Kalyoncuoğlu ve Faiz (2017) Türkiye'de akıllı telefon pazarında yer alan müşterilerin akıllı telefon kullanımı noktasında sadakat geliştirme ve geliştirmeme eğilimlerini ortaya koymak amacıyla algılanan değer, değiştirme maliyeti, demografik özellikler ve telefon kullanımı ile ilgili özellikler gibi kriterleri değerlendirmiş ve iki grubu ayırt etmek için lojistik regresyon analizini kullanmışlardır. Ceylan vd. (2017) iki aşamalı kümeleme analizi yöntemini kullanarak bir bireysel emeklilik şirketinin müşterilerini üç kümeye ayırmışlar ve kümeleri ayrı ayrı analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda şirketlerin satış stratejisi geliştirme aşamasında sözleşme sayısı odaklı olmanın dışında müşterilerin cinsiyet, yaş, meslek, yaşadığı şehir ile ödeme ve tasarruf bilgilerini de göz önünde bulundurmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Doğan vd. (2018) bir sigorta şirketinin müşterilerine ilişkin verileri kullanarak k-ortalamalar yöntemi ile kümeleme yapmışlar ve şirketin benzer özellikteki müşterilerini belirleyip her müşteri grubuna uygun satış stratejilerinin belirlenmesini hedeflemişlerdir. Pakyürek vd. (2018) müşterilerin güncellik, sıklık ve parasallık özelliklerini kullanarak k-ortalamalar kümeleme analizi yardımıyla kümelenmesini ve kümelere ait karakteristiklerin belirlenerek yorumlanmasını amaçlamışlardır.

Bu çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir komponent tedarikçisi firmada müşteri odaklı çalışma stratejileri geliştirebilmek amacıyla müşterilerin sevkiyat tarihinden önce gerçekleştirdikleri

sipariş değişiklikleri analiz edilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında firmada üretimi gerçekleştirilen ürünler ABC analizi kullanılarak yıllık parasal değerlerine göre sınıflandırılmıştır. Daha sonra her sınıfa ait ürünler bazında müşterilerin sipariş değişiklikleri analiz edilmiştir. Müşterilerin artırma ve azaltma yönündeki değişiklerine ilişkin ortalama ve standart sapmalar kullanılarak ürün bazında değişkenlik katsayıları hesaplanmıştır. Artırma yönündeki değişiklikler için hesaplanan katsayı pozitif değişim katsayısı, azaltma yönünde yapılan değişiklikler için hesaplanan katsayı ise negatif değişim katsayısı olarak adlandırılmıştır. Çalışma kapsamında analiz edilen 15 müşteriye ilişkin değişkenlik puanları bu müşterilere gönderilen ürünlerin değişkenlik katsayılarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Pozitif ve negatif değişim katsayılarından gelen değişkenlik puanları 2 değişken olarak ele alınmış ve bu değerlere göre k-ortalamalar kümeleme algoritması kullanılarak müşteriler 3 kümeye ayrılmıştır. Böylece, A, B ve C sınıfında yer alan ürünlerde ayrı ayrı müşterilerin nasıl davranış sergilediği detaylı olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın diğer bölümleri şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde uygulama aşamasında kullanılan k-ortalamalar algoritması anlatılmıştır. Üçüncü bölümde bir otomotiv firmasında gerçekleştirilen uygulama sunulmuştur. Dördüncü bölümde sonuç ve önerilere yer verilerek çalışma sonlandırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma kapsamında firmada üretimi gerçekleştirilen ürünlerin parasal değerlerine göre sınıflandırılması ve müşterilerin kümelere ayrılması için sırasıyla ABC analizi ve k-ortalamalar kümeleme algoritması kullanılmıştır. En yaygın kullanımı stok yönetiminde olan ABC analizi stok kalemlerinin sınıflandırılarak yönetimlerinin kolaylaşmasına olanak sağlamaktadır. Bu yöntemde yüksek değerli stok kalemlerinden az miktarda bulundurarak kontrollerini sıklaştırmak, düşük değerli stok kalemlerinden fazla miktarda bulundurmak temel yaklaşımlardır. Stokta yer alan farklı kalemler bu yöntem yardımıyla A, B ve C olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. A sınıfı stok kalemleri tüm kalemlerin %15-20'sinden oluşmakta ve toplam parasal değerin %75-80'ine karşılık gelmektedir. B sınıfı kalemler tüm kalemlerin %20-25'inden oluşup toplam parasal değerin %10-15'ine karşılık gelirken, C sınıfı kalemler ise tüm kalemlerin %60-65'inden oluşup toplam parasal değerin %5-10'unu meydana getirmektedir. ABC analizi genellikle maliyet veya fiyat gibi tek kriter açısından yapılmaktadır. Fakat kullanım değeri, kullanım miktarı ve tedarik süresi gibi birden çok kriter kullanılarak da gerçekleştirilebilir. Bu kriterlere önem durumlarına göre ağırlıklar verilerek daha iyi bir sınıflandırma yapılması mümkündür (Çolak vd., 2016).

1967 yılında J. B. MacQueen tarafından geliştirilen k-ortalamalar basit ve etkili bir kümeleme algoritması olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde amaç küme içi kareler toplamını minimum yapacak şekilde n nesneyi başlangıç aşamasında belirlenen k sayıda kümeye bölmektir. Diğer bir ifade ile yöntemde küme merkezleri arasındaki uzaklığı ve küme içi benzerliği maksimum yapmak hedeflenmektedir. Bu kümeleme algoritmasının değerlendirilmesinde yaygın bir şekilde Hata Kareleri Toplamı (HKT) kullanılmakta ve en düşük HKT değerine sahip olan kümeleme sonucu en iyi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, bu yöntem k=2'den başlayarak küme sayısını her defasında birer arttırmak yoluyla en uygun küme sayısının belirlenmesi şeklinde kullanılabilir. (Çalış ve Baynal, 2016).
Algoritma aşağıda verildiği gibi 4 adımdan oluşmaktadır (Pakyürek vd., 2018).

1. Küme merkezlerinin belirlenmesi
2. Merkez dışındaki örneklerin küme merkezlerine olan uzaklıklarına göre kümelere atanması
3. Yapılan atamaya göre yeni merkezlerin belirlenmesi
4. Kümeler arası eleman değişimi bitene kadar veya belirli bir eşik değerin altında değişim yakalanana kadar 2. ve 3. Adımların tekrarlanması

3. BİR OTOMOTİV FİRMASINDA UYGULAMA

Bu çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren ve farklı otomotiv firmalarına komponent tedarikçisi olarak hizmet veren bir firmada müşteriler sipariş değişikliklerine göre k-ortalamalar algoritması kullanılarak 3 kümeye ayrılmıştır. Kümeleme analizi yapılmadan önce ürünler ABC analizi ile A (yüksek değerli), B (orta değerli) ve C (düşük değerli) gruplarına ayrılmış ve analiz bu üç grup bazında gerçekleştirilmiştir. Böylece ürünlerin parasal değerlerinin dikkate alınması amaçlanmıştır. Firmanın ürün gönderdiği 15 müşteri 3 kümeye ayrılarak her küme bazında çalışma stratejileri geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu 15 müşterinin parasal yüzdeleri Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Müşterilerin Parasal Yüzdeleri

Müşteriler	Parasal Yüzde
Müşteri 1	34,78
Müşteri 2	23,89
Müşteri 3	14,21
Müşteri 4	5,52
Müşteri 5	4,91
Müşteri 6	4,39
Müşteri 7	2,80
Müşteri 8	2,78
Müşteri 9	1,94
Müşteri 10	1,94
Müşteri 11	1,09
Müşteri 12	0,93
Müşteri 13	0,31
Müşteri 14	0,29
Müşteri 15	0,21

Kümeleme aşamasında kullanılan iki değişken pozitif değişim katsayısı ve negatif değişim katsayısı sırasıyla müşterilerin sevkiyat tarihine yaklaşırken son 14 günlük zaman çerçevesinde yaptıkları artırma ve azaltma yönlü değişimlere göre belirlenmiştir. Ürünler bazında değişim katsayıları değişim miktarlarına ilişkin standart sapma ve ortalama değerlerinin oranlanmasıyla elde edilmiştir. Daha sonra ilgili müşteriye ait değişim puanı o müşteriye gönderilen ürünlerin değişim katsayılarının aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Bu pozitif ve negatif değişim puanları kümeleme analizinde kullanılmıştır. A. B ve C grupları bazında gerçekleştirilen kümeleme analizlerine ilişkin sonuçlar sırasıyla Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. A Grubu Ürünler için Kümeleme Sonuçları

Numara	Müşteri	Küme	Uzaklık
1	M1	1	,208
2	M2	2	,127
3	M3	2	,127
4	M4	1	,144
5	M5	3	,218
6	M6	3	,120
7	M7	3	,043
8	M8	1	,209
9	M9	3	,182
10	M10	1	,078
11	M11	1	,108
12	M12	3	,103
13	M13	3	,053
14	M14	1	,076
15	M15	3	,298

Tablo 3. B Grubu Ürünler için Kümeleme Sonuçları

Numara	Müşteri	Küme	Uzaklık
1	M1	2	,178
2	M2	2	,126
3	M3	3	,171
4	M4	2	,281
5	M5	2	,138
6	M6	2	,152
7	M7	2	,194
8	M8	1	,000
9	M9	2	,158
10	M10	2	,201
11	M11	2	,211
12	M12	2	,249
13	M13	2	,157
14	M14	2	,078
15	M15	3	,171

Tablo 4. C Grubu Ürünler için Kümeleme Sonuçları

Numara	Müşteri	Küme	Uzaklık
1	M1	2	,068
2	M2	2	,108
3	M3	3	,205
4	M4	3	,116
5	M5	2	,187
6	M6	2	,100
7	M7	1	,258
8	M8	3	,062
9	M9	3	,182
10	M10	3	,078
11	M11	3	,109
12	M12	1	,258
13	M13	3	,095
14	M14	2	,159
15	M15	2	,136

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada komponent tedarikçisi olarak hizmet veren bir otomotiv firmasının çalıştığı müşterilerin siparişlerindeki değişkenliklere göre kümelenmesi ve her kümeye özgü çalışma stratejilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ürünler ABC analizi ile sınıflandırılmış ve kümeleme bu gruplar bazında gerçekleştirilmiştir. Müşterilerin siparişlerinde son iki hafta içinde artırma ve azaltma yönünde yaptıkları değişikliklere ilişkin değişim katsayıları ile müşterilere ait değişim puanları hesaplanmıştır. Bu değerlere göre müşteriler 3 kümeye ayrılmış ve bu analizin firmanın müşteri stratejilerinin belirlenmesi noktasında yol gösterici olması hedeflenmiştir.

A grubu ürünlerde çok fazla değişiklik yapan müşteriler firmanın elde bulundurma maliyetlerini (emniyet stoğu/bir sonraki sevkiyata kadar aktarılan stok) artıracağından bu müşterilerle sözleşme yenileme dönemlerinde bu durumun göz önünde bulundurulmasının firma açısından uygun olacağı belirtilmiştir. Yıllık ciro içerisindeki payı %72,88 olan ilk üç müşterinin durumlarının bulundukları kümelere bakılmaksızın özel olarak analiz edilmesi önerilmiştir. Ürünlerin sevkiyat durumları analiz edilerek gerektiğinde günlük sevkiyattan haftalık sevkiyata, haftalık sevkiyattan aylık sevkiyata dönüş yapılabileceği belirtilmiştir. Ayrıca bu kümeleme analizi sonucunda, müşterilerin A, B ve C gruplarındaki durumları ayrı ayrı analiz edilerek yüksek değerli ürünlerde stok maliyetlerini firmaya yükleyip yüklemediklerinin belirlenmesi mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

Arı E. S., Özköse H., Doğan A., Calp M. H. (2016). İstanbul Borsası'nda İşlem Gören Firmaların Finansal Performanslarının Kümeleme Analizi ile Değerlendirilmesi. Bilişim Teknolojileri Dergisi 9(1), 33-39.

Aşan Z. (2007). Kredi Kartı Kullanan Müşterilerin Sosyo Ekonomik Özelliklerinin Kümeleme Analiziyle İncelenmesi. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 17, 256-267.

Ceylan Z., Gürsev S., Bulkan S. (2017). İki Aşamalı Kümeleme Analizi ile Bireysel Emeklilik Sektöründe Müşteri Profilinin Değerlendirilmesi. Bilişim Teknolojileri Dergisi 10(4), 475-485.

Çalış A., Baynal K. (2016). Kümeleme Analizi ile Bankacılık Sektöründe Satış Stratejilerinin Belirlenmesi. Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 9(1), 13-41.

Çolak M., Aydın Keskin G., Günel G., Akkaya D. (2016). Bir Kimya Firmasında Hammadde Deposunun Etkin Yerleşimi için Bir Model Önerisi. Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 9(2), 55-76.

Doğan B., Buldu A., Demir Ö., Erol Ceren B. (2018). Sigortacılık Sektöründe Müşteri İlişki Yönetimi İçin Kümeleme Analizi. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi 8(1), 11-18.

İnce H., İmamoğlu S. Z., Keskin H. (2013). Öz-Düzenlemeli Harita Ağları ile K-Ortalama Kümeleme Analizinin Karşılaştırılması: Tüketici Profilleme Örneği. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 28(4), 723-731.

Kalyoncuoğlu S., Faiz E. (2017). Müşterilerin Sadakat Geliştirme Eğilimlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Akıllı Telefon Kullanıcıları Üzerinde Bir Araştırma. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 19(1), 184-210.

Özdemir A., Orçanlı K. (2012). İki Aşamalı Kümeleme Algoritması ile Pazar Bölümlemesi, Müşteri Profillerinin Belirlenmesi ve Niş Pazarların Tespiti. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 11, 1-27.

Pakyürek M., Sezgin M. S., Kestepe S., Bora B., Düzağaç R., Yıldız O. T. (2018). Customer clustering using RFM analysis. 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2-5 May 2018, Izmir, Turkey.

Timor M., Ezerçe A., Gürsoy U. T. (2011). Müşteri Profili Ve Alışveriş Davranışlarını Belirlemede Kümeleme Ve Birliktelik Kuralları Analizi: Perakende Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Yönetim Dergisi 22(68), 128-147.

RAYLI SİSTEMLERDE KULLANILAN Y32 BOJİSİNİN TİTREŞİM ANALİZİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Öğr. Gör. Selahattin BOLAT
Düzce Üniversitesi / Dr. Engin PAK Cumayeri MYO / Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü
selahattinbolat@duzce.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Menderes KAM
Düzce Üniversitesi / Dr. Engin PAK Cumayeri MYO / Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü
mendereskam@duzce.edu.tr

Özet
Yüzyıllardır yük ve yolcu taşımacılığında kullanılan raylı sistemler, günümüzde şehirlerarası yolcu taşımacılığında çok yüksek hızlara ulaşabilmektedir. Bu sistemlerde yolcu konforunu en iyi seviyede tutabilmek için titreşim ve gürültü seviyeleri, üzerinde çalışılması gereken konular arasında yer almaktadır. Titreşim direkt olarak konforu etkilediği için raylı sistemlerde farklı bojiler ve farklı sönümleme elemanları kullanılmaktadır. Bu sistemlerden biri olan Y32 bojisinin yapısında birincil ve ikincil süspansiyon olmak üzere iki adet düşey sönümleme grubu bulunmaktadır. Raylı sistemlerde kullanılan süspansiyon sistemlerinin yolcu konforuna etkisi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Y32 bojisinin titreşim analizi ve dinamik analizi ile ilgili yapılan literatür çalışmalarının genel bir değerlendirmesi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Raylı sistemler, Y32 bojisi, Titreşim, Dinamik analiz.

AN EVALUATION ON VIBRATION ANALYSIS OF Y32 BOGIE USED IN RAILWAY SYSTEMS

Abstract
Railway systems which have been used in freight and passenger transportation for centuries can reach very high speeds in intercity passenger transportation today. In these systems, vibration and noise levels are among the subjects that need to be studied in order to keep the passenger comfort at the best level. Since vibration directly affects comfort, different bogies and different damping elements are used in vehicles of the railway systems. One of these systems, Y32 bogie has two vertical damping groups, primary and secondary suspension. The effect of suspension systems used in railway systems on passenger comfort is of great importance. In this study, a general evaluation of the literature studies on vibration analysis and dynamic analysis of Y32 bogie is given.

Keywords: Railway systems, Y32 bogie, Vibration, Dynamic analysis.

1. GİRİŞ

Son yıllarda, raylı sistemler ile ulaşımın diğer ulaşım vasıtalarına göre daha güvenli ve ekonomik olması bu sektöre olan ilgiyi giderek artırmaktadır. Raylı sistemler düşük maliyeti, güvenli ulaştırma imkânıyla daha fazla yolcu ve yükün taşınmasına, yüksek mukavemet değerlerine sahip çelikten imal edilen tekerlek ve rayların kullanılmasıyla da karayollarında taşınamayacak kadar ağır olan yüklerin taşınmasına olanak sağlamaktadır. Yüklerin taşınması sırasında bu sistemlerde kullanılan rijit elemanların birbiriyle teması neticesinde meydana gelen titreşim ve gürültü problemleri yolcu konforunu olumsuz yönde etkilemektedir. Bu problemleri en aza indirmek ve raylı sistemlerde sürüş ve yolcu konforunu arttırmak için süspansiyon sistemleri, üzerinde çalışılması gereken konulardan biri arasında yer almaktadır. Bu kapsamda, literatürde raylı sistemlerde kullanılan Y32 bojisinin süspansiyon sistemlerinin dinamik analizi, titreşim analizi ile yolcu ve sürüş konforu üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalarda, Özsoy (2008), yolcu güvenliği ve konforu üzerine basitleştirilmiş bir raylı sistemin Y32 bojisine belirli şartlarda statik testler uygulamıştır. Dinamik davranışlarını incelediği boji sisteminde serbest halde modal hesaplama yaparak, oluşturduğu katı modelin analizi için FEM ile bojiye ait doğal frekanslar ve mod şekilleri elde etmiştir. Analiz sonucunda statik hesaplamaların Y32 bojisinin uluslararası demiryolları birliği (UIC) 515-4

şartnamesine uygun olduğunu belirtmiştir. Arısoy ve ark. (2012), uluslararası raylı sistem yolcu taşımacılığı için kullanılan Y32 bojisinin tüm bileşenlerini, bojinin statik ve dinamik koşullarını önceden belirlenmiş bulgularda incelemişlerdir.

Y32 bojisinin statik ve dinamik analizlerini gerçekleştirerek Von-Misses gerilme yöntemi ve modal analiz ile elde edilen sonuçları değerlendirmişlerdir. Birincil ve ikincil süspansiyon sistemleri için eşdeğer yaylar seçerek birincil süspansiyon sisteminde helisel yaylar ve kauçuk yastıklar, ikincil süspansiyon sisteminde ise hava yayları kullanmışlardır. Son olarak, bilgisayar ortamında FEM kullanarak yaptıkları analizde, taşıyıcı boji sisteminin emniyet limitlerinde ve doğal frekanslarında olduğunu tespit etmişlerdir. Arvind ve ark. (2000), yaptıkları çalışmada Hindistan demiryolları tarafından kullanılan geniş hatlı (1676 mm) raylı sistemlerin IR20 bojisinin ikincil süspansiyon sistemini Y32 FIAT bojisinin ikincil süspansiyon sistemiyle değiştirerek ADAMS/Rail programında iki adet raylı sistem modeli hazırlamışlardır. Dinamik analizi gerçekleştirmek için diğer tüm parametreleri aynı kalmak şartıyla ilk modelde IR20 bojisinin ikincil süspansiyon yayları, ikinci modelde ise Y32 FIAT bojisindeki ikincil süspansiyon yayları kullanmışlardır.

İki modelde de kullanılan ikincil süspansiyon karakteristikleri birbirine çok yakın olduğu için süspansiyon elemanlarına yaptıkları testte özdeğer ve denge analizinden önce önyüklemeler uygulamışlardır. Özdeğer analiziyle sistemin doğal frekansını ve farklı mod şekillerini tespit ederek lineer kontak modeliyle sistemin denge analizini ve sürüş konfor analizini yapmışlardır. İki sistem için UIC 60 ray özellikleri ve S1002 tekerlek profil özellikleri esas alınarak 250 m uzunluğundaki rayda analizleri gerçekleştirmişlerdir. Analiz sonuçlarından elde ettikleri frekanslar kabul edilebilir sınırlar içinde bulmuşlardır. İki modelinde süspansiyon sistemlerini karşılaştırdıklarında Y32 FIAT bojisinin süspansiyon sistemi kullanılan modelde yanal sürüş değerlerinin iyileştiğini, dikey sürüş değerlerinin ise bozulma eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir. Mızrak ve ark. (2013), Y32 bojisinin 1/5 ölçekli modelini tasarlayıp montajını yaparak farklı ivmelenme değerleriyle bojinin, birincil ve ikincil süspansiyon sistemlerindeki titreşim analizini bilgisayar ortamında gerçekleştirmişlerdir.

Titreşim genliğinin artması sürüş güvenliği ve yolcu konforu gibi parametreleri olumsuz olarak etkilediği bilinmektedir. Çalışmalarında 150 km/s' ten daha yüksek hızlarda titreşim genliklerinin giderek arttığını tespit etmişler, bu hızlarda hareket eden raylı sistemlerde aktif kontrollü titreşim elemanlarının kullanılması gerekliliğini ortaya koymuşlardır. Esen ve ark. (2010), çalışmalarında ülkemizde raylı sistemlerde kullanılan Y32 bojisinin Bilgisayar Destekli Modelini oluşturmuşlardır. Modelin statik yükler altındaki karakteristiklerini inceleyerek bu yükler altında sonlu elemanlar analizini gerçekleştirmişlerdir. Salınım modlarının hesaplanmasıyla boji gövdesinin dinamik analizini yaparak dayanabileceği maksimum gerilme aralığını tayin etmişlerdir. Bilgin (2015), Türkiye Vagon Sanayi A.Ş.'ye (TÜVASAŞ) ait Y32 bojisinden güvenli çalışma ağırlığı 3400 kg'dan daha ağır olan Bulgaristan Demiryollarına ait raylı sisteme adaptasyonu için Y32 bojisinin TS EN 14363 standardına uygun olarak dinamik analizlerini gerçekleştirmiştir. Y32 bojisinin tüm bileşenlerini kontrol ederek; birincil süspansiyon, ikincil süspansiyon, anti-roll bar ve fren tertibatını yeniden hesaplayarak değiştirmiştir. Böylece TÜVASAŞ için 50000 kg olan Y32 boji taşıma kapasitesini yapılan çalışmaları sonucunda 54000 kg'a çıkartılabileceğini tespit etmiştir.

Metin (2013), çalışmasında hafif raylı sistemde yanal ve yalpa hareketlerinin birlikte görüldüğü hunting salınımları üzerinde durmuştur. Yüksek hızlarda raylı sistemde, hunting hareketi nedeniyle tekerlek ve rayların genlikleri artarak flanş tırmanmalarına ve deraymana (raydan çıkma) neden olduğu bilinmektedir. Çalışmasındaki boji sisteminde birincil süspansiyonda chevron yayı, ikincil süspansiyonda ise hava yayının kullanıldığı yerli imalat hafif raylı sistemin titreşim analizini gerçekleştirmiştir. Raylı sistemin hunting salınımları yönünden kararlılığını inceleyerek kritik hızını tespit etmiştir. Yaptığı optimizasyon ve kontrollerle emniyetli bir ulaşım için raylı sistemin yanal kararlılığını arttırarak kritik hızını yükseltmiş ve düşey titreşimleri de kontrol ederek yolcu konforunun artırılmasını sağlamıştır.

Dinamik analiz ile ilgi yapılan çalışmalarda, Yılmaz (2004) İstanbul Ulaşım A.Ş.'de üretilen yerli üretim raylı sistemi modelleyerek dinamik karakteristiklerinin analizini gerçekleştirmiştir. Analizlerini

gerçekleştirmek için ADAMS/Rail programını kullanmış ve 20 Hz'e kadar olan frekansları incelemiştir. Raylı sistemlerin dinamik analizi için, gerçek boyutlara sahip boji modeli ve ray düzgünsüzlüğünü kullanmıştır. Raylı sistem gövdesinden aldığı ivmelenme ölçümleri ile yolcuların konfor indeksinin analizini yapmıştır.

Uygun süspansiyon sistemleri seçildiğinde ray düzgünsüzlüğünden gelen titreşimlerin insanlar üzerindeki olumsuz etkisinin azaldığını tespit etmiştir. Mızrak (2015), raylı sistemin titreşimlerini farklı serbestlik derecelerinde modelleyerek titreşim grafiklerini elde etmiştir. Raylı sistemin hızı, kütlesi ve ray pürüzlülüğü ile birlikte süspansiyon sisteminin yolcu konforu üzerine etkisini hem köprü geçişinde hem de hareketli zemin ortamında incelemiştir. Farklı hız, kütle ve yol pürüzlülüğü değerleriyle raylı sistemin minimum ivmelenmesi için süspansiyon sisteminin çoklu giriş ve çıkış optimizasyonunu gerçekleştirmiştir. Elde ettiği parametrelerin yolcu konforuna yüksek hızlar için yaklaşık % 26'ya varan iyileşme gösterdiğini tespit etmiştir. Bayraktar (2010), yaptığı çalışmada altı serbestlik dereceli yarım raylı sistem ve on altı serbestlik dereceli boji modelleri oluşturmuştur. MATLAB-Simulink programıyla frekansa bağlı simülasyonlarda aks miline ait titreşimleri incelemiştir. Tekerlek setinin modal analizini deneysel olarak geçekleştirerek tekerlek setine uygulanan çekiç testiyle elde edilen frekansları inceleyip kritik hızları belirlemiştir. Daha sonra NASTRAN programı ile deneysel modal analizi yapılan tekerlek setinin sonlu elemanlar modelini oluşturmuştur. Elde edilen çekiç testlerinin sonuçlarını, aks milinin sonlu elemanlar analizi (FEA) ile birlikte değerlendirmiştir. Topsakal (2015), çalışmasında tasarımı İstanbul Ulaşım A.Ş. tarafından yapılan yerli üretim hafif raylı sistem bojisinin deneysel modal analiz, FEA ve burulma rijitliği analizleriyle titreşim analizlerini gerçekleştirmiştir.

İlk modal testte bojiyi vinç kancasına asarak, ikinci testte ise düz zemin üzerinde kauçuk platform üzerine yerleştirerek ölçümleri yapmıştır. Test sonuçlarını karşılaştırarak hangi testin FEA ile elde edilen değerlere yaklaştığını tespit etmiştir. Müderrisoğlu ve ark. (2015), şehir içi toplu ulaşımda kullanılan bir raylı sistemdeki yolcu konforunu araştırmışlardır. Bu araştırma için MATLAB-Simulink üzerinde dört akslı iki bojili bir raylı sistemin dinamik modelini oluşturarak bir yol girdisine karşılık farklı hızlar ve farklı koltuk konumlarında yolcu konforunu incelemişlerdir. Soukup ve ark. (2016), çalışmalarında karmaşık mekanik sistemlerin dikey dinamik tepkisini elde etmek için analitik bir yöntem önermişlerdir. İki dingilli bir raylı sistemin dikey yönde titreşimini incelemek için oluşturdukları teorik modeli gerçek bir raylı sistemin yük vagonuyla kıyaslamışlardır. Toplam 89 adet deneysel test yaparak ölçüm almışlardır. Seçilen test sonuçlarını, raylı sistem gövdesi-boji sistemleri titreşim grafiği olarak sunmuşlardır. Aba (1998), çalışmasında geliştirdiği dinamik eşdeğer sistemi modeliyle raylı sistemin düşey titreşimlerini incelemiştir. Bu modelde toplu kütleli ve sürekli elastik çubuk sistem modellerini sönümlü ve sönümsüz olarak incelemiştir. Sürekli elastik çubuk modellemesinde, raylı sistem gövdesini FEM ile modelleyerek raylı sistemin dinamik davranışlarını incelemiştir. Elde ettiği birinci eğilme modu doğal frekansının, literatürde belirtilen konfor değerleri içerisinde olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmada, Y32 bojisinin titreşim analizi, dinamik analizi ile konfor üzerine yapılan literatür araştırmaları ile birlikte Y32 bojisinin genel bir değerlendirmesi verilmiştir.

2. RAYLI SİSTEMLER

Demiryollarında kullanılan yolcu ve yük taşımaya yarayan vagon, metro, tramvay gibi araçlar raylı sistem olarak adlandırılırlar. Raylı sistemlerde bojiler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

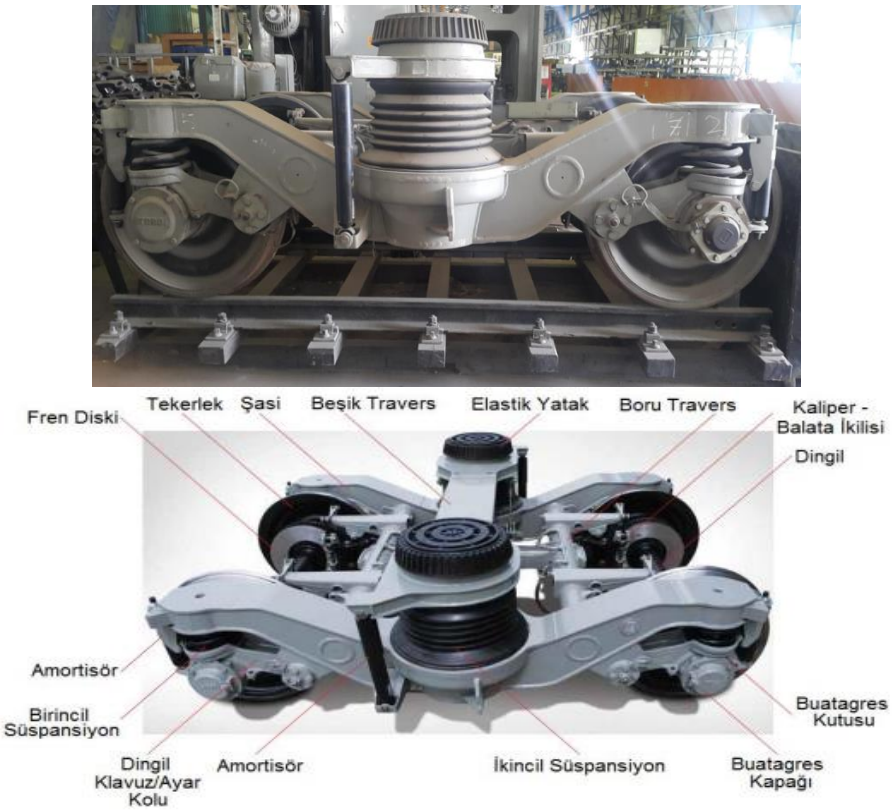
2.1. Bojinin Tanımı

Boji; raylı sistemlere hareket veren şasi, süspansiyon sistemleri, fren sistemleri, aks-tekerlek seti gibi parçalardan oluşan bir sistemdir. Raylı sistem hareket halindeyken, süspansiyon sistemlerinde bulunan helezon yaylar ve amortisörler tekerlek ray teması sonucu ortaya çıkan titreşimlerin etkisini azaltarak oluşan dinamik etkilere karşı vagon sandığını dengede tutarlar. Raylı sistem kurba (yolun eğri kısmı) girdiğinde merkez kaç kuvvetinin etkisi ile dingil kurp dışına doğru bir miktar ötelenir. Bojiler raylı sistemin kurpları daha kolay almasını ve yönlenmesini sağlayarak sürüş güvenliğini artırır. Titreşimin raylı sisteme ve raylara olan olumsuz etkilerini azaltarak rayların daha az aşınmasını sağlarlar ve bu sayede raylı sistemin derayman (raydan çıkma) tehlikesini azaltırlar. Bojiler süspansiyonu iyileştirip,

ses izolasyonu ve konforu sağlayarak raylı sistemi yüksek hızlara uygun hale getirirler. Raylı sistemlerin dingil sayılarının arttırılmasına ve boylarının uzatılmasına olanak sağlayarak yükleme tonajını arttırırlar. Yolcu vagonlarının tamamında, yük vagonlarının ise çoğunluğunda bojiler yaygın olarak kullanılmaktadır (Eryiğit, 2009).

2.2. Y32 boji

Y32 boji sistemi Fransız demiryollarının Corail tipi VU ve VTU vagonları için Dietrich firması tarafından tasarlanmış ve 1975 yılında da üretilmeye başlanmıştır. Türkiye, Almanya, Hollanda, Belçika, Portekiz, İspanya, Fas gibi birçok ülkede bu sistem kullanılmaktadır. 1989 yılında Dietrich firması ve TCDD ile yapılan sözleşme gereği ülkemizde UIC 515 OR standardına göre ürünün imalatına yönelik tüm faaliyetler TÜVASAŞ'a verilmiştir. Şekil 1'de Y32 bojisinin genel görünümü ve temel parçaları, Tablo 1'de ise Y32 bojisinin teknik özellikleri verilmiştir.



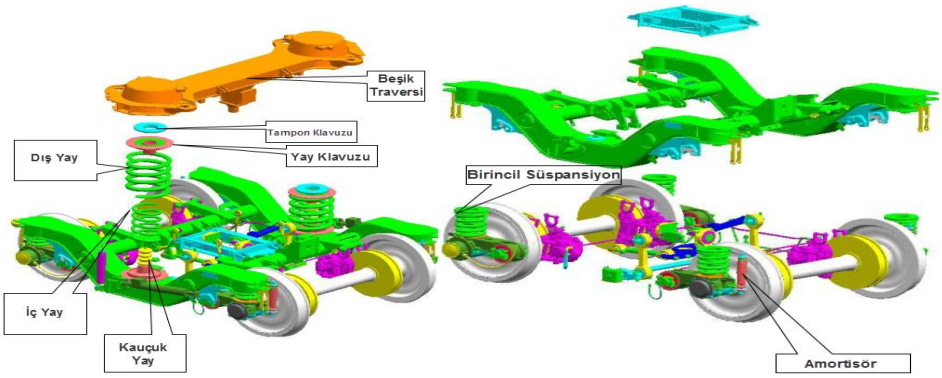
Şekil 1. Y32 bojisinin genel görünümü ve bojisinin temel parçaları (ER ve ark., 2013)

Tablo 1. Y32 Bojisinin Teknik Özellikleri (https://tuvasas.gov.tr/y-32-boji)

Aks Eksenleri Mesafesi (mm)	2560
Yan kirişler eksen mesafesi (mm)	2000
Birincil ve ikincil süspansiyon eksen mesafesi (mm)	2000
Tekerlek çapı (mm)	920
Boji ağırlığı (kg)	6000
Maksimum servis hızı (km/h)	160
Yatak çapı (mm)	130 x 217
Aks çapı (mm)	155
Aks yükü (kg)	16 000
Birincil süspansiyon	4 grup (her grup iç içe geçen iki helezon yaydan
İkincil süspansiyon	2 grup (Helezon yay + Lastik süspansiyon)
Darbe sönümleyici	4 adet Birincil süspansiyon dikey amortisör, 2 adet
Fren sistemi	2 aksta 4 adet hava kumandalı regülatörlü fren
Sperling metoduna göre sürüş kalitesi (km/s)	140 (Wz = 2,5)

2.2.1. Y32 FIAT Boji

Hindistan Demiryolları tarafından yeni nesil raylı sistemler için geliştirilen boji sistemidir (Arvind ve ark., 2000). Y32 FIAT boji, TÜVASAŞ tarafından üretilen Y32 bojiye göre farklılık göstermektedir. Şekil 2'de Y32 FIAT Bojisinin birincil ve ikincil süspansiyon sistemleri ile Tablo 2'de ise Y32 FIAT bojisi teknik özellikleri görülmektedir.



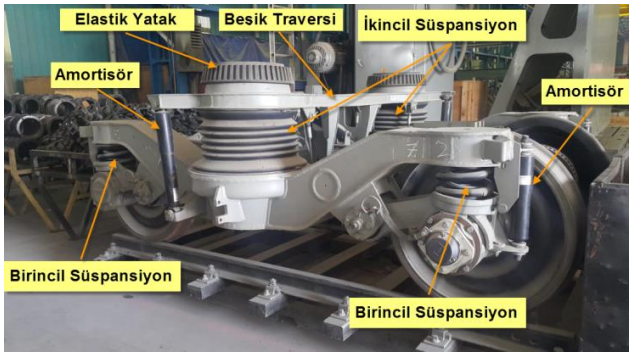
Şekil 2. Y32 FIAT Bojisi birincil ve ikincil süspansiyon (Introduction Handbook on FIAT Bogie, 2012), (Mızrak, 2015)

Tablo 2. Y32 FIAT Bojisi Teknik Özellikleri (Introduction Handbook on FIAT Bogie, 2012)

Aks mesafesi (mm)	2560
Yeni tekerlek çapı (mm)	915
Yıpranmış tekerlek için maksimum çap (mm)	845
Tekerlekler arası mesafe (mm)	1600
Fren disk çapı (mm)	640
Boji genişliği (mm)	3030
Boji uzunluğu (mm)	3534
Boji ağırlığı (kg)	6300

2.3. Y32 Bojisinin Süspansiyon Elemanları

Raylı sistemlerdeki süspansiyon elemanları, emniyetli ve konforlu seyir imkânı sağlayan bir boji elemanıdır. Yol ve raydan kaynaklanan titreşimleri sönümleyerek, raylı sistemin sahip olduğu diğer unsurların zarar görmesini önlemeye yardımcı olurlar. Y32 bojide 160-200 km/h hıza uygun imal edilmiş çift kademeli düşey süspansiyon sistemleri kullanılmaktadır. Bunlardan ilki birincil kademe süspansiyon, diğeri ise; ikincil kademe süspansiyon elemanlarıdır. Şekil 3'te Y32 bojisine ait süspansiyon sistemleri görülmektedir.

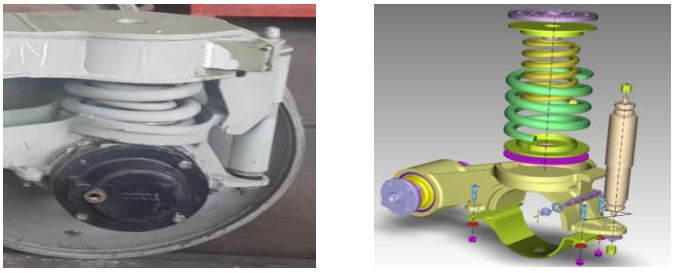


Şekil 3. Y32 bojisinin süspansiyon sistemi

2.3.1. Birincil Süspansiyon

Birincil süspansiyon, boji sistemlerinde toplam dört gruptan oluşmaktadır. Her grup için çelikten imal edilmiş iç içe geçen iki helezon yaydan oluşan sistem olup üzerine gelen yükü bir kauçuk yastık vasıtası ile almaktadır. İç kısımdaki helezon yay sol sarımlı ve 46SiCrMo6 DIN normu çelikten imal edilmiş, Rockwell sertliği 45-50 HRc arasındadır. Uç kısımdaki kauçuk yastıklar dingil muhafazasının

üzerinde bir biyel yuvasında bulunmaktadır. Dingil ve şasi arasındaki bağlantı kolu, bir ucunda dingil muhafazasına dikey yükü iletirken ve diğer ucunda da iki kauçuk elemandan oluşan boji ile şasi bağlantısını temin etmektedir. Bağlantı kolu üzerinde boji şasesine tespit edilen dikey hidrolik amortisör hızlanma esnasında oluşan gövde dönmesini önlemektedir (Özsoy, 2008). Her bojide iki dingil mevcut olup, her bir dingilden yola aktarılan yük (dingil basıncı) 16 tondur. Birincil süspansiyon eksen mesafesi 2000 mm, disk yatağı çapı 130 mm, disk yatağı uzunluğu 217 mm' dir. Her bir dingil iki adet monoblok tekerleklerden ve bir tane sabit aks milinden oluşmaktadır. Tekerlekler, EN 13262 (2004)'e uygun olarak UIC 510-2 kuralına uyan bir profilde, dövme çelikten yapılmıştır (Uygun, 2017). Ayrıca her dingilde iki adet disk fren tertibatı ve dingillerin başlarında hızla ilgili bir jeneratör vardır. Şekil 4'te Y32 bojisinin birincil süspansiyon sistemi görülmektedir.

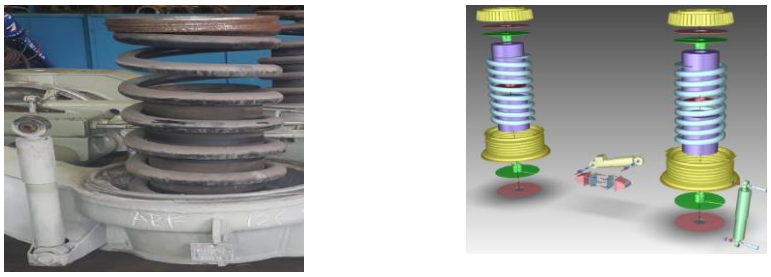


a) **b)**

Şekil 4. a) Birincil süspansiyon ve **b)** Birincil süspansiyon modeli (Bilgin, 2015)

2.3.2. İkincil Süspansiyon

Raylı sistem gövdesinin bojiye olan yüksekliğini ayarlayarak, sürüş esnasında meydana gelen yanal ve düşey hareketleri sönümleyerek konfor sağlarlar. İkincil süspansiyon, boji sistemlerinde bir adet sağ bir adet sol olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. İç kısımda kauçuk takoz dış kısmında ise 51CrMoV4 çeliğinden imal edilmiş helezon yaydan oluşmaktadır. Yayların tel çapı 56,3 mm, yay yarıçapı 190 mm, yaklaşık serbest boş yüksekliği 1050 mm, dara altındaki yüksekliği 722 mm' dir. İkincil yayların yanal esneklikleri 50-60 mm/ton' dur. Bu esneklik bir kauçuk takoz yerleştirilmesi sureti ile 1400 mm/ton'a yükseltilmiştir (Özsoy, 2008). Şekil 5'te Y32 bojisinin ikincil süspansiyon sistemi görülmektedir.

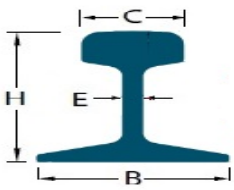


a) **b)**

Şekil 5. a) İkincil süspansiyon ve **b)** İkincil süspansiyon modeli (Bilgin, 2015)

2.3.3. UIC 60 Ray Profili

Şekil 6'da TCDD tarafından Yüksek Hız Demiryollarında (YHD) kullanılan UIC 60 E1 ray profili görülmektedir.



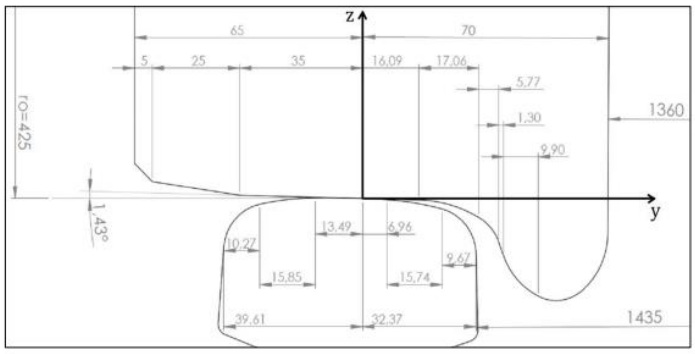
S serisi raylar / Hafif raylar / Amerikan normu raylar

		RAY ÖLÇÜLERİ				
RAY TİPİ	Norm	C	B	H	E	kg/m
UIC 54	E1	70	140	159	16	54,77
UIC 60	E1	72	150	172	16	60,50

Şekil 6. UIC 60 E1 ray profili ve ölçüleri

2.3.4. UIC S1002 Tekerlek Profili

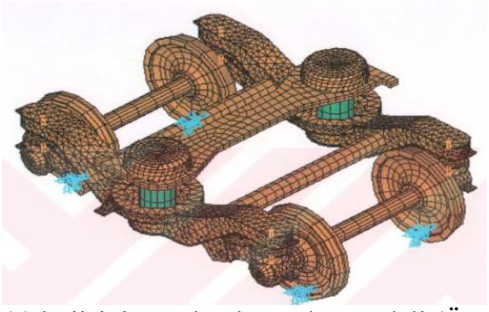
Şekil 7'de yüksek hızlar için geliştirilen 850 mm yuvarlanma çapındaki UIC S1002 profilli tekerleğin ölçüleri görülmektedir.



Şekil 7. UIC S1002 profilli tekerlek ölçüleri

2.3.5. Y32 Bojisinin Sonlu Elemanlar Modeli

Şekil 8'de Y32 bojisini katı modelleme teknikleri kullanılarak yapılan modellemesi verilmiştir. Oluşturulan geometrik modelleri, FEM ile dinamik çözümlemeler yapmak üzere sayısal modele dönüştürmüştür. Raylı sistem gövdesi, boji gibi sistem alt parçalarının ayrı ayrı doğal frekans hesaplamalarını yaparak, titreşim şekilleri ve frekanslar elde etmiştir. Bu şekilde sistem alt parçalarının birbirleriyle olan ilişkilerini incelemiş daha sonra raylı sistemin (gövde ve bojiler birlikte) doğal frekans hesaplamalarını yaparak titreşim şekillerini ve frekanslarını hesaplamıştır. Böylece raylı sistemin titreşim şekillerinin bojilerden bağımsız gövdeye ise bağımlı olduğunu tespit etmiştir (Özsoy 2005).



Şekil 8. Y32 bojisinin sonlu elemanlar modeli (Özsoy, 2005)

Yaptığı çalışmada Y32 bojili TVS2000 yolcu vagonunda tek ortak faktör olan ray düzgünsüzlüğünün her iki durumda da titreşim konforuna olan etkisini yaklaşık % 50 olarak hesaplamıştır.

2.3.6. Denklemler

Doğrusal yay genellikle kütlesi ve sönümlemesi ihmal edilen bir elemandır. Yayın iki ucu izafi olarak yer değiştirdiğinde bir kuvvet meydana gelir.

Bu kuvvet:

$F = kx$ **(1)**

şeklindedir.

Yaydaki toplam bozulma

$\Delta x = x_1 - x_2$ 'dir. **(2)**

- Yay sabiti;

$k = \frac{\delta F_s}{\delta x}\Big|_{x-x_0}$ **(3)**

Burada F_s yay kuvveti ve k yay sabitidir.

- Helisel yaylarda görülen k yay sabiti ise;

$k = \frac{G.d^4}{8.n.D^3}$ **(4)**

Burada;
D: Sargı çapı
G: Kesme modülü
N: Sargı sayısı
d: Tel çapını belirtmektedir.

- Kütle yay ile tanımlanan sistem için ise doğal frekans;

$$W_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \textbf{(5)}$$

k : Yay sabiti
m : Kütle
W_n: Sönümsüz sistem doğal frekansını belirtir.

- UIC 515-4 teknik şartnamesine göre raylı sistem bojisine uygulanacak düşey kuvvet denklemi ise;

$$F_z(N) = \frac{1.4g(M_v + P_1 - 2m^+)}{4} \quad \text{şeklindedir.} \quad (\mathbf{6})$$

Burada;
M_v : İşletmedeki araç kütlesi (karoseri + boji)
P_1 : Yolcu kütlesi TS EN 15663 standardına göre
m^+: Boji kütlesi
$F_z(N)$: Boji üstüne gelen toplam düşey kuvveti belirtmektedir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Literatürde raylı sistemlerde kullanılan bojiler üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada ise Y32 ve bazı boji sistemleri üzerine yapılan araştırmalarla birlikte Y32 bojisinin genel bir değerlendirmesi verilmiştir. Genel olarak yapılan bütün çalışmalarda yolcu konforu ve sürüş güvenliğini en iyi seviyede tutabilmek için raylı sistemlerdeki titreşim seviyeleri üzerine araştırmalar yapılmıştır. Çalışmalarda deneysel olarak alınan sonuçlarla analiz programlarıyla elde edilen verilerin kıyaslanmasıyla yolcu konforu ve sürüş güvenliğinin artırıldığı gözlenmiştir. Literatürde yapılan birçok deneysel çalışmanın yanı sıra gelişen ve yenilenen malzemelerle boji sistemlerinde bulunan birincil ve ikincil süspansiyonlar üzerinde yapılacak çalışmalar önem arz etmektedir. Diğer boji sistemlerinin dinamik analizi ve titreşim analizi ile yolcu ve sürüş konforunun artırılmasına yönelik çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Ayrıca, raylı sistemlerde kullanılan Y32 bojisinin süspansiyon sistemlerinin bilgisayar destekli modeli oluşturularak dinamik analiz programları (ANSYS, ADAMS, NASTRAN vb.) ile elde edilen verilerin deneysel olarak alınan verilerle karşılaştırılması düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

ÖZSOY, M. (2005), TVS 2000 Yolcu Vagonlarında Ray Düzgünsüzlüğünün Titreşim Konforuna Etkisi, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye.

ÖZSOY, M. İ. (2008), Y32 Bojisinin Bilgisayar Destekli Statik ve Dinamik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye.

ARISOY, D. O., AHAN, O., MÜDERRİSOĞLU, K. ve BAYRAKTAR, M. (2012), Demiryolu Vagonu Taşıyıcı Bojisinin Bilgisayar Ortamında Statik ve Dinamik Analizi, 1. Uluslar arası Raylı Sistemler Mühendisliği Çalıştayı (IWRSE'12), Doi: 10.13140/2.1.1746.1125, Karabük, Türkiye

ARVİND, K., SANJEEV, S., AJİT, S. and MAHESH, R. (2000), Improvement in Secondary Suspension of "IRY-IR20" Coach using ADAMS/Rail, ADAMS/Rail Users' Conference 2000, Kapurthala, INDIAN.

MIZRAK, C. ve ESEN, İ. (2013), 1/5 Ölçekli Boji Dinamik Test Ünitesi ile Farklı İvmelenme Değerlerinde Düşey Titreşim Analizi, 2. Uluslar arası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumu (ISERSE'13), Karabük, Türkiye.

METİN, M. (2013), Hafif Raylı Sistemlerin Titreşimleri ve Kontrolü, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

ESEN, İ. ve MIZRAK, C., (2010), Y32 Boji Gövdesinin Statik ve Dinamik Yükler Davranışlarının Analizi, International Iron& Steel Symposium, Karabük, Türkiye.

YILMAZ, D. (2004), Bir Raylı Aracın Dinamik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

MIZRAK, C. (2015), Orta Hızlı Çalışan Raylı Sistem Bojilerinin Titreşimlerinin Modellenmesi ve Optimizasyonu, Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, Türkiye.

BAYRAKTAR, M. (2010), Raylı Taşıtların Dingillerinin Dinamik Analizi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

BİLGİN, E. (2015), Y32 Bojisinin Farklı Vagon Ağırlıklarına Adaptasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

TOPSAKAL, F. Z. (2015), Hafif Raylı Bir Taşıtın Taşıyıcı Bojisinin Titreşim Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

ABA, E., (1994), Bir Yolcu Vagonunun Dinamik Tasarımı ve Titreşim Konforunun Analizi Üzerine Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

MÜDERRİSOĞLU, K., ARISOY, D. O., AHAN, A.O., BAYRAKTAR, M. ve GÜÇLÜ, R., (2015), Bir Raylı Taşıtta Farklı Koşullar Altında Yolcu Konforu Analizi, Uluslararası Katılımlı 17. Makina Teorisi Sempozyumu, İzmir, Türkiye.

SOUKUPA, J., SKOCİLASB, J., SKOCİLASOVAA, B., and DİZOC, J. (2016), Vertical vibration of two axle railway vehicle, XXI International Polish–Slovak Conference Machine Modeling and Simulations, Procedia Engineering 177 (2017) 25 – 32, Slovak Republic

ER, O., ve ÜNEL, E. (2013), Raylı Araçların Boji Donanımında Kullanılan Dökme Demir Ürünler, 2. Uluslar arası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumu (ISERSE'13), Karabük, Türkiye.

UYGUN, R. (2017), Örnek Bir EMU Boji Şasisinin Statik Analizi, Yüksek Lisans tezi, Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorum, Türkiye.

ERYİĞİT, K. (2009), TCDD Ankara Eğitim Müdürlüğü Vagon Bilgisi, Ankara, Türkiye.

TÜVASAŞ, (2019), Diğer Ürünler, 30.07.2019 tarihinde, TÜVASAŞ:https://tuvasas.gov.tr/y-32-boji adresinden alındı.

TÜVASAŞ, (2019), ARGE Dairesi Başkanlığı, Arifiye, Sakarya, Türkiye.

Indian Railways, (2012), Introduction handbook of FIAT Bogie, 09.09. 2019 tarihinde, Hindistan Demiryolları: https://www.rdso.indianrailways.gov.in/works/uploads/File/Introduction%20Handbook%20on%20FIAT%20Bogie.pdf adresinden alındı.

ZİHİNSEL İŞ YÜKÜNÜN NASA-TLX YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Dr. Öğr. Üyesi Hatice ESEN
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
hatice.eris@kocaeli.edu.tr

Arş. Gör. Murat ÇOLAK
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
colak.murat@kocaeli.edu.tr

Özet
Günümüzde üretimde meydana gelen teknolojik gelişmeler yapılan işlerin fiziksel yönlerinin yanında zihinsel yönlerini de ön plana çıkarmıştır. Bu noktada, zihinsel iş yükü çeşitli insan-makine arayüz sistemleri ile çalışan operatörlerin performansını etkileyen ergonomik bir kavram olarak ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, çalışanların zihinsel iş yükü düzeylerinin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması üretimin verimliliği açısından uygun olacaktır. Bugüne kadar zihinsel iş yükünün ölçülmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Literatür incelendiğinde Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi İş Yükü İndeksi (NASA-TLX) yönteminin diğer yöntemlere nazaran geniş uygulama alanına ve yüksek geçerliliğe sahip olduğu görülmektedir. Bu yöntem çalışanların iş yüklerinin zihinsel talep, fiziksel talep, zamansal talep, performans, çaba ve rahatsızlık düzeyi kriterleri açısından değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmada NASA-TLX yöntemi kullanılarak çalışanların zihinsel iş yükleri değerlendirilmiştir. Çalışanların zihinsel iş yüklerinin cinsiyet, yaş, tecrübe, çalışılan hat ve vardiya gibi değişkenlere göre farklılık gösterip göstermediği SPSS programı yardımıyla istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, çalışanların zihinsel iş yükleri belirlenerek üretim sürecinde gerekli önlemlerin alınması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: NASA-TLX yöntemi, zihinsel iş yükü, gıda sektörü.

EVALUATION OF MENTAL WORKLOAD WITH NASA-TLX METHOD: AN APPLICATION IN FOOD INDUSTRY

Abstract
Nowadays, technological advances in manufacturing have brought the forefront mental aspects of works as well as physical aspects. At this point, mental workload has revealed as an ergonomic concept affecting performance of operators working with various human-machine interface systems. Therefore, it will be appropriate to determine mental workload levels of employees and to take necessary measures in terms of productivity of manufacturing. Various methods have been developed in order to measure mental workload until now. When the literature is examined, it is seen that National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) method has wide application area and high validity as compared with other methods. This method enables to evaluate mental workloads of employees in terms of mental demand, physical demand, temporal demand, performance, effort and frustration criteria. In this study, mental workloads of employees have been evaluated by using NASA-TLX method in a company operating in food industry. It has been statistically analyzed that whether mental workloads of the employees differed according to variables such as gender, age, experience, line and shift by means of SPSS program. As a result of this study, it has been aimed to determine mental workloads of the employees and to take necessary measures in the manufacturing process.

Keywords: NASA-TLX method, mental workload, food industry.

1. GİRİŞ

Günümüzde gerek üretim gerekse idari görevlerde kullanılmakta olan yarı otomatik ve bilgisayarlı teknolojiler, insanın bilgi işleme yeteneklerine gereksinim duyduğundan zihinsel iş yükü kavramı giderek önemli hale gelmiştir. Zihinsel iş yükü, sistem taleplerini karşılamak için gerekli olan kaynakları ya da operatörün bilgi işlem kapasitesini ifade etmektedir. Zihinsel iş yükü, çeşitli duyu organları ile enformasyonun algılanıp işlenerek eyleme dönüştürüldüğü çeşitli gözetleme, müdahale, kontrol ve yöneltme görevlerinde rol oynayan iş yüküdür. Bu görevlerin yerine getirilmesinde operatör gerekli bilişsel talepleri karşılamak için kaynaklarını kullanmaktadır.

Zihinsel iş yükü, operatörün gerekli taleplere cevap verme kabiliyeti ile birleştiğinde, belirli çevresel ve operasyonel koşullar altında bir görevi yerine getirmesinden kaynaklanan zihinsel zorlanma olarak da tanımlanabilmektedir (Cain, 2007). Zihinsel iş yükü bileşenleri, insan performansını etkileyen kilit görev özellikleri olup kişinin işi nasıl başardığını ve görevi ne şekilde kavradığını tanımlamaktadır. Çalışan, bu yüke maruz kalmadan normal performansla daha rahat, tatmin edici ve verimli çalışabilmektedir. Görev talebi, belirli bir görevi tamamlamak için gereken süre ile yerine getirilmesi için uygun süre arasındaki orandır ve iş yükünün, sistemin kullanılabilir kaynakları, görev talebi ve insan yetenekleri arasındaki bir kombinasyon olduğunu göstermektedir (Kurata vd., 2015).

Zihinsel iş yükü, yüksek karmaşıklık gerektiren görevlerle doğrudan ilişkilidir. Genel olarak, zor görevler daha yüksek bir zihinsel iş yüküyle sonuçlanır, yeni / beklenmeyen olaylarla baş etme konusunda çok az fırsat bırakır ve performans hatalarının olasılığını arttırır. Bu nedenle, görev talebindeki artış daha yüksek bir zihinsel iş yükü oluşturarak dikkat için daha düşük bir kapasite sonucu hatalara sebep olabildiği gibi yanıt süresinde de artışa neden olabilmektedir (Ruiz-Rabelo vd., 2015).

İş yükü, operatörün performansı ile yakından bağlantılı olduğu için yeni bir sistemin veya arayüzün tasarımında değerlendirilmesi gereken kritik unsurlardandır (Grozdanovic ve Janackovic, 2018). Görev talebindeki artış sonucu oluşan iş yükü ve karmaşıklığın çalışan performansının azalmasındaki en kritik iki faktör olduğu düşünülmektedir. İyi bir sitemin tasarımındaki temel unsur görevin özellikleri ve gerekleridir. Performans göreve göre şekillenmektedir. Bu kapsamda zihinsel iş yükü ölçümünün temel nedeni, operatör ve sistem performansını tahmin etmek ve görevi yerine getirmenin veya belirlenen hedefe ulaşmanın zihinsel maliyetini belirlemektir Karadağ ve Cankul (2015). Literatürdeki zihinsel iş yükü ölçüm yöntemlerinin "Görev Ölçümleri", "Fizyolojik Ölçümler" ve "Subjektif Ölçümler" olmak üzere sınıflandırıldığı görülmektedir. Görev ölçümleri birincil ve ikincil görev ölçümleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Birincil görev ölçümleri, görevin sonucundaki performansı ölçerken ikincil görev ölçümleri ise birincil görevde kullanılmayan kaynakları veya kapasiteyi değerlendirmektedir (Gülkaç, 2013). Fizyolojik ölçüm teknikleri ise temelde insan vücudunun artan fiziksel tepkileri doğrultusunda artan bilişsel taleplerine dayanmaktadır. Fizyolojik iş yükü ölçümleri, vücudun fiziksel tepkilerinin sürekli ölçülmesiyle elde edilmektedir. Bu ölçümler, göz aktiviteleri, kalp ile ilgili aktiviteler, beyin aktiviteleri, konuşma ölçümleri, solunum aktiviteleri gibi ölçüm teknikleri ile yapılmaktadır (Ulusam Seçkiner ve Toraman, 2017). Subjektif ölçüm yöntemleri, kullanıcıların bir görevi yerine getirmek için gereken öznel çabayı derecelendirme ölçekleri ile değerlendirdikleri ve bu değerlendirmeye göre kişinin hissettiği iş yükü seviyesini belirleyen yöntemlerdir. Ardışık karar ölçütü (ZEIS), Cooper-Harper Ölçeği, NASA-Görev Yükü İndeksi, Subjektif iş yükünün üstünlük tekniği (SWORD) ve Subjektif İş Yükü Değerlendirme Tekniği (SWAT) bu grupta değerlendirilen ölçüm yöntemleridir (Kurata vd., 2015).

NASA-TLX yönteminin kolay uygulanabilen ve güvenilir bir yöntem olarak literatürde farklı çalışma alanlarında kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır: Yener vd. (2019) çamaşır makinesi üretimi için bir iş rotasyonu modeli geliştirmişlerdir. Modelde zihinsel ve fiziksel yorgunluk düzeylerinin en küçüklenerek üretim miktarının en büyüklenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada NASA-TLX yöntemi algılanan iş yükü düzeylerinin ölçümü için kullanılmıştır. Mamak Ekinci ve Can (2018) bir meyve suyu üretim sürecinde görev alan operatörlerin ergonomik risk düzeylerini çok kriterli karar verme yaklaşımı ile değerlendirirken algılanan iş yükünü NASA-TLX yöntemi ile belirlemişlerdir. Emeç ve Akkaya (2018) çalışmalarında, hekimlerin zihinsel iş yüklerini değerlendirmek için NASA-

TLX yönteminden faktör ağırlıkları hesabında ise Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yönteminden yararlanmışlardır. Çalışmanın sonucunda AHS'nin NASA-TLX yönteminde kriter ağırlıklarını hesaplamak için kullanılabileceğini göstermişlerdir. Tubbs-Cooley vd. (2018) NASA-TLX yöntemini kullanarak yoğun bakım ünitesinde çalışan hemşirelerin iş yükü düzeyini belirlemişler ve ele aldıkları grup için başarısızlık hissi ve performans düzeyinin subjektif iş yükünün doğal karakteristiği olmadığını belirtmişlerdir. Delice (2016) NASA-Raw Task Load Index yöntemini acil servis çalışanlarının zihinsel iş yüklerini tespit etmek için kullanarak yüklenmeyi arttıran faktörler ve genel memnuniyet durumlarını belirlemişlerdir. Karadağ ve Cankul (2015) uygulama alanı olarak belirledikleri hastanede görev yapan hemşirelerin zihinsel iş yüklerinin değerlendirmesini NASA-TLX yöntemi kullanarak yapmışlardır. Yapılan çalışma ile hemşirelerin zihinsel iş yükü düzeylerinin sosyo-kültürel özelliklerine göre anlamlı farklılıklar gösterdiği saptanmıştır.

Kurata vd. (2015) çalışmalarında bir lisans mühendislik programında okuyan öğrencilerin olası ders tekrarlarını önlemek amacıyla, iş yükünün akademik performans üzerindeki etkilerini ve bununla ilişkili faktörleri araştırmışlar ve analiz etmişlerdir. Çalışma kapsamında öğrencilerin zihinsel iş yükleri NASA-TLX yöntemi ile ölçülmüştür. Ruiz-Rabelo vd. (2015) bariatrik cerrahideki öğrenme eğrisi sırasında cerrahı değerlendirmek için NASA-TLX yönteminin kullanımını doğrulamaya ve zihinsel iş yükünü arttıran faktörleri belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada NASA-TLX yöntemine, açık ve laparoskopik operasyonlar gerçekleştirirken oluşan iş yükünü belirlemek için başvurulmuştur. NASA-TLX ile fiziksel olarak ölçülebilir değişiklikler (göz kırpma, kas yorgunluğu, kortizol konsantrasyon artışı) arasında bir korelasyon tespit edilmiştir Yağmuroğlu vd. (2011) inşaat sektöründe meydana gelen iş kazalarının sebeplerini analiz ederek kazaların önlenebilmesi için bilinmesi gereken iş yüklerinin tespitlerini NASA-TLX yöntemi kullanarak yapmışlardır.

Literatürde farklı iş grupları üzerinde uygulaması bulunan NASA-TLX yöntemi, bu çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmada çalışanların zihinsel iş yüklerini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Çalışanların zihinsel iş yükleri cinsiyet, yaş, tecrübe, çalışılan hat ve vardiya gibi değişkenler dikkate alınarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde araştırmaya konu olan NASA-TLX yöntemine yer verilirken, yürütülen çalışmanın detayları ve analiz sonuçları ise çalışmanın üçüncü bölümünde sunulmaktadır. Çalışmanın son bölümünü ise sonuçlar ve öneriler oluşturmaktadır.

2. NASA-TLX YÖNTEMİ

Pilot ve hava trafik kontrolörlerinin iş yüklerini değerlendirmek amacıyla 1970'lerde geliştirilen ve çok boyutlu subjektif ölçüm yöntemlerinden biri olan NASA-TLX üç aşamalı bir yapıda zihinsel iş yükünü değerlendirmek için altı farklı alt kriter kullanmaktadır: zihinsel talep (MT), fiziksel talep (FT), zamansal talep (ZT), rahatsızlık düzeyi (RD), çaba (Ç) ve performans (P) (Mansikka vd., 2019).

Zihinsel iş yükü değerlendirilirken ihtiyaç duyulan zihinsel aktivite miktarı zihinsel talep ile, ihtiyaç duyulan fiziksel aktivite miktarı fiziksel talep ile, görevi yaparken hissedilen zaman baskısı zamansal talep ile, verilen görevi yerine getirmede başarılı olma derecesi performans ile, görevi yerine getirmenin ne kadar ağır çalışma gerektirdiği çaba ile, görev yerine getirilirken çalışanın kendini ne kadar güvensiz, gayri memnun ya da karmaşık hissettiği rahatsızlık seviyesi ile ifade edilmektedir (Gülkaç, 2013).

NASA-TLX yöntemi oranlama, ağırlıklandırma ve iş yükü belirleme olacak şekilde üç aşamadan meydana gelmektedir. Puanlama aşamasında alt kriterlerin etkisi "düşük " ile "yüksek" arasında tanımlanan ölçek kullanılarak belirlenmektedir. İş yükünü belirlemek için kullanılan ölçek Şekil 1'de verilmektedir (Delice, 2016).

NASA İş Yükü İndeksi																				
ZİHİNSEL TALEP																				
Düşük	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Yüksek
FİZİKSEL TALEP																				
Düşük	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Yüksek
ZAMANSAL TALEP																				
Düşük	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Yüksek
PERFORMANS																				
Düşük	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Yüksek
ÇABA																				
Düşük	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Yüksek
RAHATSIZLIK DÜZEYİ																				
Düşük	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Yüksek

Şekil 1. NASA-TLX Yöntemi Zihinsel İş Yükü Puanlama Ölçeği (Delice, 2016)

İkinci aşamada ise çalışan açısından herhangi iki boyuttan hangisinin işinde daha baskın veya kendisini zorlayıcı olduğunun belirlenmesi amacıyla ikili karşılaştırma yapılmaktadır. İkili karşılaştırmalar esnasında çalışanlar kendileri için daha zorlayıcı olduğunu düşündükleri boyutu işaretleyerek Şekil 2'de görüldüğü gibi toplam 15 adet ikili karşılaştırma yapmaktadırlar (Böylece her bir boyutun 15 karşılaştırma içerisinde kaç defa baskın olarak seçildiği belirlenmekte ve her bir boyutun ağırlığı Eşitlik 1 yardımı ile hesaplanmaktadır (Mamak Ekinci ve Can, 2018).

$$W_x = \frac{F_x}{\sum_1^6 F_x} \quad (1)$$

Burada x, MT, FT, ZT, P, Ç ve RD olmak üzere altı alt kriteri ifade ederken W_x ilgili kritere ilişkin ağırlık değerini ve F_x kriterin tercih edilme sıklığını göstermektedir. İş yükü indeksi (TLX) değeri ise Eşitlik 2 yardımıyla hesaplanmaktadır (Delice, 2016).

$$\text{TLX} = P_{MT} \times W_{MT} + P_{FT} \times W_{FT} + P_{ZT} \times W_{ZT} + P_P \times W_P + P_Ç \times W_Ç + P_{RD} \times W_{RD} \quad (2)$$

Burada x, alt kriterleri ifade etmek üzere;
P_x=İlgili kritere ait puan değeri
W_x=İlgili kritere ait ağırlık değerini belirtmektedir.

Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırılması														
Zihinsel Talep	Zihinsel Talep	Zihinsel Talep	Zihinsel Talep	Zihinsel Talep	Fiziksel Talep	Fiziksel Talep	Fiziksel Talep	Fiziksel Talep	Zamansal Talep	Zamansal Talep	Zamansal Talep	Performans	Performans	Çaba
Fiziksel Talep	Zamansal Talep	Performans	Çaba	Rahatsızlık Düzeyi	Zamansal Talep	Performans	Çaba	Rahatsızlık Düzeyi	Performans	Çaba	Rahatsızlık Düzeyi	Çaba	Rahatsızlık Düzeyi	Rahatsızlık Düzeyi

Şekil 2. NASA-TLX Yöntemi Alt Kriter Ağırlıklandırma Ölçeği (Mamak Ekinci ve Can, 2018)

3. UYGULAMA

Bu çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmada görev yapan çalışanların maruz kaldıkları zihinsel iş yükleri NASA-TLX yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve iş yüklerinin cinsiyet, yaş, tecrübe, çalışılan hat ve vardiya gibi değişkenlere göre farklılık gösterip göstermediği istatistiksel olarak analiz edilmiştir. 50 çalışana ilişkin veriler anket kağıdı aracılığı ile toplanmış ve istatistiksel analizler SPSS paket programı yardımıyla yapılmıştır. Çalışmaya katılan operatörlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Çalışanlara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Grup	N	%
Cinsiyet	Kadın	9	18
	Erkek	41	82
Yaş	20-30	3	6
	31-40	27	54
	41+	20	40
Tecrübe	3-11	18	36
	12-20	16	32
	21-27	16	32
Çalışılan Hat	1. Hat	19	38
	2. Hat	9	18
	3. Hat	11	22
	4. Hat	11	22
Vardiya	A (4-12)	17	34
	B (12-8)	14	28
	C (8-4)	19	38

Çalışmada gruplar arasında fark olup olmadığını analiz etmek için t testi ve varyans analizi kullanılmıştır. Gruplara ait verilerin normal dağılıma uyup uymadığı Anderson Darling testi kullanılarak test edilmiş ve normal dağılıma uygunluğu gösterildikten sonra iki grubun karşılaştırılması için t testi, ikiden fazla grubun karşılaştırılması için varyans analizi kullanılmıştır.

Cinsiyet değişkeni için kadın ve erkek grupları arasında zihinsel iş yükü açısından fark olup olmadığını test etmek için t testi kullanılmıştır. Bu teste ilişkin sonuçlar Tablo 2'de sunulmaktadır. Tablo 2'de yer alan sonuçlara göre Levene varyansların homojenliği testinde p değeri 0,778 çıkmıştır. Bu değer 0.05 değerinden büyük olduğundan varyansların eşit olduğuna karar verilmiştir. T testi için p değerinin 0.724 olduğu belirlenmiş ve iki grup ortalaması arasında fark olmadığına karar verilmiştir.

Tablo 2. Cinsiyet Değişkenine İlişkin t Testi Sonuçları

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
	Equal variances assumed	,083	**,778**	,361	12	**,724**	,69571	1,92757	-3,504	4,895
	Equal variances not assumed			,361	11,848	,725	,69571	1,92757	-3,510	4,901

Tecrübe değişkenine göre çalışanlar (3-11 yıl arası), (12-20 yıl arası) ve (21-27 yıl arası) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Bu grupların zihinsel iş yükü ortalamaları arasında fark olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve sonuçlar Tablo 3'te sunulmuştur. Analiz sonuçlarına göre tecrübe değişkenine göre p değeri 0,939 olduğu için iş yüklerinin arasında anlamlı bir fark olmadığına karar verilmiştir.

Tablo 3. Tecrübe Değişkenine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,524	2	,762	,064	**,939**
Within Groups	215,565	18	11,976		
Total	217,089	20			

Çalışılan hat değişkenine göre çalışanlar hat 1, hat 2, hat 3 ve hat 4 olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Bu değişkene ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde çalışılan hat değişkenine göre p=0,649 olduğundan gruplar arasında anlamlı fark olmadığına karar verilmiştir.

Tablo 4. Çalışılan Hat Değişkenine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20,916	3	6,972	,557	**,649**
Within Groups	300,574	24	12,524		
Total	321,490	27			

Yaş değişkeni için çalışanlar (20-30 yaş), (31-40 yaş) ve (41 ve üzeri yaş) olacak şekilde 3 gruba ayrılmıştır. Bu üç grubun ortalamaları arasında fark olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiştir. Yaş değişkeni için varyans analizi sonuçları Tablo 5'te sunulmaktadır. Analiz sonuçlarına göre p değeri 0,016 olduğundan en az iki grup arasında fark olduğuna karar verilmiştir. Bu farkın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek için ise Tukey testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Tukey testi sonuçlarına göre farkın (31-40) ve (41 ve üzeri) gruplarından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Tablo 5. Yaş Değişkenine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	110,375	2	55,188	5,226	**,016**
Within Groups	190,079	18	10,560		
Total	300,455	20			

Tablo 6. Yaş Değişkenine İlişkin Tukey Testi Sonuçları

	(I) Yaş	(J) Yaş	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	20-30	31-40	1,93429	1,73699	,518	-2,4988	6,3674
		41+	-3,59857	1,73699	,124	-8,0317	,8345
	31-40	20-30	-1,93429	1,73699	,518	-6,3674	2,4988
		41+	-5,53286*	1,73699	**,014**	-9,9659	-1,0998
	41+	20-30	3,59857	1,73699	,124	-,8345	8,0317
		31-40	5,53286*	1,73699	**,014**	1,0998	9,9659

Vardiya değişkenine göre çalışanların zihinsel iş yükleri (4-12), (12-8) ve (8-4) olmak üzere 3 grup altında analiz edilmiştir. Bu değişkene ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre p=0,028 olduğu için en az iki grup arasında fark olduğuna karar verilmiştir. Farkın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek için Tukey testi yapılmış ve sonuçları Tablo 8'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre farkın (12-8) ve (8-4) vardiyaları arasında olduğu belirlenmiştir.

Tablo 7. Vardiya Değişkenine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	99,073	2	49,536	4,395	**,028**
Within Groups	202,890	18	11,272		
Total	301,962	20			

Tablo 8. Vardiya Değişkenine İlişkin Tukey Testi Sonuçları

	(I) Vardiya	(J) Vardiya	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	A	B	-3,82714	1,79457	,111	-8,4072	,7529
		C	1,28714	1,79457	,757	-3,2929	5,8672
	B	A	3,82714	1,79457	,111	-,7529	8,4072
		C	5,11429*	1,79457	**,027**	,5343	9,6943
	C	A	-1,28714	1,79457	,757	-5,8672	3,2929
		B	-5,11429*	1,79457	**,027**	-9,6943	-,5343

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üretimde meydana gelen teknolojik gelişmeler işlerin fiziksel yönlerinin yanında zihinsel yönlerinin de dikkate alınmasına ve zihinsel iş yükü kavramının çalışanlar açısından değerlendirilmesine neden olmuştur. Bu noktada çalışanların görevlerini yerine getirirken hissettikleri zihinsel iş yükünün değerlendirilmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler görev ölçümleri, fizyolojik ölçümler ve subjektif ölçümler olmak üzere 3 başlık altında toplanmaktadır. NASA-TLX yöntemi de subjektif bir yöntem olarak yaygın bir şekilde kullanılmakta ve geçerli sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmada çalışanların zihinsel iş yüklerinin değerlendirilmesinde NASA-TLX yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra çalışanların hissettikleri zihinsel iş yüklerinin cinsiyet, yaş, tecrübe, çalışılan hat ve vardiya değişkenlerine göre farklılık gösterip göstermediği SPSS paket programı yardımıyla istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre cinsiyet, tecrübe ve çalışılan hat değişkenlerine göre çalışanların zihinsel iş yükleri arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Diğer taraftan yaş ve vardiya değişkenlerine göre çalışanların hissettikleri zihinsel iş yükleri arasında fark olduğu varyans analizi kullanılarak belirlenmiştir. Bu farkın yaş değişkeninde 41 ve üzeri yaş grubundan, vardiya değişkeninde ise (12-8) gece vardiyasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda ileri yaşlarda ve gece vardiyası çalışmalarında hissedilen zihinsel iş yükünün arttığı belirlenmiş ve buna yönelik gerekli önlemlerin alınması önerilmiştir. Bu noktada, üretim kalitesinde sürdürülebilirliğin sağlanması, çalışanların performanslarının azalmasının önlenmesi ve firmada iş organizasyonu kapsamında gerçekleştirilebilecek iş rotasyonu, iş genişletme ve iş zenginleştirme faaliyetlerine temel oluşturulması hedeflenmiştir.

KAYNAKLAR

Cain, B. (2007). A Review of the Mental Workload Literature, Report Contract No.: RTO-TR-HFM-121-Part-II, Defence Research and Development Canada Toronto Human System Integration Section, Toronto, 2(4), 1-34.

Delice, E. K. (2016). Acil servis hekimlerinin NASA-RTLX yöntemi ile zihinsel iş yüklerinin değerlendirilmesi: bir uygulama Çalışması, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30(3), 645-662.

Emeç, Ş. ve Akkaya, G. (2018). Sağlık sektöründe zihinsel iş yükü değerlendirmesi ve bir uygulama, *Ergonomi*, 1(3), 156-162.

Grozdanovic, M. ve Janackovic, G. L. (2018). The framework for research of operators' functional suitability and efficiency in the control room, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 63, 65-74.

Gülkaç, H. (2013). Pilotların zihinsel iş yüklerinin NASA-TLX yöntemiyle ölçülmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Karadağ, M. ve Cankul, İ. H. (2015). Hekimlerde zihinsel iş yükü değerlendirmesi, *The Journal of Academic Social Science Studies*, 35, 361-370.

Kurata, Y. B., Bano, R. M. L. P. ve Matias, A.C. (2015). Effects of Workload on Academic Performance Among Working Students in an Undergraduate Engineering Program. 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, 3, 3360-3367.

Mamak Ekinci, E. B. ve Can, G. F. (2018). Algılanan iş yükü ve çalışma duruşları dikkate alınarak operatörlerin ergonomik risk düzeylerinin çok kriterli karar verme yaklaşımı ile değerlendirilmesi, *Ergonomi*, 1(2), 77-91.

Mansikka, H., Virtanen, K. ve Harris, D. (2019). Comparison of NASA-TLX scale, modified Cooper-Harper scale and mean inter-beat interval as measures of pilot mental workload during simulated flight tasks, *Ergonomics*, 62(2), 246-254.

Ruiz-Rabelo, J. F., Navarro-Rodriguez, E., Di-Stasi, L. L., Diaz-Jimenez, N., Cabrera-Bermon, J., Diaz-Iglesias, C. ve Briceño-Delgado, J. (2015). Validation of the NASA-TLX Score in Ongoing Assessment of Mental Workload During a Laparoscopic Learning Curve in Bariatric Surgery, *Obesity Surgery*, 25(12), 2451-2456.

Tubbs-Cooley, H. L., Mara, C. A., Carle, A. C. ve Gürses, A. P. (2018). The NASA task load index as a measure of overall workload among neonatal, paediatric and adult intensive care nurses, *Intensive and Critical Care Nursing*, 46, 64-69.

Ulusam Seçkiner, S., ve Toraman, N. (2017). Bilişsel işyükünü belirlemek için yeni bir model, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(1), 365-381.

Yağmuroğlu, Z., Günaydın, H. M. ve Kale, S. (2011). İş gereksinim analizi yönteminin iş güvenliği bağlamında incelenmesi, 3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, Çanakkale, 21-23 Ekim 2011.

Yener, Y., Can, G. F. ve Toktaş, P. (2019). Fiziksel zorlanma ve algılanan iş yükü düzeylerini dikkate alan bir iş rotasyonu önerisi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(1), 9-20.

UÇAK ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN TİTANYUM ALAŞIMLARININ TIG KAYNAĞI YÖNTEMİYLE BİRLEŞTİRİLMESİNDE KAYNAK AKIMININ MEKANİK VE MİKROYAPI ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Mak. Müh. Göksel BARAN
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Otomotiv Mühendisliği
gokselbaran@gmail.com

Prof. Dr. Ali ÇINAR
Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü
alicinar@kocaeli.edu.tr

Özet
Titanyum ve alaşımları sahip oldukları yüksek mukavemet, düşük ağırlık ve yüksek korozyon direnci gibi özelliklerinden dolayı kimya, otomotiv, sağlık ve özellikle uçak endüstrisinde yaygın olarak kullanılan malzemelerdir. Günümüzde, titanyum ve alaşımlarının kullanımının artışına paralel olarak, kaynağının da daha önemli hale geldiği bir gerçektir. Bu malzemelerin birleştirilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden birisi de TIG (Tungsten Inert Gas) kaynak yöntemidir. Bu çalışmada 1.6 mm kalınlığındaki Ti6Al4V titanyum alaşımlarının farklı kaynak akımlarında TIG kaynak yöntemiyle birleştirilmesi incelenmiştir. Kaynaklı numunelere uygulanan tahribatlı muayene yöntemlerinden çekme ve sertlik testleri, tahribatsız muayenelerden ise görsel ve radyografik muayene ve mikroyapı çalışmaları ile kaynak akımının mekanik ve mikroyapı özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: TIG Kaynağı, Titanyum Alaşım, Ti6Al4V, Mikroyapı, Mekanik Özellikler

EFFECT OF WELD CURRENT ON MECHANICAL AND MICROSTRUCTURE PROPERTIES OF TIG WELDED TITANIUM ALLOYS USED IN AEROSPACE INDUSTRY

Abstract
Titanium and it's alloys are materials used commonly in chemisty, automotive, healtcare field and especially aerospace industry due to their properties such as high strength, low weight, high durability to corrosion. At the present time, correspondingly increment of usage in these materials, it is a real that it's welding come to the fore. GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) is one of methods used mostly in welding of titanium alloys. In this study, joining through TIG welding in different weld currents for Ti6Al4V titanium alloys in 1.6 mm thickness was investigated. It was analyzed effect of weld current of mechanical and microstructure properties of welded samples via conducted tensile and hardness tests, visual and X-ray examines.

Keywords: TIG Welding, Titanium Alloy, Ti6Al4V, Microstructure, Mechanical Properties

1. GİRİŞ
Titanyum ve alaşımları, endüstriyel uygulamalar için en iyi mühendislik malzemelerinden biri olarak düşünülmektedir (Balasubramanian ve ark., 2008). Titanyum alaşımlarının sahip oldukları yüksek mukavemet, düşük ağırlık, yüksek ısı ve korozyon direncinden dolayı havacılık ve uzay alanlarında kullanımı artmaktadır (Yang ve ark., 2015). Uçak endüstrisinde Ti-6Al-4V titanyum alaşımı başlıca uçak motorlarının fan disk, alçak başınç kompresör kanatçıkları ve diskinde ve uçak gövdesinde kullanılmaktadır (Raju ve ark., 2015, Boyer, 1996). Dünyadaki tüm titanyum tonajının yarısından fazlasını oluşturan Ti-6Al-4V, en yaygın kullanılan titanyum alaşımıdır (Karimzadeh ve ark., 2005, Balasubramanian ve ark., 2011).

Bu malzemelerin kullanımının artışıyla birlikte kaynaklı birleştirmeleri de da daha önemli hale gelmiştir (Bae Lee ve ark., 2005). Özellikle levha formundaki titanyum alaşımlarının birleştirilmesinde en çok kullanılan kaynak yöntemi TIG kaynağıdır (Gao ve ark., 2013). Ayrıca, kolay uygulanabilirliği ve ekonomik olması açısından titanyum gibi reaktif malzemelerin

birleştirilmesinde TIG kaynağı en çok tercih edilen kaynak metodudur (Balasubramanian ve ark., 2011). TIG kaynağı, kaynak için gerekli olan ısı enerjisi bir tungsten elektrod ve iş parçası arasında oluşturulan ark tarafından sağlanır ve kaynak alanı da elektrodu çevreleyen bir nozuldan gönderilen asal gaz tarafından korunan bir kaynak metodudur (Kaya ve ark., 2011).

Kaynak akımı, gerilimi ve hızı, kaynak dikiş formuna, kaynak dikiş formunun nüfuziyet derinliğine, genişliğine ve yüksekliğine etki eder. Kaynak dikiş formuna etki eden değişkenlerden en önemlisi kaynak akım şiddetidir (Çevik, 2013).

Bu çalışmada, Ti-6Al-4V titanyum alaşım levhalar farklı kaynak akımlarında TIG kaynak yöntemiyle birleştirilmiş ve uygulanan akım şiddetinin numuneler üzerindeki etkisini incelemek amacıyla çekme testi, sertlik testi, görsel ve radyografik muayene ve ayrıca mikroyapı çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada 1.6 mm kalınlığa sahip 127x50 mm boyutlarında Ti6Al4V (Grade 5) titanyum levhaları TIG kaynak yöntemiyle birleştirilmiştir. Kaynak öncesi numuneler, olası yağ v.b. gibi yabancı maddelerin temizlenmesi amacıyla zımparalandıktan sonra 1 saat kadar asetonlu sıvıda bekletilip asetonlu bezle silinip kurulanmıştır. Benzer şekilde dolgu malzemesi olan ilave tel de asetonlu bez ile silinmiştir. Numuneler, kaynak ağzı açılmadan ve aralarında boşluk bırakılmadan alın alına olacak şekilde ve bir aparat kullanılarak sabitlenmiş ve çarpılmayı önlemek amacıyla her iki taraftan birer punta atılmıştır. Birleştirme işlemlerinde Miller Maxstar 152 marka inverter tip TIG kaynak makinası ve koruyucu gaz olarak %100 saf argon gazı kullanılmıştır. Koruyucu gaz nozuldan ve sabitleme olarak kullanılan aparatın alt kısmından sağlanmıştır. Kaynak işlemi tek pasoda ve dolgu malzemesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Koruyucu gaz basıncı 10 bar olup, torç hava soğutmalıdır. Kaynak işlemi bitiminde numuneler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Dolgu malzemesi olarak Ø 0.045 inch çapında AMS 4954 Ti6Al4V titanyum alaşımı kaynak teli kullanılmıştır. Kaynak elektrodu olarak ise Ø 1.6 mm çapında, 45° uç açısına sahip WC20 tungsten + %2 seryum katkılı Zenweld marka elektrot kullanılmıştır. Birleştirme işleminde kullanılan numunenin kimyasal kompozisyonu Tablo-1'de verilmiştir. Birleştirme işlemleri sırasında kullanılan kaynak parametreleri Tablo-2'de verilmiştir.

Tablo 1. Ti-6Al-4V Titanyum Alaşımının Kimyasal Kompoziyonu

Ti6Al4V alaşımının kimyasal kompozisyonu (%)							
C	Al	V	Fe	N	O	H	Ti
0.010	6.02	4.14	0.098	0.007	0.12	0.002	Kalan

Tablo 2: TIG Kaynak Parametreleri

Numune	1	2	3	4	5
Kaynak Akımı (A)	60	65	70	100	120
Malzeme Kalınlığı (mm)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Elektrot Çapı (mm)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
İlave Tel Çapı (inç)	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Koruyucu Gaz Türü	Argon	Argon	Argon	Argon	Argon
Gaz Debisi (l/dk)	10	10	10	10	10
Gaz Basıncı (bar)	10	10	10	10	10

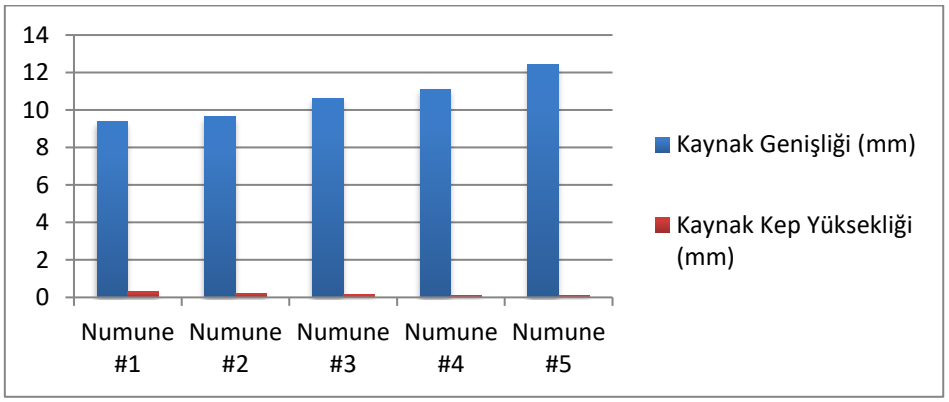
Mekanik ve mikroyapı çalışmaları için kaynaklı numuneler tel erezyon kesme yöntemi ile başlangıç ve bitiş kısmından 10 mm kesilip atılmışır. Çekme numunesi ASTM E8 standardına uygun olarak hazırlanmış ve 2mm/dk hızında çekme testi yapılmıştır. Sertlik testleri TS EN 9015 standardına göre her bir numunenin ana malzeme, ITAB ve kaynak bölgesinden 3 ölçüm yapılıp bunların ortalaması alınarak değerlendirme yapılmıştır. Görsel muayenede kaynaklı kısım 10X mercek ile değerlendirilmiş ve kaynak genişlik ve yükseklik ölçümleri ise 3 boyutlu CMM ölçüm cihazında gerçekleştirilmiştir.
Mikroyapı numuneleri, bakalite alma ve standart metalografik işlemlerden sonra kimyasal solüsyonda 60 sn dağlanarak, mikroyapı incelemesi için hazır hale getirilmişlerdir. Hazırlanan numunelerin

mikroyapı çalışmaları, Olympos marka optik mikroskop ile gerçekleştirilmiştir. Mikroyapı çalışmaları, TS EN 17639 standardına göre yapılmıştır. Radyografik muayane ise ASTM E 1032 standardına göre uygulanmıştır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1 Görsel Muayene

Kaynaklı numunelere görsel muayane yapıldığında kaynak akımı arttıkça kaynak genişliği artarken kaynak yüksekliğinin ise azaldığı görülmüştür. Şekil-2'de numunelerin kaynak genişliği ve kaynak kep yükseklikleri verilmiştir.

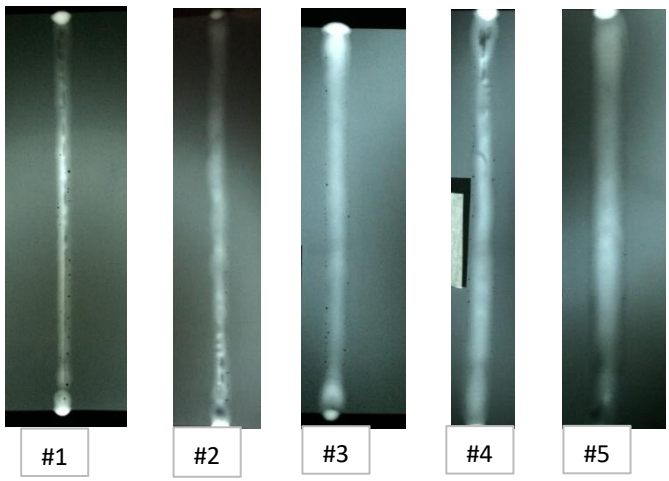


Şekil 1. Kaynak Genişlikleri ve Kep Yükseklikleri

Bu durum artan akım şiddeti ile yığılan metal miktarının artışı ile ilişkilendirilebilir. Düşük akım şiddetinde kaynak dikişi kep yüksekliği diğer akım şiddetlerine göre artmıştır. Dolayısıyla düşük akım şiddetinde malzemeye uygulanan ısı girdisinin az olması ile ergimiş metalin malzemeye nüfuz edemeyerek üzerine yığılmasının sebep olduğu söylenebilir (Çevik, 2013). Ayrıca kaynak akımı arttıkça kaynaklı bölgenin renginin gümüşden koyu maviye dönüştüğü görülmüştür.

3.2 Radyografik Muayene

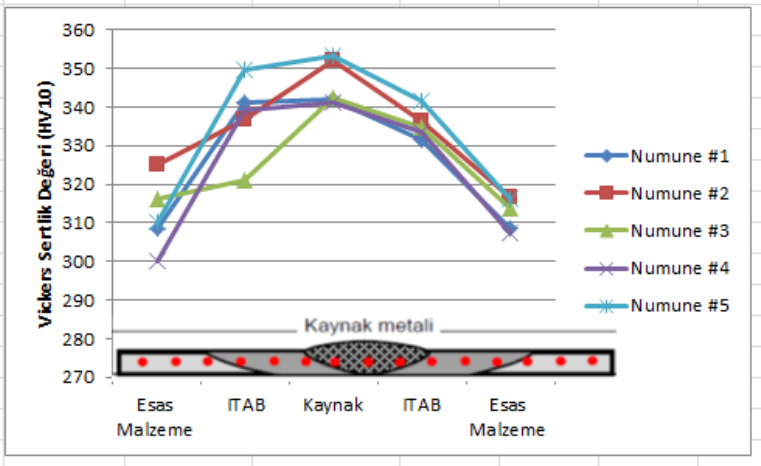
1. numunede yetersiz nufuziyetin olduğu ve kaynak bölgesinde kümelenmiş porozitelerin olduğu görülmüştür. 2. numunede nufuziyetin iyi olduğu ancak kaynak cidarlarında kümelenmiş porozitelerin olduğu görülmüştür. 3. numunede ise nufuziyetin iyi olduğu, porozitenin olmadığı ve hafif yanmanın olduğu görülmüştür. 4. Numunede nufuziyetin fazla olduğu, orta kısımlarda kümelenmiş porozitelerin olduğu ve orta şiddetde yanmanın olduğu göürülmüştür. 5. numunede de nufuziyet fazlalığın olduğu, porozitenin olmadığı, orta kısımlarda cüruf kalıntılarının olduğu ve orta derecede yanmanın olduğu görülmüştür. Numunelere ait radyografik muayene görüntüleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Radyografik Muayene Görüntüleri

3.3 Sertlik Testi

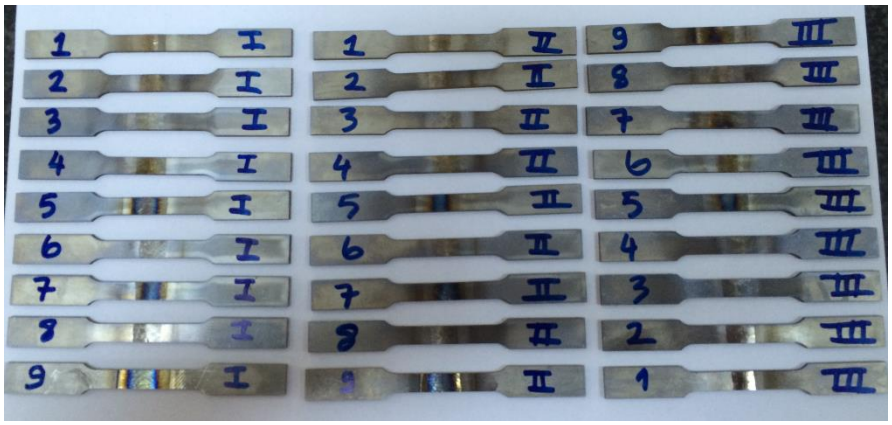
TIG kaynak yöntemi ile birleştirilen kaynaklı numunelere vickers sertlik testi uygulanmıştır. Alınan sonuçlar Şekil -1'de gösterilmiştir. Sertlik grafiği incelendiğinde, en yüksek sertlik değerleri kaynak bölgesinden ölçülürken, onu sırasıyla ITAB ve ana malzemenin takip ettiği görülmüştür. Kaynak dikişi ve ITAB'da ısı girdisinin etkisi ile sıcaklık yükselmiş ve kaynak sonrası ani soğuma şartlarında kısmi dönüşüm gerçekleşerek, ana malzemenin sertliğinden daha yüksek sertlik elde edilmiştir.



Şekil 2. Vickers Sertlik Sonuçları

3.4 Çekme Testi

Yapılan çekme deneyine ait sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir. Numune 1 için çekme gerilmesinin 830 MPa olduğu ve gevrek olmasından ve nüfuziyetin az olması sebebiyle kopmanın kaynak bölgesinde olduğu ve dolayısıyla uzamanın ise çok az olduğu tespit edilmiştir. Numune 2'de ise çekme gerilmesinin 834 Mpa olduğu ve kopmanın ana malzeme bölgesinde olduğu ve kopmamın ise sünek olduğu görülmüştür. Şekil 3'de çekme testi numuneleri görülmektedir.



Şekil 3. Çekme Testi Numuneleri

Tablo 3. Çekme Testi Sonuçları

Numune #	Çekme Gerilmesi (Mpa)	Uzama (mm)	Kopma Bölgesi
1	830	0,7	Kaynak
2	834	3,1	Ana Malzeme
3	842	2,7	Ana Malzeme
4	853	1,7	Ana Malzeme
5	846	2	Ana Malzeme

3.5 Mikroyapı

Şekil 4. a) da görülen Ana malzeme mikroyapısında açık renkli olanlar α taneciğini, koyu renkli olanlar ise β taneciğini göstermektedir. Şekil 4. b) de görülen ITAB (Isı tesiri altındaki bölge) mikroyapısında homojen yapıdaki sağ taraf ana malzemeyi, sol taraf kaynak bölgesini ve ana malzemenin yakınındaki kısım ise irileşmiş taneli geçiş bölgesini göstermektedir.

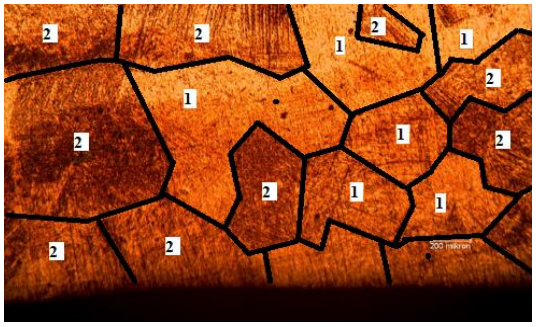


Şekil 4. a) Ti6Al4V Ana malzeme mikroyapısı



Şekil 4. b) Ti6Al4V ITAB mikroyapısı

Şekil 5'de kaynak bölgesi görülmektedir.
#1 : Kolonsal "β" taneleri içine yerleşmiş iğnemsi "α" taneleri
#2 : İğnemsi "α" taneleri
Çizgiler ise "tane sınırı" nı göstermektedir.



Şekil 5. Ti6Al4V kaynak bölgesi

Ana malzeme yapısı tipik "α" tanelerinden oluşuyor. Kaynağa doğru tanelerde irileşme var. ITAB bölgeleri kaynağa nazaran daha küçük taneli iğnemsi "α" ve kolonsal "β" taneleri içeriyor. Kaynak bölgelerinde ise yapı ITAB'a benzemekle beraber taneler oldukça irileşmiş gözükmektedir.

4. SONUÇ

Yapılan sertlik testinde en yüksek sertlik değerinin kaynak bölgesinde olduğu ve kaynak akımının artışına paralel olarak sertlik değerinde de artış olabileceği görülmüştür. Görsel muayanede optimum kaynak renginin gümüş olduğu ve kaynak akım artışı ile kaynak renginde değişmeler olduğu ve yüksek akımlarda kaynak renginin koyu mavi ve koyuya doğru geçtiği görülmüştür. Kaynak artışının kaynak genişliğini artırırken kaynak yüksekliğinde azaltma etkisi olduğu tespit edilmiştir. Radyografik muayanede düşük akımlarda yetersiz nufuziyet ve porozitelerin olduğu görülürken kaynak akımının artışıyla penetrasyon fazlalığı ve porozitede azalma olurken kaynak çevresinde curufların olduğu gözlemlenmiştir. Numunelerde çatlak bulgusuna rastlanmamıştır. Mikroyapı incelemeleri sonucunda, ısı girdisine bağlı olarak kaynak bölgesindeki tanelerin irileştiği görülmüştür. Çekme testleri sonucunda kaynak akımının artışı ile birlikte yüksek ısı girdisinden dolayı kaynak bölgesinde gevrekleşmenin olduğu tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Ayrıca bu çalışmaya katkıda bulunan THY Teknik A.Ş, MKEK, Gedik Kaynak Test Birimi ve İmkosan Test Merkezi'ne teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

BALUSUBRAMANIAN, M., JAYABLAN, V., BALUSUBRAMANIAN, V. (2008), Developing Mathematical Models to Predict Grain Size and Hardness of Argon Tungsten Pulse Current Arc Welded Titanium Alloy, *Journal of Materials Processing Technology*, 196, 222-229

BALUSUBRAMANIAN, M., JAYABLAN, V., BALUSUBRAMANIAN, V. (2008), Developing Mathematical Models to Predict Tensile Properties of Pulsed Current Gas Tungsten Arc Welded Ti–6Al–4V Alloy, *Materials and Design*, 29, 92-97

YANG, Z., QI, B., CONG, B., LIU, F., YANG, M. (2015), Microstructure, Tensile Properties of Ti-6Al-4V by Ultra High Pulse Frequency GTAW with Low Duty Cycle, *Journal of Materials Processing Technology*, 216, 37-47

RAJU, R., DURAISELVAM, M., PETLEY, V., VERNA, S., RAJENDRAN, R. (2015), Microstructural and Mechanical Characterization of Ti6Al4V Refur-bished Parts Obtained by Laser Metal Deposition, *Materials Science & Engineering A*, 643, 64–71

KARİMZADEH, F., SALEHİ, M., SAATCHI, A., MERATIAN, M. (2005), Effect of Microplasma Arc Welding Process Parameters on Grain Growth and Porosity Distribution of Thin Sheet Ti6Al4V Alloy Weldment, *Materials and Manufacturing Processes*, 20, 205–219

BALASUBRAMANIAN, T., BALAKRISHNAN, M., BALASUBRAMANIAN, V., MANICKAM, M. (2011), Influence of Welding processes on Microstructure, Tensile and Impact Properties of Ti-6Al-4V Alloy Joints, *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 21, 1253-1262

BOYER, R. (1996), An Overview on the Use of Titanium in the Aerospace Industry, *Materials Science & Engineering*, A213, 103-114

LEE, W., LEE, C., CHANG, W., YEON, Y., JUNG, S. (2005) Microstructural Investigation of Friction Stir Welded Pure Titanium, *Materials Letters*, 59, 3315-3318

GAO, X., ZHANG, L., LIU, J., ZHANG, J. (2013), A Comparative Study of Pulsed Nd:YAG Laser welding and TIG Welding of Thin Ti6Al4V Titanium Alloy Plate, *Materials Science & Engineering A*, 559, 14-21

KAYA, Y., DURGUTLU, A., KAHRAMAN, N., GÜLENÇ, B. (2011), Titanyum Levhaların TIG Kaynağı ile Birleştirilmesinde Akım Türünün Mikroyapı ve Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi, *6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*, Elazığ

ÇEVİK, B. (2013), Örtülü Elektrot Ark Kaynağı ve MIG kaynağında Akım Şiddetinin Kaynak Nüfuziyetine Etkisinin İncelenmesi, *Journal of Advanced Technology Sciences*, 2, 22-29

BİR LOJİSTİK FİRMASININ DENGELENMİŞ PERFORMANS KARTI VE ANAHTAR PERFORMANS GÖSTERGESİ YÖNTEMLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Kasım BAYNAL
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
Kırgızistan- Türkiye Manas Üniversitesi İktisat ve İdari Bilimler Fakültesi/ İşletme Bölümü
kbaynal@kocaeli.edu.tr

Dr. Öğrt. Üyesi Mehlika KOCABAŞ AKAY*
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
mehlika.kocabas@kocaeli.edu.tr

Merve AKIN
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
merve_akin@hotmail.com.tr

Özet

Anahtar Performans Göstergesi ölçüm kartlarının kullanımı oldukça yaygındır. Organizasyonlar Balance Score Card (BSC) uygularken genellikle ölçümlerini BSC'nin dört kategorisine göre sınıflandırarak oluştururlar. Bir BSC'de kullanılan en temel ölçüt Anahtar performans göstergesidir. Anahtar Performans Göstergesi (KPI), çoğunlukla birkaç ölçütün ya da kurumların stratejik bir amaç yürütmedeki yeteneklerini ölçen diğer göstergelerinin bir bileşimidir. Bu çalışmada performansla ilgili hedef ve verilere ulaşmada yüz yüze görüşme, doküman incelemesi yöntemleri kullanılmıştır. Sorumlu yöneticilerle görüşmeler yapılarak, bilgi, belge ve dokümanların elde edilmesi ve ayrıca web sayfası incelenerek, işletmenin tanıtımı, misyon, vizyon ile ilgili bilgiler oluşturulmuştur. Elde edilen veriler yardımıyla işletme BSC ve KPI uygulamalarıyla değerlendirilmeye çalışılmıştır. Şirket performansı, BSC yönteminin dört perspektifi üzerinden (finansal, müşteriler, iç süreçler, öğrenme ve büyüme) performansı değerlendirilmiştir. Şirketin performansını iyileştirilmesi, hedeflerine daha çabuk ulaşabilmesi açısından gerekli veriler toplanarak özet bir KPI tablosu oluşturulmuştur. Şirket için hedeflerin gerisinde olduğu alanlar ortaya konmuş ve öneri geliştirmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anahtar Performans Göstergesi, Dengelenmiş Performans Kartı, Performans Yönetimi.

EVALUATION OF A LOGISTICS COMPANY BY BALANCE PERFORMANCE CARD AND KEY PERFORMANCE INDICATOR METHODS

Abstract

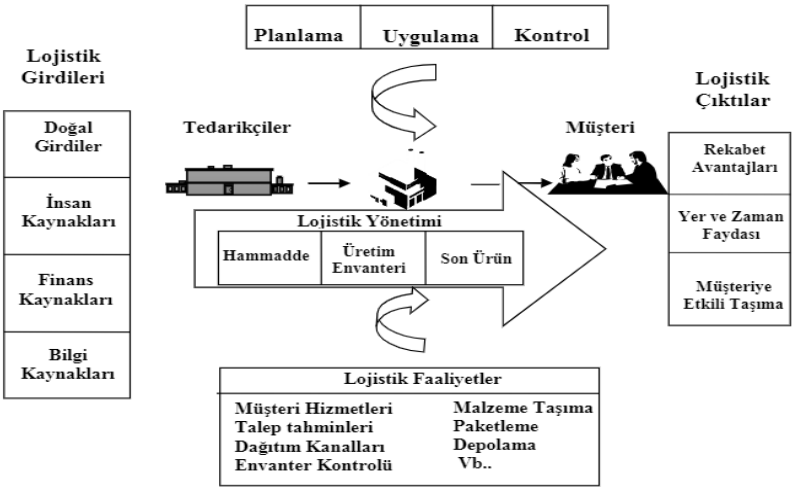
The use of Key Performance Indicator measurement cards is very common. When organizations apply a Balance Score Card (BSC), they usually form their measurements by classifying them into four categories of BSC. The most basic criterion used in a BSC is the Key Performance Indicator (KPI). The Key Performance Indicator is often a combination of several criteria and other indicators that measure the ability of organizations to achieve a strategic goal. In this study, face to face interview and document analysis methods were used to reach the targets and data related to performance. Interviews were made with the responsible executives to obtain information, and also documents, web page, and then information about the company's presentation, mission and vision were created. With the help of the obtained data, the enterprise was evaluated with BSC and KPI applications. The performance of the company was evaluated based on the four perspectives of the BSC methodology (financial, customers, internal processes, learning and growth). In order to improve the performance of the company and to reach its targets more quickly, a summary KPI table was created by gathering the necessary data. The areas for which the company lags behind the targets were identified and suggestions were developed.

Keywords: Key Performance Indicator, Balanced Performance Card, Performance Management

1. GİRİŞ

Çalışanların performanslarının değerlendirilmesinin en önemli amacı, işletmelerdeki insan kaynaklarının örgüt amaçlarına ne ölçüde katkıda bulunduğunun tespit edilmesi olarak ifade edilmektedir. Diğer önemli bir amaç ise çalışan ile çalışmayan ayırt edilerek fazla çalışanların ödüllendirilmesidir. Bu şekilde az çalışanlar da daha fazla çalışmaya özendirilmektedir. Bu yöntemle ücret artışı ve terfi gibi uygulamalarda objektif davranılması sağlanmaktadır. Çalışanların değerlemesinde önemli amaçlardan birisi de değerlendirme ile yapılan geri bildirim sayesinde yöneticilerle birlikte çalışanların da kendi kendini değerlendirme fırsatı bulmasıdır. Performans değerleme yapan tüm kurumların amacı plandan en yüksek faydayı elde etmektir. Değerleme sürecinin başarı ile tamamlanması için tüm aşamaların tek tek en iyi şekilde anlaşılması ve uygulanması gerekmektedir. İlgili alanın literatürü incelendiğinde performans değerleme ile ilgili farklı modeller olduğu gibi her bir modelin de farklı aşamaları olduğu görülmüştür. Performans ölçülmesine ilişkin kriterlere performans ölçütleri veya göstergeleri denilmektedir.

Performans değerleme, işletmenin yol haritasına bakılarak hedefe doğru gidip gidilmediği, nerede olunduğu, işletmenin hangi faktörler tarafından etkilediğinin bilinmesini sağlar. Bunun için hedefler belirlenmeli, doğru ölçü seti tespit edilmeli, veriler toplanmalı, analiz edilmeli ve raporlanmalıdır. Sonuçta başarılı, verimli, etkili olup olunmadığı, müşteriler memnun edilebiliyor mu? gibi soruların cevaplarının bulunmasını ve dolayısı ile performansın değerlenmesine, karar alma sürecine yardım eden bir araç ve tasarlanmış bir faaliyettir. Küreselleşme ve teknolojinin gelişimi ile bilgi işleme kapasitesinin gelişimi esnek iletişim sistemleri, daha güçlü bilgisayarlar, değişebilen uygulama yazılımları ve geniş iletişim olanakları lojistiğin önemini arttırmıştır. Herhangi bir ürünü icat eden ülke başka, üreten ülke başka olmasına karşın ürünün satışı farklı bir ülkede gerçekleşebilmektedir. İşte burada lojistiğin önemi ön plana çıkmaktadır. Günümüzde her ürün her ülkede üretilemeyebilir ancak, üretilen her ürüne her ülkedeki tüketici sahip olabilmektedir. Bu da lojistik sayesinde gerçekleşmektedir. Lojistik faaliyeti kısaca üretici ve tüketici arasındaki köprüyü oluşturmaktadır. İşletmelerin amacı mal ve hizmet üretmektir. Bu amacı gerçekleştirmek için işletmenin ihtiyaç duyduğu üretim kaynaklarının temininde lojistik faaliyetlerinden yararlanılır. Diğer bir deyişle, lojistik olmadan, mal ve hizmet hareket edemez, teslimatlar realize edilemez ve bu hareketlerle ilgili hiçbir faaliyet gerçekleştirilemez. Ayrıca lojistiğe verilecek önem ve işletmelerin dolayısıyla ülkenin gelişimini olumlu yönde önemli derecede etkileyebilir(Wolff ve Yıldız, 2018). Lojistik bir ürünün taşınması, depolanması, dağıtılması, stok yönetimi gibi bu sürece katkı sağlayan ve ürüne değer katan birbirleriyle alakalı, koordine edilmesi gereken işlevleri kapsamaktadır. Şekil 1'de bir lojistik ekosistemi şematize edilmiştir. Lojistik sektöründe zamanla yeni unsurlar eklenerek gelişim sağlamıştır. Bu unsurlar Ambalajlama, Taşıma, Depolama, Stok yönetimi, Elleçleme, Sipariş yönetimi, Müşteri Hizmetleri, Talep tahmini şeklinde sıralanabilir.



Şekil 01. Lojistik Yönetiminin Elemanları (Lambert ve ark., 1998)

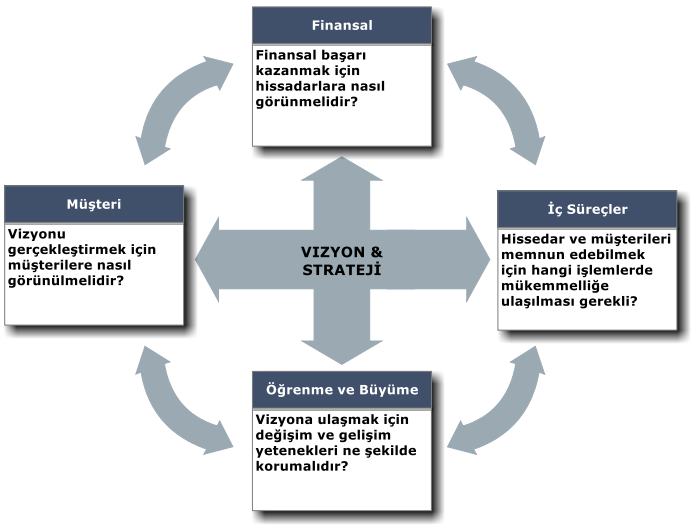
Türkiye konumu gereği jeo-stratejik açıdan Asya ve Avrupa ile Karadeniz ve Akdeniz arasında bağlantı konumunda olup üç kıtanın orta noktasında yer almaktadır. Bunun yanında lojistiğin gelişmesi için gerekli olan yatırım ve sermaye teşvikleri ile yasal düzenlemeler, sivil toplum kuruluşlarının da yardımıyla günden güne daha da gelişmektedir. Türkiye coğrafyasına lojistik açıdan bakıldığında, bölge olarak önemli üstünlüklerin olduğu görülmektedir. Türkiye'de lojistik sektörü hakkında yapılan araştırmalar; lojistik iş süreçlerinden depolama ve taşıma faaliyetlerini kendisi yapan işletmelerin oranı yaklaşık %75 düzeyinde olarak saptanmaktadır. Dışarıdan lojistik faaliyet desteği almak için olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Türkiye'de lojistik talebi arttıkça lojistik hizmet sunucularının finansal ve operasyonel talebi karşılamak için yeterli olmadığı gözlemlenmektedir (Koban ve ark., 2009).

Lojistik firmalarının hızla gelişmesi ile rekabet hızla artmış ve bu yoğun rekabet ortamında sürdürülebilir bir işletme olması için gerek iş takibi gerekse insan kaynakları yönetimi konularında yenilikçi yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma kapsamında Türkiye'de lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın çalışanlarının performansını değerlendirmek için Dengelenmiş Performans Kartı (BSC, Balance Score Card), Anahtar Performans Göstergesi (KPI, Key Performans Indicator) yöntemleri kullanılmıştır ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Veri toplamak için yüz yüze görüşmeler yapılmış ve dokümanlar incelenmiştir.

2. DENGELENMİŞ PERFORMANS KARTI KAVRAMI, GELİŞİMİ, BOYUTLARI VE AVANTAJLARI

2.1. Dengelenmiş Performans Kartı Kavramı

Dengelenmiş Performans Kartı (BSC) dünya çapında iş ve endüstride, devlette ve kâr amacı gütmeyen organizasyonlarda; iş aktivitelerini, organizasyonun vizyonu ve stratejisi doğrultusunda yönlendirmek, iç ve dış iletişimi arttırmak, organizasyonun stratejik hedefler doğrultusundaki performansını izlemek için yaygın olarak kullanılan bir stratejik planlama ve yönetim sistemidir. BSC; İşletmelerin sahip oldukları geçmiş verilere dayanan fiziksel (finansal) değerlerin yanında; geleceğe yönelik olarak müşteri memnuniyeti çerçevesinde müşteri odaklılığı, müşteriler ve hissedarların beklentileri çerçevesinde şirket içi faaliyetlerin geliştirilmesi ve mükemmelleştirilmesi, değişime ayak uydurabilmek amacıyla insan, sistem, şirket içi yöntemler çerçevesinde öğrenme ve gelişme gibi fiziksel olmayan boyutlarını (değerleri) esas alan; belirli göstergelerle bu boyutları ölçen; boyutlar arasındaki dengenin ve entegrasyonun sağlanması için stratejik geribildirim sağlayan; veriden stratejiye ulaşmayı ve stratejiyi uygulanır kılmayı amaçlayan dinamik bir performans ölçüm sistemi ya da yönetim tekniğidir(Baynal ve Karasakal, 2008; Mazlum, 2017)



Şekil 2. BSC Modeli (Baynal ve Özkan, 2014)

BSC modelini geliştiren Kaplan ve Norton(1992)'a göre BSC, bir organizasyonun vizyon ve stratejilerinin belirlenmesine imkân veren ve bunları eylemlere dönüştürerek etkinliği sağlayan bir yönetim sistemidir.

Şekil 2.'de gösterildiği gibi BSC modelinde firma için her boyut vizyon ve stratejiler ile ilişkili olarak tanımlanırken, firmanın uzun dönemli stratejilerinin kurumun tüm birimlerine yayılması amaçlanmıştır. BSC modelinin kurucuları Kaplan ve Norton, modelin sahip olduğu özellikleri aşağıdaki gibi özetlemişlerdir (Erciyes Eravcu, Torun, 2018):

- BSC, finansal ve finansal olmayan ölçümleri bir arada içermektedir.
- BSC içerisinde yer alan ölçütler, stratejilerle uyum içerisinde ve hedefler ile aralarında neden-sonuç ilişkisi bulunmaktadır.
- Modelde bulunan ölçütler 4 boyutta gruplandırılmıştır. Bunlar; finansal, müşteriler, işletme içi süreçler ve öğrenme ve gelişme boyutlarıdır.
- Her bir perspektif için belirlenmiş bir veya birden fazla ölçüt olabilmektedir.
- Modelde bulunan ölçütler Kaplan ve Norton tarafından ilk olarak 15-20 adet arasında belirlenirken bu sayının 1996 yılında 20-25 adet arasında olabileceği belirtilmiştir.

BSC ile ilgili olarak yapılan tanımlamalardan hareketle, genel olarak BSC; işletme amaçlarına ulaşmada stratejileri eylemlere dönüştüren ve eylemlerin stratejileri gerçekleştirmedeki başarısını finansal ve finansal olmayan ölçütler aracılığıyla belirleyerek işletme performansının daha dengeli bir şekilde ölçülmesini sağlayan bir stratejik yönetim aracı olarak tanımlamak mümkündür. Bu tanımlamadan hareketle BSC stratejileri belirlemede, stratejileri eylemlere dönüştürmede ve performans değerlemende etkili bir araç olduğu söylenebilir.

BSC sadece yeni bir ölçüm sistemi değildir. Yeniliğe açık olan işletmeler BSC'yı, yönetim sürecinin merkezi ve düzenleyici bir çerçevesi olarak kullanmaktadır. İşletmeler ilk aşamada çok kısıtlı amaçları kapsayan bir BSC oluşturabilirler. Örneğin bu amaçlar, vizyonda açıklık kazanmak, fikir birliği sağlamak, strateji üzerine odaklanmak ve stratejinin tüm şirkete yayılmasını sağlamak şeklinde belirlenebilir. BSC'ın gerçek gücü, sadece bir ölçü sistemi olarak değil, bir yönetim sistemi olarak uygulandığı hallerde anlaşılır (Kaplan ve Norton, 1999).

2.2. Dengelenmiş Performans Kartın Boyutları

BSC Yaklaşımı, işletmelerdeki stratejik kararların sonuçlarının ölçülmesi ile ilgili olarak dört boyutta hedeflerin belirlenmesini ve sonuçların ölçülmesini gerçekleştirmektedir: Finansal boyut, Müşteri boyutu, İç süreçler boyutu ve Öğrenme ve büyüme boyutu. Dört boyutta performans ölçümlerinin tespiti için şu soruların cevaplandırılması önerilmektedir: Firma hangi finansal (sayısal) hedeflere ulaşırsa ortaklar veya firma sahipleri tarafından başarılı olarak kabul edilecektir? Firma vizyonuna ulaşması için müşterileri tarafından nasıl algılanmalıdır? Firma müşterilerini tatmin etmek için hangi iç süreçlerde mükemmelliği hedeflemelidir? Firma vizyonuna ulaşması için nasıl bir kurumsal öğrenme ve büyüme modeline sahip olmalıdır?(Elitaş ve Ağca, 2006; Mazlum, 2017)

Finansal olmayan başarı ölçümü göstergelerini başlıca; kalite, üretim süresi ve verimlilik olmak üzere üç ana başlık altında toplandığında, günümüzde modern işletmelerin finansal ve finansal olmayan başarı ölçümü ölçütlerini birlikte "BSC Tekniği" olarak adlandırılan bir yapı içinde kullandıkları görülmektedir. Başka bir ifadeyle, bu yaklaşımda, işletme başarısının ölçümünde finansal boyut yanında başarı ölçümüne müşteri boyutu, iç süreç boyutu ve öğrenme ve gelişme boyutu da katılmaktadır(Elitaş ve Ağca, 2006).

2.2. Dengelenmiş Performans Kartın Uygulama Adımları

Kaplan ve Norton (1992), bir BSC uygulamasında, dört aşamanın izlenmesini önermektedir. Genel olarak bir BSC uygulamasında;

- İşletmenin vizyonu ve stratejilerinin açıklanması,
- Stratejik amaçların işletme içinde çalışanlara duyurulması,
- BSC uygulamasının planlanması ve hedef belirlenmesi,

- Stratejik geri bildirimin sağlanması aşamaları izlenmektedir.

BSC bir örgütün elemanları için finansal olan ve olmayan ölçülerin; geçmiş ve gelecekle ilgili verilerin bir araya getirilmesi ile optimum fayda sağlamayı amaçlar. BSC'ta hedef ve göstergeler, örgütün uzun dönem strateji ve vizyonundan hareketle belirlenir. Performans kartta örgütün performansı değerlendirilirken finansal, müşteri, iç süreçler, öğrenme ve gelişme boyutları göz önünde bulundurulur. Bu dört boyut amaçları, hedefleri, ölçüleri ve faaliyetleri belirler. Böylece mevcut ve gelecek artı değer ölçülebilir. Örgütün performansının sonuçta nasıl istenilen düzeye taşınacağı, nelerin yapılması gerektiği saptanır. BSC daha çok vizyonun stratejilere ve amaçlara dönüştürülmesine hizmet eden bir yönetim yaklaşımıdır. Böylece amaç bir ölçüm yapmaktan çok, stratejilerin uygulanması ve işlevsel olarak yönetilmesidir. BSC sadece performans değerleme yapmaz aynı zamanda değerleme aşamasında geribildirim ve bilgi akışı sağlayarak faydalı olmayı amaçlar.

3. ANAHTAR PERFORMANS GÖSTERGELERİ KAVRAMI ÖZELLİKLERİ BELİRLENMESİ VE PRENSİPLERİ

Anahtar Performans Göstergleri (KPI) olarak bilinen kilit ya da kritik göstergeler, organizasyonun başarısı için yaşamsal önem taşıyan performans ölçütlerini kapsarlar ve aşağıdaki özellikler ile kritik merkezi yaşamsal operasyonlar ile ilişkilenirler (DeWaal, 2007);

- Organizasyonun vizyon, misyon ve stratejisi ile ilişkilidirler.
- Çok fazla değildirler genellikle 10'dan azdırlar.
- Müşterinin ihtiyaç ve beklentilerine uyarlar.
- Organizasyon içinde yatay ve dikey olarak bağlantılıdırlar.
- Organizasyonun rekabet pozisyonunun yaklaşık %75'i bunların fonksiyonuna bağlıdır.

KPI performansın takip edilebilirliğinin sağlanmasında ve istenen sonuçlara ulaşmada çok önemli araçlardır. Yöneticiler anahtar performans ölçütlerini, ana hedeflerini göz önünde bulundurarak seçmelidirler. Ölçütler ölçülebilir olmalı ve organizasyonun amaçlarını taşımalıdır. Bu performans göstergeleri farklı izlenme metotlarıyla; grafiksel, alt ve üst limitle takip, kırmızı-yeşil sinyal, vb. takip edilebilir ve beklenen değerin altında seyrettiklerinde sisteme uyarı verilerek performansın kontrol altında tutulması sağlanabilir. KPI'ni kullanıldıkları alanlara göre şu şekilde sıralanabilir: Ulaştırma performans göstergeleri, Müşteri hizmetleri performans göstergeleri, Tedarik zinciri performans göstergeleri, Üretim performans göstergeleri(Özyazar ve ark., 2014).

KPI, genellikle uzun dönemli olarak düşünülürler; ne olduklarının ve nasıl ölçüldüklerinin tanımı sık sık değişmez. Belirli KPI'nin hedefleri, organizasyonun hedefleri değiştikçe ya da hedefe yaklaşıldıkça değiştirilebilir. KPI organizasyondaki herkese neyin önemli olduğu konusunda açık ve net bir bilgi sağlarlar ve neyi gerçekleştirmeleri gerektiğini söylerler. Bu fonksiyon performansı yönetmek için kullanılır. Bu yaklaşımla çalışkan herkesin eylemlerinin belirlenmiş kritik performans göstergelerine ulaşması ya da aşmaya odaklı olması organizasyon tarafından sağlanır (DeWaal, 2007). Organizasyonun başarısını ölçmek, gerçekten önemli olan ölçütlerin tanımlanması ve önceliklendirilmesine bağlıdır. Yanlış KPI nedeniyle işletmenin yönünün doğrultusu da yanlış anlaşılır. KPI, bireylere karar verme süreçleri için anlamlı bilgiler sağlarken, göz önünde bulundurulması gereken çeşitli faktörler vardır. Bunlar; Performans göstergelerinin tanımlanması, gerekli bilgilerin elde edilmesi, KPI tanımına göre değerlerin hesaplanması şeklindedir.

3.1. KPI'ın Prensipleri

KPI'ın prensipleri SMART kelimesi ile tanımlanır (Marr, 2019):

- (S)pecific: Belirli, yanlış yorumlamayı önleyecek şekilde açık ve odaklı.
- (M)easurable: Ölçülebilir ve başka veriler ile kıyaslanabilir.
- (A)chievable: Ulaşılabilir, başarılabilir, mantıklı ve beklenen koşullarda güvenilir.
- (R)elevant: İlgili, gerçekçi, amaca hizmet eden, organizasyonun sınırlılıklarına uygun ve maliyet olarak makul.
- (T)ime-bound: Zamansal, takvime bağlı, verilen zaman çerçevesinde yapılabilir.

4.BİR LOJİSTİK FİRMASININ BSC VE KPI YÖNTEMLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE UYGULAMA

Çalışmada, lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede BSC yöntemi ve KPI kullanılarak performansı ölçülmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte, işletmenin hedeflerine ulaşma düzeyinin belirlenmesi ve gelecekteki gelişimine katkı sağlanması amaçlanmıştır. Araştırmada performansla ilgili hedef ve verilere ulaşmada yüz yüze görüşme, doküman incelemesi yöntemleri kullanılmıştır. Sorumlu yöneticilerle görüşmeler yapılarak, bilgi, belge ve dokümanların elde edilmesi ve ayrıca web sayfası incelenerek, işletmenin tanıtımı, misyon, vizyon ile ilgili bilgiler elde edilmiştir. Bu bilgiler yardımıyla işletme BSC ve KPI uygulamalarıyla değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada BSC uygulaması dört boyut üzerinden gerçekleştirilmiştir. Her bir boyut kendi içinde dört alt gruba ayrılmış ve ilk harfleri kullanılarak numaralandırılmıştır. Tablo 1'de verilen boyutlar (Finansal, Müşteri, İç Süreçler, Öğrenme ve Gelişme) açısından ortaya konan amaçların ölçütleri için hedeflenen ve gerçekleşen değerleri açısından ortaya konmuştur.

Tablo1. BSC Boyut Amaçları, Ölçüt ilişkisi ve Boyutlarına Bağlı Ölçütlerin Gerçekleşme Dereceleri

		Amaçlar	Ölçütler	Hedeflenen	Gerçekleşen	Gerçekleşme oranı
Finansal	F1	Karlılığı Artırmak	Net Kar Artış Yüzdesi	%20	%25	1,25
	F2	Finansal Büyümek	Gelir Değişim Oranı	%7	%10	1,43
	F3	Satıştan İadeleri Azaltmak	Satıştan İadeler	%1,3	%1,6	0,81
	F4	Maliyetlerin Düşürülmesi	Maliyetler	%30	%35	1,16
Müşteri	M1	Müşteri Tatmini-Teslimat Performansı	Zamanında Teslimat Oranı	%98	%96	0,97
	M2	Müşteri Memnuniyetini Sağlamak	Müşteri Sayısında Artış Yüzdesi	%85	%92	1,08
	M3	Sipariş Karşılama Oranını Yükseltmek	Sipariş Karşılama Oranı	120	149	0,80
	M4	Sipariş Miktarını Artırmak	Sipariş Sayısı-Yeni Müşteri / Mevcut Müşteri Oranı	%35	%30	0,85
İç Süreçler	İ1	Sevkiyat Sürecini Kısaltmak	Sevkiyat Süreleri	4	4	1,00
	İ2	Sevkiyat Kalitesinde Sürekli Artış Sağlamak	Hatalı Sipariş Miktarı / Sipariş Miktarı	%3	%4,27	0,70
	İ3	Birim İşlem Sürelerini En Aza İndirmek	Faturalandırma Süresi	1 sa	4 sa	0,25
	İ4	Ar-Ge Katkısı Sağlamak	Ar- Ge Harcamaları / Net Satışlar	%0,08	%0,05	0,62
Öğrenme ve Gelişme	G1	Çalışanların Motivasyonunu Sağlamak	Çalışanlara Yönelik Sosyal Etkinlik Sayısı	5	1	0,20
	G2	Çalışanların Bilgi ve Yeteneklerini Artırmak	Eğitim Harcaması / Çalışan Sayısı	750	425	0,62
	G3	Kariyer Planlaması	Kariyer Yapan Kişi / Çalışan Sayısı	%0,4	%0,1	0,25
	G4	Bilgi Birikimini Grubun Diğer İşletmeleri ile Paylaşmak	Diğer Şirketlerde Geçici Görevlendirilen Personel Sayısı	5	5	1,00

İşletme finansal boyut için belirlenen ölçütlerin çoğunda hedeflediği değerlerinde üzerinde olumlu gelişmeler yaşamıştır. Müşteri boyutunda, belirlenen ölçütlerin kısmen tamamında hedeflediği

değerlere ulaşmıştır. İç süreçler boyutunda ise, hedef değerlerin gerisinde kalmıştır. Öğrenme ve gelişme boyutu incelendiğinde, hedefin gerisinde kalınan ölçütlerden sosyal etkinlik sayısında önemli bir düşüklük gözlenmektedir. Bu tarz etkinlikler çalışanın motivasyonu açısından önemli bir ölçüttür. Kariyer ölçütüne bakıldığında çok düşük bir orana sahip olduğu görülmektedir. İşletmenin geleceği açısından çalışanlar bu konuda desteklenmeliler. Tüm verilerden hareketle işletmenin 2019 yılı için hedeflediği amaçlara %50 oranında ulaştığı ve uzun vadeli finansal amaçlarına ulaştıracak stratejilerin tamamını başarıyla yürüttüğü ve olumlu bir performans ortaya koyduğu görülmektedir.

BSC sonucunda performansı düşük ve işletme için önemli olan müşteri ve iç süreçler boyutlarını KPI üzerinde değerlendirmeye çalışılmıştır. İşletmeden alınan veriler doğrultusunda ilk dört ayı içeren bir KPI hazırlanmıştır. İşletme performansının iyileştirilmesi, hedeflerine daha çabuk ulaşabilmesi açısından gerekli veriler toplanmış; müşteri ve iç süreçler boyutları için gerekli ölçütler ele alınarak özet bir tablo oluşturulmuştur(Tablo 2). İlk dört aya ait veriler Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. KPI Verileri

2019 KPI	Ocak	Şubat	Mart	Nisan
Toplam Sipariş Sayısı	10.594	15.491	20.012	19.740
Toplam İade Sipariş Sayısı	1,60%	2,11%	1,49%	1,12%
Ortalama Araç Tedarik Etme Süresi(dk)	76,90	145,75	183,48	190,35
Araçların Toplam Sefer Sayıları	2.208	2.840	3.777	3.564
Ortalama Araç Yükleme Süresi(dk)	62,45	89,40	91,99	92,81
Ortalama Araç Bekleme Süresi(dk)	102,15	148,45	178,98	172,40
Zamanında Teslimat Performansı	95,11%	96,41%	97,01%	98,17%
Hasar Eksik Sipariş/Tonaj	1.320	1.951	1.932	1.667
Hasar Tutarı (TL)	13.135,62	11.568,10	5.414,84	3.162,93
İşe Devamsızlık(gün)	168	120	216	34
Hasar Eksik Sipariş Oranı	5,20%	4,90%	3,66%	3,32%

5. SONUÇLAR

Zaman kavramı lojistikte çok önemli bir konudur. Şirketin ilk dört aydaki performansları Tablo 2 görülmektedir. Sevkiyat boyunca gerçekleşen bu zaman dilimine ayrılan süre giderek artmaktadır. Bunun nedeni şirketin büyümesiyle birlikte artan sipariş yoğunluğudur. Zamanında teslimat performansları incelendiğinde artan talep ile paralel olarak zamanında teslimat oranları da artmıştır. Fakat bu oran ilk başta daha hızlı artarken gittikçe yavaşlamış bir şekilde ilerlemektedir. Hasarlı-eksik sipariş oranları incelendiğinde zaman ilerledikçe bu oranın azaldığı gözlemlenmiştir. Bu oran, firmanın kalitesinin artığını gösteren ve aynı zamanda müşteri ile ilişkilerini daha güçlü ilerlemesini sağlayacak bir ölçüttür. BSC ve KPI bir bütündür. KPI, BSC içerisinde doğmuş ve onun bir kolu görevindedir. BSC ile performansı düşük olarak tespit edilen kriteler KPI ile daha detaylı incelenmiştir. Şirketin gerekli kontrolleri yaparak, bu kriterlerin performanslarını arttıracak çözümler bulması gerekmektedir. Performanslarının düşük olduğu kriterleri iyileştirici çalışmalar yapması önerilmiştir.

KAYNAKLAR

BARLIN A., (2009), Lojistikte Dış Kaynak Kullanımı ve Maliyetlerin Kontrolü, *Marmara Üniversitesi*, SBE Doktora Tezi, İstanbul, 254708.

BAYNAL, K., OZKAN, G., (2014). A Hybrid Model for A Performance Measurement System of Business: A Case Study in Critical Logistics Process, *African Journal of Business Management*, 8(20), 937-949.

BAYNAL, K., KARASAKAL, O. (2008). İşletmelerde Performans Ölçümlerinin Balanced Scorecard ile Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama, *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği 28. Ulusal Kongresi, Bildiriler Kitabı*, İstanbul.

DEWAAL A., (2007), *Strategic Performance Management/A Managerial and Behavioural Approach*, Palgrave Mac Millan, New York.

ELİTAŞ, C., AĞCA, V., (2006), Firmalarda Çok Boyutlu Performans Değerleme Yaklaşımları: Kavramsal Bir Çerçeve, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8(2), 343-370.

ERCİYES ERAVCU, T., TORUN, T., (Aralık 2018), Çok Boyutlu Performans Değerlendirme Aracı Olarak Balanced Scorecard Modelinin Çimento Sektöründe Kullanılması, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 20(4), 523-557.

KAPLAN, R. S., NORTON, D.P., (1992), The Balanced Scorecard: Measures that Drive Performance, *Harvard Business Review*, (January-February): 71-79.

KAPLAN, R.S., NORTON D.P., ,(1999) *Balanced Scorecard Şirket Stratejisini Eyleme Dönüştürmek*, Çeviren: S. Egeli, İstanbul, Sistem Yayıncılık.

KOBAN E., FIRAT Z., KESER H.Y., (2009), Küresel Rekabette Lojistik Olgusunda Yeni Yaklaşımlar ve Türkiye'de Lojistik Hizmet Sunan İşletmelerin Yapısal Özellikleri, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Öneri Dergisi*, 8(31), 113-124.

LAMBERT, D. M., STOCK, J. R., ELLRAM, L.M., (1998), Fundamentals of Logistics Management, USA.

MAZLUM A.R., (Güz 2017), Determining of Key Performance Indicators in Business, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Girişimcilik Dergisi*, 1(2), 1-13

ÖZYAZAR, Ö., YARDIMCI, İ., VAYVAY Ö., (15-17 Mayıs 2014), Lojistik ve Tedarik Zinciri Performans Ölçümü: Literatür Taraması, III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, Trabzon, 14.10.2019 tarihinde https://www.academia.edu/38551051/LOJ%C4%B0ST%C4%B0K_ve_TEDAR%C4%B0K_Z%C4%B0NC%C4%B0R%C4%B0_PERFORMANS_%C3%96L%C3%87%C3%9CM%C3%9C_L%C4%B0TERAT%C3%9CR_TARAMASI adresinden alındı.

WOLFF, R.A., YILDIZ, D., (September 2018), Türkiye'de Lojistik Yönetimindeki Gelişmeler: Stratejik Bir Bakış Açısı, *Social Sciences Research Journal*, 7(3), 187-198.

MARR, B., (2019), "*What are SMART KPIs? (Spoiler: They Don't Really Exist!)*", 20.10.2019 tarihinde file:///C:/Users/User/Downloads/https___www_bernardmarr_com_pdf_asp_contentID=1524%20(1).pdf adresinden alındı.

NANOPARTICLE SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SM_2O_3; INVESTIGATION OF ANTIMICROBIAL EFFECTS

Nasip Ümran Turan
Bartin University/Faculty of Science, Department of Biotechnology
umranturan22@gmail.com

Asst. Prof. Hasan Ufuk Çelebioğlu
Bartin University/Faculty of Science, Department of Biotechnology
hcelebioglu@bartin.edu.tr

Asst. Prof. Recep Taş
Bartin University/Faculty of Science, Department of Biotechnology
rtas@bartin.edu.tr

Abstract
Nanoparticles are ultra-fine powders having particle sizes of 10-100 nm. Therefore, they lead to the emergence of new physical and chemical properties thanks to an important atomica fraction. Due to its rich valence electrons, large surface areas and various electronic structures, metal oxide nanoparticles, in particular those of transition metals, have a wide range of applications from electronics, catalysis, sensors, optics, and magnetics. samarium oxide nanoparticles can be synthesized using several methods including pyrolysis, hydrolysis, gas-phase condensation, and sol-gel techniques. Nanomaterials; It's widely in many fields such as pharmacy, medicine, environment, technology, communication, electronics, industry, as well as military. In the present study, Sm_2O_3 nanoparticles were synthesized by chemical methods and their structures were charecterized by, FTIR, XRD, and SEM tecniques. The avarage dimensions of the nanoparticles obtained were around 50 nm. Furthermore, antimicrobial effects of the nanoparticles against *Escherichia coli* and *Staphylacoccus aureus* were investigated.

Keywords: Nanoparticles, Samarium oxide, Antimicrobial test, Scanning Electron Microscope, FTIR, XRD

1. INTRODUCTION

In recent years, nanotechnology has developed rapidly and has managed to attract attention among disciplines. This rapid development is due to the development of nanomaterial manufacturing, the properties of nanoparticles, their size, their high surface/volume ratio, their deep surface activity exhibiting outstanding catalytic, electrical and optical properties, and their pioneering impressive properties [1]. At the same time, nanoparticle studies have been conducted to target bacteria as an alternative to antibiotics. Examples include the use of nanoparticles in antibacterial covers for implantable devices and medical devices to prevent infection and promote wound healing, the use of antibiotic delivery systems for the treatment of disease, bacterial exposure systems for microbial investigation, and antibacterial vaccines for managing bacterial infections [2]. Most antibiotic resistance mechanisms are insignificant for nanoparticles because the mechanism of action of the nanoparticles is in direct contact with the bacterial cell wall without penetrating the cell. This suggests that bacteria may exhibit less resistance to nanoparticles than antibiotics [3]. Therefore researches have focused on novel and intriguing nanoparticle based materials with antibacterial activity. In the present study, nanoparticle synthesis of this rare earth element samarium was performed by chemical synthesis method, which is an environment-friendly and low-cost method. The antimicrobial activity of successfully synthesized Sm_2O_3 nanoparticles was determined on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Samarium Oxide Nanoparticle Synthesis

Metal oxide nanoparticles can be produced by oxidation of metallic nanoparticles. Under certain conditions, 0.76 g of samarium was prepared by dissolving with 10 mL formic acid and added CH_2O_2

(% 95) and $Sm(NO_3)_3$ 6.H_2O. After vigorous stirring for 5 minutes, a white precipitate was simultaneously formed, and a brown smoke (NO_2) was emitted.

2.2 Characterization of Samarium Oxide Nanoparticles

Samarium oxide nanoparticles were annealed at 450°C before characterization. The annealed samarium oxide nanoparticles were examined in detail by Fourier Transform Infrared Spectrometer (FTIR), X-ray Powder Diffraction (XRD), and Scanning Electron Microscope (SEM).

2.3 Antimicrobial Susceptibility Test of Samarium Oxide Nanoparticles

Antimicrobial testing is a performed to determine the susceptibility of a substance to bacteria. In this study, two microorganisms, one gram negative, *Escherichia coli*, and one gram positive, *Staphylococcus aureus*. The bacteria were grown on Nutrient Broth for 24 hours at 37 °C. For the antimicrobial test, a 96-well multiple plate was used. Samarium oxide nanoparticles were suspended with ethanol and test plates were prepared using 175 µL medium, 5 µL Sm_2O_3 suspensions (with different concentrations), and 20 µL bacteria. The concentrations selected for the test were 0.50 mM, 1 mM and, 2mM, each concentration being repeated four times. Optical densities at 600 nm of samples were measure with spectrophotometer. After the first measurement, the samples were incubated for 24 hours at 37°C. After this incubation, optical densities of the samples were read again at 600 nm. The bacterial cell viabilities were measured as the percentage of the bacteria treated with Sm_2O_3

3. RESULTS

3.1 Characterization of Samarium Oxide Nanoparticles

Samarium oxide nanoparticles were examined in Fourier Transform Infrared Spectrometer (FTIR). Fig. 1 shows the FTIR spectra of Sm_2O_3 sample synthesized, IR bands at 2855-2925 cm^{-1}, which are attributed to the C-H stretching mode of methylene and methyl groups, were observed. The spectrum for Sm_2O_3 an IR band at 1710 cm^{-1} corresponded to the vibrations of free -COOH.

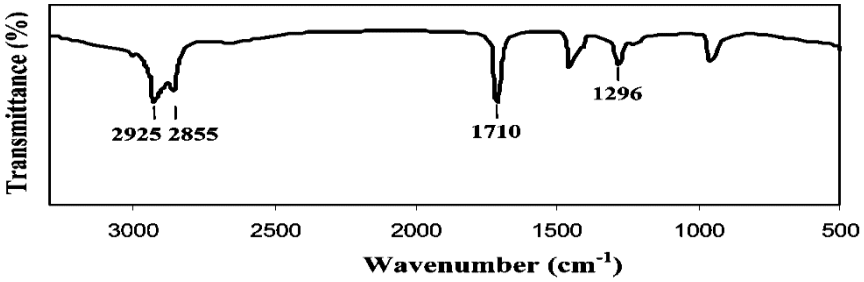


Figure 1. FTIR spectra of Sm_2O_3 sample synthesized.

The XRD pattern of the sampless from the as-preparation at 450ºC annealing were obtained and are displayed in Fig. 2. The patterns were found as good match with those of cubic phase Sm_2O_3 (JCPDS 42-1461). A major peak was found at $2\theta = 28.3^{o}$ and assigned to the (222) plane. On the other hand, other minor peaks at $2\theta = 19.9^{o}$, 32.8^{o}, 47.0^{o}, and 55.8^{o} were assigned to the (211), (400), (440), and (622) planes, respectively.

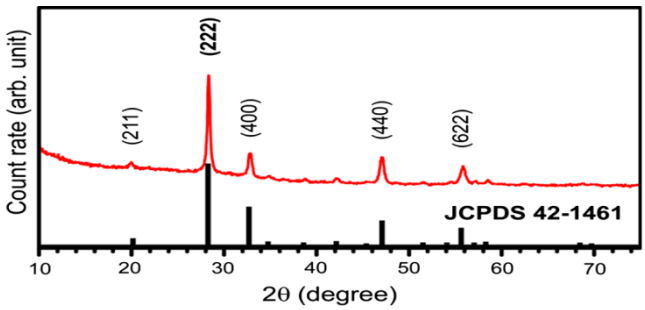


Figure 2. Powder X-ray diffraction patterns of samples annealed at 450ºC (in red). The reference XRD patterns are also shown (in black).

The morphology and microstructure detail were obtained from Scanning Electron Microscopy. Fig. 3(*a*) shows the SEM image of Sm_2O_3 nanoparticles prepared by heating at 600ºC. The particles were spherical with an average size of 50 nm. After heating at 450 ˚C, the particles retained their spherical shape, however, their sizes were increased (figure 3(*b*)) and this is consistent with other works [4,5]. Fig. 3(*c*) and (*d*) show SEM images of Sm_2O_3 nanorods prepared by heating at 600 ºC and 900ºC, respectively. Sm_2O_3 nanorods had the diameter varied from 50 to 80 nm, and an average length of 500 nm. However, each nanorod was found as straight having uniform diameter along its whole length.

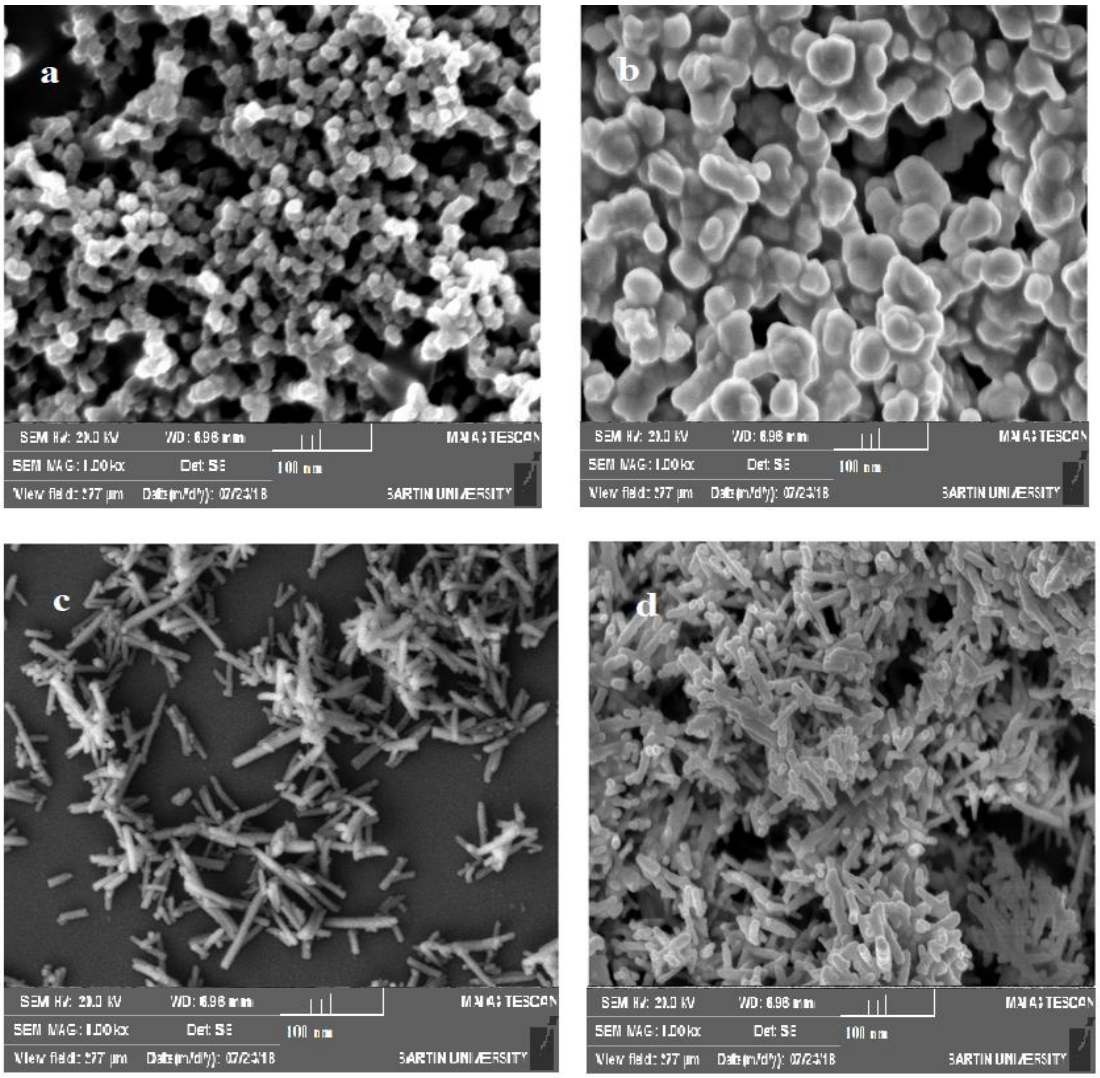


Figure 3. Scanning Electron Microscopy images of Sm_2O_3 nanoparticles (*a* and *b*, prepared heating at 600ºC and 450ºC, respectively) and nanorods (*c* and *d*, heated at 600ºC and 900ºC, respectively).

3.2 Antimicrobial Effects of Samarium Oxide Nanoparticles

Sm_2O_3 nanoparticles showed around 40% decrease in *E.coli* bacterial viability at the maximum concentration of 2 mM applied (Fig. 4).

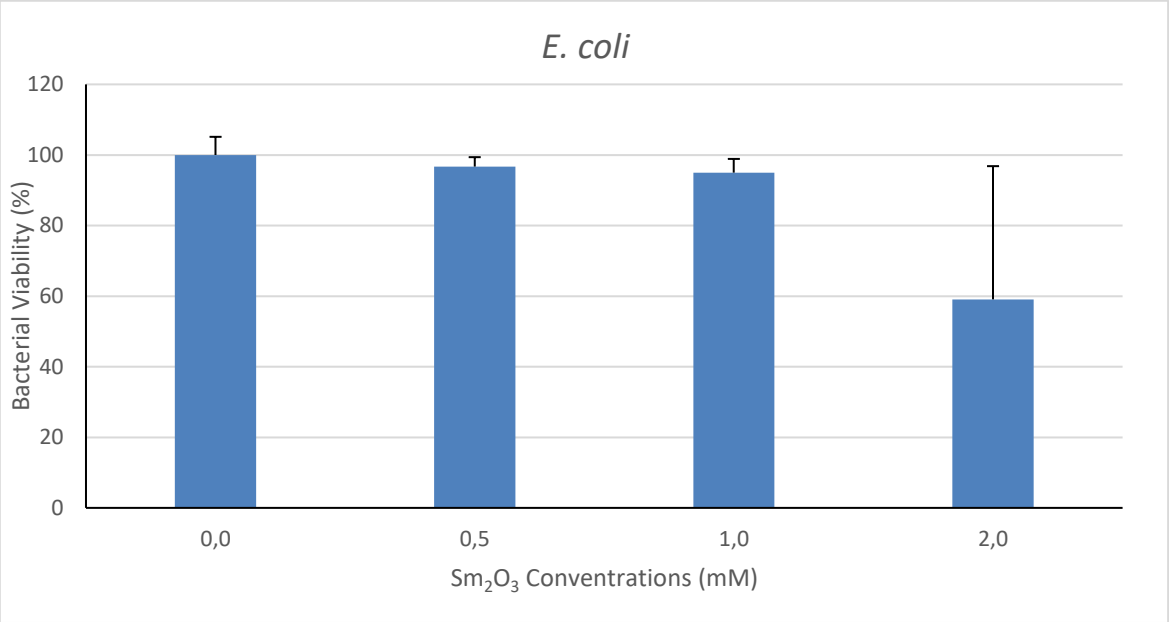


Figure 4. Antimicrobial effect of Sm_2O3 nanoparticles on *Escherichia coli*

On the other hand, Sm_2O_3 nanoparticles decreased the *S. aureus* bacterial viability to 70% at a maximum concentration of 2 mM, applied when compared to control (Fig. 5).

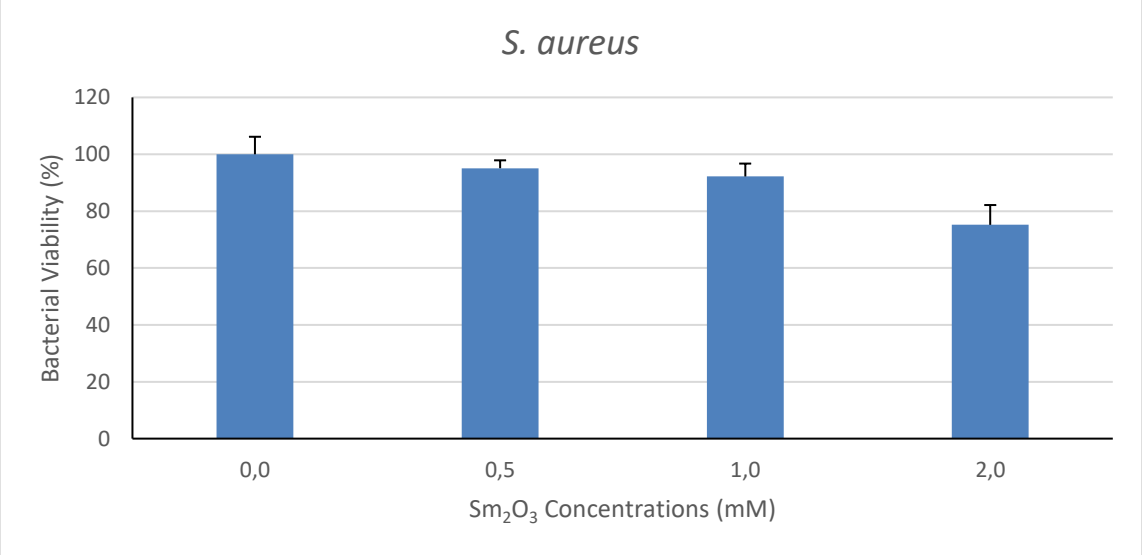


Figure 5. Antimicrobial effect of Sm_2O_3 nanoparticles on *Staphylococcus aureus*

4. DISCUSSION

Since the past, bacterial infections have been one of the main causes of many chronic diseases and related deaths [6]. Antibiotics have been used as an effective method for the treatment of these bacterial infections. However, in time, this antibiotic treatments had negative consequences and the bacteria gained antibiotic resistance [7]. Therefore, in order to fight against this antibiotic resistance that is a huge problem of our world, scientist started to search for new active substances that will have antimicrobial effect on bacteria. Nanoparticles differ in shape and mechanism of action than antibiotics [8]. It has been reported in the literature that metal oxide nanoparticles synthesized from various metal elements have antimicrobial effects on bacteria [9]. Based on this result, samarium oxide nanoparticles, a metal samarium element, were successfully produced and characterized in this study.

Similar to this study, the antimicrobial activities of samarium oxide nanoparticles were investigated by different methods [10].

After successful synthesis of samarium oxide nanoparticles, antimicrobial susceptibility tests were performed on the bacteria. Tests showed that 100% of cell death could not be achieved with the concentrations applied, and the use of substances at more intense concentrations could lead to toxic results, thus no test repletion was applied. However, this does not indicate that the nanoparticles have no antimicrobial effect, and encourages to investigate the antimicrobial effects of other elements.

5. CONCLUSION

As a result of the present study, Sm_2O_3 nanoparticles were successfully synthesized in the 50-80 nm range by chemical synthesis. The antimicrobial susceptibility test of the obtained nanoparticle was on two different microorganisms, one gram negative and one gram positive. It was found that Sm_2O_3 nanoparticles had an antimicrobial effect of 40% on *Escherichia coli*, and 30% on *Staphylococcus aureus* when applied as 2 mM concentration. These values indicate that Sm_2O_3 nanoparticles do not have a 100% antimicrobial effect on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria. The minimum inhibitory concentration values were not calculated because 100% cell death did not occur.

REFERENCES

1. Bellon K, Chaumont D, Stuerga D. Flash synthesis of zirconia nanoparticles by microwave forced hydrolysis. J Mater Res. 2001;16(9):2619–22.
2. Jayaraman R. Antibiotic resistance: An overview of mechanisms and a paradigm shift. Vol. 96, Current Science. 2009. p. 1475–84.
3. Knetsch MLW, Koole LH. New strategies in the development of antimicrobial coatings: The example of increasing usage of silver and silver nanoparticles. Vol. 3, Polymers. 2011. p. 340–66.
4. Ghosh P, Patra A. Role of surface coating in ZrO2/Eu3+ nanocrystals. Langmuir. 2006;
5. Hu J, Li LS, Yang W, Manna L, Wang LW, Alivisatos AP. Linearly polarized emission from colloidal semiconductor quantum rods. Science (80-). 2001;292(5524):2060–3.
6. Margo CE. Bacterial infections. In: Garner and Klintworth's Pathobiology of Ocular Disease, Third Edition. 2008. p. 213–34.
7. Yewale VN. Antimicrobial resistance - A ticking bomb! Vol. 51, Indian Pediatrics. 2014. p. 171–2.
8. Huh AJ, Kwon YJ. "Nanoantibiotics": A new paradigm for treating infectious diseases using nanomaterials in the antibiotics resistant era. J Control Release. 2011;156(2):128–45.
9. Poole K. Mechanisms of bacterial biocide and antibiotic resistance. In: Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement. 2002.
10. Dědková K, Kuzníková, Pavelek L, Matějová K, Kupková J, Čech Barabaszová K, Váňa R, Burda J, Vlček J, Cvejn D, Kukutschová J. Daylight induced antibacterial activity of gadolinium oxide, samarium oxide and erbium oxide nanoparticles and their aquatic toxicity. Mater Chem Phys. 2017;197:226–35.

BİR İMALAT FIRMASINDA YALIN ÜRETİM ARACI OLARAK DEĞER AKIŞ HARİTALAMASI

Arş. Gör. Tuğçen HATİPOĞLU
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
tugcen.hatipoglu@kocaeli.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Hatice ESEN
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
hatice.eris@kocaeli.edu.tr

Özet
Piyasanın gün geçtikçe daha fazla doygun hale gelmesiyle birçok sektörde arz, talepten daha yüksek olmaktadır. Bu noktada firmaların ürünlerinin tercih edilebilirliğini arttırarak müşteri tatminini sağlamak amacıyla ürünlerine değer kazandırmaları gerekmektedir. Değer akış haritalandırma, değer akışının görselleştirilmesi ve arttırılması için hammadde girişinden ürünün son müşteriye sevkiyatına kadar olan bütün prosesleri içeren bir yönetim aracıdır. Bu yöntem akışın nasıl ilerlediğini ve hangi noktalarda darboğaz yaşandığını gösterdiğinden birden fazla proses ve makineye odaklanmayı sağlamaktadır. Yalın Düşüncenin temelinde müşteri açısından değer olarak algılanmayan yani beklentilerini karşılamayan her ürün ve/veya hizmet bir israf olarak tanımlanmaktadır. Değer akış haritalandırma ile müşterinin değer olarak görmediği tüm proseslerdeki israflar görünür hale gelmektedir. Çalışma, otomotiv sektörüne helisel yay ve denge çubuğu üretimi yapan bir firmada gerçekleştirilmiştir. Mevcut durum haritası çıkarılırken müşteri talepleri, stok miktarları, çevrim süreleri ve proses süreleri analiz edilmiştir. Mevcut durum analizinde tespit edilen israf sebeplerini ortadan kaldırmaya yönelik iyileştirmeler önerilerek gelecek durum haritası çıkarılmıştır. Stok seviyeleri, hazırlık süreleri ve makine kapasiteleri ile ilgili yapılan iyileştirmeler çalışmanın sonuç bölümünde tartışılarak yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yalın üretim, değer akış haritalama, süreç iyileştirme.

VALUE STREAM MAPPING IN A MANUFACTURING COMPANY AS A LEAN MANUFACTURING

Abstract
By the market becoming more saturated, supply is increasing greater than demand in many sectors. At this point, companies should add value to their products in order to increase customer preference and increase customer satisfaction. Value stream mapping is a management tool that includes all processes from raw material entry to delivery to the end customer for visualization and enhancement of the value stream. This method allows you to focus on more than one process and machine as it shows how the flow progresses and at which points there is a bottleneck. On the basis of Lean Thought, any product and / or service that is not perceived as value for the customer, that is, does not meet its expectations, is defined as a waste. With value stream mapping, wastes in all processes that the customer does not see as value become visible. The study was carried out in a company producing helical spring and stabilizer bar for automotive sector. While preparing the current situation map, customer demands, stock quantities, cycle times and process times were analyzed. The current situation map was prepared by proposing improvements to eliminate the causes of waste identified in the current situation analysis. Improvements in stock levels, set up times and machine capacities were discussed in the conclusion section of the study.

Keywords: Lean manufacturing, value stream mapping, process ımprovement.

1. GİRİŞ

Günümüzde müşteri taleplerine hızlı ve tek seferde doğru cevap verebilmek, firmaların hızla değişen rekabet ortamında ayakta kalabilmesi adına büyük bir önem taşımaktadır. Bunun yanında kaliteden

ödün vermemek ve en az maliyetle üretim veya hizmeti sağlamak da ulaşılmak istenen hedeflerdendir. Firmaların kendi sektörlerinde lider konumuna gelebilmek adına israf ve israf kaynaklarını ortadan kaldırması, aynı zamanda sürekli bir iş akışı sağlaması zorunlu hale gelmiştir. Yalın üretim felsefesi de tam olarak bunu hedeflemektedir. Değer Akış Haritalandırma, firmanın tüm bu amaçlar göz önüne alındığında mevcutta ne durumda olduğunu, daha iyiye gitmek için nelere yoğunlaşması gerektiğini gösteren etkili bir araçtır.

Değer yaratmayan süreçlerin elimine edilmesi ve akışın sürekliliğinin sağlanması firmaların öncelikli hedefleri haline gelmiştir. Özellikle büyük üretim hacmine sahip komplike sektörler ve firmalar değer kavramını ve bu kavramın firmayı taşıdığı seviyeyi yakalayabilmek adına, yalın üretim tekniklerinin üzerine oldukça fazla yoğunlaşmıştır. Bu bağlamda değer akış haritalama oldukça etkili bir metot olarak ele alınmaktadır. Değer akışı yönetimi veri analizini hedeflemektedir ve yalın üretim ile ilgilidir. İki bölümden oluşmaktadır. Bunlardan biri büyük resim haritalama, diğeri ise detaylı haritalamadır (Sullivan ve ark, 2002). Değer akış yönetiminin 8 aşaması vardır, bunlar sırasıyla: basitleştirme, değer akışı seçimi, basit öğrenme, mevcut durum haritası çizme, basit ölçümleri tanımlama, gelecek durum haritası çizme, kaizen planlaması yapma ve kaizen planlarını uygulamadır (Tapping ve ark, 2002).

Değer akış haritalama değeri artırmak, atıkları elemek ve akışı iyileştirmek için sürekli fırsatlar sunmaktadır. Yöntem bir şirketin karmaşık bir ilişki kümesini belgelemesine, ölçmesine ve analiz etmesine, ayrıca gelişmiş bir işletme stratejisi ve organizasyonel tasarım oluşturmasına izin vermektedir. Şirket tasarımı kabul ettikten sonra, genel değer akışının performansını iyileştirmek için yalın araçları ve teknikleri uygulamaya hazırdır. Şirket, bu değer akışını, hizmet ettiği pazarlarda, müşteri tarafından algılanan maliyet, kalite ve hizmet düzeyini sorgulamaya ve yeniden tasarlamaya devam ederek yönetir. Değer akış haritalama yöntemi, farklı sektörlere kolayca adapte edilebilmektedir. Literatüre bakıldığında hem üretim ve hem de hizmet sektöründe yapılmış çok sayıda Değer Akışı Haritalama çalışması bulunmaktadır:

Yöntemin uygulamaları, ayakkabı üretim tesisinde Chowdhury ve ark. (2017), traktör imalat fabrikasında Adalı ve diğerleri (2017); Singh ve Singh (2012); Birgün ve ark, (2006), bir üniversitenin araştırma ve uygulama merkezinde Doğan ve Ersoy (2016), mobilya üretiminde Bulut ve Altunay (2016), dondurma üretim tesisinde Maraşlı ve ark. (2016), talaşlı imalat sektöründe Patel ve diğerleri (2015), krank mili imalatında Venkataraman ve ark. (2014), sac levha üretiminde Matt (2013), hastanenin acil servisinde Efe ve Engin (2012), metal presleme fabrikasında Karim ve ark. (2012), metal yapı ve iskelet üretiminde Carvalho ve ark. (2011), beyaz eşya sektöründe Akçaoğlu (2012); Alaca (2010) ve pamuk yağı üretiminde Seth and others (2008) karşımıza çıkmaktadır. Değer Akışı Haritalama, bir tüketiciye bir ürün veya hizmeti getirmek için gerekli olan materyal ve bilgi akışını analiz etmek için kullanılan yalın bir tekniktir. Bu çalışmada da bu tekniğin, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir imalat firmasındaki uygulamasına yer verilmiştir.

2. UYGULAMA

Bu çalışma, otomotiv sektörüne helisel yay ve denge çubuğu üretimi yapan bir firmada gerçekleştirilmiştir. Değer akış haritalandırmanın ilk adımı olan ürün ailesinin seçimi aşamasında haritalanacak ürün ailesinin fabrika içindeki yolculuğunun nereden başlayıp nerede sonlanacağı, hangi prosesleri kapsayacağı ve sistemin tanımlaması gerçekleştirilmelidir. Firmada üretim hacminin ve karın en fazla olduğu hat olan dolu denge çubuğu hattında değer akış haritalandırma çalışması yapılmasına karar verilmiştir. Bu hattan geçen ürünlerden talebi en fazla olan ürünler ürün ailesi olarak seçilmiş ve değer akış haritalandırma çalışmasına başlanmıştır. Ürünler dolu denge çubuğu hattındaki üretim hacminin %90'ını, fabrika genelinin ise %32'lik kısmını kapsamaktadır.

Dolu denge çubuğu hattı mevcut durum haritası çizilirken öncelikli olarak sahada gözlem yapılarak dolu hat görselleştirilmiştir. Akışın hangi proseslerden sağlandığı, parçaların nasıl ilerlediği kağıt üzerine dökülmüş ve haritanın iskeleti oluşturulmuştur. Değer akış haritasının çizilebilmesi için bilgilerin toplanması aşamasında belirlenen ürünler için müşteri talepleri incelenmiştir. Firmadaki üretim, müşteri taleplerine paralel olarak gerçekleştirilmektedir. Firmada yılda 48 hafta üretim

yapılmaktadır. Talep miktarları haftalık olarak alınmış ve çalışılan hafta dikkate alınarak yıllık miktarlar elde edilmiştir. Dolu hattan geçen ürünlerin yıllık talep miktarları Tablo 1'de sunulmaktadır:

Tablo 1. Dolu Hat İçin Yıllık Talep Miktarları

Ürün Adı	Yıllık Talep Miktarı (adet)
Ürün 1	168000
Ürün 2	62400
Ürün 3	36000
Ürün 4	45600
Ürün 5	57600
Ürün 6	67200
Ürün 7	192000
Ürün 8	96000

Hatta oluşan stoklar da incelenmiştir. Prosesler arasında bulunan stok miktarları, günlük sipariş sayısına (2500 adet) bölünerek stokların gün bazında karşılığı elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Dolu Hatta Prosesler Arası Stok Miktarları

Proses Adı	Stok Miktarı	
Hammadde Depo	11950 adet	4,78 gün
Uç Tornalama ve Gazlı Dövme	5650 adet	2,26 gün
Binek Hat Büküm	2425 adet	0,97 gün
Ansal Meneviş	175 adet	0,07 gün
Doğrultma	600 adet	0,24 gün
Taşlama	175 adet	0,07 gün
Kumlama	925 adet	0,37 gün
Halka Montaj	300 adet	0,12 gün
Boyahane	625 adet	0,25 gün
Tanım Rengi ve Final 1	1950 adet	0,78 gün
Paketleme	-	-
CSL 1	225 adet	0,09 gün
CSL 2	125 adet	0,05 gün
Sevkiyat	2875 adet	1,15 gün

Toplamda yarı mamul stoku 5,27 gün olarak hesaplanmıştır. Hammadde depo ve sevkiyat sırasında oluşan stoklar da eklendiğinde 11,2 günlük stok hesaplanmıştır. Veri kutularının doldurulması aşamasında çevrim süreleri alınarak işe başlanmıştır. Haritada bulunan tüm prosesler için seçilen ürünlerin çevrim süreleri tutulmuştur. Bu aşama sırasında israflar ve israf kaynakları da gözlemlenmiş ve gelecek durumda kullanılmak üzere kaydedilmiştir. Gerekli tüm ürünlerin her prosesteki çevrim süreleri alındıktan sonra proses süreleri hesaplanmıştır.

Firmada proses süresi hesabı, üretilen ürün için bir sehpada taşınan ürün adedi ve çevrim süresinin çarpımını ifade etmektedir. Dakika cinsinden hesaplanmış ve haritada kullanılmak üzere saat cinsine çevrilmiştir. Taşlama prosesi, her parça için uygulanan bir proses olmayıp gerek duyulduğunda uygulanmaktadır. Bu nedenle proses süresi hesaplanmamıştır. Harita çizerken kullanılan dolu hattaki proseslere ait bilgiler Tablo 3'te sunulmaktadır. Hatta uygulanan hazırlık süreleri gazlı dövmede 22 dakika, binek hat bükümde 70 dakika, halka montajda 27 dakika ve final 1 hattında 22 dakika 25 saniyedir.

Tablo 3. Dolu Hattaki Proseslere Ait Bilgiler

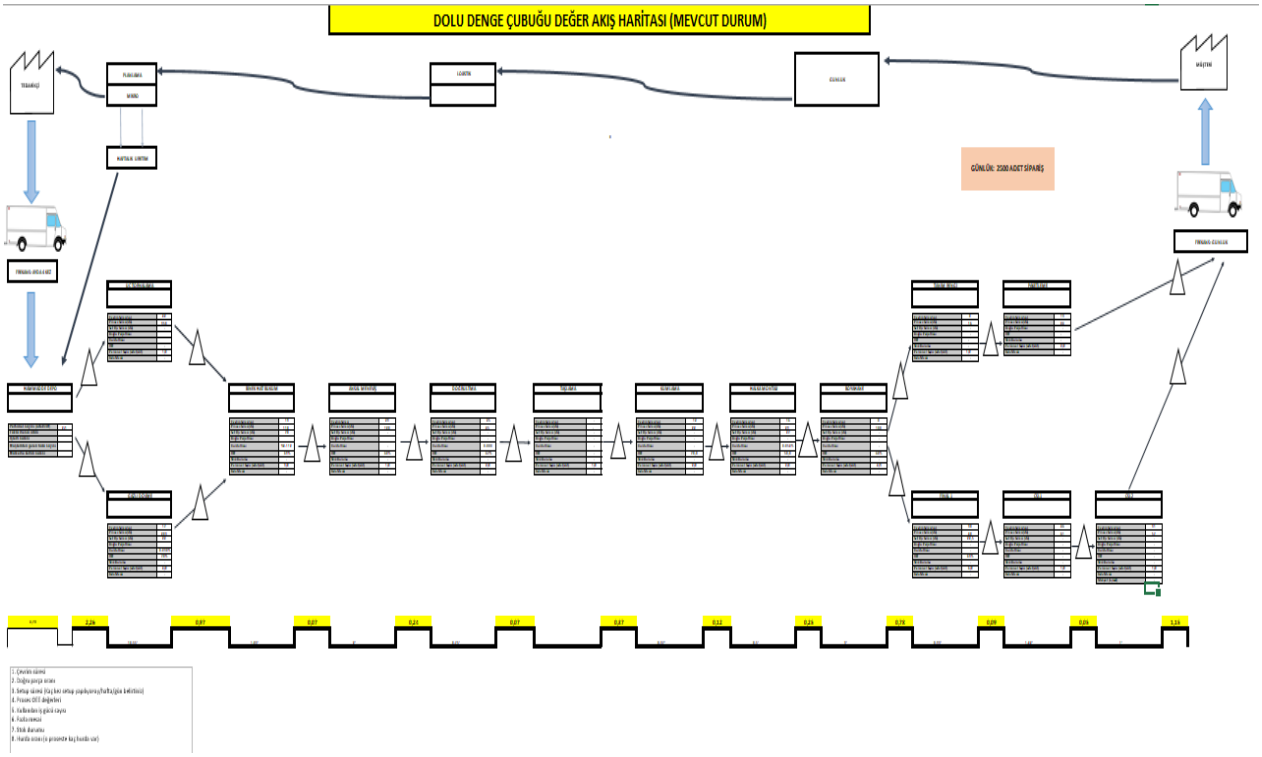
Proses Adı	Çevrim Süresi (saniye)	Proses Süresi (saat)	OEE	Hurda Oranı	Personel sayısı (adet/vardiya)
Gazlı Dövme	17 sn	4,71 saaat	%0,038	%0,038	2/1
Uç Tornalama	42 sn	5,83 saat	-	-	4/2
Binek Hat Büküm	19 sn	1,83 saat	%69	%0,112	1/2
Ansal Meneviş	29 sn	2 saat	%68	-	3/2
Doğrultma	25 sn	0,75 saat	%67	%0,008	1/2
Kumlama	12 sn	0,36 saat	%70	-	2/2
Halka Montaj	16 sn	0,48 saat	%50	%0,054	1/2
Boyahane	8 sn	3,0 saat	%68	-	2/2
Tanım Rengi	8 sn	0,26 saat	-	-	2/2
Paketleme	13 sn	0,4 saat	-	-	4/3
Final 1	30 sn	0,67 saat	%62,5	%0,03	1/2
CSL 1	46 sn	0,02 saat	-	-	2/2
CSL2	31 sn	0,95 saat	-	-	6/2

Değer akış haritasının mevcut durumunu ortaya çıkarırken edinilmesi gereken diğer bir bilgi de tedarikçiler ile ilgili bilgilerdir. Hammaddenin ne kadar süreyle hangi şekilde temin edileceği akış açısından önem taşımaktadır. Hammadde siparişlerinin sürelerinde ya da miktarlarında iyileştirmeye gidilerek kazanç sağlayacak durumlar yaratılabilir. Tedarikçi firma ile farklı anlaşmalar yapılabilir ya da gerekli görülürse başka firma alternatifleri düşünülebilir. Bu çalışmada, haritalandırma yapılacak hatlardan geçen ürünlerin tümü aynı tedarikçi firma tarafından sağlanmaktadır. Tedarikçi firma siparişleri, teslim tarihinden 3 ay öncesinde istemektedir. Siparişlerin firmaya ulaşması ise 7 gün sürmektedir.

Toplanan tüm veriler, veri kontrol listesinden kontrol edilmiştir. Bu çalışma için, Tablo 4'te sunulan 9 adet anahtar ögeyi içeren veri kontrol listesi kullanılmış ve toplanan bilgiler mevcut durum haritasında (Şekil 1) işlenmiştir.

Tablo 4. Mevcut Durum Haritası Veri Kontrol Listesi

Seçilen Anahtar Öğeler
1 vardiyada çalışılan toplam süre
Planlanan çalışılmayan zamanlar
1 vardiyada üretim yapılan net süre
Aylık/günlük sipariş edilen miktar
Çevrim zamanları
Takım değiştirme zamanları
Proses için stok miktarı
Operatör sayıları
Operasyonların yapıldığı vardiya sayısı



Şekil 2. Mevcut durum haritası

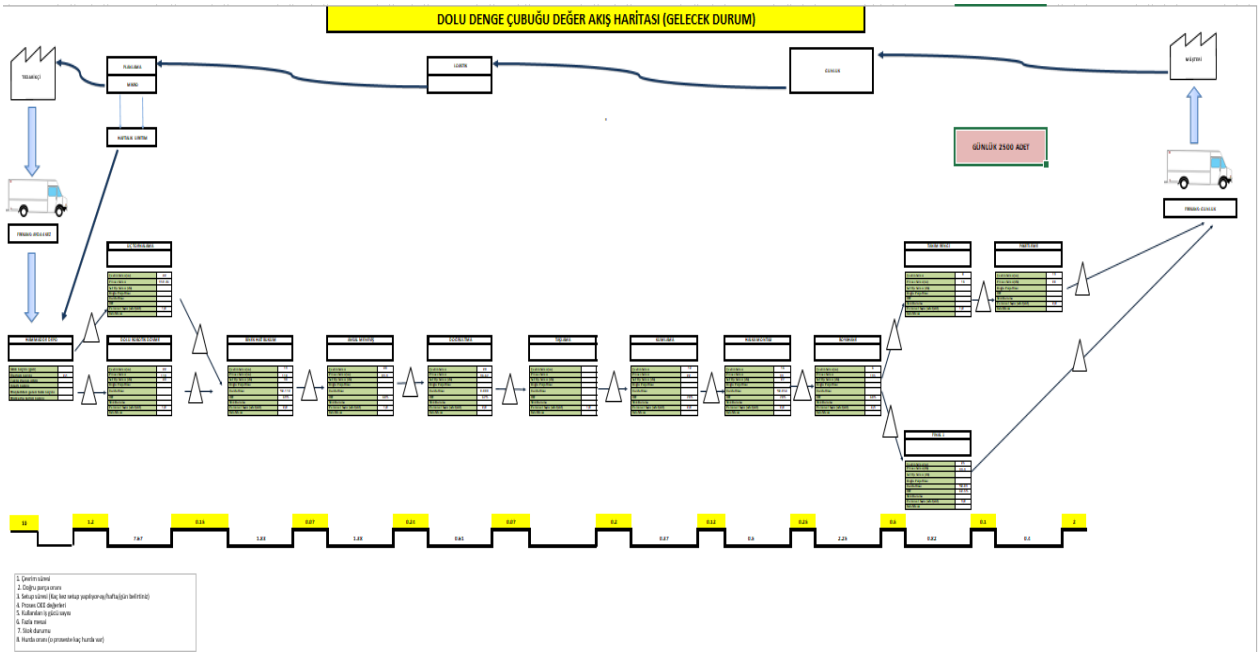
Değer akış haritalamanın asıl amacı mevcutta var olan israf ve israf kaynaklarını tespit etmek ve bir gelecek durum haritası hazırlayarak (Şekil 3) bu israf kaynaklarını ortadan kaldırmaktır. Amaç; sürekli akışı sağlayarak çekme sistemi uygulamak ve yalnızca müşterinin ihtiyacı kadarını üretmektir. Mevcut durum haritasının incelenmesi sonucunda elde edilen problemler stok seviyeleri yüksekliği, uzun hazırlık süreleri, düşük kapasiteli makineler ve fazlalık proseslerdir.

Takt süresi müşterinin talep hızıdır. Günlük üretim süresinin günlük talebe bölünmesi ile elde edilmektedir. Firmada günlük üretim süresi 530 dakikadır. 2 vardiya çalışılmaktadır. Müşterinin günlük talebi ise 2500 adettir. Bu bilgilere göre takt süresi 25.44 sn olarak hesaplanmıştır.

Mevcut durum haritasında çevrim sürelerine bakıldığı zaman takt süresinin üstünde çıkan 5 tane proses bulunmaktadır. Bunlar uç tornalama, ansal meneviş, final 1, CSL1, CSL2'dir. Uç tornalama işlemi sadece bir üründe yapılmaktadır ve çevrim süresinin yüksekliği üretimi etkilememektedir. CSL1 ve CSL2 prosesleri bir müşteri için kurulmuş fazlalık proseslerdir. Bu fazlalık proseslerin kapatılması gerektiği kararlaştırılmıştır. Bu durumda toplamda 4 kişilik iş gücü kazancı sağlanması öngörülmüştür. Final 1 hattı için tie kaizen çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışmalar ile çevrim süresinin 25 saniyeye düşürülmesi hedeflenmektedir. Çevrim süresi fazla olan ansal menevişte kapasite arttırmak için çalışmalara başlanmıştır. Meneviş fırınının çubukların homojen olarak ısıtabilmesi için belli bir ağırlıkta olması gerekmektedir. Kullanılan meneviş sehpasına 250 adet denge çubuğu sığmaktadır. Eğer sehpa hafifletilebilirse sehpaya konulacak olan ürün adedi de arttırılabilecektir. Bu artış sonunda ansal menevişin kapasitesi de artarak çevrim süresi düşecektir. Belirlenen hedef çevrim süresi 20 saniyedir. Ansal menevişte iyileştirme sağlanırsa doğrultmada hedef çevrim süresi 20 saniye olarak belirlenmiştir.

Hammadde depo ve gazlı dövme arasında fazla stok bulunmaktadır. Bu durumun sebebi bu proseste fırının hammaddeyi yavaş ısıtması ve sonrasındaki işlemlerin manuel olarak yapılmasıdır. Gazlı dövme prosesi yerine kurulması istenen robotik dövme prosesi ile çevrim süresinin 22 saniye olması beklenmektedir. Bu durumda personel sayısında da 6 kişilik bir iş gücü kazancı sağlanması hedeflenmektedir.

Dolu robotik dövme ile sıcak büküm prosesinin birleştirilmesi ile arada oluşan yarı mamul stokun önüne geçilmek istenmektedir. İki prosesin birleştirilmesiyle iş gücü iyileştirmesi de sağlanacaktır. İki prosesin arada kesinti olmadan akması ile kalite problemlerinin daha erken fark edilmesi hedeflenmektedir.



Şekil 3. Gelecek Durum Haritası

Sıcak büküm prosesinin çevrim süresi 19 sn. Ansal menevişin 29 sn. Aradaki çevrim süresi farkından dolayı duruşlar yaşanmaktadır. Meneviş sehpasında uygulanan kaizen çalışması ile ansal menevişin çevrim süresinde düşme hedeflenmektedir. Gazlı dövme ve binek hat büküm arasında da istenmeyen bir stok bulunmaktadır. Bu aradaki stoku azaltmak için binek hat bükümde SMED çalışması başlatılmıştır. Uygulanan SMED çalışması ile binek hat büküm prosesindeki 70 dakikalık hazırlık süresinin kısaltılması hedeflenmiştir. Dış hazırlık sürelerinin iç hazırlık sürelerine çevrimi yapılmış ve iç hazırlık sürelerinin azaltılması için aşağıdaki iyileştirmeler önerilmiştir:

- Kalıp değişimi için gerekli olan araç, gereç ve evrakların önceden hazırlanması,
- Temizliğin proseste çalışan operatör tarafından yapılması,
- Eldiven ve benzeri ekipmanların yanında taşınması,
- Kablolu vinç kumandasından pilli vinç kumandasına geçilmesi,
- Çıkarılan kalıbın yakın mesafeye bırakılıp, kalıp değişimi sonrasında tanımlı yere taşınması,
- Fırın yükleme sırasında yaşanan seri yükleme probleminin önüne geçilmesi.

Boyahane ve final 1 hattı arasında stok bulunmaktadır. Yapılan tie kaizen çalışması sonucunda çevrim süresinden 5 saniyelik kazancın sağlanması hedeflenmektedir. Ayrıca final 1 hattında iyileştirmeler sonucunda personel sayısının 5 kişiden 3 kişiye düşmesi hedeflenmektedir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üretimde ve yönetimde israf ve israf kaynaklarından arınmak adına çeşitli yalın üretim tekniklerine başvurulmaktadır. Değer akış haritalama, mevcut durumun analizi ve hedeflerin belirlenmesi aşamalarında oldukça detaylı bilgiler sunan etkili bir yalın düşünce tekniğidir. Bu çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada denge çubuğu hattı için değer akış haritalama çalışması yapılmıştır. Çalışmada mevcut durum haritası oluşturulurken büyük resim üzerinde tüm proseslerdeki israflar görünür hale getirilmiştir. İsraflar belirlendikten sonra iyileştirme çalışması yapılırken, birçok yalın üretim tekniğinden yararlanılmıştır. Firmada mevcut durumda proses süresi 22.35 saattir. Gelecek durumdaki yapılması planlanan tüm iyileştirmelerle bu sürenin 15.83 saate düşmesi, üretim yarı mamul stokunun 5.27 günden 2.9 güne düşmesi ve toplamda 12 kişilik iş gücü kazancı hedeflenmektedir. İyileştirme çalışmaları hiçbir zaman sonu gelmeyen bir süreç olup gerek üst

yönetimi gerekse tüm personeli ilgilendirmektedir. Değer akış haritalandırma çalışmasıyla planlanan iyileştirme çalışmaları hayata geçirildikçe mevcut durum halini almaktadır. Günümüz rekabet koşullarında başarılı bir şekilde ayakta kalabilmek için yalın düşüncenin oldukça önemli bir unsur olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

Adalı, M. R., Kiraz, A., Akyüz, U., ve Halk, B. (2017). Yalın üretime geçiş sürecinde değer akışı haritalama tekniğinin kullanılması: büyük ölçekli bir traktör işletmesinde uygulama. Sakarya University Journal of Science, 21(2), 242 – 251.

Akçaoğlu, Ö. (2012). Değer akış haritalarında belirlenen darboğazların çözümü için bayes ağları ile senaryo üretimi: çamaşır makinası fabrikasında bir uygulama. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Alaca, H. (2010). "Değer akış haritalama araçları ile değer zinciri analizi: beyaz eşya sektöründe bir uygulama. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Birgün, S., Özkan, K., Gülen, K. G., (2006). Value stream mapping: a case study on manufacturing industry. 5th International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems Agents and Virtual Worlds.

Bulut, K., ve Altunay, H. (2016). Değer Akışı Haritalandırma Yöntemi: Mobilya Sektöründe Bir Uygulama. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 8(1), 48-55.

Carvalho, R., Alves, A., Lopes, I. (2011). Principles and practices of lean production applied in a metal structures production system, Proceedings of the World Congress on Engineering, Vol I

Chowdhury, A. H., Shahriar, S., Hossen, T., ve Mahmud, P. (2017). Reduction of process lead time using lean tool-value stream mapping (VSM). In Applied Mechanics and Materials. 860, 74-80.

Doğan, N. Ö., ve Ersoy, Y. (2016). Hizmet sektöründe değer akış haritalama uygulaması: bir üniversite araştırma ve uygulama merkezi örneği. Dumlupinar University Journal of Social Science, 48, 103 - 116.

Efe, Ö. F., ve Engin, O. (2012). Yalın hizmet-değer akış haritalama ve bir acil serviste uygulama. Verimlilik Dergisi, 4, 79 – 107.

Karim, A. N. M., Jaafar, A. A. B., Abdullah, M. A. I., Haque, M., Ali, M. Y., Azline, S. A. (2012). Applying value stream mapping for productivity ımprovement of a metal stamping ındustry, advanced materials research, 576, 727-730.

Maraşlı, H., Akça, C. ve Kama A. (2016). Yalın düşünce ve değer akış haritalamasının dondurma üretim işletmesinde uygulanması. International Journal of Academic Values Studies, 2(4), 106 – 120.

Matt, D. T. (2013). Extension of the value stream mapping approach to the comprehensive design of a lean sheet metal manufacturing system: an industrial case study. Key Engineering Materials, 549, 537-544

Patel, N., Chauhan, N., Trivedi, P. (2015). Benefits of value stream mapping as a lean tool ımplementation manufacturing ındustries: a review. International Journal for Innovative Research in Science & Technology, 1(8), 53-57.

Seth, D., Seth, N., Goel, D., (2008) Application of value stream mapping (VSM) for minimization of wastes in the processing side of supply chain of cottonseed oil industry in Indian context. Journal of Manufacturing Technology Management 19(4):529-550

Singh, P., ve Singh, H. (2012). Application of lean tool (value stream mapping) in minimisation of the non-value added waste (a case study of tractor ındustry). In Applied Mechanics and Materials, 110, 2062 - 2066.

Sullivan, W.G., Mcdonald, T.N., Van Aken, E.M. (2002). Equipment Replacement Decisions and Lean Manufacturing. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 18, 255–265.

Tapping, D., Luyster, T., Shuker, T., (2002). Value Stream Management for the Lean Office, Productivity Press, New York, NY.

Venkataraman, K., Ramnath, B., Kumar, V., Elanchezhian, C. (2014). Application of value stream mapping for reduction of cycle time in a machining process. Procedia Materials Science, 6, 1187-1196.

YÜKSEK GERİLİM ALTINDA ROGOWSKİ BOBİNİ İLE ÇEVRİMİÇİ KISMİ BOŞALMA ÖLÇÜMÜ

İlkcan Durnasuyu
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Umuttepe Yerleşkesi, 41380 İzmit, Kocaeli, Türkiye
ilkcandurnasuyu@gmail.com

Özet
Güç sistemlerinde ortaya çıkan kayıpları azaltmak elektrik enerjisinin iletiminde ve dağıtımında yüksek gerilim kullanılmasının en önemli gerekçesidir. Yüksek gerilim kullanılması ile güç sistemlerinde enerji kayıpları azalmakta; ancak, yalıtım sorunları ortaya çıkmaktadır. Elektriksel kısmi boşalmalar, en önemli yalıtım sorunlarının başında gelmektedir. Yalıtkan içinde meydana gelen kısmi boşalmalar, fiziksel ve kimyasal etkiler ortaya çıkararak yalıtım malzemesinin bozulmasına sebep olabilmektedirler. İncelenen yayınlarda elektriksel kısmi boşalmaların, yalıtım bozulmalarının başlangıcı oldukları açık şekilde görülmektedir. Bu nedenle elektriksel kısmi boşalmaların doğru olarak ölçülmesi büyük bir önem taşımaktadır. Ölçümlerde, boşalma esnasında ortaya çıkan etkilerden yararlanılır. Bu etkiler, akım ve gerilim darbeleri gibi elektriksel etkiler ile ısı, ses, optik ve kimyasal bozulmalar gibi elektriksel olmayan etkiler olarak iki sınıfa ayrılırlar. Kısmi boşalmalar; elektriksel, elektromanyetik, optik, akustik, kimyasal ve termal algılama yöntemleriyle ölçülebilir. Bu çalışmada elektriksel algılama yöntemi kullanılmıştır. Elektriksel algılama yönteminde kısmi boşalma ölçme sistemi, rogowski bobini veya kapasitif sensörler kullanılabilmektedir. Kullanım olanakları, doğruluk ve maliyetleri açısından incelemeler yapılmış, rogowski bobini üzerine gerçekleştirilen çalışmalar sunulmuştur. Rogowski bobini, hava çekirdekli bobin olarak bilinen, hafif, manyetik özelliği olmayan yalıtkan malzemeden yapılmış bir çekirdeğe sahiptir. Bobin, doğrusal karakteristiğe, uygun dinamik tepkiye, geniş bant genişliğine sahip olması ve manyetik doyma göstermemesi gibi önemli üstünlüklere sahiptir. Deneylerde kullanılan rogowski bobini, Pscad yazılımı ile incelenmiş, elde edilen bulgular literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırılmıştır. Bobin kullanılarak, yüksek gerilim altında, çevrimiçi elektriksel kısmi boşalma ölçme sonuçları sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Rogowski Bobini, Elektriksel Kısmi Boşalma, Yüksek Gerilim.

MEASURING ONLINE PARTIAL DISCHARGE WITH ROGOWSKI COIL IN HIGH VOLTAGE

Abstract
Reducing emerging losses in the power systems is the most important reason of using high voltage in the transmission and distribution of the electrical energy. With the usage of the high voltage, the energy losses reduce; however, isolation issues arise. Electrical partial discharge is one of the most important issue amongst others. Partial discharges which taking place inside the insulator can make physical and chemical effects occur which may deteriorate the isolation material. In reviewed publications, it's clearly seen that electrical partial discharges are the beginning of the isolation deteriorations. Thus, accurately measuring the electical partial discharges matters. In measurements, the effects which occurs while discharging are used. These effects are divided into two classes which are electrical effects such as current, voltage pulses and non-electrical effects such as heat, sound, optical and chemical deteriorations. The partial discharges can be measured by electrical, electromagnetic, optical, acoustic, chemical and thermal detection methods. In this work, the electrical detection method is used. In the electical detection methods; rogowski coil or capacitive sensors can be used. Researches were done in fields such as usage, accuracy and cost, the studies about Rogowski coil were presented. Rogowski coil which is also known as air core coil has a core which is made of light, non-magnetic material. The coil has important advantages such as having linear characteristics, appropriate dynamic response, wide bandwidth. Coil which used in experiments was examined using PSCAD software and findings were compared to the studies in literature. With using coil under high voltage, on-line electical partial discharge measurements were presented.
Keywords: Rogowski Coil, Electrical Partial Discharge, High Voltage.

1. GİRİŞ

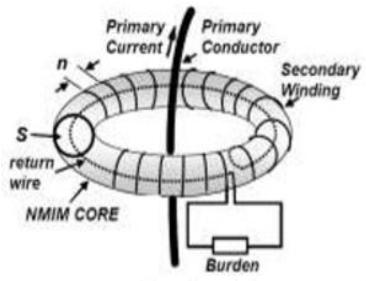
Yüksek gerilim, elektrik enerjisinin iletimi ve dağıtımında kullanılır. Bu kullanım ortaya çıkan kayıpları azaltmak için öngörülen bir yöntemdir. Fakat bu yöntem beraberinde yalıtımda kullanılan malzemelerin önemine dikkatimizi çekmektedir. Yalıtımda kullanılan tekniklerin geliştirilmesine rağmen yüksek gerilim aygıtlarının üretimi ya da montajı sırasında istenmeyen birtakım kusurlar gelebilmektedir. Bu kusurlar kısmi boşalma adı verilen bir yalıtım sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Kısmi boşalma bulunduğu bölgede fiziksel ve kimyasal olarak etkiler göstermektedir. Bu etkiler gözlemlenerek kısmi boşalmanın ölçülmesi sağlanabilir. Ölçümler için elektriksel, elektromanyetik, optik, akustik, kimyasal ve termal olmak üzere yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemler içerisinde en yaygın olanlardan biri elektriksel ölçüm yöntemidir.

Elektriksel ölçüm tekniğinde ortaya çıkan akım ve gerilimin ölçülmesi ile kısmi boşalma ölçümü yapılmaktadır. Bu ölçüm tekniğinde akım transformatörü, rogowski bobini ve kapasitif sensör kullanılmaktadır. Bu çalışmada rogowski bobini üzere yapılmış olan araştırmalarda bu cihazın kullanımının gerekliliklerinden ve avantajlarından bahsedilecektir.

Rogowski bobini hava çekirdekli bobin olarak bilinmektedir. Bobinin üstün performansı, lineerliği, güçlü dinamik tepkisi, geniş bant genişliği ve en önemlisi manyetik doygunluğu olmaması sebebiyle kısmi boşalma ölçümünde odak olmuştur. Kolay deforme olmayan, muntazam sarımlı, yüksek ve güvenilir ölçüm performansına sahip sert rogowski bobini olmak üzere seri üretilebilen bir türü ile piyasada bulunmaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

Rogowski bobini temel çalışması ölçülmek istenen cihazın etrafına sarılımı sonrasında meydana gelen akımla endüklenerek üzerindeki gerilimin okunması prensibine dayanmaktadır. Rogowski bobini ve yapısı Şekil 1'de gözükmektedir.



Şekil 1. Rogowski bobini ve yapısı.

İncelenen rogowski bobininin, akım transformatörüyle karşılaştırılmasındaki performansını görmek amacıyla ele alınan dokuz baralı Pscad aracılığıyla yapılmış literatür çalışmasında performans olarak bobinin üstünlüğü Tablo 1.'de gözükmektedir.

Tablo 1. Farklı Yüklerdeki İkincil Akımlar

Hata Anı	**v = Vmax**	**v = 0**		
Röle Yükü	0.5 ohm	0.5 ohm	5 ohm	10 ohm
CT nüvesiz(A)	3.48	3.48	3.48	3.48
CT nüveli(A)	3.48	3.48	3.04	2.07
Rogowski bobini(A)	3.48	3.48	3.48	3.48

Yapılan deneyde farklı röle yükünde akım transformatörü ve rogowski bobinin akım ölçümleri gözükmektedir. Nüvesiz akım transformatörü ile rogowski bobini manyetik doyumu olmadığı için her yükte aynı akım değerlerini verebilmiştir. Fakat nüveli akım transformatörü manyetik doyumu barındırdığı için akım değerlerindeki düşüş hata anındaki gecikmeyi göstermektedir. Bu sonuçlarda Tablo 2.'de aktarılmıştır.

Tablo 2. Farklı Yüklerdeki Açma Zamanları

Açma Zamanı				
Hata Anı	**v = Vmax**	**v = 0**		
Röle Yükü	0.5 ohm	0.5 ohm	5 ohm	10 ohm
CT nüvesiz(A)	Aniden	Aniden	Aniden	Aniden
CT nüveli(A)	Aniden	Aniden	0.99s sonra	1.11s sonra
Rogowski bobini(A)	Aniden	Aniden	Aniden	Aniden

Yaklaşık olarak kısmi boşalma 20ms'de meydana gelmektedir. Yukarıdaki sonuçlardan da görüleceği üzere 1 saniye gibi bir süre sistem için ciddi sonuçlara sebep olabilir. Yapılan diğer araştırmalarda incelendiği üzere akım transformatörü ve rogowski bobini için hem maliyet hem de ölçüm güvenirliği açısından sonuçlar elde edilmiştir. Hattımız için kullanılacak olan akım transformatörü zaman içerisinde hatta eklemeler yapılması ile manyetik doyumu daha büyük bir transformatör kullanılmasına sebep olacaktır. Öngörülmemiş bir akım transformatörün eklenmesi ile yer bakımından da dezavantaj sağlayabilir. Yukarıda bahsedilen sebeplerden ötürü akım transformatörü yerine kapasitif sensör düşünülebilir. Fakat hat üzerine bağlantısı gerekmekte olan bir cihaz olarak bilindiği için bu yerin tayini ve süreci yine sistem için bir dezavantaja sebep olacaktır.

3. SONUÇ

Rogowski bobinin avantajları göz önüne alarak kapasitif sensör ile akım transformatöre göre kullanım şartları ve maliyet açısından faydaları görülmüştür. Rogowski bobini hem akım transformatörüne göre maliyet ve ölçüm doğruluğu yüksek güvenilir bir araç olmakla birlikte hem de kapasitif sensöre göre kullanım esnekliğini ve hatta kolay bağlanmasını sağladığı için avantaj vermektedir.

4. TARTIŞMA

Bu araştırma literatürde belirli çalışmalar yapılmış olmasına rağmen rogowski bobinlerinin kısmi boşalma ölçümlerinde sağladığı avantajı için YÖK Ulusal Tez Merkezi, Google Scholar ve Proquest gibi makale ve tez araştırma sitelerinde Türkçe bir kaynak olarak bilgilerin azlığı nedeniyle bilgilerin derlenip toparlanması adına bir çalışma yapılmıştır. Ülkemizde yüksek gerilime yapılan yatırımların artması için öncelikle doğru ve güvenilir ölçümler alınmasının artması ve araştırılması Türkçe yapılarak teşviklerin artması sağlanabilir.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında ilgi ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimleri ile bana ışık tutan, yol gösteren, çok değerli danışmanım Sayın Dr. Öğretim Üyesi Hasbi İSMAİLOĞLU hocama en içten teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

FİDAN M. (2011), Harmoniklerde Kaynaklanan Gerilim Bozulmalarının Elektriksel Kısmi Boşalmalar Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Doktora Tezi*.

GONG Y., LIAO H. (2014), Analysis and Research of Rogowski Coil Current Sensing Technology, *Applied Mechanics and Materials,* Vols. 599-601, pp 819-822 [ISSN: 1662-7482, 05-06-2014].

ÖZEN İ. (2010), Kısmi Boşalma İşaretlerinin Optik Fiberli Sensörlerle Algılanma Yöntemlerinin Analizi ve Bir Sensör Tasarımı, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*.

SARWADE N., KATTI P., GHODEKAR J. (2016), Use of Rogowski Coil as Current Transducer for Distance Relay Reach Correction, *International Journal on Electrical Engineering and Informatics* - Volume 8, Number 4, December.

SCHICHLER U., BORSI H., GOCKENBACH E. (1994), Problems and New Solutions for Partial Discharge Measurement on High Voltage Cables under Noisy Conditions, Conference Record of the 1994 IEEE Intemational Symposium on Electrical Insulation, Pittsburgh, PA USA, June 5-8, 1994.

TUNCER D. (2016), Elektriksel Kısmi Boşalmayı Etkileyen Etkenlerin İncelenmesi ve Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Modellenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*.

ZHANG Z., XIAO D., LI Y. (2008), Rogowski Air Coil Sensor Technique For On-line Partial Discharge Measurement of Power Cables, *IET Science*, Vols. 3, pp 187-196 [ISSN: 1751-8822, 24-10-2008].

İMALAT İŞLETMELERİNDE GÜRÜLTÜ HARİTASI OLUŞTURMA VE GÜRÜLTÜ ANALİZİ

Prof. Dr. Alpaslan Fığlalı
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği
figlalia@kocaeli.edu.tr

Araştırma Görevlisi Tuğçen Hatipoğlu
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği
tugcen.hatipoglu@kocaeli.edu.tr

Özet
İnsanların işitme sağlığı ve algılaması üzerinde olumsuzluklara sebep olan, fizyolojik ve psikolojik etkileri yüzünden iş performansını azaltan çevre kirliliği türü gürültü olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada gürültünün işyerleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Sesin gürültü olarak algılanmaya başladığı eşik kişiden kişiye değişmesine rağmen, 85 dB düzeyini aşan ses şiddeti gürültü olduğu kabul edilmekte ve bir meslek hastalığı olan sağırlığa neden olmaktadır. İletişim ve konsantrasyon bozuklukları, iş kazası riski, iş veriminde ve yaşam kalitesinde düşüş de gürültünün diğer olumsuz etkileri olarak sıralanabilir. Gürültülü işyerlerindeki gürültünün azaltılması, kontrol edilebilmesi ve çalışanlar için zararlı olmaktan çıkartılması için kullanılan çeşitli kontrol yöntemleri bulunmaktadır. Bunlardan birisi de gürültü haritalamasıdır. Bu çalışma işyerinde gürültü haritasının oluşturulması için analitik bir metot sunmaktadır. Çalışma kapsamında sadece imalat ortamlarındaki gürültünün azaltılmasına değinilmişse de metot diğer işyeri tiplerinde uygulanabilecek esnekliğe sahiptir. Çalışmanın amacı çalışanların gürültüden rahatsız oldukları bir işletmede yazılım desteği ile gürültü haritalarının oluşturulması ve ikaz, uyarı gibi sistemlerin yerleşimi, baskın konumların belirlenmesi vb. iyileştirme önerileri sonucunda işletmedeki gürültü seviyesinin düşürülmesidir.

Anahtar Kelimeler: Gürültü Haritası, Gürültü Analizi, Ergonomik İyileştirme

NOISE MAPPING AND NOISE ANALYSIS IN MANUFACTURING ENTERPRISES

Abstract
Noise is defined as the type of environmental pollution that causes negative effects on people's hearing health and perception and reduces work performance due to their physiological and psychological effects. In this study, the effects of noise on workplaces were evaluated. Although the threshold that sound starts to perceive as noise varies from person to person, the sound exceeding 85 dB is considered to be noise and causes deafness, which is an occupational disease. Communication and concentration disturbances, work accident risk, decrease in work efficiency and quality of life can be listed as other negative effects of noise. There are various control methods such as noise mapping used to reduce, control, and eliminate noise in workplaces. This study provides an analytical method for generating noise map in the workplace. Although only noise reduction in manufacturing environments is mentioned within the scope of the study, the method has the flexibility to be applied in other types of workplaces. The aim of the study is to create noise maps with software support in an enterprise where employees are uncomfortable with noise, to decide placement of systems such as warning and determination of dominant positions. As a result of these improvement suggestions, the noise level in the operation will be reduced.

Keywords: Noise Map, Noise Analysis, Ergonomic Improvement

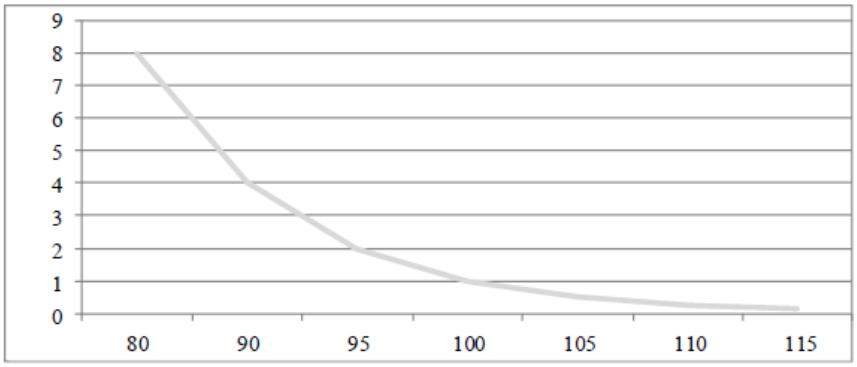
1. GİRİŞ

Genelde yapay olarak oluşan, arzu edilmeyen ve insanı rahatsız eden boyuttaki ses gürültü olarak ifade edilmektedir (Bayazıt, 2007). Her bireyin gürültüden etkilenme seviyesi gürültünün şiddeti, frekansı, süresi, etkinin sürekliliği, yaş gibi faktörlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Literatürde farklı tanımları bulunan endüstriyel gürültü genel olarak işçilerin işitme sağlıkları ve algıları üzerinde negatif

etkileri olan, hem fizyolojik hem de psikolojik açılardan bireyi etkileyen, çalışanın etkinliğini azaltan sesler olarak açıklanmaktadır (Çandır, 1996)

Yukarıda tanımlanmış olan endüstriyel gürültünün olumsuz etkileri sebebiyle ağır ve tehlikeli işlerin bulunmadığı işyerlerinde, gürültü seviyesi 80 dB'i geçmemelidir. Gürültülü çalışmanın bulunduğu işyerlerinde ise gürültü seviyesi en fazla 95 dB olabilir. Ayrıca bu çalışma ortamlarında işçilere başlık, kulaklık ve kulak tıkaçları gibi gürültüden koruyucu ekipmanlar sağlanmalıdır. İş yerlerinde gürültü seviyesine göre yasal çalışma süreleri de değişkenlik göstermektedir, bu süreler Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nde verilen değerler esas alınarak aşağıda listelenmiştir (Şekil 1):

- 80 desibelde 7,5 saat
- 90 desibelde 4 saat
- 95 desibelde 2 saat
- 100 desibelde 1 saat
- 105 desibelde 0,5 saat
- 110 desibelde 0,25 saat
- 115 desibelde 1/8 saat



Şekil 1. İş yerinde gürültü seviyelerine göre çalışma süreleri

Bu çalışma kapsamında gürültü haritası oluşturma, gürültü ölçümlerinde kullanılan cihazlar ve bu cihazların kullanımı, maliyet düzey haritalarının minimum gürültü seviyesi ile baskın tesis konumlarının belirlenmesi; üretim sistemlerinde alarm cihazlarının sayısının, yerinin ve sinyal ses seviyelerinin tahmin edilmesi ve gürültü düzeyine bağlı olarak iş rotasyonunun belirlenmesi konuları incelenmiştir.

2. ÇALIŞMA ORTAMINDA GÜRÜLTÜ ETKİLERİ

İşyerlerinde güvenli bir şekilde ve etkin çalışılması ancak çalışma ortamındaki ses, aydınlatma, sıcaklık gibi etkenlerin, iş organizasyonunun, gerekli donanımın ve bütün sistemlerin işçilerin hem antropometrik hem de psikolojik özellikleri göz önünde bulundurularak düzenlenmesi ile sağlanabilir. Bahsedilen bu düzenlemeler ergonomi biliminin kapsamında değerlendirilmektedir. Bu bilim ile sayılan bu iş düzenlemelerin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir (Camkurt, 2007). Bu çalışmada ergonominin gürültü kapsamında değerlendirdiği konular incelenmiştir. Gürültü şiddetinin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin sınıfları Tablo 1 de sunulmuştur.

Tablo 1. Gürültü şiddetinin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin sınıfları(Camkurt, 2007)

Derecesi	Şiddeti (Desibel)	İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkisi
1.Derece	30 dB (A)-65 dB (B)	Konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, uyku düzensizliği ve konsantrasyon bozukluğu.
2.Derece	65-90 dB (B)	Fizyolojik reaksiyonlar, kan basıncı artışı, kalp atışlarında ve solunumda hızlanma, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler.
3.Derece	90-120 dB (B)	Fizyolojik reaksiyonların artması, baş ağrıları
4.Derece	120 dB (B)	İç kulakta devamlı hasar, dengenin bozulması
5.Derece	140 dB (B)	Ciddi beyin tahribatı

Bu çalışma kapsamında, işyerlerinde gürültü etkileri göz önünde bulundurularak makine konumunun belirlenmesi, etkili uyarı sistemi makinelerinin ve materyal işleme donanımının tasarımında ve daha düşük gürültü seviyesindeki makinelerin seçimi, alarm sayısı ve şiddetinin belirlenmesi ve iş rotasyonu konuları incelenmiştir. İşyerine yeni bir makine konumlandırılacağı zaman tesiste genişleme ya da üretim hattında bir modifikasyon söz konusu olmaktadır. Bu durumda üretim hattında en iyi konumun seçilmesi için kurulan modeller toplam maliyetin minimize edilmesini hedefler. Taşıma maliyetleri de üretimde önemli ölçüde pay tutmaktadır (Harris, 1979).

Tesis konum probleminde hem taşıma maliyetlerini azaltan hem de ergonomik açıdan en uygun konumun belirlenmesi gerekmektedir. Karar problemine bileşke gürültü seviyesini minimum yapacak bir kısıt eklenebilir. Eşit maliyetteki konumlar arasından en az gürültü seviyesine sahip konum baskın konum olarak tanımlanmaktadır. Bir diğer ergonomik değerlendirme çoklu alarm konum problemi ile ilgilidir. Bu problemin çözümünün 3 amacı vardır. Bu amaçlar aşağıda listelenmektedir:

1. Gerekli alarm cihaz sayısını azaltmak,
2. Alarm cihazlarının ürettiği sinyal ses seviyesini minimize etmek ve
3. Alarm cihazlarını optimal olarak konumlandırmak.

Amaç fonksiyonu, alarm cihazının ürettiği sinyal ses seviyesini minimize etmek için formülize edilir. Gerekli alarm cihazı sayısını azaltmak için, sadece bir adet alarm cihazı gerekli olduğu varsayımı altında, deneme- yanılma yöntemi kullanılmaktadır. İstenilen sonuç elde edilmezse, daha sonra iki alarm cihazı ihtiyaç olduğu varsayımı kullanılmaktadır. Ve daha sonra cihaz sayısı artırılarak devam edilmektedir. Öncelikle problem çözülmekte ve kısıtlardaki karar değişkenlerinden elde edilen değerlerden optimum konumlar elde edilmektedir. Herhangi bir işitsel alarm sistemi için, aşağıdaki şartlar sağlanmalıdır:
1. Bir iş istasyonuna ulaşan bileşke sinyal ses seviyesi yeterli derece sesli olmalıdır.
2. Alarm cihazının ürettiği sinyal ses gücü (P!) maksimum kabul edilebilir sinyal ses gücünden büyük olmamalıdır (Francis ve ark, 1992) .

Gürülü kontrol yönetmeliğinde işçilerin hangi gürültü seviyelerinde ne kadar süre ile çalışabilecekleri belirtilmektedir. Bu süreler göz önüne alınarak, işçilere gerekli koruyucu donanımlar sağlandıktan sonra işyerindeki gürültü seviyelerine göre iş rotasyonu planlarının hazırlanması da işyerinde hem yasal hem ergonomik açılardan bir gerekliliktir.

3. GÜRÜLTÜ HARİTALAMA

Gürültülü işyerlerindeki gürültünün azaltılması, kontrol edilebilmesi ve çalışanlar için zararlı olmaktan çıkartılması için kullanılan çeşitli kontrol yöntemleri bulunmaktadır. Bunlardan birisi de gürültü haritalamasıdır. Ortalama gürültü seviyesinin bulunması için gün içerisindeki farklı zamanlardaki farklı gürültü seviyeleri ölçülmelidir. Ölçüm zamanlarını seçmek için iş örneklemesi çalışması yapılmalıdır. Öncelikle tüm gürültü ölçümleri yapılmakta, veriler grafik olarak tablolanmakta ve eş gürültü eğrisini elde etmek için bağlantı noktalarına çizgiler çizilmektedir.

Gürültü haritası havaalanları, imalat üniteleri ve tren yollarındaki gürültü kirliliğini katlanılabilir ölçülere getirmek için sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Koruyucu önlemler, endüstriyel ayırımlar ve ses bariyerlerinin konulması, gürültü etkisini azaltmak için kullanılmaktadır. Bu yöntemdeki varsayımlar aşağıda listelenmiştir:

1.Makina lokasyonun tek bir nokta olduğu
2.Ses yansıma ve emiliminin ihmal edilebilecek düzeyde olduğu varsayılmaktadır.

Bu metot ölçülmüş ya da belirlenmiş gürültü seviyesi, fabrikanın koordinatlarıyla birlikte makinelerinin konumları ve bu makinelerin ürettiği gürültü seviyesi verilerini gerektirmektedir.

$$I = \frac{P}{4\pi d^2} \quad (1)$$

$$L = 10 \times \log[I/I_0] \quad (2)$$

P = Gürültü kaynağının ses gücü (W)

Ii = i makinasının ses yoğunluğu (W/m2)

d = Gürültü kaynağından olan uzaklık
(m)
Li = i makinasının ses basınç düzeyi
(dBA) I_0 = 10-12 W/m^2 (Referans değer)

Tayin edilmiş bir konumun ses şiddetini hesaplama: k makinesinin i konumundaki ses şiddeti, I_{ik}, aşağıdaki adımları izleyerek hesaplanabilir. İlk olarak, i ve k arasındaki Öklid uzaklığı, d_{ik}, hesaplanmalıdır.

$$dik \quad \square\square\square\square xi \quad \square\square xk \quad \square^2 \quad \square\square\square yi \quad \square\square yk \quad \square^2\square^{1/2} \quad (3)$$

Çevre ses şiddetini ekleme: Çevre gürültü seviyesinin etkisine ortamdaki başlangıç ses seviyesi eklenmesiyle oluşturulmaktadir. i konumunun bileşke ses şiddeti;

$$I_i = I_{ab} + \sum_{k=1}^{m} \frac{10^{(Li-120)/10}}{d_{ik}^2} \quad (4)$$

n adet kaynak olması durumunda, verilen herhangi bir konumdaki bileşke gürültü seviyesi (L,) aşağıdaki formülle belirlenmektedir.

$$L = 10 * \sum_{i=1}^{n} log \left|\frac{I_i}{I_0}\right| \quad (5)$$

3.1. Gürültü Haritası Örnek Uygulaması

Uygulama atölyesinde 6 makine bulunmaktadır. Atölyenin uzunluğu ve genişliği 50 metre'dir. Boş ortam gürültü düzeyi 60 dBA'dır.

Tablo 2. Makine gürültü düzeyleri

Makine no	x(m)	y(m)	Gürültü Düzeyi(dBA)
1	10	10	100
2	20	20	90
3	30	30	100
4	40	40	90
5	35	25	100
6	25	35	90

Iab $\square 10^{(60\square 120)/10} \square 10^{\square 6}$ W / m^2

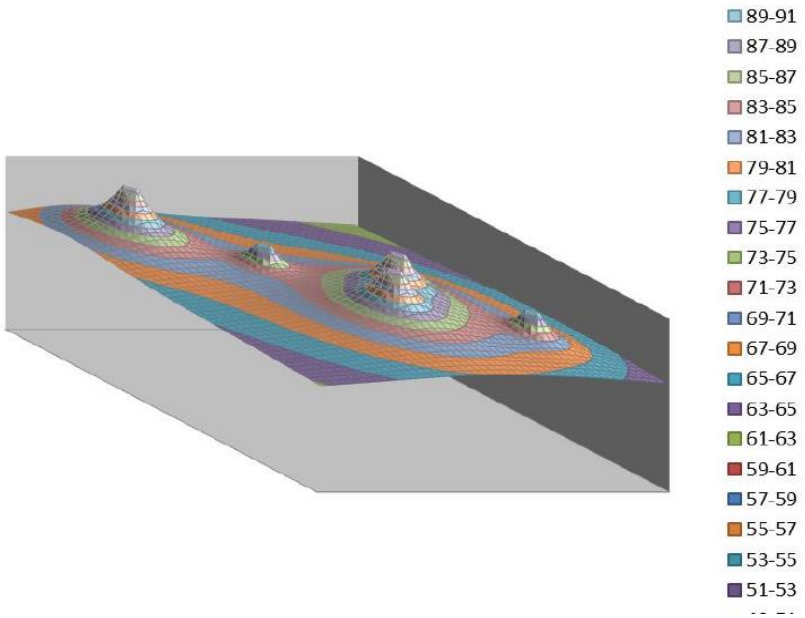
$$d_{p,1} = [(10-25)^2 + (10-25)^2]^{1/2} = 21.213m$$
$$d_{p,2} = [(20-25)^2 + (20-25)^2]^{1/2} = 7.071m$$
$$d_{p,3} = [(30-25)^2 + (30-25)^2]^{1/2} = 7.071m$$
$$d_{p,4} = [(40-25)^2 + (40-25)^2]^{1/2} = 21.213m$$
$$d_{p,5} = [(35-25)^2 + (25-25)^2]^{1/2} = 10.000m$$
$$d_{p,6} = [(25-25)^2 + (35-25)^2]^{1/2} = 10.000m$$

$$I_p = 10^{-6} + \left[\left\{\frac{10^{(100-120)/10}}{21.213^2}\right\} + \left\{\frac{10^{(90-120)/10}}{7.071^2}\right\} + \left\{\frac{10^{(100-120)/10}}{7.071^2}\right\} + \left\{\frac{10^{(90-120)/10}}{21.213^2}\right\} + \left\{\frac{10^{(100-120)/10}}{10.000^2}\right\} + \left\{\frac{10^{(90-120)/10}}{10.000^2}\right\}\right]$$

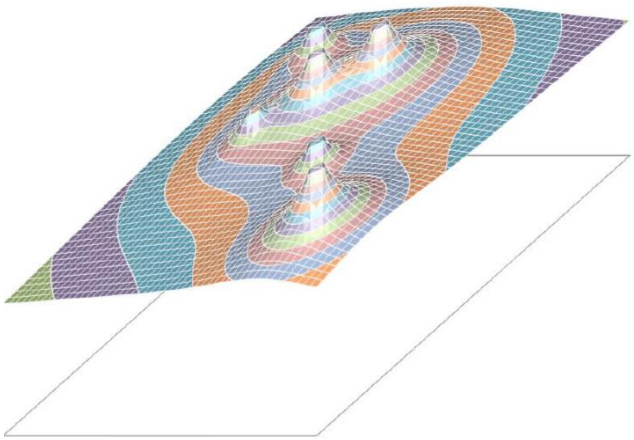
$$I_p = 3.555 * 10^{-4}\, W/m^2$$

$$L_p = 10 * \log\left[\frac{3.555 * 10^{-4}}{10^{-12}}\right] = 85.51\ dBA$$

P noktasındaki (25,25) bütünleşik gürültü düzeyi 85.51 dBA olarak belirlenmiştir. Yukarıdaki adımlar belirlenmiş tüm koordinatlar için yapılacak olursa, aşağıdaki şekle benzer bir gürültü haritası elde edilmektedir.



Şekil 2. 'Noise Manager' yazılımından alınan üç boyutlu gürültü haritası



Şekil 3. Gürültü haritasının üstten görünümü

4. SONUÇ

Ergonomi üzerine yapılan son yıllardaki çalışmalarda yazılımların desteği ile insan faktörü ve insan faktörünün işe yönelik etkisi daha kolay takip edilebilmekte, detaylı ve güvenilir bir şekilde sergilenebilmektedir. Günümüzde bir çok kalite standardı içerisinde ergonomik yaklaşımlar ve yazılım desteği aranmaktadır. İmalat işletmelerine yönelik olan bu çalışmada imal alanları üzerinde oluşan gürültünün tespiti sonrasında yazılım desteği ile gürültü haritalarının çıkarılması gösterilmektedir.
Sunulan üç boyutlu yazılım çıktıları, etkilerin görsel olarak algınlanmasını kolaylaştırmaktadır. Benzer şekilde matematiksel modellerin analizi ile işletme üzerinde gürültü haritası analizi sonrasında yapılan değişikliklerin herhangi bir ek masrafa katlanılmadan simüle edilebilmesi gibi kolaylıklar sağlanmaktadır. Yapılan çalışma içerisinde 'Noise Manager' yazılımı örnek alınarak üzerinde örnek işletme problemleri ile uygulama yapılmıştır. İlerleyen dönemlerde insan faktörüne ait ölçümleri konu alan yazılım sayısı ve altyapısı zamanla artacak; daha hassas veri ve analizlerle daha etkin, verimli ve daha dinamik olarak tasarlanmış organizasyon yapısı ile etkin sistemler oluşturulabilecektir.

KAYNAKLAR

CAMKURT, M. Z. (2007). İşyeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi, *Türk İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 20(6), 80-106.

ÇANDIR, M. (1996). Gürültü, *Mühendis ve Makine. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Aylık Yayın Organı. Çalışma Güvenliği Özel Sayı*, 37(435), 29-32.

FRANCIS, R.L., LEON,, F., MCGINNIS, Jr. (1992). Facility Layout and Location, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.

Gürültü Kontrol Yönetmeliği. Resmi Gazete, I I Aralık 1986, Sayı. 19308, Ankara. 1986.

HARRIS, C. M. (1979). (Ed.), Handbook of Noise Control (Second Ed.). New York: McGraw-Hill, W.A.

HAYTA BAYAZIT, A. (2007). Çalışma Koşullarının İşletme Verimliliği Üzerine Etkisi, *Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1).

ELEKTROFORETİK İNFİLTRASYON TEKNİĞİ KULLANILARAK SİC PARTİKÜL TAKVİYESİYLE YOĞUNLUĞU ARTIRILAN KARBON MALZEMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Merve YILMAZ
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
merve.yilmaz@kocaeli.edu.tr

Rıfat Başar ÇELİK
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
rifatbasarcelik@gmail.com

Doç. Dr. Enbiya TÜREDİ
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
enbiya.turedi@kocaeli.edu.tr

Özet
Karbon malzemelerde üretim sonucu beklenen yoğunluğun elde edilebilmesi için infiltrasyon ve karbonizasyon aşamalarının tekrarlanması gerekmektedir. Karbonizasyon aşamasının tekrarlı olarak yapılması üretim maliyetlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada, SiC partiküllerinin ürün yapısında bulunan gözeneklerin içerisine elektroforetik infiltrasyonu ile yoğunukta istenen artışın daha az çevrimde elde edilebilmesi ile birlikte partikül takviyesi ile malzemenin sertlik ve aşınma direcinin arttırılması hedeflenmektedir. Bu çalışmada poliaromatik bir hidrokarbon olan Carbores P (Rütgers Basic Aromatics GmbH) ve grafit tozları belirlenen oranlarda karıştırılarak soğuk eksenel preslenmiş ve karbonize edilmiştir. SiC elektroforetik infiltrasyon işleminde çözücünün tipi, çözeltinin pH'ı, karıştırma yöntemi, partikül konsantrasyonu ve kullanılan yüzey aktif maddeler, infiltrasyonda voltaj, süre ve elektrotlar arası mesafe gibi parametreler önemlidir. SiC elektroforetik infiltrasyon sonrasında, furfuril alkol çözeltisi karbon malzemeye infiltre edilmiş, furfuril alkolün polimerizasyonu gerçekleştirilmiş ve karbon malzemeler karbonize edilmiştir. Sonrasında ikinci furfuril alkol infiltrasyonu yapılmış, furfuril alkol polimerize edilmiş ve bu aşamada numuneler metalografik olarak hazırlanmış, optik mikroskop ile mikroyapısal karakterizasyonu yapılmıştır. Numunelerin Vickers indentasyonu ile 1 kg-f yük altında sertlik değerleri ölçülmüştür. SiC infiltrasyonu yapılmış ve yapılmamış olan numunelerde beklenen mekanik özellikler testler sonrasında değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karbon malzemeler, elektroforetik infiltrasyon, SiC, karbonizasyon, partikül takviyesi

DEVELOPMENT OF MECHANICAL PROPERTIES OF CARBON MATERIALS WITH INCREASED DENSITY BY PARTICLE REINFORCEMENT OF SiC ELECTROPHORETIC INFILTRATION TECHNIQUE

Abstract
In carbon materials, infiltration and carbonization steps need to be repeated in order to obtain the expected density. Repeated carbonization is an important part of production costs. In this study, it is aimed not only the increase of the density in less cycles by the electrophoretic infiltration of the SiC particles into the pores of the carbon material structure but also the increase of hardness and wear resistance of the material. In this study, a polyaromatic hydrocarbon, Carbores P (Rütgers Basic Aromatics GmbH) and graphite powders were mixed in determined ratios, cold axial pressed and carbonized. In the SiC electrophoretic infiltration process, the parameters such as the type of solvent, pH of the solution, mixing method, particle concentration and the surfactants used, the voltage, duration and distance between the electrodes in the infiltrationare important. After SiC electrophoretic infiltration, the furfuryl alcohol solution was infiltrated to the carbon material, the polymerization of furfuryl alcohol was carried out and the carbon materials were carbonized. After that the second infiltration of furfuryl alcohol was carried out and furfuryl alcohol poymerized, at this stage, samples

were metallographically prepared, microstructural characterization was done by optical microscope. The hardness values of the samples were measured by Vickers indentation under 1 kg-f load. The mechanical properties expected SiC infiltrated and untreated samples after SiC infiltration and were evaluated after the tests.

Keywords: Carbon materials, electrophoretic infiltration, SiC, carbonization, particle reinforcement

1. GİRİŞ

Karbon kompozitler karbon malzemelerin en gelişmiş özelliklere sahip grubudur. Karbonun düşük yoğunluklu olması nedeniyle özgül mukavemet (mukavemet/yoğunluk) ve özgül termal iletkenlik (termal iletkenlik/yoğunluk) değerleri diğer kompozit malzemelere göre daha yüksektir. Karbon malzemelerin termal genleşme katsayısının sıfıra çok yakın olması, bu malzemelerin kullanım alanını artırmaktadır. Karbon kompozitler; roket motoru çıkış konisi, uydu kanadı, uzay mekiği burun bölgesi, uçak fren diski, türbin motor kanadı gibi çeşitli uygulamalarda kullanılabilmektedir (Buckley ve Edie, 1993). Karbon malzemelerin üretimi sıvı faz infiltrasyonu (LPI-Liquid Phase Impregnation), sıcak izostatik basınçlı infiltrasyon karbonizasyon (HIPIC- Hot Isostatic Pressure Impregnation Carbonization) ve sıcak presleme (HP- Hot Pressing) yöntemleri ile gerçekleştirilebilmektedir (Windhorst ve Blount, 1997). Bu yöntemlerden sıvı faz infiltrasyonu bu çalışmada ele alınan üretim yöntemidir. Sıvı faz olarak organik prekürsörler kullanılarak infiltrasyon işlemi yapıldıktan sonra, bu organik prekürsörlerin karbonizasyon aşamasında karbona dönüşünü gerçekleştirilir. Bu işlem oldukça yavaş şekilde inert atmosferde gerçekleştirilir. Organik prekürsörlerden çok sayıda uçucu bileşen karbonizasyon aşamasında yapıyı terkeder. Geri kalan yapı ise amorf karbon yapısındadır. Karbonizasyon işlemi prekürsöre bağlı olarak 1300˚C'lere kadar gerçekleşebilir. Daha yüksek sıcaklıklarda ise grafitleşebilen bir organik prekürsör kullanıldığı takdirde yapıda grafitizasyon işlemi gerçekleştirilebilir (Pierson, 1993). Karbon malzeme üretim sürecinde istenen yoğunlukta malzemenin üretilmesi, yapıdaki uçucu bileşenlerin karbonizasyon işleminde yapıyı terketmesi nedeniyle tekrarlı infiltrasyon ve karbonizasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesiyle elde edilebilmektedir. Bu çalışmada infiltrasyon ve karbonizasyon çevrim sayısının azaltılabilmesi ve daha az sayıda ısıl çevrim ile malzemeden beklenen yoğunluğa ulaşılabilmesi için elektroforetik infiltrasyon (EPI) yöntemi kullanılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada karbon malzemelerin üretimi için yapılan çalışmalardan (Türedi ve Yılmaz, 2018) elde edilen sonuçlara istinaden poliaromatik bir hidrokarbon olan Carbores P (Rütgers Basic Aromatics GmbH) ve 1-10µm partikül boyut dağılım aralığına sahip grafit tozları kullanılmıştır. Carbores P'ye takviye olarak % 25, %50 ve %75 oranlarında grafit tozları ilave edilerek toz karışımları hazırlanmıştır. Carbores P'nin bağlayıcı özelliği kimyasal özelliklerine bağlı olarak artan sıcaklıklarda yumuşamasıyla birlikte söz konusu olduğu için ilave bağlayıcı olarak %1, %3 ve %5 oranlarında gliserol ilavesi yapılmıştır. Karıştırmanın efektif yapılabilmesi için saf su ile süspansiyon haline getirilen toz karışımları mikser tipi karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Saf suyun uzaklaştırılması için süspansiyonlar etüvde 100˚C'de kurutulmuştur. Elde edilen toz karışımları eksenel soğuk pres ile yüzey alanı başına düşen basınç hesaplandığında 170 MPa basınç altında şekillendirilmiştir. Grafit pota içerisinde oluşturulan aktif karbon yatağı içerisine gömülerek karbonizasyon işlemine tabi tutulan numuneler sonrasında aseton ile ultrasonik olarak temizlenmiştir. Karbon malzemelerin ilk karbonizasyon sonrası yoğunlukları Arşimed prensibi ile ölçülmüştür (Tablo 1).

Tablo 1. Birinci Karbonizasyon İşlemi Sonrası Yoğunluk Değerleri (g/cm^3)

İçerik	% 1 Gliserol	% 3 Gliserol	% 5 Gliserol
%75 Carbores %25 Grafit	1,092	1,06	1,028
%50 Carbores %50 Grafit	1,281	1,232	1,155
%25 Carbores %75 Grafit	1,406 (A1)	1,395 (A3)	1,343 (A5)

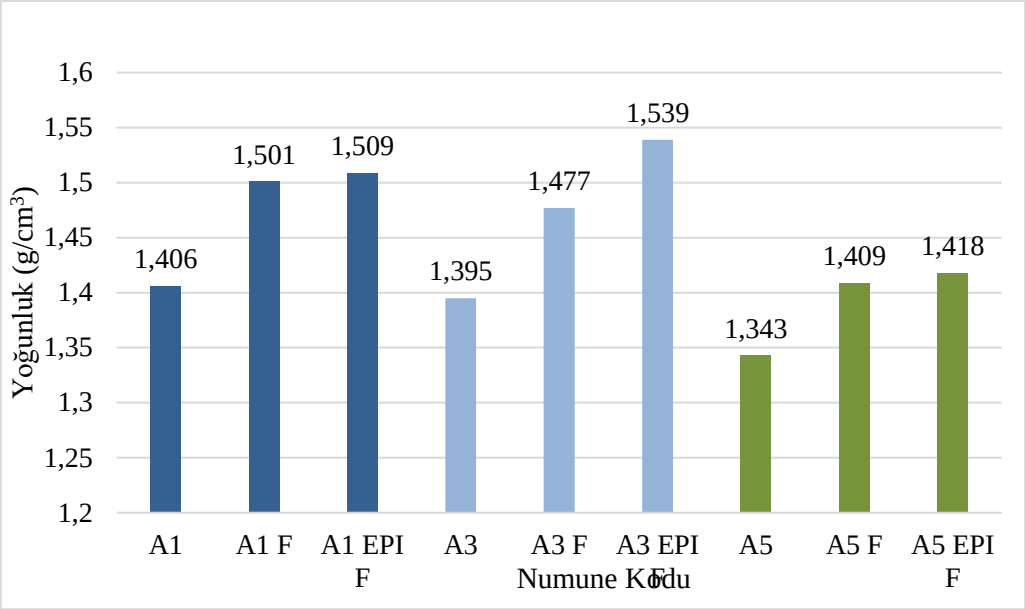
Yoğunlukları Tablo 1'de verilen karbon malzemelerde %75 grafit içeriğinde yoğunluk değerlerinin daha yüksek olması nedeniyle bu malzeme grubu seçilmiştir. Bu grupta bulunan numunelere A grup ismi verilmiştir. A grubu numuneden %1 gliserol içeriğinde A1, %3 gliserol içeriğinde A3 ve %5 gliserol içeriğinde A5 olarak anılacak olan numunelerin her birinden 3'er numune alınmıştır. A1, A2 ve A3 numuneleri birinci karbonizasyon aşamasında kontrol numunesi olarak bırakılmış, A1 F, A2 F ve A3 F numunelerine karbonizasyon sonrası furfuril alkol ile infiltrasyon işlemi (Goldstein ve Dreher, 1960) ve ikinci karbonizasyon işlemi yapılmıştır. A1 EPI F, A2 EPI F ve A3 EPI F numunelerine ise elektroforetik infiltrasyon yöntemi ile SiC partikül takviyesi yapılmış, ardından furfuril alkol infiltrasyon işlemi uygulanıp ikinci karbonizasyon işlemi yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucu (Besra ve Liu, 2007) elektroforetik infiltrasyon için uygun şartlar 0,5 g sodyum poliakrilat yüzey aktif madde ve % 1 SiC partikül takviye oranı ve saf su ile hazırlanan infiltrasyon süspansiyonunun mekanik karıştırıcıda 1 saat süre ile karıştırılarak elde edildiği belirlenmiştir (Türedi ve ark., 2018). Anotta karbon numune ve katotta paslanmaz çelik plaka kullanılarak 60 V, 10 d parametreleri ile elektroforetik infiltrasyon işlemi yapılmıştır. Tablo 2'de özellikleri belirtilen numunelerin yoğunluk ölçümü sonrasında 1 kgf yük altında Vickers indentasyonu ile sertlik ölçümleri yapılmıştır. Mikroyapısal karakterizasyon ise ışık mikroskobu ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Karbon Numunelerin Özellikleri ve Numunelere Uygulanan İşlemler

Numune İçeriği	**Numune Kodu**	**Uygulanan İşlem Basamakları**			
		Birinci Karbonizasyon	**SiC EPI**	**Furfuril Alkol İnfiltrasyonu**	**İkinci Karbonizasyon**
%25 Carbores, %75 Grafit, %1 Gliserol	A1	+	-	-	-
%25 Carbores, %75 Grafit, %1 Gliserol	A1 F	+	-	+	+
%25 Carbores, %75 Grafit, %1 Gliserol	A1 EPI F	+	+	+	+
%25 Carbores, %75 Grafit, %3 Gliserol	A3	+	-	-	-
%25 Carbores, %75 Grafit, %3 Gliserol	A3 F	+	-	+	+
%25 Carbores, %75 Grafit, %3 Gliserol	A3 EPI F	+	+	+	+
%25 Carbores, %75 Grafit, %5 Gliserol	A5	+	-	-	-
%25 Carbores, %75 Grafit, %5 Gliserol	A5 F	+	-	+	+
%25 Carbores, %75 Grafit, %5 Gliserol	A5 EPI F	+	+	+	+

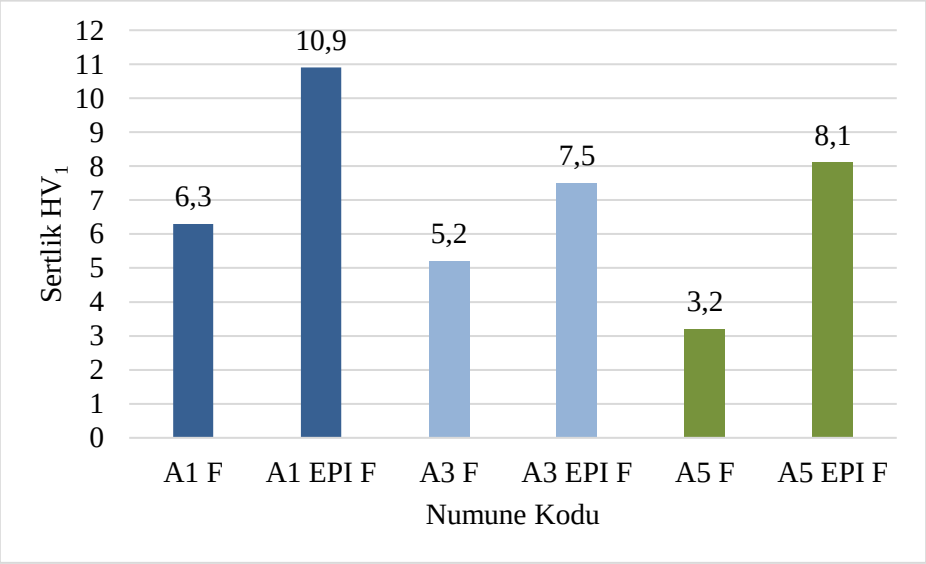
3. SONUÇ

Bu çalışmada birinci karbonizasyon işlemi uygulanmış olan A1, A2 ve A3 numunelerinin yoğunluk değerleri karşılaştırılmıştır. Tablo 1 ve Şekil 1'e göre bu grup numunelerde % gliserol oranı arttıkça yoğunluk değerleri azalmaktadır. Karbonizasyon işleminde sıcaklık arttıkça malzemede belirli bir hacim kaplayan gliserol buharlaşarak yapıdan uzaklaştığı için numune hacminde gözeneklerin oluşmasına neden olabilmektedir. Bağlayıcı olarak kullanılan gliserolün %1 oranında kullanılmasının uygun olabileceği düşünülmektedir.



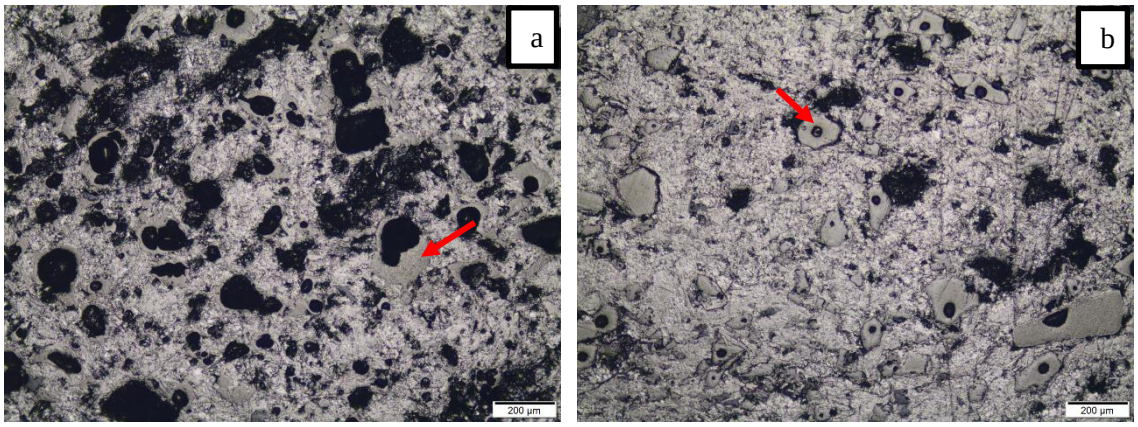
Şekil 1. Numunelere Ait Yoğunluk Değerleri (g/cm^3)

Furfuril alkol infiltrasyonu yapılmış ve ikinci karbonizasyon uygulanmış olan A1 F, A2 F ve A3 F numunelerinde yoğunluk ilk konuma göre her 3 grupta da beklendiği gibi artış göstermiştir. SiC partiküllerinin elektroforetik infiltrasyonu ile numunelerde yoğunluğun artması beklenmektedir. Her 3 grup numunede de yoğunluk elektroforetik infiltrasyon işlemi ve ikinci karbonizasyon işlemi sonrası artış göstermiştir. En yüksek artış A3 grubunda A3 F ve A3 EPI F numunesinde gerçekleşmiştir. Numunelerin birinci karbonizasyon sonrası furfuril alkol infiltrasyonu gerçekleştirilmiş ve elektroforetik infiltrasyon sonrası furfuril alkol infiltrasyonu gerçekleştirilmiş gruplarda, ikinci karbonizasyon işlemi sonrasında 1 kgf yük altında ölçülen Vickers sertlik değerlerine ait grafik Şekil 2'de verilmiştir. Elektroforetik infiltrasyon işlemi ile tüm numunelerde sertlik artışı gözlenmiştir. Artan gliserol oranında sertlik değerlerinde düşüş meydana gelmiştir. Bu durumun yoğunlukla benzer ilişkiden dolayı malzemede artan gözeneklilik nedeniyle meydana geldiği düşünülmektedir. Üzerinde durulması gereken noktalardan biri de numunelerin sertlik değerleridir. Elde edilen en yüksek sertlik A1 EPD F numunesine ait 10,9 HV_1 ortalama sertlik değeridir. Genel malzeme gruplarıyla karşılaştırıldığında oldukça düşük olan bu sertlik değerlerinin, numunelerin yapısında %75 oranında grafit bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

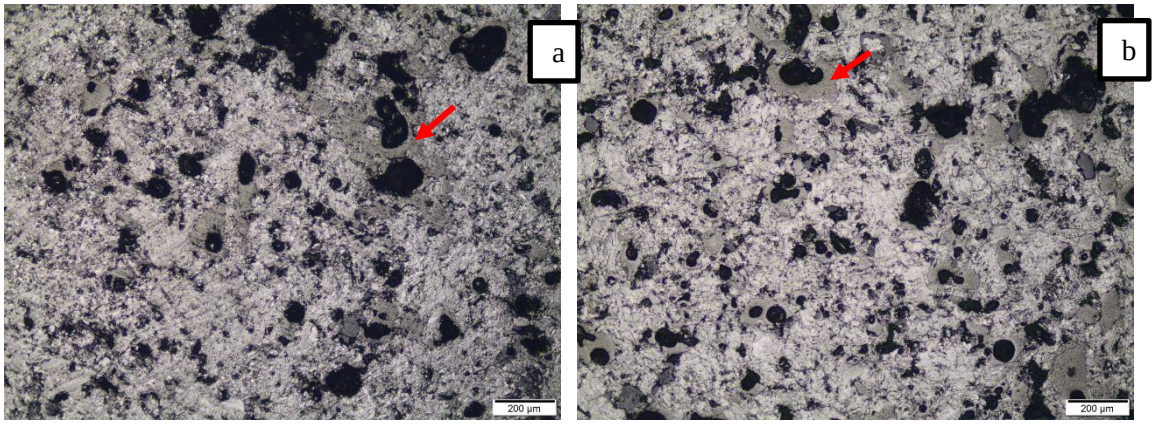


Şekil 2. Numunelere ait ortalama sertlik değerleri (HV_1)

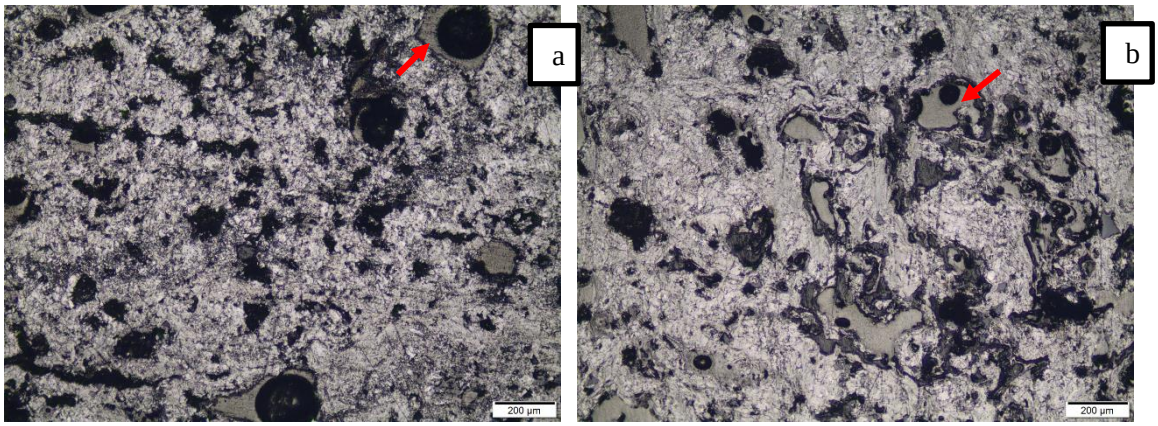
Numunelere ait 5x büyültme oranında alınmış olan ışık mikroskobu görüntülerinde, siyah renkli bölgeler gözenekleri göstermektedir. Şekil 3.b'de kırmızı ok ile gösterilen bölge ise gözenek içerisine nüfuz etmiş olan karbonize olmuş furfuril alkol bölgelerini göstermektedir. Gri renkli görünen diğer bölgeler ise amorf karbon yapısındadır. Şekil 3, 4 ve 5'te verilen A1 F, A3 F ve A5 F mikroyapılarında gözenek oranının A1 EPI F, A3 EPI F ve A5 EPI F mikroyapılarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Elektroforetik infiltrasyonun numune mikroyapısında ışık mikroskobu ile belirlenebilecek bir değişim göstermemesi nedeniyle SiC bulunan bölgelerin tespiti için elektron mikroskobik çalışmalar yapılması gerekmektedir.



Şekil 3. (a) A1 F numunesine ait ışık mikroskobu görüntüsü (5x), (b) A1 EPI F numunesine ait ışık mikroskobu görüntüsü (5x)



Şekil 4. (a) A3 F numunesine ait ışık mikroskobu görüntüsü (5x), (b) A3 EPI F numunesine ait ışık mikroskobu görüntüsü (5x)



Şekil 5. (a) A5 F numunesine ait ışık mikroskobu görüntüsü (5x), (b) A5 EPI F numunesine ait ışık mikroskobu görüntüsü (5x)

4. TARTIŞMA

Karbon malzemelerin üretiminde birden fazla yöntem uygulanmaktadır. Bunlardan biri sıvı prekürsör infiltrasyon işlemidir. Her infiltrasyon işleminden sonra prekürsörün karbona dönüşmesi için karbonizasyon işlemi çok düşük ısıtma hızlarında ve inert atmosferde uygulanmaktadır. Karbon malzemeden beklenen yoğunluk elde edilene kadar infiltrasyon ve karbonizasyon işlemlerinin tekrarlanması gereklidir. Bu işlemlerin tekrarlanması ise üretim yöntemini zaman ve maliyet açısından dezavantajlı hale getirmektedir. Bu çalışmada karbon malzemelerin üretiminde zaman ve maliyet açısından üretim süreci optimizasyonu yapılmak istenmiştir. Elde edilen veriler üretim yönteminde elektroforetik infiltrasyon işleminin, üretimin bir basamağında sağladığı avantajlı özellikleri ortaya koymaktadır. Elektroforetik infltrasyon işlemi, daha az çevrim sayısında istenen seviyede yoğunluk elde edilebildiği takdirde karbon malzeme üretiminde kullanılabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi, BAP Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü, 2016 / 43 numaralı proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Besra, L. ve Liu, M., (2007), A Review on Fundamentals and Applications of Electrophoretic Deposition (EPD), *Progress in Materials Science*, 52, 1-61.

Boccaccini, A.R. ve Zhitomirsky, I., (2002), Application of Electrophoretic and Electrolytic Deposition Techniques in Ceramics Processing, *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, 6, 251-260.

Buckley, J.D., ve Edie, D.D., (1993), *Carbon-Carbon Materials and Composites*, New Jersey, Noyes Publications**.**

Goldstein, I. S., ve Dreher, W. A., (1960), Stable Furfuryl Alcohol Impregnating Solutions, *Industrial and Engineering Chemistry*, 52(1), 57-58.

Pierson, H.O., (1993), *Handbook of Carbon, Graphite, Diamond and Fullerenes - Properties, Processing and Applications*, New Jersey, Noyes Publications.

Türedi, E., ve Yılmaz, M., (2018), Eksenel Preslenmiş Karbon Malzemelerin Üretim Parametrelerinin İncelenmesi, *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi 2018 Bildiriler Kitabı*, 1566-1572.

Türedi, E., Yılmaz, M., Çelik, R.B., (2018), Karbon Matrisli Kompozitlerin SiC ile Elektroforetik Kaplama ve İnfiltrasyon Parametrelerinin Optimizasyonu, *Uluslaırrarası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi 2018 Bildiriler Kitabı,* 1558-1565.

Windhorst, T., ve Blount, G., (1997), Carbon-Carbon Composites: A Summary of Recent Developments and Applications, *MateriaIs & Design*, 18(1), 11-15.

UÇAK BAKIM ONARIMINDA FİYAT TEKLİFİ OLUŞTURMAK İÇİN BİR KARAR DESTEK MODELİ

Araştırma Görevlisi Tuğçen Hatipoğlu
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
tugcen.hatipoglu@kocaeli.edu.tr

Prof. Dr. Alpaslan Fığlalı
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü
figlalia@kocaeli.edu.tr

Özet
Havacılık sektörü dünya ticaret hacminin ve refahının artması, turizm sektörünün gelişmesiyle paralel olarak artan bir ivmeyle büyümektedir. Sektörde bakım onarım işlerinde genel olarak fiyatlandırma iki farklı yöntemle yapılabilmektedir. Birinci yöntemde fiyat bakım onarım işlemi tamamlandıktan sonra değişen parça, kullanılan işçilik saati ve kar oranı göz önüne alınarak belirlenmektedir. İkinci yöntemde ise müşteri işleme başlanmadan önce ödeyeceği fiyatı bilmek istemekte ve fiyat geçmiş dönem bilgileri ve deneyimler kullanılarak belirlenmekte ve teklif verilmektedir. Doğal olarak ilk yöntemle elde edilen fiyat daha gerçekçi ve rekabetçi olmaktadır. İkinci yöntemde yanlış teklif hazırlanması halinde bakım onarım işlemini gerçekleştiren firma zarar edebileceği gibi gerçekçi olmayan aşırı fiyat teklifi verilmesi durumunda işi alamama durumu da söz konusu olacaktır. Bu çalışma uçak bakım ve onarım faaliyetlerini yürüten bir firmanın fiyat teklif bedellerinin hesaplanması amacıyla yapılmıştır. Analiz, son 5 yılın uçak parçaları ve yapılan operasyonlar sonucu faturalanan maliyetler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada farklı senaryolardaki maliyet hesaplarında uygulanmak üzere 3 farklı algoritma oluşturulmuştur. Bu algoritmalarda müşteriyi tanıma ve operasyonu tanıma olmak üzere 2 temel kriter dikkate alınmıştır. Birinci algoritmada bilinen bir müşterinin öncesinde firmadan hizmet aldığı benzer bir operasyon için fiyat teklifi oluşturulma durumu incelenmiştir. Burada teklif isteyen müşteriye önceki operasyonlar için verilen fiyatlara ilişkin istatistikler analiz edilmiştir. İkinci algoritmada tanınan bir müşteriye daha önce hiç hizmet teklifi almadığı bir operasyon için fiyat verilirken, üçüncü algoritmada tanınmayan bir müşteri için fiyat belirleme stratejileri önerilmiştir. İkinci algoritmada tanınan müşterinin daha önce hizmet aldığı bütün hizmetlere ilişkin istatistikler analiz edilerek her müşteriye ilişkin bir katsayı elde edilmiş ve fiyat teklifi bu katsayı kullanılarak oluşturulmuştur. Üçüncü durumda ise müşteri tanınmadığından, farklı müşterilere teklif istenen operasyon için verilen fiyat istatistikleri incelenerek, her bir parça için elde edilen katsayılar kullanılarak doğru teklif fiyatı elde edilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karar Destek Sistemleri, Maliyet Tahmini, İstatistiksel Analiz

A DECISION SUPPORT MODEL TO CREATE A PRICE OFFER IN AIRCRAFT MAINTENANCE REPAIR

Abstract
The aviation sector is growing with an increasing momentum in parallel with the increase in world trade volume and welfare and the development of the tourism sector. In general, pricing in maintenance and repair works in the sector can be done in two different ways. In the first method, the price is determined by considering the changing parts, labor hours and profit rate after the maintenance and repair process is completed. In the second method, the customer wants to know the price he will pay before the transaction is started and the price is created by using past period information and experiences and the bid is submitted. Naturally, the price obtained by the first method is more realistic and competitive. In this study, 3 different algorithms have been created to be applied in cost calculations in different scenarios. In these algorithms, two basic criteria, customer recognition and operation recognition, are considered. In the first algorithm, the situation of creating a quotation for a similar operation in which a known customer received service. The statistics related to the prices given to the customer requesting the previous operations are analyzed. In the second algorithm, a recognized

customer is quoted for an operation in which he has never received service offerings, while the third algorithm proposes price determination strategies for an unrecognized customer. In the second algorithm, the statistics related to all the services that the recognized customer has received service before were analyzed and a coefficient was obtained for each customer and the price quotation was formed using this coefficient. In the third case, the price statistics given to the different customers for the operation for which the quotation was requested were examined and the correct quotation price was tried to be obtained by using the coefficients obtained for each part.

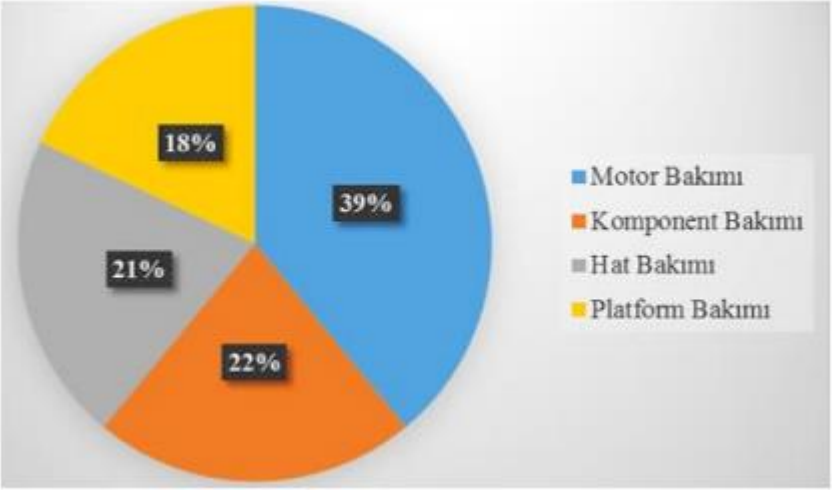
Keywords: Decision Support Systems, Cost Forecasting, Statistical Analysis

1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknoloji, artan rekabet ve küreselleşme sonucunda havacılık sektörü de artan bir ivmeyle büyümektedir. Bir sistemin kabul edilebilir standartları yakalayamaması uygunsuzluk olarak adlandırılmaktadır. Bakım odaklı yaklaşımlarda öncelikle uygunsuzluk tespit edilir ve hata olasılığının düşürülmesi hedeflenir (Çoruh ve ark, 2017). Bakım-onarım işlemleri bu sektörde faaliyet gösteren işletmelerin giderleri arasında önemli bir pay tutmaktadır. Bir uçağın yerde kaldığı zaman işletme için maliyet demektir. Airbus China, bir Airbus A380 uçağının yerde kalmasının günlük maliyetini 1,250,000 $ olarak hesaplamıştır (Kara, 2017).

Periyodik olan ve periyodik olmayan bakım şeklinde uçak bakımları iki kategoride sınıflandırılmaktadır. Periyodik bakımlar üretici firmaya göre farklı olabilmesine karşın, değişim göstermekle beraber günlük, haftalık, 300/400 uçuş saatlik (A Bakım), 3000/4000 uçuş saatlik (B / C Bakım) ve 5 yıllık periyotlarla gerçekleştirilmektedir. Uçak bakım-onarım faaliyetleri arasında en yüksek iki maliyet kalemi **Şekil 1** de görüldüğü üzere motor ve motor bileşenleri ile ilgilidir.

Yıpranmış ve eskimiş parçaların yenilenmesi, parça satış fiyatlarının yüksek maliyetleri göz önüne alındığında havacılık sektörü açısından uygun bir yöntem değildir. Bu nedenle bileşenlerin yenilenmesi yerine üzerinde bakım-onarım yapılması firmalar tarafından tercih edilmektedir (Poyraz ve Kuşhan, 2017).

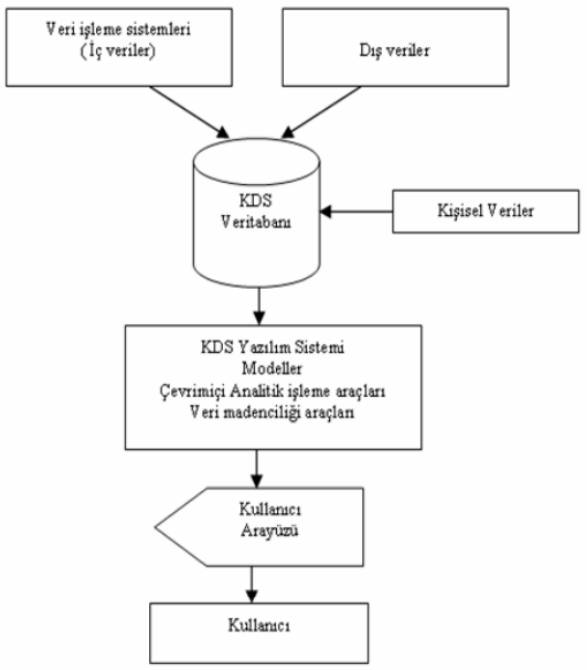


Şekil 1. Uçak bakım faaliyet değer oranları (Poyraz ve Kuşhan, 2017)

Ayrıca güvenlik ve hız faktörleri de göz önüne alındığında bakım-onarım faaliyetlerinin planlanmasının önemi daha net anlaşılmaktadır. Bakım-onarım işlemlerinin maliyetlerinin genel olarak çok yüksek seviyelerde olması, bu hizmet karşılığı yanlış bir fiyat belirlenmesi sonucu şirket karlılığının katlanılamaz boyutta etkilenmesine neden olmaktadır. Ancak sektörün iş hacminin genişliği, büyük miktarda yatırımlara ihtiyaç duyulması ve tekrar eden işlem sayılarının çok yüksek olması sebepleriyle doğru fiyat politikalarının geliştirilmesi ve uygulanması karar vericiyi zorlamaktadır. Bu çalışmada sektördeki bakım-onarım faaliyetleri detaylı olarak sunulduktan sonra işletmenin fiyat politikasına yardımcı olacak bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Önerilen algoritmaların uçak bakım-onarımı dışında diğer sektörlerde de uygulanabilmesi mümkündür.

2. KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Karar vericilerin doğru zamanda ve hatasız karar verebilmeleri için, esnek ve etkileşimli bilgisayar donanımları ve yazılımlarından faydalanan bilgi sistemleri Karar Destek Sistemleri (KDS) olarak ifade edilmektedir (Çetinyokuş ve Gökçen, 2002). KDS veritabanı, KDS yazılım sistemi ve kullanıcı arayüzüdür bir karar destek sistemini oluşturan temel öğelerdir. Bir karar destek sisteminin öğeleri Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2. Karar destek sistemlerinin temel bileşenleri (Yıldız ve ark, 2008)

Karar Destek Sistemlerinin faydaları aşağıda listelenmiştir (Karataş ve ark, 2013):

- Bilgiyi daha iyi işleme olanağı yaratır,
- Karmaşık problemlerin çözümünü kolaylaştırır,
- Karar vericiye zamandan tasarruf sağlar,
- Karar verirken oluşan maliyetleri azaltır,
- Yeni yaklaşımlara fırsat tanır,
- Karar vericiye verilen kararı destekleyen kanıt sunar,
- Güvenilirlik seviyesi yüksektir,
- İletişimi kuvvetlendirir,
- Koordinasyonu arttırır,
- Karar alma mekanizmalarını güçlendirir,
- Kararın doğruluğuna arttırır.

3. BİLGİSAYAR DESTEKLİ FİYAT TEKLİF SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

Çalışmanın amacı, uçak bakım-onarım faaliyeti gerçekleştiren bir şirket için müşterilerine uygun fiyat önerebileceği bilgisayar destekli bir karar destek sistemi geliştirmektir. Bu çalışmada, uçak bakım-onarım faaliyeti gerçekleştiren firmayla aynı grup şirketi içerisinde bulunan AA firmasına yaptığı bakım-onarım faaliyetleri üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Bakım-onarım firması AA havayolu şirketine, bakım-onarım faaliyetleri yapıldıktan sonra ortaya çıkan parça ve işçilik maliyetlerini kullanarak fiyatlandırma yapmaktadır. Ancak diğer havayolu şirketlerine bakım-onarım faaliyetleri fiyatlandırmasını işlem bittikten sonra değil, bakım ve onarım daha gerçekleşmeden yapması ve teklif hazırlaması gerekmektedir.

Bakım-onarım şirketinin geçmiş verileri incelendiğinde diğer şirketlere sunulan fiyatlar ve ortaya çıkan maliyet sonucunda zararla sonuçlanan bir çok işlem tespit edilmiştir. Bu zararın önlenmesi için uygun bir teklif hazırlama sürecinin geliştirilmesi gereklidir. Ayrıca, müşterilere uygun fiyat vererek hem şirketin operasyondan kar edeceği hem de müşterinin kaybedilmeyeceği bir sistem oluşturulmalıdır. Şirketin verilerinde hangi bakım ve onarım faaliyetinin hangi firmaya yapıldığı, hangi parça üzerinde işlem yapıldığı, işlemin aracın hangi bölümünde yapıldığı ve bu işlemin toplam maliyetinin ne kadar olduğu konusunda bilgiler yer almaktadır.

Kayıtlara göre toplam 61 firmaya bakım ve onarım hizmeti verilmiştir. Firmalar üzerinden inceleme yapıldığında AA firması grup şirketi olduğundan en fazla işlem AA firmasına yapılmıştır. Veri grubu içerisinde bulunan COH_CUSTOMER; firma adı, PN; parça adı, SUB_CATEGORY; işlem yeri ve Condition; işlem türünü ifade etmektedir. Yapılan analiz ve yorumlamalar bu tanımlar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Toplamda 229.697 adet veri bulunmaktadır. Tablo 1 de verilerden örnek bir kesit sunulmuştur:

Tablo 1. Genel veri yapısı

COH_CUSTOMER	PN	SUB_CATEGORY	Condition	Genel Toplam
AA	ACP2788AF01	RADIO	REPAIR	899,93
BB	C20626200	WHEEL	REPAIR	899,90
BB	C20626200	WHEEL	REPAIR	899,90
BB	C20626200	WHEEL	REPAIR	899,90
AA	C20626200	WHEEL	REPAIR	899,90
AA	C20626200	WHEEL	REPAIR	899,90
AA	C20626200	WHEEL	REPAIR	899,90
BB	C20626200	WHEEL	REPAIR	899,90
AA	RD-AX6733-03	AC IFE	REPAIR	899,88
CC	3214-62-10	INSTRMNT	REPAIR	899,75
AA	C20626200	WHEEL	REPAIR	899,67
BB	C20195162	WHEEL	REPAIR	899,67
AA	C20626200	WHEEL	REPAIR	899,65
DD	J540AI2-500	SANITARY	REPAIR	899,60
CC	G6992-02	RADIO	REPAIR	899,58
AA	15-40F-80	OXYGEN	REPAIR	899,58
AA	15-40F-80	OXYGEN	REPAIR	899,58
AA	6754C030000	PNEUMATC	REPAIR	899,55
CC	C20626200	WHEEL	REPAIR	899,54
AA	RD-AX6733-41	AC IFE	REPAIR	899,49
AA	C20626200	WHEEL	REPAIR	899,43
BB	65-44751-2	HYDRAUL	REPAIR	899,43
AA	4510-48LG-00	GALLEY	REPAIR	899,41

Karar destek sistemi temel olarak 3 alt algoritmadan oluşmaktadır. Her 3 algoritmada da müşteriyi tanıma ve operasyonu tanıma olmak üzere 2 temel kriter dikkate alınmıştır. Her iki durumda da veri sayısının 30'un üzerinde olması koşulu aranmıştır, aksi halde fiyat teklifinin karar verici tarafından hazırlanması öngörülmüştür. Algoritmalarda, operasyon bazlı maliyet hesabı uçak bakım-onarım faaliyeti gerçekleştiren firmayla aynı grup şirketi içerisinde bulunan AA firmasına yaptığı bakım-onarım faaliyetleri üzerinden yapılmıştır. Bakım-onarım firması AA havayolu şirketine, bakım-onarım faaliyetleri yapıldıktan sonra ortaya çıkan parça ve işçilik maliyetlerini kullanarak fiyatlandırma yapmaktadır. Ancak diğer havayolu şirketlerine bakım- onarım faaliyetleri fiyatlandırmasını işlem bittikten sonra değil, bakım ve onarım daha gerçekleşmeden yapması ve teklif hazırlaması gerekmektedir.

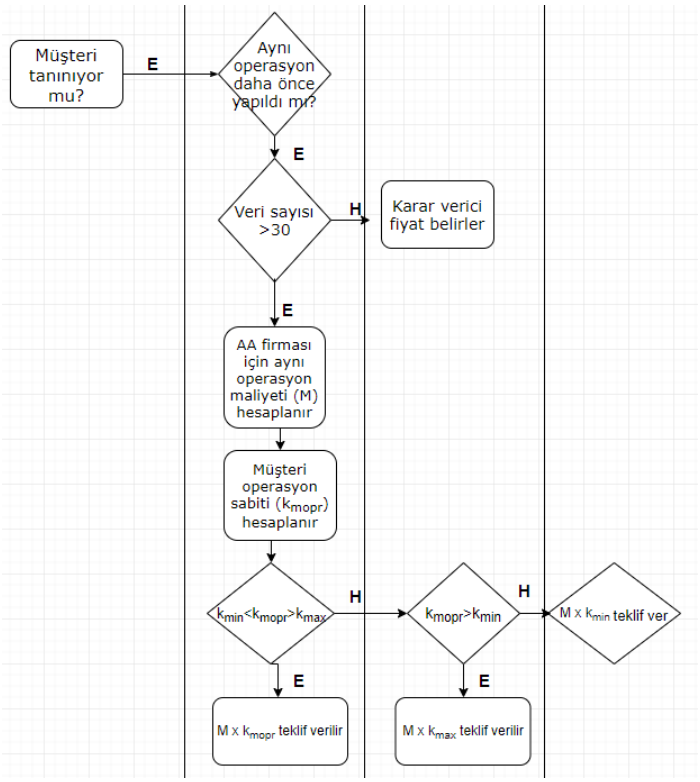
3.1. Daha Önce Aynı Bakım-Onarım İşleminin Yapıldığı Müşteri İçin

Bu bölümde tanınan (daha önce bakım-onarım işlemi yapılmış olan) bir firma daha önce yapılmış bir operasyon için fiyat teklifi istemektedir. Bu durumda, veritabanında yer alan bu müşteri için söz konusu operasyonuna verilen fiyat teklifleri AA şirketinin aynı operasyonu için elde edilen maliyete oranlanmaktadır. Bu oranların ortalamasını ifade eden hesaplanan müşteri operasyon sabitlerinden örnek bir kesit Tablo 2 de sunulmuştur.

Tablo 2. AA firması ile diğer firmaların maliyetlerinin oranlanması

Parça Adı	İŞLEM YERİ	AA Firmamsı(ort)	BB	ORAN	CC	ORAN	DD	ORAN
01N65900	RADIO	1171,00	1186,82	1,01	1068,70	0,91	1107,08	0,95
024147-000	BATTERY	1421,31						
029-894-0	WHEEL	537,82	179,62	0,33				
046-55-999-0131	AC IFE	1199,93						
046-55-999-0231	#YOK	2052,82						
066-50007-0222	ATE	9851,87	9357,71	0,95				
066-50008-0408	RADIO	9966,83	1059,06	0,11				
07325P000-01	MECHANIC	3005,92	3100,84	1,03				
0861FL1	INSTRMNT	3791,46	495,00	0,13				
0871DP4	INSTRMNT	9991,94					9695,50	0,97
088256-04644	HYDRAUL	3810,40	3903,41	1,02			4069,78	1,07

Elde edilen müşteri operasyon sabitinin (k_{mopr}), karar verici tarafından belirlenen minimum (k_{min}) ve maksimum sınırlar (k_{max}) arasında olup olmadığı kontrol edilir. Elde edilen müşteri operasyon sabitinin belirlenen aralıkta olması firmanın bu müşterisiyle söz konusu operasyon için makul kar sınırları içerisinde çalıştığını göstermektedir. Sabitin 1'den küçük olması firmanın zarar etmekte olduğunu gösterdiğinden bu katsayı karar verici tarafından belirlenen minimum sınıra çekilerek teklif hazırlanmalıdır. Bu durumda verilecek *fiyat = maliyet x* k_{min} olarak hesaplanacaktır. Sabitin çok büyük olduğu durumlar firmanın çok yüksek oranlarda kar elde ettiğini gösterdiğinden gelecek dönemde müşteriyi kaybetmemek adına bu katsayı karar verici tarafından belirlenen maksimum sınıra çekilerek teklif hazırlanmalıdır. Bu durumda verilecek *fiyat = maliyet x* k_{max} olarak hesaplanacaktır. 1. algoritmanın çalışma prensibi aşağıda özetlenmekte ve akış şeması Şekil 3 de verilmektedir.



Şekil 3. I. Algoritma yapısı

3.2. Daha Önce Aynı Bakım-Onarım İşleminin Yapılmadığı Müşteri İçin

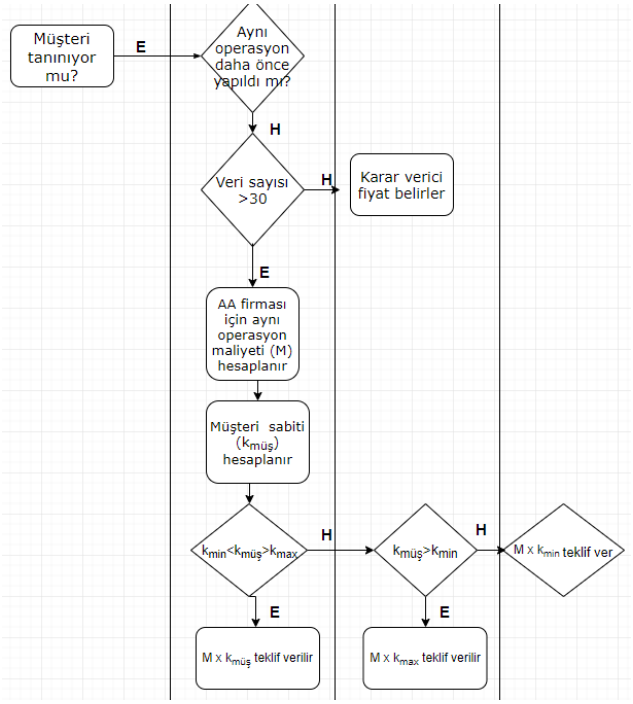
Bu bölümde tanınan (daha önce bakım-onarım işlemi yapılmış olan) bir firma daha önce yapılmamış bir operasyon için fiyat teklifi istemektedir. Bu durumda, veritabanında yer alan bu müşteri için diğer

operasyonlara verilen fiyat teklifleri maliyete oranlanmaktadır. Bu oranların ortalamasını ifade eden hesaplanan müşteri sabitlerinden örnek bir kesit Tablo 3 de sunulmuştur

Tablo 3. Firma $k_{müş}$ Oranları

Firmalar	Oranlar
XA	1,31354
XB	1,09002
XC	1,055
XD	1,19239
XE	1,42971
XF	1,28802
XG	2,05
XH	1,1776
XI	1,22201
XJ	1,29687
XK	1,24362
XL	1,14552
XM	1,15688

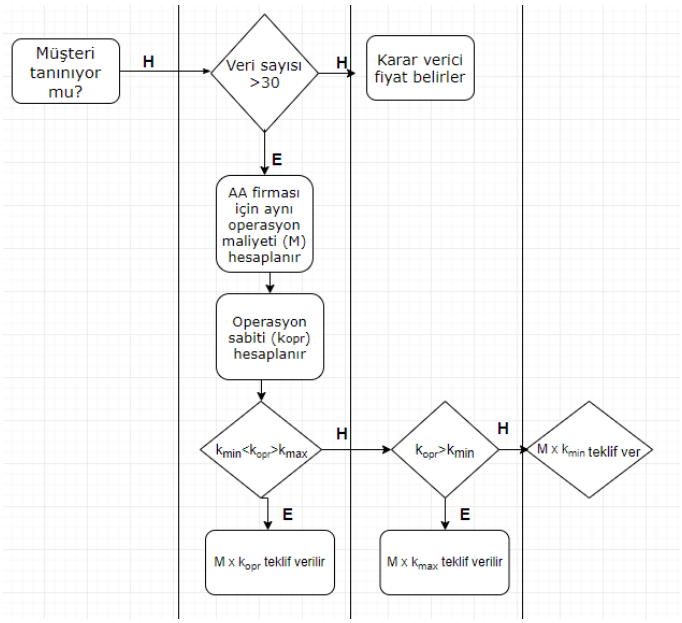
Elde edilen müşteri sabitinin ($k_{müş}$), karar verici tarafından belirlenen minimum (k_{min}) ve maksimum sınırlar (k_{max}) arasında olup olmadığı kontrol edilir. Elde edilen müşteri sabitinin belirlenen aralıkta olması firmanın bu müşterisiyle hizmet alım ilişkisinde makul kar sınırları içerisinde çalışıldığını göstermektedir. Sabitin 1'den küçük olması firmanın zarar etmekte olduğunu gösterdiğinden bu katsayı karar verici tarafından belirlenen minimum sınıra çekilerek teklif hazırlanmalıdır. Bu durumda verilecek *fiyat = maliyet x* k_{min} olarak hesaplanacaktır. Sabitin çok büyük olduğu durumlar firmanın çok yüksek oranlarda kar elde ettiğini gösterdiğinden gelecek dönemde müşteriyi kaybetmemek adına bu katsayı karar verici tarafından belirlenen maksimum sınıra çekilerek teklif hazırlanmalıdır. Bu durumda verilecek *fiyat = maliyet x* k_{max} olarak hesaplanacaktır. Bu oranlar örneğin XA firmasının daha önce yaptırmadığı bir parça üzerindeki işlemin fiyatının belirlenmesinde kullanılacaktır. 2. algoritmanın çalışma prensibi aşağıda özetlenmekte ve akış şeması Şekil 4 de verilmektedir.



Şekil 4. II. Algoritma yapısı

3.3. İlk Defa Gelen Müşteri İçin

Bu bölümde tanınmayan (daha önce bakım-onarım işlemi yapılmamış olan) bir firma daha önce başka firmalara yapılmış bir operasyon için fiyat teklifi istemektedir. Bu durumda, veritabanında yer alan diğer tüm müşteriler için söz konusu operasyonuna verilen fiyat teklifleri maliyete oranlanmaktadır. Elde edilen genel operasyon sabitinin (k_{opr}), karar verici tarafından belirlenen minimum (k_{min}) ve maksimum sınırlar (k_{max}) arasında olup olmadığı kontrol edilir. Elde edilen genel operasyon sabitinin belirlenen aralıkta olması firmanın söz konusu operasyon için makul kar sınırları içerisinde çalışıldığını göstermektedir. Sabitin 1'den küçük olması firmanın zarar etmekte olduğunu gösterdiğinden bu katsayı karar verici tarafından belirlenen minimum sınıra çekilerek teklif hazırlanmalıdır. Bu durumda verilecek *fiyat = maliyet x* k_{min} olarak hesaplanacaktır. Sabitin çok büyük olduğu durumlar firmanın çok yüksek oranlarda kar elde ettiğini gösterdiğinden gelecek dönemde müşteriyi kaybetmemek adına bu katsayı karar verici tarafından belirlenen maksimum sınıra çekilerek teklif hazırlanmalıdır. Bu durumda verilecek *fiyat = maliyet x* k_{max} olarak hesaplanacaktır. 3. algoritmanın çalışma prensibi aşağıda özetlenmekte ve akış şeması Şekil 5 te verilmektedir.



Şekil 5. III. Algoritma yapısı

4. SONUÇ

Havayolu şirketlerinin bakım-onarım işlemleri işletme giderleri içerisinde önemli pay tutmaktadır ve bu sürecin planlanması hem güvenlik hem de zamanlama açılarından kritik öneme sahiptir. Bakım-onarım hizmeti veren şirketlerin de müşteriyle olan ilişkilerinde hem belirli bir kar oranı sağlayacak hem de müşteri kaybettirmeyecek bir fiyat politikası belirlemeleri gereklidir. Sektörün büyüklüğü, büyük miktarda yatırım gerektirmesi ve günlük işlem sayılarının çok yüksek olması sebepleriyle fiyat tekliflerinin uygun şekilde hazırlanması insanın bilgi ve tecrübe sınırlarını zorlamaktadır. Bu nedenle bilgisayardan yararlanarak oluşturulan bir karar destek sistemi önemli yarar sağlayacaktır. Bu çalışmada önerilen algoritmalar uçak bakım-onarımı dışında benzer faaliyet gösteren diğer sektörlerde de uygulanabilecek esnekliğe sahiptir.

KAYNAKLAR

ÇETİNYOKUŞ, T. ve GÖKÇEN, H. (2002). Borsada göstergelerle teknik analiz için bir karar destek sistemi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 17(1), 43-58.*

ÇORUH, N., ARAS, F., KAYA , N., CİĞERCİ, İ. (2017). Uçak kablo sisteminde meydana gelen yaşlanma ve bozulmaların bakım odaklı değerlendirilmesi, *VIII. Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi*, 273-278, Denizli.

KARA, N. (2017). Uçak bakımında büyük veri algoritması devri, *VIII. Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi*, 268-272, Denizli.

KARATAŞ, E., ÖZEN, Z., ÜSTÜNKAYA, M. E., GÖKBAY, İ., YARMAN, S. B. (2013). Organizasyonlarda içerik yönetim sistemi seçimi için bir karar destek sistemi geliştirilmesi, *Öneri*, 10(40), 155-162.

POYRAZ, Ö., KUŞHAN, M. C. (2017). Havacılık komponentlerinin bakım uygulamalarında katmanlı imalat teknolojilerinin kullanımı, *VIII. Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi*, 161-196, Denizli.

YILDIZ, O. DAĞDEVİREN, M. ve ÇETİNYOKUŞ, T. (2008). İşgören performansının değerlendirilmesi için bir karar destek sistemi ve uygulaması, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.,* 23(1),239-248.

ENDÜSTRİYEL İŞLETMELERDE KULLANILAN SOĞUTMA KULELERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI

Deniz KOPARAN
Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
denizkoparan1507@gmail.com

Prof. Dr. Durmuş KAYA
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
durmuskaya@hotmail.com

Dr. Muharrem EYİDOĞAN
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
muharrem_eyidogan@hotmail.com

Prof. Dr. Fatma ÇANKA KILIÇ
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
fatmacanka@hotmail.com

Özet
Endüstriyel işletmelerde soğutma prosesleri, enerji tüketimlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Artan enerji maliyetleri, endüstriyel işletmelerin enerji verimliliği konusunda duyarlılığını arttıran en önemli faktörlerden biri haline gelmiştir. Soğutma kuleleri, soğutma ihtiyacı bulunan tesislerde kullanılan önemli ölçüde enerji tüketimi olan ekipmanlardır. Bu çalışmada, endüstrinin farklı sektörlerinde kullanılan soğutma kulelerinde enerji verimliliği açısından uygulanabilecek iyileştirmeler incelenmiştir. Soğutma kulelerinde düşük sistem verimi ile çalışan kule pompalarının ve hava sirkülasyonunu sağlayan kule fanlarının çalışma performansları incelenerek verimsizliğin giderilmesi için yapılabilecek projeler araştırılmıştır. Farklı endüstriyel işletmelerde soğutma kuleleri için gerçekleştirilen enerji verimliliği proje örnekleri incelenmiş, projeler için tasarruf miktarı, tasarrufun mali karşılığı, yatırım maliyeti ve basit geri ödeme süreleri belirlenerek karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Soğutma kulesi, enerji verimliliği, enerji tasarrufu, enerji etüdü, küresel ısınma

RESEARCH ABOUT ENERGY EFFICIENCY OPPORTUNITIES IN COOLING TOWERS USED IN INDUSTRIAL PLANTS

Abstract
In industrial plants, cooling processes constitute an important part of energy consumption. Increasing energy costs are the most important factors that increase the sensitivity of industrial enterprises about energy efficiency. Cooling towers are equipment with high energy consumption used in facilities that need cooling. In this study, improvements that can be applied in terms of energy efficiency in cooling towers used in different sectors are examined. In the cooling towers, the performance of the tower pumps operating with low system efficiency and the air circulation fans of the tower were examined and the projects that could be realized to eliminate inefficiency were investigated in detail. Examples of energy efficiency projects for cooling towers in different industrial enterprises were examined and the amount of savings for the projects, financial allowance for savings, investment amount and simple repayment periods were determined and compared.

Keywords: Cooling tower, energy efficiency, energy saving, energy audit, global warming

1. GİRİŞ

Enerji maliyetlerinin her geçen gün artması beraberinde sanayide ürün maliyetlerini de arttırmaktadır. Gün geçtikçe nüfusun artması, teknolojinin gelişmesi gibi sebeplerle artan enerji ihtiyacının mevcut kaynaklardan aynı hızla karşılanamaması nedeniyle enerji verimliliği ve globalleşen rekabet ortamında ürünlerin ucuza mal edilmesi önemli bir gündem haline gelmiştir. Endüstriyel tesislerde rekabet

gücünü arttırmak amacıyla maliyetleri azaltmanın en etkin yöntemlerinden biri enerji verimliliğini arttırmaktır. Enerji verimliliği insanların yaşam düzeylerinde, hizmet kalitesinde, ürün miktarında ve kalitesinde herhangi bir azalma olmadan enerji tüketiminin azaltılması olarak tanımlanabilir. Daha geniş olarak enerji verimliliği, elektrik, ısı, gaz, buhar ve hava tüketimlerinde enerji kayıplarının önüne geçmek, atıkların geri kazanılmasını sağlamak, daha verimli enerji kaynaklarını kullanmak gibi enerjinin etkin kullanımını sağlayabilecek önlemlerin tamamıdır. Kömür, petrol, doğalgaz gibi enerji kaynaklarının hızla tükenmesi de enerji verimliliğinin önem kazanmasında etkili faktörlerdendir. Ayrıca küresel ısınma, hava, su, toprak kirliliği gibi çevresel faktörler gözle görülür şekilde arttıkça enerji verimliliği konusu da önem kazanmaktadır. Uluslararası enerji ajansının raporuna göre enerji üretimi sebebiyle gerçekleşen karbondioksit emisyonunun 2030'da, 2005'e göre %49 artacağı ve ülkelerin yüksek enerji fiyatları ile karşı karşıya kalacağı belirtilmiştir.

Türkiye'de sanayide enerji yoğun prosesler basınçlı hava prosesleri, ısıtma prosesleri ve soğutma prosesleri olarak sıralanabilir. Soğutma prosesleri ele alındığında Türkiye'de farklı sanayi sektörlerinde en yaygın kullanılan ekipmanlardan biri de su soğutma kuleleridir. Soğutma kuleleri, soğutma ihtiyacı bulunan tesislerde kullanılan önemli ölçüde enerji tüketimi olan ekipmanlardır. Soğutma kuleleri, işletmede ısınan suyun dolgu üzerine püskürtülerek suyun ısısının atmosfere transfer edilmesi mantığı ile çalışmaktadır. Dolgu üzerinde zerreciklere ayrılan su, elektrik tahrikli fanlar vasıtasıyla atmosferden kuleye transfer edilen dış ortam havası ile çarpışarak ısı transferi sağlanmaktadır. Bir miktar su buharlaşmakta ve kalan suyun entalpisi düşmektedir. Soğutma kulelerinde su sıcaklığı, doymuş yaş hava sıcaklığına kadar düşürülebilmektedir.

Soğutma kulelerinde enerji verimliliğini etkileyen faktörler incelendiğinde; soğutma kulesinin tasarımı ve konumlandırılması, soğutma kulesinin kapasitesi, kulenin su kaynağına olan uzaklığı, su transferini sağlayan pompaların doğru konumlandırılması, soğutulması istenen suyun kuleye giriş ve çıkış sıcaklıkları, suyun kirliliği, soğutma kulesinde buharlaşmadan ve patlamadan kaynaklanan su kayıpları, mevsimsel etkiler, soğutma kulesindeki su ve hava kütle akış oranı, atmosfer sıcaklığı, havanın bağıl nem oranı, hava sirkülasyonu için kullanılan fanların aerodinamik yapısı, fan kanat sayısı, açısı ve malzemesi, fanı tahrik eden elektrik motorunun verimliliği sıralanabilir. Yani soğutma kulelerinde enerji verimliliği, kulenin ilk yatırım ve kurulum noktasına kadar dayanmaktadır. Fakat bu çalışmada mevcutta kullanılan soğutma kulelerinde uygulanabilecek iyileştirme projeleri ile enerji tasarrufu sağlanabilmesi üzerine odaklanılmıştır. Örnek bir soğutma kulesinin pompalarında ve hava sirkülasyonunu sağlayan aksiyel fanlarda iyileştirme çalışmaları yapılarak soğutma işlemi için tüketilen enerji miktarının azaltılması projeleri incelenmiştir.

Pompalar, sıvı akışkanların bir yerden başka bir yere transfer edilmesini sağlayan ekipmanlardır. Sanayide enerji tüketimlerinin yaklaşık %20'si pompalar tarafından gerçekleştirilmektedir. İncelenen soğutma kulesinde santrifüj pompalar kullanılmaktadır. Santrifüj pompalarda girişten gelen akışkan, bir gövde içinde bulunan çarka transfer edilmektedir. Çark vasıtasıyla döndürülen akışkan basınçlanmakta ve pompanın çıkışına doğru itilmektedir. Pompaların emme ve basma hatlarında tıkanıklık olmaması, pompanın doğru konumlandırılması, basınç düşümüne sebep olan vana kullanılmaması pompaların verimli çalışması için gerekli faktörlerdir.

Fanlar, hava ve benzeri akışkanları basınçlandırarak bir akış yolu içerisinde hareket etmesini sağlayan ekipmanlardır. Fanlar genel olarak aksiyel ve radyal olarak sınıflandırılmaktadır. Fanların tahrik edilmesinde çoğunlukla elektrik motorları kullanılmaktadır. İncelenen soğutma kulesinde aksiyel fanlar kullanılmaktadır. Aksiyel fanlar 3 temel bölümden oluşur. Bunlar hareketi sağlayan çark (rotor), rotoru tahrik eden motor ve çarkı çevreleyen gövde (stator)dur. Aksiyel fanlarda hava rotordan eksene paralel olarak hareket etmektedir. Akışkanın basıncının yükselmesi dönen kanatların hareketinden kaynaklanmaktadır. Aksiyel fanlar, yüksek debi ve düşük basınç ihtiyacı olan sistemlerde kullanmak için idealdir. Fanların kanat malzemesi, sayısı ve açısı enerji tüketimlerini etkileyen faktörlerdir. Soğutma kulesinde hava sirkülasyonu için 4 kanatlı alüminyum fanlar kullanılmaktadır. Alüminyum fanlar hava koşullarından, ortamın neminden, ultraviyole bozulmalardan dolayı zamanla dayanıklılığını kaybetmektedir. Ayrıca alüminyum fan kanatları aerodinamik yapısının zamanla bozulması sebebiyle hava akımına yüksek direnç göstererek fan motorunun enerji tüketiminin

artmasına yol açmaktadır. Alüminyum fanlara alternatif olarak epoxy fiberglass (epoksi cam elyaf) ve Fiberglass Reinforced Plastics (FRP) (cam elyaf takviyeli plastik) malzemeden üretilmiş fanlar bulunmaktadır. Bu fan kanatları, çalışma esnasında sabit ve dalgalı yük etkilerine dayanıklı olacak şekilde üretilmektedir. Herhangi bir metal parça, gözeneklilik, hava boşluğu vb. içermeyen FRP fan kanatları, optimum mukavemet ve dayanıklılığa sahiptir. Daha hafif, daha dayanıklı, aerodinamik yapısıyla dönmeye karşı daha az direnç oluşturan ve uzun ömürlü FRP fanlarının çalıştırılabilmesi için daha düşük güçte elektrik motoru kullanılabilmektedir. Aynı elektrik motorunun kullanılması durumunda da motorun güç tüketimi düşmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

Tükenen fosil kaynaklar, enerji maliyetlerinin sürekli artışı, enerji üretimi proseslerinin neden olduğu çevre kirliliği gibi sebeplerle endüstriyel işletmelerde enerji verimlilik çalışmalarının yapılması büyük önem arz etmektedir. Enerjinin etkin kullanılabilmesi için işletmenin sürekli kontrol edilmesi, işletme ihtiyaçları doğrultusunda yenilikçi ve teknolojik yatırımların gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Su soğutma kulelerinde ise bu doğrultuda enerji verimliliğinin arttırılmasına yönelik ölçümler ve hesaplamalar yapılmıştır. Endüstriyel işletmede gerçekleştirilen ölçümler ve hesaplamalarla açık çevrimli su soğutma kulelerinde enerjinin daha etkin kullanılabilmesi, enerji tasarruf potansiyellerinin ortaya çıkarılabilmesi, enerji maliyetlerinin işletmeye olan yükünün azaltılabilmesi ve çevrenin korunması amaçlanmıştır.

İşletmedeki açık çevrimli su soğutma kulesine su transferi sağlayan pompaların hatlarından geçen su debileri ultrasonik sıvı debimetresi ile ölçülmüştür. Pompaların emme ve basma taraflarındaki basınç değerleri mekanik manometre ile ölçülmüştür. Pompaların enerji tüketimleri pompaların enerji besleme panolarına enerji analizörü bağlanarak ölçülmüştür. Pompa ölçümlerinde kullanılan ölçüm cihazları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Pompa Ölçümlerinde Kullanılan Ölçüm Cihazları

Soğutma kulesi pompalarının sistem verimleri hesabı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Soğutma Kulesi Pompalarının Sistem Verimleri

Pompa Adı	Debi	Emme Basıncı	Basma Basıncı	Aktif Güç	Verim
	m^3/h	bar	bar	kW	%
Pompa 1	90,90	0,10	2,40	14,70	39,52
Pompa 2	23,21	0,10	4,10	7,80	33,08
Pompa 3	59,35	0,10	3,30	12,30	42,93
Pompa 4	70,54	0,10	3,30	18,80	33,35

Soğutma kulesi pompalarından alınan ölçüm sonuçlarına göre pompaların sistem verimleri hesaplanmıştır. Pompaların sistem verimleri aynı çalışma şartlarını sağlayabilecek pompalarla karşılaştırıldığında pompa sistem verimlerinin en az %50 olması beklenmektedir. Mevcut durumda ölçüm yapılan soğutma kulesi pompalarının sistem verimlerinin beklenenden düşük olduğu tespit

edilmiştir. Bu pompaların sistem verimleri daha yüksek pompalarla değiştirilmesiyle enerji tasarrufu sağlanacağı öngörülmüştür. Pompalar ve fanlar için yapılan mali tasarruf hesaplamalarında elektrik enerjisinin birim maliyeti 0,50 TL/kWh olarak kabul edilmiştir. Soğutma kulesi pompalarının sistem verimi daha yüksek pompalarla değiştirilmesiyle sağlanacak enerji tasarrufu hesabı Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Soğutma Kulesi Pompalarının Sistem Verimleri Daha Yüksek Pompalarla Değiştirilmesiyle Sağlanacak Enerji Tasarrufu Hesabı

Pompa Adı	Yeni Pompa Sistem Verimi	Tüketilmesi Öngörülen Güç	Birim Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarruf Potansiyeli	Tasarrufun Mali Değeri	Yatırım Maliyeti	BGÖS
	%	kW	kW	kWh/yıl	TL/yıl	TL	yıl
Pompa 1	60,80	9,56	5,14	43.176,00	21.588,00	28.000,00	1,30
Pompa 2	59,30	4,35	3,45	28.980,00	14.490,00	28.000,00	1,93
Pompa 3	62,10	8,50	3,80	31.920,00	15.960,00	28.000,00	1,75
Pompa 4	56,50	11,10	7,70	64.680,00	32.340,00	28.000,00	0,87
TOPLAM				**168.756,00**	**84.378,00**	**112.000,00**	**1,33**

İncelenen açık çevrimli su soğutma kulesinde aksiyel fanlar kullanılmaktadır. İşletmede soğutma kulelerinde hava transferini sağlayan kule fanlarının enerji besleme panolarına enerji analizörü bağlanarak fanların aktif gücü ölçülmüştür. Epoxy fiberglass kanat malzemesi ve özel aerodinamik dizaynı ile geleneksel aksiyel fanlara oranla daha yüksek verimli fanlar sayesinde hava debisinde herhangi bir kayıp yaşanmadan fan güç tüketimlerinde düşüş sağlanabilmektedir. Soğutma kulesi fanlarının epoxy fiberglass malzemeden üretilmiş, özel aerodinamik dizayna sahip fanlarla değiştirilmesiyle transfer edilen hava debisinden herhangi bir kayıp yaşanmadan sağlanacak enerji tasarrufu potansiyeli hesabı Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Soğutma Kulesi Fanlarının Epoxy Fiberglass Fanlarla Değiştirilmesiyle Sağlanacak Enerji Tasarrufu Hesabı

Fan Adı	Mevcut Durum Aktif Güç	Fan Değişimi Sonrası Tüketilmesi Öngörülen Güç	Birim Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarruf Potansiyeli	Tasarrufun Mali Değeri	Yatırım Maliyeti	BGÖS
	kW	kW	kW	kWh/yıl	TL/yıl	TL	yıl
Fan 1	27,26	16,20	11,06	92.904,00	46.452,00	70.000,00	1,51
Fan 2	22,77	16,25	6,52	54.768,00	27.384,00	70.000,00	2,56
TOPLAM				**147.672,00**	**73.836,00**	**140.000,00**	**1,90**

3. SONUÇ

Soğutma kulesi pompalarında yapılan ölçümler ve hesaplamalar sonucunda kule pompalarının sistem verimlerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Bu pompaların aynı çalışma şartlarını sağlayabilecek sistem verimi yüksek pompalarla değiştirilmesiyle elde edilebilecek elektrik enerjisi tasarrufu miktarı 168.756,00 kWh/yıl'dır. Tasarrufun mali karşılığı 84.378,00 TL/yıl'dır. Pompaların değiştirilmesi projesinin yatırım maliyeti 112.000,00 TL ve basit geri ödeme süresi 1,33 yıl olarak belirlenmiştir. Pompaların daha verimli pompalarla değiştirilmesiyle yılda 98,38 ton karbondioksit salınımı önlenecektir. Önerilen bu projeyle soğutma kulesi pompalarının enerji tüketiminden %37,48 tasarruf sağlanacaktır.

Soğutma kulesi fanlarında yapılan ölçümler ve hesaplamalar sonucunda kule fanlarının epoxy fiberglass malzemeden üretilmiş, özel aerodinamik dizayna sahip fanlarla değiştirilmesiyle sağlanabilecek elektrik enerjisi tasarrufu miktarı 147.672,00 kWh/yıl'dır. Tasarrufun mali karşılığı 73.836,00 TL/yıl'dır. Pompaların değiştirilmesi projesinin yatırım maliyeti 140.000,00 TL ve basit geri ödeme süresi 1,90 yıl olarak belirlenmiştir. Fanların daha verimli fanlarla değiştirilmesiyle yılda 86,09 ton karbondioksit salınımı önlenecektir. Önerilen bu projeyle soğutma kulesi fanlarının enerji tüketiminden %35,14 tasarruf sağlanacaktır.

Soğutma kulesinde pompaların ve fanların daha verimli ekipmanlarla değiştirilmesiyle toplam 316.428,00 kWh/yıl enerji tasarrufu sağlanabilir. Bu tasarrufun mali karşılığı 158.214,00 TL/yıl'dır. Pompaların ve fanların değişimi için gereken toplam yatırım maliyeti 252.000,00 TL ve değişim projelerinin basit geri ödeme süresi 1,59 yıl'dır. Pompa ve fanların daha verimli ekipmanlarla değişimi ile yılda 184,47 ton karbondioksit salınımının önüne geçilmesi mümkündür. Pompa ve fanların daha verimlileri ile değişimi ile soğutma kulesinin enerji tüketiminden %36,35 tasarruf sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

Andı, Ç., Mıstıkoğlu S. (2012). Entegre Demir Çelik Tesislerinde Kullanılan Alternatif Yakıtların Maliyetleri, *International Iron & Steel Symposium*, 02-04 Nisan 2012, Karabük, Türkiye, 1141.

Haydaroğlu C. (2006). *Türk Sanayinde Enerji Verimliliği ve Yoğunluğunun Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 4.

ENVERDER, Enerji Verimliliği Derneği (2010). Türkiye Enerji ve Enerji Verimliliği Çalışmaları Raporu, *Yeşil Ekonomiye Geçiş*, 29.

IEA, (2007), *Global Energy Trends*, World Energy Outlook 2007 Edition, International Energy Agency, 73-75.

Elektrik Mühendisleri Odası, (2012), *Elektrik Motorları İle İlgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklerine Dair Tebliğ*, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığından, Ankara.

Bulgurcu H. (2015), *Havalandırma Tesisatı*, 1. Baskı, Makine Mühendisleri Odası.

INVESTIGATION OF CONFERENCE SCHEDULING WITH GENETIC ALGORITHM

Ercan ATAGÜN
Düzce University, Graduate School Of Natural And Applied Sciences, Computer Engineering
ercan-atagun@hotmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Serdar BİROĞUL
Düzce University, Faculty of Technology, Computer Engineering Department
serdarbirogul@duzce.edu.tr

Abstract
Academic conferences have been one of the most important parts of scientific activities. The lack of effective use of halls, sessions and presentations in these conferences is an important problem. In this paper, it was aimed to sort the conference presentations and to conduct studies on similar subjects in the same session. The data of a realized conference were obtained for the paper. In the data which contains 150 presentation information, the title of the study and author information and the discipline of the study area are included. Information about the number of conference halls and number of days was also obtained and modeled in accordance with the problem. In this paper, scheduling problem, which is a type of optimization with a large number of constraints, is solved. Such problems are called meta-heuristic problems and cannot be solved with the help of classical mathematical problems. There are many evolutionary algorithms involved in meta-heuristic problems. In this paper, Genetic Algorithm (GA) produced solution. In this paper, constraints such as days, number of halls and number of sessions were considered as necessary and sufficient conditions of the problem. The different results of GA operators were evaluated. Scheduling of the conferences according to the most optimum results was achieved and the planned management of the academic conference was ensured.

Keywords: Conference Scheduling, Genetic Algorithm, Optimization.

1. INTRODUCTION

Conferences allow the presentation of current and original works in the world of science and technology. Development and change in many areas of daily life have also affected conference planning. Researchers from many different countries of the world participate especially in international conferences. New topics added to the science sub-areas and social science sub-areas in conferences and the increase in conference rooms have revealed many constraints. Eliminating these constraints and optimizing conferences raises the problem. In this study, it was ensured that the speakers made presentations in an optimum way by making conference scheduling.

Scheduling problems investigate the sequencing of operations. Since the 1960s, the problem of scheduling has been the focus of researchers. Graphical techniques, constraint-oriented techniques, local exploration techniques, population-based techniques, and especially multi-criteria techniques, hybrid techniques and high-heuristic methods have been proposed for scheduling problems (Gerşil and Palamutçuoğlu 2013). Nicholls proposed a meta-intuitive approach to scheduling small or medium conferences. In his study, taking into consideration the preferences of the participants, he realized all the conference documents to be held during the conference sessions with some restrictions (Nicholls, 2007). Tanaka et al. Identified keynote sessions and schedule scheduling using Kohonen's self-organizing mapping method (Tanaka et al., 2002). The presentations in the annual organizations of an organization designated by Potthoff and others were tabulated.

The problem of whether a person presenting at the same time was present in another panel was addressed. Each panel has a topic. The study was developed with integer programming model (Potthoff and Munger, 2003). In another study, Potthoff et al. Planned the 2005 and 2006 organizations with integer programming. In this study, where the number of constraints increased, 76 and 45 panels were divided into 13 different subjects and tabulated (Potthoff and Brams, 2007). Vangerven and others used an integer programming model to plan academic conferences. In this

method, which is a personalized approach, speakers were directed to appropriate sessions (Vangerven et al., 2018). Zulkipli and others developed a program to present the authors who will present at the conference in specific sessions. The conference was prepared considering space capacity constraints (Zulkipli et al., 2013). Kim and others designed an interface with visual feedback called Cobi, taking into account the preferences and constraints of the organizers, authors and participants at a conference with many fields (Kim et al., 2013). The EURO-k conference, one of the world's largest operations research conferences, was scheduled by Stidsen et al. Sessions and speeches brought together similar ones (Stidsen et al., 2018).

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, data of a conference was obtained and 150 papers were presented. In the study, 150 papers were scheduled for 2 days with 5 halls, 3 sessions and 5 sessions.

2.1 Conference

The conference is a planned event where experts from the fields of science, technology and the arts give information to the public. Experts are expected to speak at the day, place and time determined for him (Beyreli et al., 2006)). Academic conferences can be held in many different fields. Academics, researchers and students participate in academic conferences. As it brings together experts in the field, it allows the experts to meet each other at these conferences. In addition, it contributes to the development of academic studies as a question and answer section is reserved for presentations.

2.2 Optimisation Problems

The optimization problem is a type of problem that involves limitations and finding unknown parameter values (Karaboğa, 2018). In optimization problems, the most appropriate solution for the problem set is selected from the candidate solutions and it is possible by providing certain acceptances with certain constraints (Yang, 2010). The fact that the solution space is quite large and very close to each other requires a decision-making artificial intelligence mechanism. Optimization is an artificial intelligence technique that is frequently used for providing constraints and evaluating candidate candidates. Genetic Algorithm is a non-analytical optimization process based on a global search process involving genetic operators (Goldberg, 1989, Mahfoud and Goldberg, 1992). The proposed methods, techniques and classical optimization problems are not sufficient and appropriate for advanced optimization problems. Problems such as local optimum problem, too long calculation, process processes are some problems that are insufficient for classical optimization problems (Okul et al., 2019).

Optimization algorithms may be preferred because of their effectiveness, speed, efficiency, flexibility, ease of application to problems, providing flexible solutions, and approaches that include logical and mathematical processes. If the objective function of a problem can be expressed as a polynomial function, the derivative can be maximized or minimized. However, heuristic algorithms are preferred instead of classical optimization algorithms for the problems that cannot be expressed as polynomials in this study.

2.3 Genetic Algorithm

Genetic algorithm is an algorithm that accepts evolutionary methods as a basic principle. It was first introduced by John Holland in the 1970s and the genetic processes of living things were transferred to the computer (Holland, 1975). Genetic Algorithm belongs to the class of probabilistic algorithm, but it is different from random algorithms. Genetic Algorithm covers many genetic processes such as population, selection, mutation and crossover.

The Fitness Value deals with how close a chromosome is to a solution. The eligibility value prepared for this study is as follows:

$$(f) = 1 - \frac{Pm}{\sum_{i=0}^{n} Pi} \qquad (1)$$

Pm: Chromosomes have the least penalty among chromosomes.
Pi: i. The next gene is the penalty value.
(f): shows the fitness value of each population.
Factors that make up the penalty value:
- One author in more than one session
- Presence of a different disciplinary statement in a session
- Presence of papers with different disciplines in a session
- Presence of papers with different tertiary disciplines in a session

2.3.1 Gene

Gene is the most fundamental part of Genetic Algorithm. Genes combine to form a chromosome structure. Genes contain important information for problem definition.

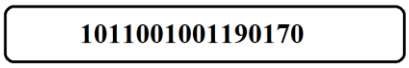


Figure 1. Gene Structure

Figure 1 shows the gene structure as an example. This gene structure is composed of significant lice. In the context of this study, the gene was shown by the combination of meaningful lice. The meaning of the gene shown in Figure 1 is shown as follows:
101 : paper ID
102: author ID
103 : primary discipline name
104: secondary discipline
105: tertiary discipline

2.3.2 Chromosome

Chromosomes are formed by the combination of gene structures. While genes do not make sense on their own, correct assembly of genes provides problem solving. Chromosomes are expected to heal during iterations. While the gene content does not change due to the problem structure, the displacement of the genes is very important for the optimization process. The initial population consists of chromosomes. The chromosomes were healed according to the objective function with the help of necessary genetic operators in each iteration.

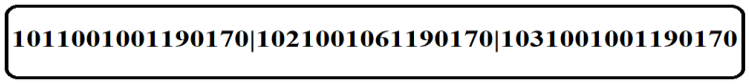


Figure 2. Chromosome Structure

Figure 2 shows an example of a chromosome consisting of 3 genes.

2.3.3. Population

Population is the genetic structure that chromosomes come together to form. The initial population is the list of the first generated chromosomes. In this study, the initial population was based entirely on randomness. In the first iteration, operations are completed with the initial population.

Genetic Algorithm starts with the creation of the initial population. Assuming that the initial population is not the best solution, genetic operators are processed. The penalty value of the initial population is calculated. The conformity value is then calculated. Check whether the suitability value is sufficient for the solution. Then crossover and mutation operators are applied. The repair operator is applied to check for chromosome structure defects. It is checked if the process finish setup for the number of iterations has been created. If sufficient iteration is not reached, the newly formed population is re-calculated and the related procedures are repeated.

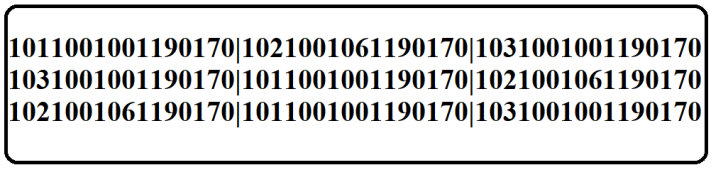


Figure 3. Population Structure

Figure 3 shows an example of a population with 3 chromosomes. Each chromosome consists of 3 genes in this example.

2.4. Genetic Operators

Genetic operators are part of the optimization process. With genetic operators, the solution is expected to improve at every step.

2.4.1. Crossover

Crossover is the process of mutually replacing genes between two chromosomes, and this change occurs due to a probability value called the crossover rate (Guan et al., 2017). Genetic Algorithm processes by crossing chromosome diversity is provided. In this study, multi-point crossover was used.

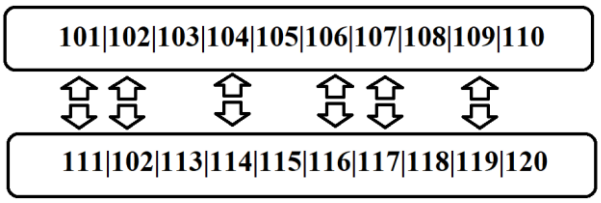


Figure 4. Parent Chromosomes

Figure 4 shows two chromosomes selected for crossover. These two chromosomes must form two new chromosomes by shifting the genes of one gene.

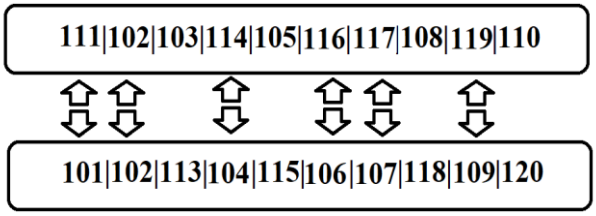


Figure 5. New Chromosomes

Figure 5 shows the chromosomes that are ready for the next generation.

2.4.2. Mutation

The mutation is the unexpected displacement of genes in the chromosome sequence. In terms of Genetic Algorithm, it is a process that reduces the possibility of changing the location of genes to the local minimum in chromosomes (Michalewicz, 1992). In iterations where cross-healing is weakened, the suitability value can be increased by mutation process.

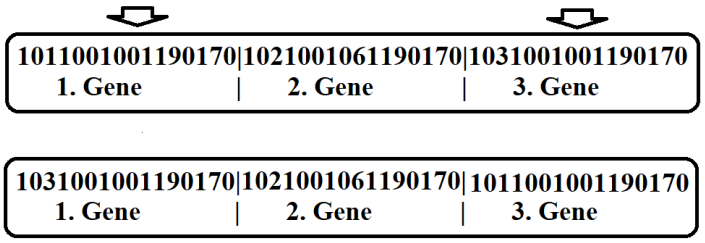


Figure 6. Mutation

Figure 6 shows the mutation process. It is stated that mutation process is performed by replacing gene 1 and gene 3. After the mutation process, the chromosome turned into a different chromosome. It is expected that mutations throughout the iterations will bring diversity to the solution.

2.4.3. Selection

Selection is based on the principle of survival of the best individual in evolutionary processes. Roulette Wheel Selection, Tournament Selection, Sequential Selection, Steady State method are the main selection methods. Roulette Wheel Selection method, chromosomes are placed into a wheel with the help of the compatibility function. Tournament Selection selects a random number of chromosomes from the number of chromosomes present in the population, and organizes tournaments among those selected. It is examined whether one of both chromosomes provides superiority to the other over the suitability function. One thick chromosome to be crossed is determined. Sequential selection, chromosome 1, the worst fitness function, takes the chromosome N value with the best fitness value, giving priority to the best chromosome. The Steady State method is chosen to traverse the chromosomes with high affinity values in each generation, the worst affinity values are deleted and the remaining chromosomes are transferred directly to the new generation. In this study, Roulette Wheel selection method was chosen.

2.4.4. Repair Operator

Disorders of gene or chromosome structures may occur when genetic operators are applied. The repair operator is used to complement missing genes (Hussain & Iqbal, 2018). In this study, there is a possibility that replication of genes may cause an existing manifestation to appear more than once. In addition, the loss of an existing gene means that the presentation of a paper invited to the conference cannot be made. Such problems are unacceptable and demonstrate the necessity of the repair operator.

3. RESULTS

In this study, scheduling of conferences with genetic algorithm was examined. There are 150 papers in the study. Different experiments have been done and what should be considered in the solution of this problem with the Genetic Algorithm has been obtained at the end of the experimental results. The effect of the crossing rate, the effect of mutation rate and the number of iterations were investigated while performing the genetic algorithm.

Table 1. Effect of Crossover Ratio

Crossover Ratio	Mutation Ratio	Number of Iteration	Punishment	Fitness Value
% 90	%1	100000	4280	0.963
% 80	%1	100000	2640	0.974
% 70	%1	100000	5380	0.952
% 60	%1	100000	8340	0.941

Table 1 shows the effect of crossover ratio with experimental results.

Table 2. Effect of Mutation Ratio

Crossover Ratio	Mutation Ratio	Number of Iteration	Punishment	Fitness Value
% 90	% 0.1	100000	6520	0.943
% 90	% 0.5	100000	5860	0.952
% 90	% 1	100000	4280	0.963
% 90	% 2	100000	5260	0.954

Table 2 shows the effect of mutation rate on experimental results.

Table 3. Effect of Iteration

Crossover Ratio	Mutation Ratio	Number of Iteration	Punishment	Fitness Value
% 90	% 1	100000	4280	0.963
% 90	% 1	50000	6830	0.960
% 90	% 1	10000	7280	0.951
% 90	% 1	1000	9210	0.952

Table 3 shows the effect of the number of iterations with the experimental results.

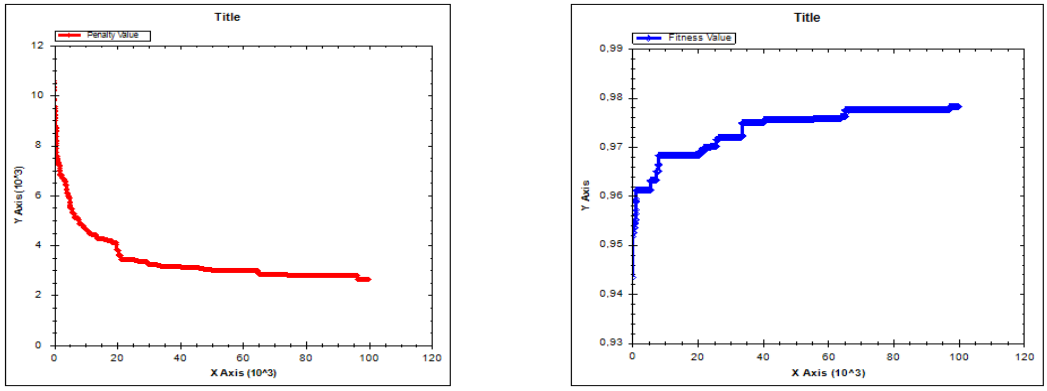


Figure 7. Penalty Value and Fitness Value

Figure 7 shows the penalty value and fitness value.

4. DISCUSSION

Experimental studies aimed to determine the optimum conditions. Some variations were observed as a result of changes in the crossover rate, mutation rate and iteration number. When this problem and the necessary conditions are considered, the optimum ratio in crossover ratio should be 80%. Since the crossover rate is as low as 50%, the Penal Value is very high and the Eligibility Value is low due to genetic diversity. Chromosomes suitable for the solution are changing because the crossover rate is very high, which provides continuous differentiation. Therefore, the cross-ratio is 90%, which is lower than the 80%. The best cross-over ratio for the solution was 80%. The mutation is used to avoid the local minimum problem. While the mutation rate was 0.1%, the suitability value was 0.943 and the mutation rate was 0.5%. When the mutation rate was 1%, the compliance value was 0.963 and the mutation rate was 2% and 0.954. When the results were examined, the optimal mutation rate was found to be 1%. When the crossover rate and mutation rate increased the number of fixed mold iterations, the proximity to the solution gradually increased. However, the increase in the number of iterations causes the program to run slowly. The results of this experiment provide information about the number of iterations that are most suitable for the problem. When the experimental studies are examined in detail, the necessary ratios should be calculated by considering the experimental results. Thus, the most suitable crossover rate, optimal mutation rate, optimal number of iterations can be determined.

5. CONCLUSION

One of the most important gains of this study is that genetic algorithm may be the solution for the conference scheduling problem. The proceedings of a conference were recorded in the program prepared within the scope of this study and the related primary discipline name, secondary discipline name and tertiary discipline name were determined. Thus, the sessions and presentation order of a conference were determined. When the results obtained were examined, the effect of crossover rate, mutation rate and iteration number were examined. Therefore, it is not possible to apply an all-round approach by making regular increments about the cross rate and mutation rate. However, the steady increase in the number of iterations has brought the solution closer to a better result. In this study, it

has been determined that crossover and mutation rates should be done by observing experimental results.

REFERENCES

Beyreli, L., Çetindağ, Z., & Celepoğlu, A. (2017), *Yazılı ve sözlü anlatım,* Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

GERŞİL, M., & PALAMUTÇUOĞLU, T. (2013), Ders çizelgeleme probleminin melez genetik algoritmalar ile performans analizi, *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 242-262.

Goldberg D., "Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning", Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company Inc., 1989.

Holland, J. H. (1975). Adaptation in natural and artificial systems . Ann Arbor: Univer- sity of Michigan Press .

Hussain, S. F., & Iqbal, S. (2018). Genetic ACCGA: Co-similarity based Co-clustering using genetic algorithm. Applied Soft Computing, 72, 30-42.

Karaboğa, D. (2014), *Yapay zeka optimizasyon algoritmaları,* Ankara: Nobel Akademi Yayıncılık

Karakoc, M . (2018). SUPPLIER-TASK SCHEDULING FOR THE LOGISTIC SUPPORT REGARDING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT BASED ON PRECEDENCE. *Journal of Management Marketing and Logistics* , 5 (4) , 267-274

Kim, J., Zhang, H., André, P., Chilton, L. B., Mackay, W., Beaudouin-Lafon, M., ... & Dow, S. P. (2013, October). Cobi: A community-informed conference scheduling tool. In *Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology* (pp. 173-182). ACM.

Mahfoud S.W, Goldberg D.E., (1992), A genetic algorithm for parallel simulated annealing, in: R. Männer, B. Manderick (Eds.), Parallel Problem Solving from Nature, Vol. 2, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 1992, pp. 301–310.

Michalewicz, Z., Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, Springer-Verlag, Berlin, 1992

Nicholls, M. G. (2007), A small-to-medium-sized conference scheduling heuristic incorporating presenter and limited attendee preferences, *Journal of the Operational Research Society*, 58(3), 301-308.

Okul, Ş., Aksu, D., Orman, Z. (2019). Investigation of Artificial Intelligence Based Optimization Algorithm. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 11-16.

Potthoff, R. F., & Munger, M. C. (2003). Use of integer programming to optimize the scheduling of panels at annual meetings of the Public Choice Society. Public Choice, 117(1-2), 163-175.

Potthoff, R. F., & Brams, S. J. (2007). Scheduling of panels by integer programming: Results for the 2005 and 2006 New Orleans meetings. *Public Choice*, *131*(3-4), 465-468.

Stidsen, T., Pisinger, D., & Vigo, D. (2018), Scheduling EURO-k conferences, European Journal of Operational Research, 270(3), 1138-1147.

Tanaka, M., Mori, Y., & Bargiela, A. (2002). Granulation of keywords into sessions for timetabling conferences. Proceedings of soft computing and intelligent systems (SCIS 2002), 1-5.

Vangerven, B., Ficker, A. M., Goossens, D. R., Passchyn, W., Spieksma, F. C., & Woeginger, G. J. (2018). Conference scheduling—A personalized approach. Omega, 81, 38-47.

Yang, X.-S., 2010a, A new metaheuristic bat-inspired algorithm, Nature inspired cooperative strategies for optimization (NICSO 2010): 65-74.

Zulkipli, F., Ibrahim, H., & Benjamin, A. M. (2013, April). Optimization capacity planning problem on conference scheduling. In 2013 IEEE Business Engineering and Industrial Applications Colloquium (BEIAC) (pp. 911-915). IEEE

INTERNET OF THINGS: MIGRATION OF 4G TO 5G

Muhammet TAY
Duzce University / Faculty of Engineering / Computer engineering - PhD.
muhammettay@gmail.com

Arafat ŞENTÜRK
Duzce University / Faculty of Engineering / Department of Computer Engineering
arafatsenturk@duzce.edu.tr

Abstract
Besides developing technology, it has gained information about the internet of various objects quickly and continues to become widespread in various fields in the use of the internet of things. The need for the Internet of Things is increasing day by day and parallel to this need, there is a need for spectrum needs, big data analysis and speed. To meet these needs in the field of the Internet of Things, 5G technology is needed. In addition, a new generation of sensors, new architectures and new hardware are needed to meet these needs. This study deals with the changes and requirements that will arise in the field of Internet of Things with 5G technology. It is also aimed to address the hardware problems that may
5G.

Keywords: Internet of Things, 4G, 5G, Frequency Band, Security.

1. INTRODUCTION

Internet of Things (IoT) communication has been growing quite fast lately. Whit that growth index the number of IoT devices and need of connection wirelessly is also growing. The number of devices that connected will be 50 billion by 2020 (Mekki et al. 2019). At this rapid growth rate, in some areas like utility companies, car and manufacturing industries, health and education sectors more devices want to connect network (Ratasuk, Mangalvedhe, and Ghosh 2015). In that point, more devices mean more traffics and data. The wireless communication has made huge progress in a short time and continues to do so (David and Berndt 2018). From first Generation until now (5G) wireless communication has undergone a major evolution. To understand this evolution, we have to focus 5th Generation. 5G offers better solutions in areas such as faster data transfer, latency, IoT and security. And IoT will be the main key factor of 5G (Palattella et al. 2016). With this expected growth, 5th generation technologies bring some innovations. But there may be problems in implementing these innovations. In this study we try to focus of migration of 4G to 5G. problems that may be experienced with this migration will be tried to be listed. These problems can be categorized as base station, battery, migration of 4g to 5g, planning problems.

2. INTERNET OF THINGS

The idea of the Internet of Things is based on the connectivity (Palattella et al. 2016) and that is much more important nowadays. Considerable progress has been made in the development of high speed data transmission and latency with the cellular wireless communications and in the next generation(Khurpade 2018). From that time until now the devices changed. Today we have small and cheap devices (Palattella et al. 2016). IoT connect physical objects through the internet around the world wide (Khalfi, Hamdaoui, and Guizani 2017). IoT led to interact things and machine to machine (M2M) communication between heterogeneous devices (Akpakwu et al. 2018).

The interaction of devices (“things”) wirelessly is an important part of 5G communications. In that interaction there will be some requirements the devices needed like high speed, rapid response, high reliability and energy efficiency (Yu 2017). According to the 5G technology these needs are met but the adaptation process to 5g technology can be problematic (Li, Xu, and Zhao 2018). According to (Guillemin et al. 2013) in the future engineers have deal with the problem of Wideband spectrum occupancy behaviours, Cooperative wideband spectrum sensing, IoT heterogeneity and Energy harvesting in 5G.

3. MIGRATION OF 4G TO 5G

Wireless communication started with first generation of wireless technologies. Since then, many technological changes have taken place, and this has led to generation changes every 10 years. The main reason for these changes lies in the need for wireless communication and the need for remote control of many objects touching human life.

There has been considerable research effort in recent years aimed at developing new wireless networks. A key aspect of this movement has been the development of novel signal transmission techniques and advanced receiver signal processing methods (Fagbohun 2014). 5G technology, which is the latest point of wireless technology, is expected to provide faster data transmission (peak speed 10 Gbps), less latency (1 ms) and 1 million KM^2 connection. But there will be some problems while migration. In these study we have listed these problems under some headings.

Frequency Band

Frequency band is one of the most important problems to be solved. In the 4G the frequency band is between 2-8 Ghz but with the 5G it will be between 30 – 300 Ghz P2P communication and with mmWave (millimeter Wave) the speed is up 10 Gbps (Mubarak, Member, and Esmaiel 2018; Shafi et al. 2017). But mmWare signals are easily absorbed by rain and oxygen and that is the main reason why it is word in a short range. Because of short range there will be more than 4G antennas and it will increase the cost infrastructure.

We need to optimize the performance of existing mobile device antennas for more efficient of next generation of wireless communication. It has to be suitable for hand coverage so according to the author (Gopal and Kuppusamy 2015) Planar Inverted-F antennas (PIFA) can be good choice for IoT and Mobile communications. Beamforming can play an important role for high attenuation(Yang, Hsu, and Hwang 2019).

Security and Privacy

Security is a very important issue in health, smart home and smart network areas. With 5G, security will become even more important (Khurpade 2018; Palattella et al. 2016; Yassein and Aljawarneh 2020). In next generation there will be some additional solution for security. The 5G has higher security risks than the previous 4G because there are more back door applications and openings. to be performed, not only in the telecommunication system, but also in the areas of data management, privacy enforcement, cloud computation, big data, etc (Nizzi et al. 2018).

Needs of Identification and authorization by a protocol. The need for energy-sensitive protocols in the field of authorization. D2D trust management problem. With that need for cloud SLA (Service Layer Agreement) protocol can be designed. Another subject is encryption. Need a new encryption algorithm for complicated IoT systems. And finally Privacy problem. IoT needs layered privacy protocol (Yulei Wu, Haojun Huang, Cheng-Xiang Wang 2012).

4. CONCLUSION

IoT based migration of 4G to 5G, we tried to find solutions to some problems issues by addressing the shortcomings in frequency band and security. According to (Yulei Wu, Haojun Huang, Cheng-Xiang Wang 2012) there are some problems and we try to answer with some solutions. Bass stations integrated with existing IoT devices and conversion of existing base stations. Preventing data loss during migration from 4G to 5G (or vice versa). For security and privacy protection the development of field-based security measures can be improved.

REFERENCES

Akpakwu, Godfrey Anuga, Student Member, Adnan M Abu-mahfouz, and Senior Member. 2018. “A Survey on 5G Networks for the Internet of Things : Communication Technologies and Challenges.” *IEEE Access* 6: 3619–47.

David, Klaus, and Hendrik Berndt. 2018. “6G Vision and Requirements.” *IEEE Vehicular Technology Magazine* 13(July): 72–80.

Fagbohun, Olumuyiwa Oludare. 2014. "Comparative Studies on 3G , 4G and 5G Wireless Technology." 9(3): 88–94.

Gopal, B G, and P G Kuppusamy. 2015. "A Comparative Study on 4G and 5G Technology for Wireless Applications." 10(6): 67–72.

Guillemin, Patrick, Harald Sundmaeker, Markus Eisenhauer, and Klaus Moessner. 2013. *Internet of Things Strategic Research and Innovation Agenda*.

Khalfi, Bassem, Bechir Hamdaoui, and Mohsen Guizani. 2017. "DYNAMIC SPECTRUM MANAGEMENT FOR 5G Extracting and Exploiting Inherent Sparsity for Efficient IoT Support in 5G : Challenges and Potential Solutions." (October): 68–73.

Khurpade, Jyoti Mante. 2018. "A SURVEY ON IOT AND 5G NETWORK." *2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET)*: 1–3.

Li, Shancang, Li Da Xu, and Shanshan Zhao. 2018. "Journal of Industrial Information Integration 5G Internet of Things : A Survey." 10(January): 1–9.

Mekki, Kais, Eddy Bajic, Frederic Chaxel, and Fernand Meyer. 2019. "A Comparative Study of LPWAN Technologies for Large-Scale IoT Deployment." *ICT Express* 5(1): 1–7. https://doi.org/10.1016/j.icte.2017.12.005.

Mubarak, Ahmed S, Student Member, and Hamada Esmaiel. 2018. "LTE / Wi-Fi / MmWave RAN-Level Interworking Using 2C / U Plane Splitting for Future 5G Networks." 6.

Nizzi, Francesca et al. 2018. "Evaluation of IoT and Videosurveillance Applications in a 5G Smart City : The Italian 5G Experimentation in Prato." *2018 AEIT International Annual Conference*: 1–6.

Palattella, Maria Rita et al. 2016. "Internet of Things in the 5G Era : Enablers , Architecture , and Business Models." *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* 34(3): 510–27.

Ratasuk, Rapeepat, Nitin Mangalvedhe, and Amitava Ghosh. 2015. "Overview of LTE Enhancements for Cellular IoT." *2015 IEEE 26th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC)*: 2293–97.

Shafi, Mansoor et al. 2017. "5G : A Tutorial Overview of Standards , Trials ,." 35(6): 1201–21.

Yang, Chi-hau, Chung-yi Hsu, and Lih-tyng Hwang. 2019. "Millimeter Wave Dual Polarization Design Using Frequency Selective Surface (FSS) for 5G Base-Station Applications." *2019 IEEE 69th Electronic Components and Technology Conference (ECTC)*: 2200–2205.

Yassein, Muneer Bani, and Shadi Aljawarneh. 2020. "Challenges and Features of IoT Communications in 5G Networks." : 1–5.

Yu, Heejung. 2017. "What Is 5G ? Emerging 5G Mobile Services and Network Requirements." : 1–22.

Yulei Wu, Haojun Huang, Cheng-Xiang Wang, Yi Pan. 2012. 66 CRC *5G-Enabled Internet of Things*.

ON GENERALIZED HYPERHARMONIC NUMBERS OF ORDER r, $H_n^r(\alpha)$ WITH RIORDAN ARRAYS

Ömer Duran[1]
Kocaeli University / Faculty of Arts and Science / Department of Mathematics
omer20841@gmail.com

Neşe Ömür
Kocaeli University / Faculty of Arts and Science / Department of Mathematics
neseomur@kocaeli.edu.tr

Sibel Koparal
Kocaeli University / Faculty of Arts and Science / Department of Mathematics
sibel.koparal@kocaeli.edu.tr

Abstract
In this study, in [5], the authors defined generalized hyperharmonic numbers of order r, $H_n^r(\alpha)$. Using Riordan arrays and generating functions, we introduce some combinatorial identities involving binomial coefficients and generalized hyperharmonic numbers of order r, $H_n^r(\alpha)$.

Keywords: Riordan arrays, generating function, generalized hyperharmonic numbers, binomial coefficients.

1. INTRODUCTION

Harmonic numbers are important in various branches of combinatorics and number theory. The harmonic numbers are defined by

$$H_0 = 0, \qquad H_n = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{i}, \qquad \text{for } n = 1, 2, \dots .$$

There are some generalizations of the harmonic numbers H_n. The generalization of harmonic numbers, called hyperharmonic numbers, were introduced in 1996 by Convay and Guy [3].

The authors [1] defined the hyperharmonic numbers of order r, $H_n^r(\alpha)$, as follows: for $n, r \geq 1$,

$$H_n^r = \sum_{i=1}^{r-1} H_i^{r-1},$$

where $H_n^0 = \frac{1}{n}$ and for $r < 0$ or $n \leq 0$, $H_n^r = 0$.

Definition 1. In [4], for every ordered pair $(\alpha, n) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{Z}^+$, the generalized harmonic numbers $H_n(\alpha)$ are defined by

$$H_0(\alpha) = 0, \qquad H_n(\alpha) = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{i\alpha^i}.$$

For $\alpha = 1$, the usual harmonic numbers are $H_n(1)$. These exists integral representation in the form $H_n(\alpha) = \int_{L(\alpha)}^{1} \frac{1-(1-x)^n}{x} dx$ with $L(\alpha) = 1 - \frac{1}{\alpha}$.

[1]Corresponding Author.

Definition 2. In [5], the generalized hyperharmonic numbers of order r, $H_n^r(\alpha)$, as follows: For $r < 0$ or $n \leq 0$, $H_n^r(\alpha) = 0$ and for $n, r \geq 1$,

$$H_n^r(\alpha) = \sum_{i=1}^{n} H_i^{r-1}(\alpha),$$

where $H_n^0(\alpha) = \frac{1}{n\alpha^n}$.

The concept of Riordan arrays was introduced in [6] by Shapiro et al.
Recently, by using the concepts of Riordan arrays there are some identities related to special numbers and binomial coefficients ([2], [7] and [8]).

Let $f(x)$ be a formal power series in the determinate. $f(x)$ has the form

$$f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} f_k x^k.$$

Riordan array is defined by a couple of analytic functions or formal power series $R = (g(x), f(x)) = \left[r_{n,k} \right]_{n,k\geq 0}$, $g(0) \neq 0$, such that the generic of R is

$$r_{n,k} = [x^n]\, g(x)\big(xf(x)\big)^k, \tag{1}$$

where $[x^n]f(x)$ denotes the coefficient of x^n in $f(x)$. From this definition, $R = (\, g(x), f(x))$ is an infinite, lower triangular array. If $f(0) \neq 0$, the Riordan array is called proper. An important example of a Riordan array is the Pascal triangle, defined by $\left[\binom{n}{k}\right] = \left(\frac{1}{1-x}, \frac{1}{1-x}\right)$. We denote by $\mathfrak{R}$ the set of proper Riordan arrays. It is known [6] that $(\mathfrak{R}, *)$ forms a group under matrix multiplication $*$ with the identity $I = (1,1)$:

$$\big(g(x), f(x)\big) * (h(x), l(x)) = \big(g(x)h(xf(x))\,, f(x)l(xf(x))\big).$$

Basically, the concept of a Riordan array is used in a constructive way to find the generating function of many combinatorial sums. For any sequence $\{h(x)\}$, the summation property for a Riordan array $R = (g(x), f(x)) = \left[r_{n,k} \right]_{n,k\geq 0}$ is

$$\sum_{k=0}^{n} r_{n,k} h_k = [\, x^n] g(x) h\big(xf(x)\big). \tag{2}$$

From special cases, it is seen that the Riordan array method is powerful for dealing with harmonic numbers identities.

In [7], the author obtained some identities involving binomial coefficients, harmonic numbers and the Euler sum identities by Riordan arrays. For example, for $n \geq 0, m \geq k$

$$\sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k}^2 H_k = \binom{2n}{n} (2H_n - H_{2n}),$$

$$\sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k}\binom{m}{k} H_k = \binom{n+m}{m} H_n - H_{n+m} + H_m.$$

In [8], the author established several general summation formulas, from which series involving number are obtained. For example,

$$\sum_{k=0}^{n}(-1)^k\binom{n}{k}H_{k+i}^2=\frac{1}{n}(2H_{n-1}-H_{n+i}-H_i)\binom{n+i}{i}^{-1},$$

$$\sum_{k=0}^{n}\binom{n+r-k-1}{n-k}\binom{k+s}{r+s}H_{k+s}=\binom{n+r+s}{r+s}(H_{n+r+s}-H_{r+s}+H_s).$$

2. ON GENERALIZED HYPERHARMONIC NUMBERS OF ORDER r, $H_n^r(\alpha)$ WITH RIORDAN ARRAYS

In this section, we will give some identities involving generalized hyperharmonic numbers of order r, $H_n^r(\alpha)$ with Riordan arrays.
Generating function of $H_n^r(\alpha)$ is defined by

$$\sum_{n=0}^{\infty}H_n^r(\alpha)x^n=-\frac{\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)}{(1-x)^r}. \tag{3}$$

Lemma 1. For every $m\in N$, we have

$$\sum_{n=0}^{\infty}\binom{n+m}{m}x^n=\frac{1}{(1-x)^{m+1}}.$$

Lemma 2. For $n\in N$, let $R=[H_{n-k}^k]$ be Riordan matrix. Then,

$$[H_{n-k}^k]=\left(-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right),\frac{1}{1-x}\right).$$

Proof. From (1), we have

$$\begin{aligned}r_{n,k}&=[x^n]\left(-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)\right)\left(\frac{x}{1-x}\right)^k=[x^n]\frac{-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)}{(1-x)^k}x^k\\&=[x^{n-k}]\frac{-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)}{(1-x)^k}=[x^{n-k}]\sum_{i=1}^{\infty}H_i^k(\alpha)x^i=H_{n-k}^k(\alpha),\end{aligned}$$

as claimed.
Theorem 3. Let $n,m\in N$ such that $n>m+1$. Then,

$$\sum_{k=0}^{n}\binom{k+m}{m}(-1)^kH_{n-k}^k(\alpha)=\sum_{k=0}^{m+1}\binom{m+1}{k}(-1)^k\frac{1}{(n-k)\alpha^{n-k}}.$$

Proof. From Lemma 1 and Lemma 2, we have $R=\left(-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right),\frac{1}{1-x}\right)$ and $h(x)=\frac{1}{(1+x)^{m+1}}=\sum_{n=0}^{\infty}\binom{n+m}{m}(-x)^n$. After that, by (2), we write

$$\sum_{k=0}^{n}H_{n-k}^k(\alpha)(-1)^k\binom{k+m}{m}=[x^n]\left(-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)\right)\frac{1}{\left(1+\frac{x}{1-x}\right)^{m+1}}$$

$$= [x^n]\left(-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)\right)(1-x)^{m+1}$$
$$= [x^n]\sum_{i=1}^{\infty}\frac{1}{\alpha^i}\frac{x^i}{i}\sum_{k=0}^{m+1}\binom{m+1}{k}(-1)^k x^k$$
$$= \sum_{k=0}^{m+1}\binom{m+1}{k}(-1)^k[x^{n-k}]\sum_{i=1}^{\infty}\frac{1}{\alpha^i}\frac{x^i}{i}$$
$$= \sum_{k=0}^{m+1}\binom{m+1}{k}(-1)^k\frac{1}{(n-k)\alpha^{n-k}}.$$

Thus, we have the proof.

Corollary 1. For $n \geq 3$, we have

i. $$\sum_{k=0}^{n}(-1)^k(k+1)H_{n-k}^{k}(\alpha) = \frac{1}{n\alpha^n} - \frac{2}{(n-1)\alpha^{n-1}} + \frac{1}{(n-2)\alpha^{n-2}},$$

ii. $$\sum_{k=0}^{n}(-1)^k H_{n-k}^{k}(\alpha) = \frac{1}{n\alpha^n} - \frac{1}{(n-1)\alpha^{n-1}},$$

iii. $$\sum_{k=0}^{n}(-1)^k k H_{n-k}^{k}(\alpha) = \frac{-1}{(n-1)\alpha^{n-1}} + \frac{1}{(n-2)\alpha^{n-2}}.$$

Proof. If we take $m = 1$ for i. and $m = 0$ for ii. in Theorem 3, then proofs are over for i. and ii.. After that, we can get iii. from i. and ii..
For example, when $\alpha = 1$ in Corollary 1, we get

$$\sum_{k=0}^{n}(-1)^k(k+1)H_{n-k}^{k} = \frac{2}{n(n-1)(n-2)},$$

$$\sum_{k=0}^{n}(-1)^k H_{n-k}^{k} = \frac{-1}{n(n-1)},$$

$$\sum_{k=0}^{n}(-1)^k k H_{n-k}^{k} = \frac{1}{(n-1)(n-2)}.$$

Theorem 4. For $n, m \in N$, we have

$$\sum_{k=0}^{n}\binom{k+m}{m}H_{n-k}(\alpha) = H_n^{m+2}(\alpha).$$

Proof. Let $R = [H_{n-k}(\alpha)] = \left(\frac{-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)}{1-x}, 1\right)$ and $h(x) = \frac{1}{(1-x)^{m+1}}$. After this, we write

$$\sum_{k=0}^{n}H_{n-k}(\alpha)\binom{k+m}{m} = [x^n]\frac{-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)}{1-x}\frac{1}{(1-x)^{m+1}} = [x^n]\frac{-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)}{(1-x)^{m+2}} = H_n^{m+2}(\alpha),$$

as claimed.

Corollary 2. For $n, m \in N$, we have

$$\sum_{k=0}^{n} \binom{k+m}{m} H_{n-k} = H_n^{m+2}.$$

Proof. If we take $\alpha = 1$ in Theorem 4, proof can be completed.
For example, when $m = 1$ in Corollary 2, we can get

$$\sum_{k=0}^{n} (k+1) H_{n-k} = H_n^3.$$

Lemma 5. For $n, m \in N$,

$$\sum_{n=0}^{\infty} \binom{n}{m} x^n = \frac{x^m}{(1-x)^{m+1}}.$$

Theorem 6. Let $n, m \in N$ such that $n > m+1$. Then,

$$\sum_{k=0}^{n} \binom{k}{m} (-1)^k H_{n-k}^k(\alpha) = (-1)^m \left(\frac{1}{(n-m)\alpha^{n-m}} - \frac{1}{(n-m-1)\alpha^{n-m-1}} \right).$$

Proof. From Lemma 5, we have $R = \left[H_{n-k}^k(\alpha)\right] = \left(-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right), \frac{1}{1-x}\right)$ and $h(x) = \frac{(-x)^m}{(1+x)^{m+1}}$. Then, we write

$$\begin{aligned}
\sum_{k=0}^{n} H_{n-k}^k(\alpha) \binom{k}{m} (-1)^k &= [x^n] \left(-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)\right) \frac{\left(\frac{-x}{1-x}\right)^m}{\left(1+\frac{x}{1-x}\right)^{m+1}} \\
&= [x^{n-m}] \left(-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)\right) (1-x)(-1)^m \\
&= (-1)^m \left([x^{n-m}] \left(\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{\alpha^i} \frac{x^i}{i} \right) - [x^{n-m-1}] \left(\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{\alpha^i} \frac{x^i}{i} \right) \right) \\
&= (-1)^m \left(\frac{1}{(n-m)\alpha^{n-m}} - \frac{1}{(n-m-1)\alpha^{n-m-1}} \right).
\end{aligned}$$

Thus, the proof is completed.

Corollary 3. Let $n, m \in N$ such that $n > m+1$. Then,

$$\sum_{k=0}^{n} \binom{k}{m} (-1)^k H_{n-k}^k = \frac{(-1)^{m+1}}{(n-m)(n-m-1)}.$$

Proof. If we take $\alpha = 1$ in Theorem 6, proof can be completed.

Theorem 7. Let $n, m \in N$ such that $n > m$. Then,

$$\sum_{k=0}^{n} \binom{-m}{k} (-1)^k H_{n-k}^k(\alpha) = \sum_{k=0}^{m} (-1)^k \binom{m}{k} \frac{1}{(n-k)\alpha^{n-k}}.$$

Proof. If we take $h(x) = (1+x)^{-m}$ and $R = \left(-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right), \frac{1}{1-x}\right)$, the proof will be same as the proof of Theorem 6.

Corollary 4. Let $n, m \in N$ such that $n > m$. Then,

$$\sum_{k=0}^{n} \binom{-m}{k} (-1)^k H_{n-k}^{k} = \sum_{k=0}^{m} (-1)^k \binom{m}{k} \frac{1}{(n-k)}.$$

Proof. If we take $\alpha = 1$ in Theorem 7, proof can be completed.

Theorem 8. For $n, m \in N$ such that $n > m$,

$$\sum_{k=0}^{n} \binom{k}{m} H_{n-k}(\alpha) = H_{n-m}^{m+2}(\alpha).$$

Proof. If we take $h(x) = \frac{x^m}{(1-x)^{m+1}}$, we get

$$\sum_{k=0}^{n} H_{n-k}(\alpha) \binom{k}{m} = [x^n] \frac{-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)}{1-x} \frac{x^m}{(1-x)^{m+1}} = [x^{n-m}] \frac{-\ln\left(1-\frac{x}{\alpha}\right)}{(1-x)^{m+2}} = H_{n-m}^{m+2}(\alpha).$$

as claimed.

Corollary 5. For $n, m \in N$ such that $n > m$, we have

$$\sum_{k=0}^{n} \binom{k}{m} H_{n-k} = H_{n-m}^{m+2}.$$

Proof. If we take $\alpha = 1$ in Theorem 8, proof can be completed.

For example, when $m = 2$ in Corollary 5, we have

$$\sum_{k=0}^{n} k(k-1) H_{n-k} = 2H_{n-2}^{4}.$$

REFERENCES

[1] BENJAMIN, A.T., GAEBLER D. and GAEBLER R., (2003), A combinatorial approach to hyperharmonic numbers, *Integers, Electron. J. Combin. Number Theory*, 3, 1-9.

[2] CHEON, G. S., EL-MIKKAWY, M.E.A., (2008), Generalized harmonic numbers with Riordan arrays, *Journal of Number Theory*, 128, 413-425.

[3] CONWAY, J.H., GUY, R.K., 1996, *The book of numbers*, Copernicus.

[4] GENČEV, M., (2011), Binomial sums involving harmonic numbers, *Mathematica Slovaca*, 61(2), 215-226.

[5] ÖMÜR, N., BILGIN, G., (2018), Some applications of the generalized hyperharmonic numbers of order r, $H_n^r(\alpha)$, *Advances and Applications in Mathematical Science*, 17(9), 617-627.

[6] SHAPIRO, L.W., GETU, S., WOAN, W.J., WOODSON, L., (1991), The Riordan group, *Discrete Appl. Math.*, 34, 229-239.

[7] WANG, W. S., (2015), Sums of involving the harmonic numbers and the binomial coefficients, American Journal of Computational Mathematics, 5, 96-105.

[8] WANG, W., (2010), Riordan arrays and harmonic number identities, Computers and Mathematics with Applications, 60, 1494-1509.

KARAMAN ENERJİ VERİMLİLİK MERKEZİ (KAREN)

Doç. Dr. Selmin Ener Ruşen
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Akademik Enerji (AKEN)
selmin.enerrusen@gmail.com

Doç. Dr. Aydın Ruşen
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Akademik Enerji (AKEN)
aydinrusen@kmu.edu.tr

Özet
Türkiye'de enerji verimliliğinin iyileştirilmesi ve sera gazı emisyonlarının azaltılması için önemli bir potansiyel bulunmaktadır. Bu çalışmada, ülkemizdeki genel enerji potansiyeli ortaya konulmuş ve temel verimlilik uygulamalarını açıklanarak özellikle KOP (Konya Ovası Projesi) bölgesi açısından sanayide enerji verimliliğinin önemi özetlenmiştir. Ayrıca ülkemizde enerji verimliliği yasaları ve yönetmelikleri ile enerji yönetimi hakkında bilgi verilmiştir. Bu yasalar çerçevesinde, enerji verimliliğini artırmak amacıyla enerji verimliliği merkezlerinde eğitim almış enerji yöneticileri görevlendirilmiştir. Bu bağlamda, Karaman Enerji Verimliliği Merkezi (KAREN) Projesi, Konya Ovası Bölgesel Kalkınma İdaresi Başkanlığı'nın finansal desteği ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi aracılığıyla yürütülmektedir. Bu proje, sanayi işletmelerinin tesis ve operasyonlarında etkin enerji yönetimini üstlenmelerine yardımcı olacak geniş bir yelpazede ki önlemleri destekleyerek, öncelikle KOP bölgesinde ve Türk sanayide enerji verimliliğini artıracaktır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Verimliliği, Enerji Yönetimi, Sanayi, Karaman Enerji Verimlilik Merkezi

KARAMAN ENERGY EFFICIENCY CENTER (KAREN)

Abstract
There is clearly a great potential in Turkey for improving energy efficiency and reducing greenhouse gas emissions. In this study, the overall energy potential in our country has been demonstrated and the importance of energy efficiency in the industry is summarized by explaining the basic efficiency practices, especially in terms of KOP (Konya Plain Project) region. In addition, information about energy efficiency laws and regulations and energy management has been given in our country. Within the framework of these laws, energy managers trained in energy efficiency centers are appointed in order to increase energy efficiency in the industry. In that context, the Karaman Energy Efficiency Center (KAREN) Project is now being implemented through Karamanoglu Mehmetbey University, with the financial support of the Konya Plain Project (KOP) Regional Development Administration. This project will improve the energy efficiency in the Turkish industry, on firstly in the KOP region, by supporting a wide range of measures to assist industrial enterprises to undertake effective energy management in their plants and operations.

Keywords: Energy Efficiency, Energy Management, Industry, Karaman Energy Efficiency Center.

1. GİRİŞ
Günümüzde enerji üretiminde küresel ısınmanın ve çevre kirliliğinin önlenmesi için yenilenebilir ve temiz enerji üretimine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kaynakların etkin ve verimli kullanımı ise kaynağın varlığı kadar önemlidir. Ancak nüfus artışı ve sanayileşmenin artmasıyla enerjiye olan ihtiyaç da günden güne artmaktadır. Enerji ihtiyacının çoğu fosil yakıtlar ile karşılanmakta ve buna bağlı olarak oluşan zararlı gazlar, yaşadığımız çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bağlamda, enerjiyi verimli ve doğru kullanmak birçok ülkenin belirlediği ilk hedefler arasındadır. Kısaca, geleceğe dönük kalkınmanın ana kaynağı olan enerjinin; gerektiğinde ve doğru zamanda kullanımı ve düşük maliyet ile tedarik edilmesinin önemi günden güne artmaktadır. Yenilenebilir, çevreci, çeşitlendirilmiş ve

sürdürülebilir enerji kaynağının oluşturulması ve verimli kullanılması bir ülkenin dışa bağımlılığını ortadan kaldıracak en önemli alandır. Bu nedenle dünya ölçeğinde enerji bağımsızlığı her ülkenin birinci politikasını oluşturmaktadır (Kopaç, 2000; Abdelaziz ve ark., 2011; World Energ Counncil, 2010).

Ülkemiz kullanmış olduğu enerjinin yaklaşık olarak % 75'ni dış ülkelerden ithal etmektedir. Ayrıca, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın tahminlerine göre 2023 yılında birincil enerji talebinin yüksek oranda artışlarla devam edeceği öngörülmektedir (TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 2012; Çağman, 2014). Ülkemizde de artan enerji talebi ve enerjinin verimli kullanılamaması sonucu enerjide dışa bağımlılığı artmaktadır. Bu bağlamda ülkemiz için sürdürülebilir kalkınma alanında önemli bir faktör de enerji verimliliğidir. Enerjinin üretiminden tüketimine kadar her noktada enerji verimliliğinin geliştirilmesi ve gereksiz kullanımların azaltılarak enerjide israfın önlenmesi yoluyla enerji yoğunluğunun azaltılması ülkemizin öncelikli enerji politikaları arasındadır (Doğan ve Yılankırkan, 2015).

Bu çerçevede, Türkiye için enerji verimliliğinin arttırılması, verimlilik üzerine Ar-Ge çalışmalarının geliştirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının katkısının arttırılması, ülkemizin ihtiyaç duyduğu Enerji Yöneticilerinin yetiştirilebilmesi, sanayi ve kamuda ihtiyaç duyulan enerji verimliliği arttırıcı Ar-Ge projelerinin gerçekleştirilmesi son derece önemlidir. Sanayide özellikle üretim aşamasında kullanılan enerji miktarının azaltılmasına ve verimli kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılması ile Türkiye'nin 2023 yılı için belirlediği enerji yoğunluğunun %20 azaltılması ve CO_2 salınım oranının %20 azaltılması yönündeki enerji hedeflerine de önemli katkıda bulunulacaktır.

Konya Ovası Projesi (KOP), Karaman, Konya, Nevşehir, Niğde, Kırıkkale, Kırşehir, Aksaray ve Yozgat illerinden oluşan bölgeyi kapsamaktadır. KOP İdaresi Başkanlığı'nın destekleri ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniverstisi (KMÜ) Enerji Verimliliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (KAREN) tarafından yürütülen "Karaman Enerji Verimlilik Merkezi" projesi KOP Bölgesi başta olmak üzere ülke çapında enerji verimliliği konusunda bilinçlendirme çalışmaları yaparak verimsiz enerji kullanımının önemli ölçüde azaltılması için çalışmaktadır (www.kmu.edu.tr/akademikenerji).
Enerji verimliliğinin uygulamaları yolu ile elde edilecek enerji tasarrufu ekonomimiz üzerindeki en önemli yük olan birincil enerji kaynağındaki dışa bağımlılığımızın azaltılmasına büyük katkı sağlayacaktır. Ayrıca, enerji verimliliği artırılarak enerji tüketiminin azaltılması ile giderek artan enerji talepleri azaltılmış olacaktır (Rudberg ve ark. 2013; Ener Ruşen, 2017).

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği belirli bir hizmet (ısıtma, soğutma gibi) veya üretim için harcanan enerji miktarının, teknolojik uygulamalar veya teknik olmayan (daha iyi organizasyon ve yönetim, davranış değişiklikleri gibi) önlemlerle azaltılmasıdır. Aynı enerji miktarı harcanarak üretilen ürün miktarının arttırılması da enerji verimliliği olarak tanımlanmaktadır. Ekonomik olarak enerji verimliliği; yatırım yapılan her birim katma değer yani GSYH (Gayrisafi Yurt İçi Hasıla) başına tüketilen enerjinin düşmesidir (MMO, 2018). Bahsedildiği üzere enerjinin verimli kullanılması ülkemiz için hayati bir konudur. Mevcut tesislerde enerji verimliliğinin artırılması, yeni kurulacak sistemlerde enerji verimli teknoloji ve ekipman seçimi ile enerji yoğunluğunun ivedilikle düşürülmesi gerekmektedir. Enerjinin her tesiste düzgün yönetilebilmesi için yetkin enerji yöneticilerinin yetiştirilmesi de son derece önemlidir.

2.2. Enerji Verimliliği Potansiyeli

Enerji üretimi alanında kurulu gücümüz 2018 yılı itibariyle; % 32 hidrolik, % 8 rüzgâr, % 5 güneş, % 1,3 jeotermal yenilenebilir enerji ve % 26 doğalgaz, % 21 kömür olmak üzere fosil yakıtlar, % 6 diğer kaynaklar olarak bildirilmiştir (www.enerji.gov.tr).

Enerji kullanımının giderek arttığı ülkemizde ihtiyaç duyulan enerjinin yerli kaynaklar kullanılarak üretilmesi kadar verimli kullanılması da elzemdir. Ayrıca, enerjide verimliliğin arttırılması ülkemizin dışa bağımlılığının azalmasında en etkili yöntemlerdendir. Bu bağlamda enerjinin etkin ve verimli

kullanımını sağlayacak enerji yöneticilerinin yetiştirilmesi son derece önemlidir. Enerji yöneticisi, enerji yöneticisi veya eğitim-etüt-proje sertifikasına sahip kişidir ve binalarda, sanayide enerjinin yönetimi ile ilgili konularda sorumluluk sahibidir. Enerji Yöneticileri, 2 Mayıs 2007 tarih ve 26510 sayılı Resmi Gazete'de bildirilen 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve 25 Ekim 2008 tarih ve 27035 sayılı Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik doğrultusunda belirli bir seviyenin üzerinde kapalı alana sahip veya yıllık enerji tüketimi yüksek işletmelerde çalışmak zorundadır (Resmi Gazete, 2012). Enerji Yöneticisi çalıştırma zorunluluğu, yıllık enerji tüketimi 1000 TEP (Ton Eşdeğer Petrol) ve üzeri olan ve toplam kapalı alanı 500 m^2 olan işletmeleri kapsamaktadır (www.emo.org.tr).

Enerji ve sanayi sektöründeki gelişmeler ve direkt veya endirekt olarak üretim yapan firmaların artması ile birlikte bu alanda Enerji Yöneticisi istihdam sayısı her geçen gün artmaktadır. Ayrıca enerjinin etkin kullanımı ve verimliliği artırmak için yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Kanunu ve Enerji Kaynakları ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik gereğince, ülkemizde yıllık enerji tüketimi 1000 TEP ve üzeri olan işletmelerde enerji yöneticisi görevlendirilmesi zorunlu hale getirilmiştir. Bu kanun ve yönetmelik gereğince bölgemizde ve Türkiye'de orta ve büyük işletmelerin hepsi ile kamu kurum ve kuruluşları Enerji Yöneticisi istihdam etmek durumunda bulunmaktadır. Küçük işletmelerde ise Organize Sanayi Bölgeleri veya bağlı bulundukları kurumdan Enerji Yöneticisi hizmeti alma zorunluluğu vardır (Baechler ve ark., 2011).

2.3. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Enerji Verimliliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (KAREN)

Türkiye'de şu anda enerji verimliliği alanındaki en önemli problem bilinç eksikliği olarak görünmektedir. Bu nedenle farkındalık çalışmalarının yapılması, kaliteli, etkin ve çok sayıda Enerji Yöneticisinin istihdam edilmesi ve enerji verimlilik çalışmalarının sahada yaygınlaştırılması gerekmektedir. Günümüzde Türkiye'de yaklaşık 10.000'e yakın enerji yöneticisi sertifikasına sahip kişi bulunmaktadır. Bu sayının arttırılması gerekmektedir (Enerji Dergisi; Kanoğlu, 2010; Güngör, 2016). İç Anadolu bölgesinde ve ülkemiz genelinde enerjinin verimli kullanılması ve yönetimi konusundaki farkındalığın yükselmesi sayesinde bu alanda yetişmiş insan kaynağına olan ihtiyaç da çoğalacaktır.

Bu bağlamda ülkemizdeki enerji yöneticisi sayısının hızla artması, gereken eğitimlerin yetkin kişiler tarafından verilmesi, enerji Ar-Ge çalışmalarının sürdürülmesi amacıyla Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi bünyesinde Enerji Verimliliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (KAREN) Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığı'nın onayı ile Mart 2019 tarihinde kurulmuştur. KAREN, Enerji Verimliliği Ar-Ge çalışmaları, farkındalık eğitimleri, danışmanlık, uygulamalı eğitim konusunda hizmet vermektedir. İç Anadolu Bölgemizde Enerji Verimliliği üzerine faaliyet gösteren TEK merkezdir.
KAREN'in amaçlarından bir diğeri ise etkin olarak enerji yöneticisi sertifika eğitimi veren kuruluş olmaktır. Bu amaç doğrultusunda yapılan faaliyetler kapsamında uygulamalı eğitim faaliyetleri düzenlenecek ve Türkiye genelinde, özellikle bölgemizde bulunan mühendislere sertifika eğitimleri verilebilecek ayrıca enerji verimliliği Ar-Ge ve danışmanlık hizmetlerini yürütecektir.

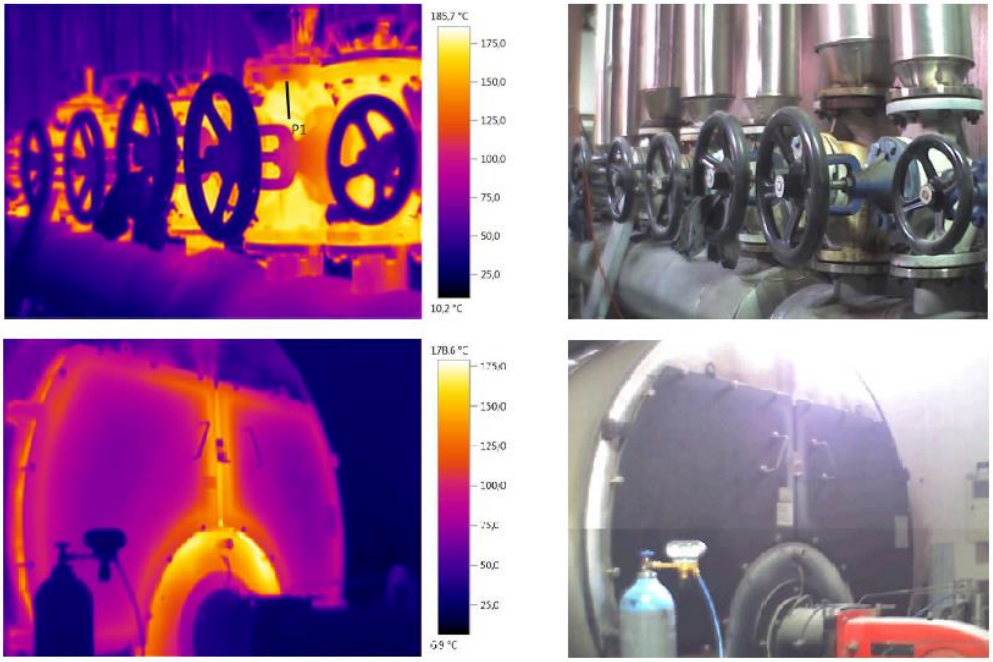
2.3. Enerji Verimliliği Uygulamaları

Sanayiye yönelik enerji verimliliği çalışmalarında öncelikle incelenen işletmenin enerji kullanımı açısından durumunu ortaya koymak gerekmektedir. Bu bağlamda enerji etüt çalışmaları enerji verimliliğini artırmaya yönelik yapılabilecek uygulamaların araştırılmasında ilk işlem basamağıdır. Enerji etüdünde ikinci aşama ise; işletme içerisinde enerji tüketimi yoğun olan ve enerji verimliliğe yönelik çalışma yapılabilecek ekipmanları belirleyerek üzerinde uygun ölçüm noktaları tespit etmektir. Sanayi kollarına göre kullanılan ekipmanlarda farklılıklar olsa da her işletmede var olan ve enerji tüketimi yüksek olan temel sistemler gruplandırılarak aşağıda sıralanmıştır (Çağman, 2014). Bunlar:

i) Aydınlatma Sistemleri,
ii) Basınçlı Hava Sistemleri,
iii) Kazan-Fırın Sistemleri,
iv) Elektrik Motorları,
v) İklimlendirme (ısıtma-soğutma) Sistemleri

şeklinde beş grup olarak belirlenebilir (MMO 2018; Ener Rusen ve ark. 2018; Baechler ve ark. 2011). Herhangi bir işletmede gerçekleştirilecek enerji etüdünde değişik enerji tasarruf potansiyeline sahip uygulamalar ortaya çıkabilmektedir. Bu durumda tasarruf potansiyeli yüksek bir uygulamadan başlayarak enerji kazancı sağlayacak önlemler alınması durumunda ekonomik kazancında o denli yüksek olacağı aşikardır.

Bir işletmede etüt yapılan ve enerji yoğun olarak belirlenen sistemlerde veya sistem ekipmanları üzerinde enerjinin daha verimli olarak kullanılmasını sağlayacak tasarım, değişiklik, değişim ve düzenleme işlemlerinin tümüne Verimlilik Artırıcı Proje (VAP) denilmektedir. Sistem üzerinde geliştirilecek Verimlilik Artırıcı Projelerin (VAP) uygulanabilirliği; yatırım maliyeti, kazanç miktarı ve geri ödeme süresi gibi parametrelerin ekonomik analizlerin yapılması sonucunda belirlenmektedir. KAREN bünyesinde sanayide enerji verimliliği araştırmaları kapsamında gerçekleştirilmiş örnek bir çalışma bu bildiride incelenmiştir. Karaman'da bisküvi, kek, gofret ve çikolata üretimi yapan ve yıllık ortalama 5000 TEP üzerinde enerji tüketimi olan bir hazır gıda fabrikasının bisküvi üretim hattında enerji ölçümleri yapılmıştır. İşletmeye ait aydınlatma armatürleri, buhar kazanı, pişirme fırını, elektrik motorları ve soğutma sistemi enerji verimliliği açısından incelenmiştir. Yapılan ölçümlere ait buhar kazanı ve vana gruplarının termal kamera görüntüleri Şekil 1'de örnek olarak verilmiştir. Burada buhar kazanının ön yüzeyinde ve vana gruplarında dış yüzey sıcaklığının 175 ºC'ye kadar çıkabildiği görülmektedir.



Şekil 1. İşletmede bulunan Buhar Kazanı ve Buhar Vana gruplarına ait termal kamera görüntüleri

Şekil 1'de görülen yalıtımsız yüzeylerin ve vanaların yalıtımı sonrasında dış yüzey sıcaklığının makul değerlere (~40 ºC) düşürülmesi ile önemli oranda enerji tasarrufu sağlanabileceği hesaplanmıştır. Bu işlem için öngörülen basit geri ödeme süresinin bir yıldan daha kısa olacağı hesaplanmıştır (Ener Rusen ve ark., 2018).

Ayrıca, alınan ölçümlerden yola çıkılarak yapılan hesaplamalar neticesinde işletmede enerji tasarrufu potansiyeli olan üniteler tespit edilerek Verim Artırıcı Projeler (VAP) önerilmiştir. Önerilen VAP'lar aşağıda verilmiştir.

1. Buhar kazanı baca gazı atık ısısını kullanarak sıcak su eldesi projesi (Ekonomizer uygulaması),
2. Buhar kazanı vana gruplarının ve Boyler kazanının yalıtımı projesi,
3. Eski ve verimsiz elektrik motorlarının verimli motorlar ile değişimi projesi,
4. Aydınlatma armatürlerinin LED'ler ile değişimi projesi,

5. İşletmedeki fırınlara ait baca gazı atık ısısını kullanarak fırın yakma havasının ısıtılması projesi (reküperatör uygulaması) (Ener Rusen ve ark., 2018; Wang ve ark., 2014).

İşletmeye yukarıda önerilen verim artırıcı projelerin uygulanması neticesinde tasarruf edilmesi beklenen toplam enerji miktarı 50,96 TEP/Yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca tasarruf tutarı 104099,00 TL/Yıl (14.01.2016, 1$=3.0328TL) olarak belirlenmiştir. Yapılan ekonomik analiz sonrasında VAP uygulamalarının 0,3 ile 4,5 yıl arasında farklı geri ödeme sürelerinin olduğu hesaplanmıştır.

Bisküvi fabrikasında incelenen ekipmanın toplam enerji tüketimi dikkate alındığında, yapılacak VAP uygulamaları ile yaklaşık % 8 oranında enerji tasarrufu sağlanmış olunacağı hesaplanmıştır. Bu oran, işletmede uygulanacak ek önlemler ve detaylı projeler ile genişletilebilir. Ayrıca, tüm ekipmanlarda enerji tüketimini takip edebilecek, gerektiğinde VAP uygulamaları gerçekleştirebilecek, bu konudaki güncel gelişmeleri takip edebilecek ve enerji verimliliği konusunda personelin farkındalığını arttıracak eğitimler verebilecek bir enerji yöneticisi istihdam edilmesi işletme için önemli bir kazanç sağlayacaktır.

Ayrıca, enerji verimliliği konusunda ölçümlerin yapılması ve enerji etüdü sonucunda önerilen VAP uygulamalarının gerçekleştirilmesi işletme yönetiminin konu hakkındaki bilgisine ve kararlılığına bağlıdır. Bu sebeple enerji verimlilik uygulamalarının faydalarının net olarak ortaya konarak işletme yönetiminin bu konuda bilinçlendirilmesi oldukça önem arz etmektedir. Ancak, birçok yönetici maliyet yönünden oldukça etkin olan çeşitli VAP uygulamalarını genellikle finansman eksikliği nedeniyle ertelemektedir. Bu finansman sorunu VAP uygulamaları için sunulan çeşitli desteklerden yararlanılarak giderilebilir.

3. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, enerji verimliliği, yönetimi, potansiyeli ortaya konulmuş ve sanayideki temel verimlilik uygulamaları açıklanarak özellikle Konya Ovası Projesi (KOP) bölgesi açısından sanayide enerji verimliliğinin önemi özetlenmiştir. Ek olarak kullanılan enerjinin verimliliğinin arttırılmasında etkin rol oynayacak eğitim almış enerji yöneticilerinin yetiştirilmesinin önemi vurgulanmıştır. Ayrıca, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi bünyesinde kurulan Enerji Verimliliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (KAREN) hakkında bilgiler verilerek, merkez bünyesinde yapılan sanayide enerji verimliliği uygulamalarına örnek verimlilik arttırıcı çalışmalara değinilmiştir. Ülkemizde bulunan güçlü sanayi kuruluşlarının bu tür enerji verimlilik uygulamalarını hayata geçirmeleri için yetkili enerji yöneticilerini istihdam etmelerinin zorunlulukları kanun ve yönetmelikler ile anlatılmıştır.

Ülkemizin ihtiyacı olan sertifikalı enerji yöneticilerinin yetiştirilmesi, enerji konusunda farkındalık oluşturulması ve enerji verimliliğinin arttırılmasına katkı sunmak amacıyla kurulan KAREN, KOP bölgesinde ilk enerji verimlilik merkezi olarak faaliyet göstermektedir. KAREN'in bölge sanayine ve kamuya sunacağı Ar-Ge çalışmaları, teknik destek ve danışmanlıklar sayesinde işletmelerin dünya çapında rekabet gücünün artacağı, ülkemizin enerjide dışa bağımlılığının ve çevresel olarak zararlı gaz salınımların azalacağı öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Enerji Verimliliği Uygulama ve Araştırma Merkez'inin kurulumunda desteklerinden dolayı Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi'ne T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı KOP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Abdelaziz, E.A., Saidur, R, ve Mekhilef, S. (2011), A Review on Energy Saving Strategies in Industrial Sector, *Renew Sustain Energy Rev*, 15-1, 150–168.

Baechler, M., Strecker, C., ve Shafer, J. (2011), A Guide to Energy Audits, *Technical Report, Pacific Northwest National Laboratory* (PNNL-20956).

Çağman, S. (2014), *Bir Sanayi kuruluşunda, detaylı Enerji Etüt Çalışması ve Verimlilik İmkânların Değerlendirilmesi*.

Doğan ve Yılankırkan (2015), *Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Projeksiyonu*.

Ener Ruşen, S. (2017), Bir Gıda Fabrikasında Enerji Verimliliği Çalışmaları, *8. Enerji Verimliliği Forumu ve Fuarı*, İstanbul, Türkiye, 11-12 Ocak 2017.

Ener Ruşen, S., Topçu, M.A., Çeltek, S. A., Karanfil Celep, G., Ruşen, A. (2018), Investigation of energy saving potentials of a food factory by energy audit, *Journal of Engineering Research and Applied Science*, 7(1), 848-860.

Güngör, M. (2016), *Enerji Dergisi*.

Kanoğlu, M. (2010), *Enerji Verimliliği Örnek Projeleri.*

Kopaç, M., (2000), Bir Enerji Santraline Enerji ve Ekserji Analizinin Uygulanması, *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi,* 20, 3–4.

MMO (2018). Türkiye'nin Enerji Görünümü, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayını (MMO-691)*, Ankamat Matbaacılık San. Ltd. Şti.

Resmi Gazete (2012), *Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik.*

Rudberg, M, Waldemarsson, M, and Lidestam, H. (2013), Strategic Perspectives on Energy Management: A Case Study in the Process Industry, *Appl Energy*, 104, 487–496.

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, (2012), *Enerji Verimliliği Raporu*.

Wang, L. (2014), Energy Efficiency Technologies for Sustainable Food Processing, *Energy Efficiency*, 7-5, 791–810.

World Energy Council (2010), *Energy Efficiency: A Recipe for Success*.

www.enerji.gov.tr

www.emo.org.tr

www.kmu.edu.tr/akademikenerji/sayfa/2069/

ON UMBRAL METHODS AND GENERALIZED HARMONIC NUMBERS $H_n(\alpha)$

Ömer Duran*
Kocaeli University / Faculty of Arts and Science / Department of Mathematics
omer20841@gmail.com

Sibel Koparal
Kocaeli University / Faculty of Arts and Science / Department of Mathematics
sibel.koparal@kocaeli.edu.tr

Neşe Ömür
Kocaeli University / Faculty of Arts and Science / Department of Mathematics
neseomur@kocaeli.edu.tr

Abstract
In this study, in [1], considering harmonic numbers, the authors derived the relevant properties and generating functions by use of umbral type techniques. Inspired by this work, we give some interesting series involving generalized harmonic numbers $H_n(\alpha)$ and some applications of these series.

Keywords: Umbral methods, generalized harmonic numbers, exponential function.

1. INTRODUCTION

The harmonic numbers are defined by

$$H_0 = 0, \qquad H_n = \sum_{k=1}^{n} \frac{1}{k} \qquad \text{for } n = 1, 2, \ldots$$

or

$$H_n = \gamma + \Psi(n+1), \qquad n = 0, 1, 2, \ldots$$

where γ is the Euler-Mascheroni constant and $\Psi(z)$ is the Digamma function.
In [4], for every ordered pair $(\alpha, n) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{N}$ the generalized harmonic numbers $H_n(\alpha)$ are defined by

$$H_0(\alpha) = 0, \qquad H_n(\alpha) = \sum_{j=1}^{n} \frac{1}{j\alpha^j}. \tag{1}$$

It is clearly that the property is

$$H_{n+1}(\alpha) = H_n(\alpha) + \frac{1}{(n+1)\alpha^{n+1}}.$$

For $\alpha = 1$, the usual harmonic numbers are $H_n(1)$.
In recent years, the authors used methods of umbral calculus and algebraic operations to make some progress in the theory of generating functions involving harmonic numbers and series ([1], [2], [3], [5]).
In [1], using umbral operational methods, the authors defined the Harmonic Based Exponential Function (HBEF) as follows:

* Corresponding Author.

$$ {}_h e(x) = e^{\hat{h}x} = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{H_n}{n!} x^n, $$

where $\hat{h} \coloneqq e^{\partial_z}$ is the vacuum shift operator. They derive the number of results based on elementary notions relying on the properties of Gaussian integrals. For example,

$$ \int_0^{\infty} {}_h e(-kx) e^{-x} dx = \sum_{n=0}^{\infty} (-k)^n H_n, $$

$$ \int_{-\infty}^{\infty} {}_h e(-kx)\, e^{-x^2} dx \; = \sqrt{\pi} e^{\frac{h^2 k^2}{4}}, $$

$$ {}_h e(x) = 1 - e^x \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-x)^n}{n \cdot n!}. $$

In [3], the authors introduced higher-order harmonic numbers and derived their relevant properties and generating functions by using an umbral-type method. They showed the combinations of umbral and other techniques yield a very efficient tool to explore the properties of these numbers. For example,

$$ \sum_{n=1}^{\infty} \frac{e_n(t)}{(n+1)^2} = \frac{1}{1-\partial_t} f_2(t)\,, $$

where

$$ f_2(t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{t^n}{(n+1)(n+1)!} = \frac{1}{t} \int_0^t \frac{e^s - s - 1}{s} ds, \;\; e_n(x) = \sum_{k=0}^{n} \frac{x^k}{k!}. $$

In [2], the authors gave the following sum

$$ \sum_{n=1}^{\infty} \frac{z^n}{n!} H_{n+l} = -e^z \sum_{k=0}^{l} \binom{l}{k} \Phi^{(k)}(z) - H_l, \qquad l \in \mathbb{N}_0, $$

where $\Phi^{(k)}(z)$ denotes the derivative of $\Phi(z)$ of order k with respect to z.

2. ON THE GENERALIZED HARMONIC BASED EXPONENTIAL FUNCTIONS AND THEIR APPLICATIONS

It is clearly seen that

$$ H_n(\alpha) = \sum_{j=1}^{n} \int_0^{\infty} e^{-sj\alpha^j} \, ds = \int_{L(\alpha)}^{1} \frac{1-(1-x)^n}{x} dx $$

with $L(\alpha) \coloneqq 1 - {}^{1}/_{\alpha}$.

Definition 1. The function

$$ \varphi_H(z) = \int_{L(\alpha)}^{1} \frac{1-(1-x)^z}{x} dx, \qquad z \in \mathbb{R} $$

is generalized harmonic number umbral vacuum and the operator

$$\hat{\theta} := e^{\partial_z}$$

is the vacuum shift operator.
Theorem 1. We have

$$\hat{\theta}^n \varphi_H(z)|_{z=0} = H_n(\alpha),$$

Or simply $\hat{\theta}^n = H_n(\alpha), H_0(\propto) = 0,$

where $\hat{\theta}^n$ is umbral operator.
Definition 2. The series

$${}_He(x) = e^{\hat{\theta}x} = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{H_n(\alpha)}{n!} x^n$$

is called Generalized Harmonic Based Exponential Function (GHBEF) the series.
Now, this function has interesting properties as follows:
Proposition 1. For, $m \in \mathbb{Z}^+$, we have

$$\left(\frac{d}{dx}\right)^m {}_He(x) = \hat{\theta}^m e^{\hat{\theta}x} = H_m(\alpha) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{H_{n+m}(\alpha)}{n!} x^n. \tag{2}$$

Proof. (2) can be expressed by taking the relevant derivatives.
Proposition 2. We have

$$\int_0^{\infty} {}_He(-kx) e^{-x} dx = \sum_{n=0}^{\infty} (-k)^n H_n(\alpha).$$

Proof. By Definition 2, we have

$$\int_0^{\infty} {}_He(-kx) e^{-x} dx = \int_0^{\infty} e^{(-\hat{\theta}k+1)x} dx = \lim_{a\to\infty} \frac{e^{-(\hat{\theta}k+1)x}}{-(\hat{\theta}k+1)}\Big|_0^a$$

$$= \frac{1}{1+k\hat{\theta}} = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n k^n \hat{\theta}^n = \sum_{n=0}^{\infty} (-k)^n H_n(\alpha),$$

as claimed.
Proposition 3. We have

$$\int_{-\infty}^{\infty} {}_He(-kx)\, e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi} e^{\frac{H_2(\alpha)k^2}{4}},$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} {}_He(-kx^2)\, e^{-x^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{H_1(\alpha)k+1}}.$$

Proof. Firstly, we can give first improper integral. Then

$$\int_{-\infty}^{\infty} {}_He(-kx)e^{-x^2}dx = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\widehat{\theta}kx-x^2}dx$$
$$= e^{\frac{\widehat{\theta}^2k^2}{4}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\left(x+\frac{\widehat{\theta}k}{2}\right)^2}dx = \sqrt{\pi}e^{\frac{H_2(\alpha)k^2}{4}}.$$

Now, we can give second improper integral. We write

$$\int_{-\infty}^{\infty} {}_He(-kx^2)\,e^{-x^2}dx = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-(\widehat{\theta}k+1)x^2}\,dx$$
$$= \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\left(x\sqrt{\widehat{\theta}k+1}\right)^2} = \sqrt{\frac{\pi}{H_1(\alpha)k+1}},$$

and using variable replacement method,

$$\int_{-\infty}^{\infty} {}_He(-kx)\,e^{-x^2}dx = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-u^2}\frac{1}{\sqrt{\widehat{\theta}k+1}}du.$$

From the Gaussian integral $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2}dx = \sqrt{\pi}$, the desired result is obtained.
Thus, we complete the proof.

Theorem 2. For any $x \in \mathbb{R}$ the first order non-homogeneous differential equation of ${}_He(x)$ is

$${}_He'(x) = {}_He(x) - 1 + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{x}\left(e^{x/\alpha} - 1 - \frac{x}{\alpha}\right), \qquad {}_He(0) = 1. \tag{3}$$

Proof. From $m = 1$ in (2), we write

$${}_He'(x) = H_1(\alpha) + \sum_{n=1}^{\infty}\frac{H_{n+1}(\alpha)}{n!}x^n$$

and taking $H_{n+1}(\alpha) = H_n(\alpha) + \frac{1}{(n+1)\alpha^{n+1}}$,

$${}_He'(x) = \frac{1}{\alpha} + \sum_{n=1}^{\infty}\frac{H_n(\alpha)}{n!}x^n + \frac{1}{x}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{(n+1)!\,\alpha^{n+1}}x^{n+1}.$$

By $\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{n!a^n}x^n = e^{x/\alpha}$, we get

$${}_He'(x) = \frac{1}{\alpha} + {}_He(x) - 1 + \frac{1}{x}\left(e^{\frac{x}{\alpha}} - 1 - \frac{x}{\alpha}\right),$$

as claimed.

Corollary 1. For any $x \in \mathbb{R}$, the first order non-homogeneous differential equation of ${}_he(x)$ is

$${}_he'(x) = {}_he(x) + \frac{1}{x}(e^x - 1 - 2x), \qquad {}_he(0) = 1.$$

Proof. If we get $\alpha = 1$ in (3), the proof is completed.

Theorem 3. For any $x \in \mathbb{R}$ and $\alpha > 1$, we have

$$ {}_He(x) = 1 - \frac{1}{\alpha} - e^x \ln\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) - \frac{1}{1 - \partial_x}\big(f(x)\big), $$

where $f(x) = \frac{1}{\alpha} - 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)!\alpha^{n+1}} x^n$.

Proof. By Definition 2 and (1), we write

$$\begin{aligned}
{}_He(x) &= 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{H_n(\alpha)}{n!} x^n \\
&= 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n!} \sum_{r=1}^{n} \frac{1}{r\alpha^r} \\
&= 1 + \sum_{r=1}^{\infty} \frac{1}{r\alpha^r} \sum_{n=r}^{\infty} \frac{x^n}{n!} \\
&= 1 + \frac{1}{\alpha}(e^x - 1) + \sum_{r=2}^{\infty} \frac{1}{r\alpha^r} \sum_{n=r}^{\infty} \frac{x^n}{n!} \\
&= 1 + \frac{1}{\alpha}(e^x - 1) + \sum_{r=1}^{\infty} \frac{1}{(r+1)\alpha^{r+1}} \sum_{n=r+1}^{\infty} \frac{x^n}{n!} \\
&= 1 + \frac{1}{\alpha}(e^x - 1) + \frac{1}{\alpha} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{1}{(r+1)\alpha^r} (e^x - e_r(x)).
\end{aligned}$$

From for $\alpha > 1$, $\sum_{r=1}^{\infty} \frac{1}{r\alpha^r} = -\ln\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)$, we have

$$\begin{aligned}
{}_He(x) &= 1 - \frac{1}{\alpha} - e^x \ln\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) - \sum_{r=1}^{\infty} \frac{1}{(r+1)\alpha^{r+1}} e_r(x) \\
&= 1 - \frac{1}{\alpha} - e^x \ln\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) - \sum_{r=1}^{\infty} \frac{1}{(r+1)\alpha^{r+1}} \sum_{k=1}^{r} \frac{x^k}{k!} \\
&= 1 - \frac{1}{\alpha} - e^x \ln\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) - \sum_{r=1}^{\infty} \frac{1}{(r+1)\alpha^{r+1}} \sum_{k=0}^{r} \partial_x^{(k)} \frac{x^r}{r!} \\
&= 1 - \frac{1}{\alpha} - e^x \ln\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) - \sum_{k=0}^{\infty} \partial_x^{(k)} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{x^r}{(r+1)!\,\alpha^{r+1}} \\
&= 1 - \frac{1}{\alpha} - e^x \ln\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) - \frac{1}{1 - \partial_x}\big(f(x)\big).
\end{aligned}$$

Thus, we have the proof.

REFERENCES

[1] DATTOLI, G., GERMANO, B., LICCIARDI, S., and MARTINELLI, M.R., (2018), Umbral methods and harmonic numbers, *Axioms*, 62(7), 1-9.

[2] DATTOLI, G., SRIVASTAVA, H.M., (2008), A note on harmonic numbers, umbral calculus and generating functions, *Applied Mathematics Letters* 21, 686--693.

[3] DATTOLI, G., LICCIARDI, S., SABIA, E. and SRIVASTAVA, H. M., (2019), Some properties and generating functions of generalized harmonic numbers, *Mathematics*, 7, 1-12.

[4] GENČEV, M., (2011), Binomial sums involving harmonic numbers, *Mathematica Slovaca*, 61(2), 215-226.

[5] ZHUKOVSKY, K. V., DATTOLI, G., (2011), Umbral methods, combinatorial identities and harmonic numbers, *Applied Mathematics*, 1(1), 46-49.

HASTALIK YÖNETİMİNDE BASKILAYICI TOPRAK

Prof. Dr. Nuh BOYRAZ
Selçuk Üniversitesi/ Ziraat Fakültesi/Bitki Koruma Bölümü
n.boyraz@selcuk.tr

Hatice YAYLACI
Selçuk Üniversitesi/ Ziraatfakültesi/Bitki Koruma Bölümü
hatice.yylc@hotmail.com

Özet
Baskılayıcı topraklar, patojenin yerleşmediği veya devam etmediği topraklardır. Patojen oluşur ancak zarar vermez veya patojen bazı hastalıklara neden olur, ancak hastalık patojen olsa da giderek daha az şiddetli hale gelir. Baskılayıcı topraklarda çalışan spesifik hastalık baskılama antagonist mikroorganizmadır. Bu antagonistler toprak kaynaklı hastalıklara karşı koruma sağladığı çeşitli araştırmalarla tespit edilmiştir. Bu çalışmada baskılayıcı toprakların keşfine, hastalık oluşumunu engelleyen ya da daha düşük düzeyde hastalık oluşmasını sağlayan antagonistlerin mekanizmaları hakkında bilgi verilmiştir. Dünya'da ve Türkiye'de yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Pestisit kullanımında yaşanan dayanıklılık sorunu, dayanıklı çeşitlerde ortaya çıkan problemler baskılayıcı toprakların önemini artırmıştır. Yapılan çalışmalarla hastalıklarla yapılan mücadelede ümitvar sonuçlar alınmıştır. Baskılayıcı topraklar entegre hastalık yönetiminin bir parçası olarak etkili şekilde kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: *Antagonist, Baskılayıcı toprak, Dayanıklılık*

PREPARATING SOIL IN DISEASE MANAGEMENT

Abstract
Suppressing soils are soils where the pathogen does not settle or persist. The pathogen is formed but does not harm or cause some diseases, but the disease becomes less severe even if it is a pathogen.
The specific disease that works in the suppressing soils is the suppression antagonist microorganism. These antagonists have been found to provide protection against soil-borne diseases through various studies. In this study, the discovery of suppressive soils is given information about the mechanisms of antagonists that prevent disease formation or cause lower levels of disease. It also has been mentioned the work done in the world and in Turkey. The problem of resistance to pesticide use has increased the importance of suppressing soils in various problems. The studies have shown promising results in the fight against diseases. Suppressing soils can be used effectively as part of integrated disease management.

Keywords: Antagonists, Suppressive soil, Durability

GİRİŞ

Toprak, binlerce farklı türü içeren organik ve inorganik maddenin karışımıdır, büyük çoğunluğu hala açıklanmamıştır. Organizmaların bazıları, önemli ürün kaybına neden olan zararlılardır, diğerleri ise biyolojik kontrolü, havalandırma, drenaj, besin ve su döngüsü gibi "çevresel hizmetler" gerçekleştirir. Dinamik bir yaşam kaynağı olarak toprak, sürdürülebilir tarımın yanı sıra diğer birçok insan faaliyetine fiziksel desteğin temelidir.

Hastalık bastırıcı topraklar 100 yıldan uzun bir süredir tanınmaktadır ve hastalık bastırmanın getirildiği mekanizmalar yaklaşık 40 yıldır çalışma konusu olmuştur. Hastalık baskılayıcı topraklar, Cook ve Baker (1983) tarafından patojenin yerleşmediği veya devam etmediği topraklar olarak tanımlanır, patojen oluşur ancak zarar vermez veya patojen bazı hastalıklara neden olur, ancak hastalık patojen olsa da giderek daha az şiddetli hale gelir. Toprağın baskılama mekanizması, antibiyosis, rekabet, parazitizm ve predasyon(avcılık) içerir. Bazıları, açık bir biyolojik bileşeni içeren durumlara

baskı yapan hastalık terimini kullanımını sınırlamakla ilgili olsa da (Bruehl, 1987), toprağın hem biyotik hem de abiyotik faktörlerin, hastalık baskılamada rolü konusunda çok fazla kanıt vardır. Toprağın kimyasal ve fiziksel özellikleri, pH, organik madde ve kil içeriği de dahil olmak üzere, toprak mikrobiyal aktivite üzerine etkisi doğrudan veya dolaylı olarak bitki hastalıkları önleme çalışabilir. Toprağın bu abiyotik özellikleri hastalık baskılamasına katkıda bulunabilmesine rağmen, toprak baskılama genellikle doğrudan veya dolaylı olarak toprak mikroorganizmalarının veya mikrobiyal metabolitlerin aktivitesinin bir fonksiyonudur. Baskılanabilirliğin derecesi, toprağın fiziksel koşulları, verimi, biyolojik çeşitlilik ve toprak organizma popülasyonları ve toprak yönetimi (Sullivan, 2001). Toprak ortamı, yabancı otları, zararlı böcekleri ve hastalıkları doğrudan etkileyerek ve aynı zamanda doğrudan su ve besin sağlayarak ürün yetişmesini dolaylı olarak etkiler. Bununla birlikte, genel ilkeler teorileştirilirken, bitki hastalıklarının ciddiyetini etkileyen toprak faktörleri ve çevre koşulları hakkında ayrıntılı bilgi eksikliği vardır. Bu bölüm, hastalığın bastırılmasında toprağın hem biyotik hem de abiyotik elementlerinin rolüyle ilgili olan patojen baskılayıcı topraklardaki ilerlemeleri içerir. Baskılayıcı topraklar, genel baskılama ve spesifik baskılama olarak ikiye ayrılır.

GENEL BASKILAMA: Bir patojenin topraktaki toplam mikrobik aktivite miktarı veya bitkinin kritik bir zamanındaki patojenin yaşam döngüsüyle ilişkilidir. Genel bastırma spesifik değildir, patojenler olmasa bile, çoğu toprakta faaliyet gösterir ve birçok yerleşik toprak organizmasının faaliyetlerini içerir.

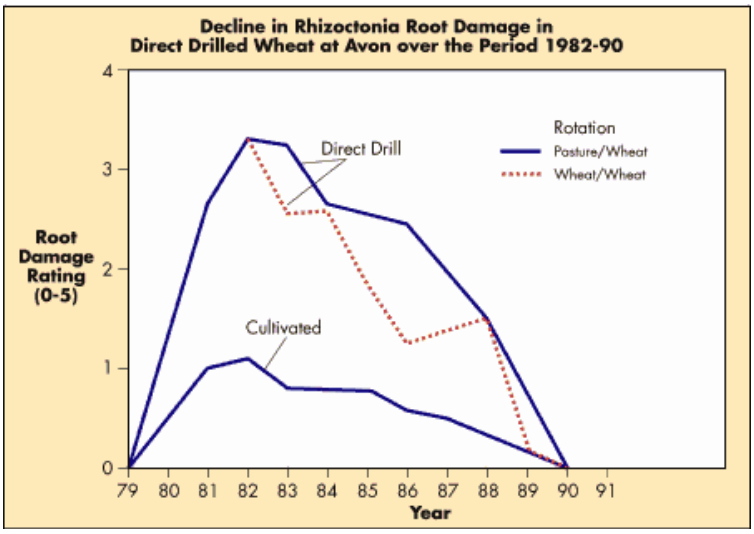
SPESİFİK BASKILAMA: Belirli patojen türlerine karşı çalışır. Spesifik baskılama şu türler için vardır: *Fusarium wilts, Gaeumannomycesgraminis var. tritici, Phytophthora spp., Pythiumspp., Rhizoctonias olani an dThielaviopsi sbasicola.* Her durumda, belirli bir patojen baskın topraklarda önemli ölçüde diğer topraklardan daha az hastalığa neden olmaktadır (elverişli topraklar). Toprak işlendiğinde mikroorganizmaların rolünü gösteren biyositlerin etkisi kaybolmaktadır. Genel baskılama hastalık baskılayıcı toprakların bir bileşenidir. Spesifik olarak adlandırılan olgunun anlaşılması ve potansiyel olarak faydalanılması baskılanmanın daha çok ilgili konusudur (Cook& Baker, 1983).

Hastalık baskılayıcı topraklar, Fusarium solgunluğunu baskılayan topraklar da dahil olmak üzere birçok bitki patojenleri için tanımlanmıştır (Rouxel vediğerleri, 1979; Scherve Baker, 1980).Örneğin patates uyuzu (Menzies, 1959), kist nematod (Westphalve Becker, 1999), *Rhizoctonia* kök çürüklüğü (Henis ve diğerleri, 1979; Barnett ve diğerleri, 2006; Garbeva ve diğerleri, 2006), *Pythium* kök çürüğü(Adiobo ,2007).Bu toprakların potansiyelinin, agroekosistemdeki hastalıkları yönetmek için pratik bir araç olarak kullanılması uzun zamandır bir amaç olmuştur; Ancak, bu kaynakları genel bir üretim sistemi içinde aktif bir şekilde yönetmek için sınırlı sayıda girişimde bulunulmuştur.

Toprakta bulunan bitki patojenlerinin baskılanması için yerleşik toprak mikrobiyal topluluklarını yönetmek için stratejilerin etkin bir şekilde uygulanması, başlangıçta hastalık baskılamada yer alan biyolojik bileşenleri tanımlama kapasitesini gerektirir. Yukarıda belirtildiği gibi, belirli toprak baskılamaya katkıda bulunan biyotik faktörler, bazı bitki patojen sistemleri için açıklanmıştır (Weller ve ark.2002). Bazı sistemlerde, bir toprağın hastalığı sınırlama kapasitesi, belirli bitki yönetim sistemlerinin uygulanmasına zamanla artar. Buğdayların önemli hastalığı olan *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* etmeninin bulunduğu topraklarda buğdayın sürekli monokültür altında yetiştirildiğinde hastalığın görülme sıklığı, üretimin ilk bir kaç yılında yaygın olarak artmaktadır, ancak bundan sonra bir noktada hastalık oranında kendiliğinden bir düşme meydana gelmektedir(Gerlagh, 1968; Shipton ve ark., 1973).

ABİYOTİK FAKTÖRLERİN TOPRAK BASKILANMASINDA ROLÜ

ÜRÜN ROTASYONU: Güney Avustralya'da uzun vadeli denemelerde**,** toprak baskılama seviyesi arttıkça toprak kaynaklı fungal hastalığının kontrolünün büyük ölçüde azalmasında rotasyonun etkisinin olduğu tespit edildi.



(Şekil 1)
Yıllara göre Buğdayda Rhizoctonia kök çürümesi hasarının azalması 1982-1990(Stephen Naete, 1997).

Baklagilleri veya kanola gibi bir mahsulünü içeren rotasyonlar, kök hastalığını büyük ölçüde azaltır. çünkü bu bitkiler tahıl kök hastalığı fungusları barındırmaz. Rotasyonlar kök hastalık kontrolünde önemli bir rol oynamaya devam edecektir (Stephen Naete, 1997).

Toprak İşleme: Güney Avustralya'daki uzun vadeli denemelerden elde edilen sonuçlar, artan kök hastalığın yakma ve toprak işleme ile üretim olmaksızın zamanla önemli ölçüde azaltılabilir. Koruma tarım uygulamalarının benimsenmesi, tamamen yeni bir toprak ortamı ve dolayısıyla gıda ağındaki denge ayarlanır. Koruma tarım sisteminin farklı unsurları toprak biota(canlılar) üzerinde farklı şekillerde etkilidir. Toprak organizmaları toprağın üst 10cm'de yoğundur. Minimum toprak işleme, toprak karışımını azaltır, daha derin bir derinlikte seyreltmek yerine yüzey yakınındaki biyota konsantrasyonlarını korur. Toprak işleme sayısı arttıkça toprak erozyon riski artar, bu da toprak kaybıyla sonuçlanır ve toprak organizmaları da beraberinde kaybolur.

Anız, toprağa geri dönen organik malzeme (karbon) seviyesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bitki artıkları, birçok toprak biyotası için hayati bir enerji kaynağıdır ve hazır karbon enerji kaynakları, toprak popülasyonunun hızlı çoğalmasına neden olacaktır. Anız tutma, bazı organizmalar için yararlı olabilecek buharlaşmayı da azaltabilir. Tersine, anız yanma sadece daha fazla nem kaybına izin vermez, aynı zamanda fiziksel olarak toprak yüzey tabakasını ısıtır. Bu bazı organizmalar için zararlı olacaktır (StephenNaete, 1997).

Mikrobesinler: Fungus bir bitkiyi enfekte ettiğinde, enfeksiyon bölgesinde ve bitkinin diğer bölgelerinde doğal savunmaları tetikler ve fenolik bileşikleri ve flavonoidlerin artmasına sağlar. Bu bileşiklerin üretimi ve taşınması, bitkinin beslenmesi ile büyük ölçüde kontrol edilir. Bu nedenle, başlıca besin sıkıntısı (K, Mn, Cu, ZnveB) toprakta ve daha sonra bitkilerde enfeksiyon yerinde bitkilerin doğal antifungal bileşiklerinin miktarını azaltacaktır(Chandrashekara ve ark., 2012).

Toprak Dokusu Ve Yapısı: Toprak doku ve yapısı bitki hastalıklarına etki eder, çünkü su tutma kapasitesi, besin durumu, gaz değişimi ve kök büyümesini etkiler. Zayıf toprak yapısının, toprak tipinin, su kütlesi, toprak dokusu ve toprak işleme arasındaki etkileşimi önemlidir. Fide çökerten hastalığın şiddeti toprak işlemeden etkilenmedi ancak toprak işleme ile doku arasında bir etkileşim olmaktadır (Workneh ve ark., 1999). Geleneksel toprak işlemeye göre koruyucu toprak işleme hastalıkların mücadelesinde ve antogonistlerin etkinliğini korumada önem arz etmektedir.

Toprak Nemi Ve Sıcaklık: Toprak kaynaklı hastalıkların şiddeti, toprak nemi miktarı ile orantılıdır ve doygunluk noktasına yakındır. *Phythium'un* neden olduğu fide ve tohum çürümesi örnek verilebilir. Artan nem, öncelikle toprakta yaşayan ve çoğalan patojeni etkilemektedir (Agrios, 1997). Ayrıca artan nem, toprakta oksijenin azalması ve bu tür toprakların sıcaklığının düşürülmesi yoluyla konukçunun savunma yeteneğini azaltabilmektedir. *Pythium violae* ve *P. sulcatum*'un neden olduğu havuç kavite lekesi hastalığının oluşmasını örnek verilebilir. Böyle topraklarda yoğun görülmektedir. Pathak ve Srivastava (2001), toprak neminin artması ve toprak sıcaklığının azalmasıyla birlikte ayçiçeğinde Rhizoctonia bataticola'nın etkisinin azalttığını bildirmişlerdir. Candido ve diğ. (2007), toprak solarizasyon tedavisinin verim i%116 oranında artırdığını ve kavundaki kök urunu %98 oranında azaldığını bildirmiştir.

BİYOTİK FAKTÖRLERİN TOPRAK BASKILANMASINDAKİ ROLÜ

Baskılayıcı ve baskılayıcı olmayan toprakların biyotası: Doğal olarak, tüm topraklar hastalığı baskılama kapasitesine sahiptir. Ancak mikrobiyal aktivitenin baskılayıcılığı; toprak nemi, sıcaklığa ve karbonun nitrojene oranına bağlıdır. Biyolojik aktiviteyi değiştiren koşullar veya organizmalar arasındaki ilişkiler baskılanmayı etkileyebilir. Yüksek seviyelerde karbon ila nitrojen içeren sıcak, nemli topraklar daha yüksek seviyede mikrobiyal aktiviteye ve nispeten daha yüksek bir baskılama seviyesine sahip olacaktır. Baskılama derecesi ayrıca hastalığa neden olan organizmalar ve bu patojenleri besleyen organizmalar arasındaki denge ile de ilgilidir. Hastalık inokulum düzeyinin mevsimden mevsime değişeceğini göstermektedir. Sonuç olarak, orta dereceli hastalık inokulumunu baskılayabilen bir toprak, büyük miktarlarda etkili hastalık organizmalarının hayatta kaldığı bir yılda hastalığı baskılayamayabilir (Chandrashekara ve ark., 2012).

BASKILAYICI TOPRAKLARDA *FUSARIUM* SOLGUNLUĞU

Fusarium oxysporum'un neden olduğu *fusarium* solgunluğu, çok çeşitli bitki türlerini enfekte etmektedir. Fusarium solgunluk hastalığın gelişimini doğal olarak baskılayan topraklar, dünyanın çeşitli bölgelerinde tanımlanmıştır. Bu tür toprakların varlığı uzun zamandır bilinmektedir ve hastalık baskılamada yer alan mekanizmaları açığa çıkarmaya çalışılmıştır. (Walker&Snyder, 1934; Alabouvette ve ark., 1996). Bu topraklar, toprak pH'sı, organik madde içeriği ve kil içeriği gibi çeşitli abiyotik faktörler hastalık baskılanmasında rol oynamaktadır. (Stotzky& Martin, 1963; Amir &Alabouvette, 1993; Hoper ve ark., 1995). Bununla birlikte, bu abiyotik faktörler, hastalık baskılanmasında özellikle de saprofitik toprak mikroflorası ve aktivitesi üzerindeki etkileri aracılığıyla işlev görmektedir.

Birçok çalışma, patojenik olmayan *Fusarium* spp. farklı coğrafi bölgelerden Fusarium solgunluk baskılayıcı topraklarda yerleşik mikroflorada bulunmaktadır. (Alabouvette ve ark., 1996). Fusarium solgunluk hastalığın, patojen olmayan *Fusarium* spp. ile baskılanması substrat için saprofitik rekabet , (Couteaudier&Alabouvette, 1990) bitkide sistemik direncin başlaması, (Duijff ve ark., 1998) enfeksiyon bölgeleri için parazit ile rekabet dahil olmak üzere çeşitli mekanizmalarla oluşmaktadır.

Patojenik olmayan Fusarium türlerine ek olarak, Fusarium solgunluğunun baskılanmasında, bu baskılayıcı topraklara yerleşmiş floresan *Pseudomonas* topluluğunun, demir için rekabet, (Raaijmakers ve ark., 1995),saprofitikfungusların gelişimini engelleme, (Duijff ve ark., 1999) ve uyarılmış sistemik dayanıklılık sağlamaktadır (Lemanceau ve ark., 1993; Duijff ve ark., 1998). Muhtemelen bu mikrobiyal elementler ve saprofitik mikro floranın diğer unsurları, Fusarium solgunluğunun baskılanmasında birbirinden bağımsız olarak değildir. Lemanceau ve ark. (1992, 1993), floresan *Pseudomonas* tarafından siderofor üretimi yoluyla demir için geliştirilmiş rekabetin, patojen olmayan ve patojenik F. oxysporum suşları arasında yüksek bir karbon rekabeti seviyesine neden olduğunu ileri sürmektedir. Duijff ve ark. (1999) keten Fusarium solgunluğunun biyolojik kontrolünde patojen olmayan *F. oxysporum* Fo47 ve *P. putida* WCS358 her ikiside ayrı ayrı uygulanmaktadır.

Yapay olarak uyarılmış baskılayıcı toprağın Fusarium solguna etkisi: Yapay olarak uyarılmış baskılayıcı toprağın Fusarium solgunluğu üzerindeki etkinliği Ting ve ark tarafından değerlendirildi

(2002) ve hastalık ilerleme eğrisi altındaki alanı kullanarak tahmin edilen hastalık oranı (%) ve hastalık ilerlemesine dayanmaktadır (Campbelland Madden, 1990).

Hastalık baskılama mekanizması, *T. harzianum* ve Ca (NO3) 2'nin konukçu ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* ırk 4 FocR4 üzerindeki etkisine göre değerlendirilmiştir. Konukçunun direnci peroksidazın enzimatik aktivitesi (Tamietti ve ark., 1993) ve polifenoloksidaz ve fenol içeriği Swain ve Hillis'e göre test edildi. Tedavilerin bitki büyümesi ve canlılığı üzerindeki etkisi, bitki boyu ve kök ağırlığını ölçerek tahmin edilmiştir. Hücre duvarlarının (Johanssen, 1940) ve Ca-pektat varlığını tespit etmek için histolojik gözlemler de yapılmıştır (McGee, 1955). *T. harzianum*'un ırk FocR4 etkisini gözlemlemek için taramalı elektron mikroskobu kullanılmıştır (Benhamou ve Chet, 1996).

Ting ve diğ. (2002), hastalığın baskılanmasının çoğunlukla konukçunun direncini arttırmak için Ca2 + rolünü bildirmişlerdir. Ca (NO3) 2 ile tedavi edilen bitkilerin hücre duvarı odunlaşmasını güçlendirerek hastalık gelişimini baskılamaktadır. Bu mekanizma FOC R4'ün yayılmasını yavaşlattı. Hücre duvarındaki kalınlaşmasının nedeni, peroksidaz ve polifenoloksidaz aktivitelerinde bir artış olduğu tespit edilmiştir

BASKILAYICI TOPRAKLARDA PHYTOPHTHORA

Phytophthora cinnamomi Rands'in neden olduğu avokado kök çürüğü, avokadoların en önemli kök hastalığı olarak kabul edilir (Kotzé, Moll&Darvas, 1987). Toprağın baskılayıcılığı, sera deneyleri ile doğrulanmıştır (Broadbent ve diğerleri, 1971). Hastalığı baskılayan: kısmen yüksek sayıda mikroorganizmanın yanı sıra daha yüksek azot ve kalsiyum içeriğine atfedilmiştir (Broadbent ve diğerleri, 1974). Duvenhage ve diğ. (1991). Baskılayıcı toprakların, iletken topraklardan, özellikle aktinomisetler, aerobik spor yapan bakteriler ve mantarlardan daha yüksek oranda antagonistik mikroorganizmalar içerdiğini bulmuşlardır. Elde edilen sonuçlar, baskınlığı etkilemek için toprakların mikroflorasını etkilemektedir. Baskılayıcı toprakların biyolojisi, topraklar sterilize edildiğinde tüm baskılama kaybolmuştur.

BASKILAYICI TOPRAKLARDA *PYTHIUM*

Kaliforniya'da ince dokulu topraklarda *Pythium ultimum* inokulum yoğunluklarında saprofitik artışların baskılanması bulunmuştur. Baskılayıcı topraklar, elverişli topraklardan daha fazla sodyum, sülfat ve klorür konsantrasyonuna sahiptir. Sadece klorür *Pythium* ultimum'un gelişimini kısıtlamaktadır.. Baskılayıcı topraklarda bulunan konsantrasyonlarda elverişli topraklar klorür ile değiştirildiğinde, *Pythium ultimum* tarafından kolonizasyonu kısmen baskılanmaktadır. Baskılayıcı topraklarda, *P. oligandrum* en yaygın olarak izole edilen fungusdur ve elverişli topraklarda görülenden daha yüksek yayılma yoğunluklarında bulunma eğilimindedir. *P. Oligandrum'un* propagülü elverişli topraklara aktarıldığında, *P. ultimum* kolonizasyonu ve inokulum artışları azalmıştır. Baskılama, kurutulmuş yaprak döküntüleri ile ardı ardına toprak değişiklikleri *P. oligandrum* tarafından kolonizasyon azalmalara neden olmuştur. Yüksek klor konsantrasyonlarına sahip görünen topraklar *P. oligandrumun, P. ultimum* ile başarılı bir şekilde rekabet etmesine izin verir ve böylece propagül yoğunluğunu arttırmaktadır ve *P. ultimum*'un saprofitik aktivitesini daha da baskılanmıştır (Martin, 1986).

BASKILAYICI TOPRAKLARDA BAKTERİYEL SOLGUNLUK

Belirli bir zamanda veya kuruluş aşamasında mikrobiyal topluluğun durumu, olumsuz mikroorganizmaların büyümesi ve hayatta kalması üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Böylece bitki patojenlerini baskılayıcı topraklarda yerinden elde etmek mümkündür. Örneğin, birçok patlıcangiller güney bakteriyel solgunluğundan sorumlu bakteriyel patojen olan *Ralstonia solanacearum*'un hayatta kalması açısından iki tür toprak olduğu bilinmektedir. Bakteriyel solgunluğun sürekli bir problem olduğu (kalıcı topraklar) ve hastalığın devam etmediği topraklardır (ısrarcı olmayan topraklar / baskılayıcı topraklar). Bu tür baskılayıcı topraklarda, mikrobiyal toplulukların toprak baskılanabilirliğinin tam mekanizmalarının her durumda açıklanamamış olmasına rağmen, mikrobiyal toplulukların toprak mikroorganizmaları arasında en çok "sinyaller" ve "etkileşimler" ağı tarafından düzenlendiği ve sürdürüldüğü şüphesizdir (Ryo Fukui, 2003).

Bitki türleri de dahil olmak üzere bir kırpma sisteminin çeşitli özellikleri (Garbeva ve ark., 2006), giriş sistemi (organik ve konvansiyonel) (Workneh ve ark., 1993; van Bruggen, 1995; Liu ve ark., 2007), toprak işleme (Peters ve ark. 2003) ve gübreleme (Smiley, 1978) diğerlerinin yanı sıra, toprak kaynaklı bitki patojenlerinin baskılanmasına neden olma kapasitesi de dahil olmak üzere, mikrobiyal topluluk yapısını ve işlevini belirleyen ekolojik süreçleri etkileyecektir. Bu gözlemler biyolojik gözlemler hakkında bilgi vermektedir. Zamanında ve uygun tarımsal uygulamalar yerleşik mikrobiyal bir toplumun baskılama özelliğini geliştirmek veya azaltma kabiliyetinin olduğunu göstermektedir(Workneh ve Van Bruggen, 1994; Hoeper ve Alabouvette, 1996; Pankhurst ve ark., 2002).

Toprak baskılayıcı yönetiminde, genel baskılamanın artmasında, bir toprakta genel mikro-bial aktivitesinin yükselmesiyle elde edilmektedir. Mikrobiyal aktivitenin artması hastalığın baskılanmasında kullanılabilmektedir(Adiobo ve ark., 2007).
Hastalık yönetimi şunları içerir:
1-Kök kolonize rizosfer mikroorganizmaların birleşmesi: Bu organizmalar, bitkiyi daha güçlü hale getirerek bitki sağlığı ve biyo-fermantasyon etkilerini bitki sağlığını artırabilir. Birçok rizosfer mikroorganizması bitkide sistemik bir tepki oluşturabilir ve bitki savunma mekanizmalarının aktivasyonu ile sonuçlanabilir.
2- Daha iyi tarımsal uygulamalar
a)Fümigasyon
b)Solarizasyon
c) Kalıntı yönetimi
d) Organik değişiklikler

Hastalık baskılayıcı toprakların organik madde aracılı mekanizmaları (Stone *ve ark.*,2004) şunları içerir:
1-Besin rekabeti
2-Antagonizm
3- Kök kolonizasyonu için rekabet
4- uyarılmış sistemik direnç (ISR) veya sistemik kazanılmış direnç (SAR)
5- Toprağın biyolojik aktivitesini arttırır
6- Organik madde depoları ve yavaş yavaş besinleri serbest bırakır
7- Organik madde su hareketini, havalandırmayı ve toprağın çalışmasını kolaylaştırır.
8- Organik madde toprak sağlığını artırır

Mendes et al. 2011 yılındayaptığı çalışmada: 5 saksıda farklı topraklarda yetiştirilen şeker pancarlarına *Rhizoctonia solani* aşılanmıştır. Baskılayıcı toprak bulunan 1.saksıda hastalık oranı yaklaşık %10'dur. Elverişli toprak bulunan 2.saksıda hastalık oranı yaklaşık %60'dır. %90 elverişli %10 baskılayıcı toprak karıştırılmış 3. saksıda hastalık oranı yaklaşık % 40'dır. Baskılayıcı toprak 50C'de ısıtılmış 4.saksıda hastalık oranı yaklaşık %30'dur. Baskılayıcı toprak 80C'de ısıtılmış 5.saksıda hastalık oranı yaklaşık %70'dir. Berendsen et al. 2012.yılında yaptığı çalışmada: Toprakta patojen, antagonist ve patojen veya bitkiye doğrudan etkisi olmayan patojenler vardır. Bu mikroorganizmalar birbirleriyle etkileşim içinde olduğunu gözlemlemiştir.

SONUÇ
Hastalık baskılayıcı topraklar, dünya çapında birçok bitki patojen sistemi için belgelenmiştir**.** Bu toprakların tarımsal ekosistemlerdeki hastalıkların yönetimi için pratik bir araç olarak kullanılması, bitki patologlarının bir hedefi olmuştur. Biyolojik kontrolün ilk amacı, antagonistler yoluyla toprak baskılanmasını en üst düzeye çıkarmaktır. Burada bildirilen bulgular, mikrobiyal toplulukların bir hastalık baskılayıcı toprak ortamını harekete geçirmek için uygulandığında, toprak kaynaklı bitki hastalıklarının yönetiminde bir araç olarak potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Biyolojik kontrolün ilk amacı, yerleşik antagonistleri harekete geçirme yoluyla toprak baskılamasını en üst düzeye çıkarmaktır. Bununla birlikte, yerli antagonistler bitki üzerindeki belirli hassas bölgelerde veya ürün büyümesinin belirli hassas aşamalarında etkili hastalık kontrolü için yeterli seviyede

bulunmayabilir. Bu durumlarda, popülasyon koşullarının kontrol ajanları için uygun olduğunu bilerek, inokulum formülasyon ile popülasyonun güçlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Baker, R.J. andCook, K.F.(1983). The Nature andPractice of BiologialControl of PlantPathogens. APSPress, St. Paul, MN.

Bruehl, G.W.(1987). SoilbornePlantPathogens. MacmillanPublishinCo., New York.

Sullivan, P. (2001) Sustainablemanagement of soil-borneplantdiseases. ATTRA, USDA's Rual Business Cooperative Service, https:\\www.attra.org. (ErişimTarihi: 07.11.19)

StephenNaete.(1997). Research Project Information from CSIRO landandwater, AgricultureBereau South Australia, www.soilwater.com.au.(ErişimTarihi: 07.11.19)

Kausadikar, H.K.;Waikar, S.L. andSyed, Ismail.(2006). Universty of Agriculutralsciences, Parbhani.

Yang, X.B. andTylka.;Workneh, F., G.L.(1999). Soybean Brown stem rot, Phytophthorasojae, andHeteroderaglycinesaffectedbysoiltextureandtillagerelations. Phytopathology, 89: 844-850.

Agrios, G.N.(1997). Plant Pathology. Academic Press, San Diego.

Pathak, D. and Srivastava, M.P. (2001). Effect and environmetal factors on charcoal rot development in sunflower. Ann. Biol ., 17:75-77.

Addabbo, T.; Basile, M.; Candido, V.D.; Castronuovo, D. and Miccolis,V.(2007). Greenhouse soil solarization: effect on weeds, nematodes and yield of tomato and melon. Agron Sustain Dev., 28:1-10.

Snyder ,W.C. and Walker J.C.(1934). Pea wilt much less severe on certain soils. Univ. Wis. Agr. Exp. Sta. Bull.428(pp 95-96).

Alabouvette, C.; Lemanceau, P. And Steingberg, C.(1996). Biological control of *fusarium wilts*: opportunities for developing a commercial product. In: Hall R(Ed), Principles and Practice of Managing Soilborne Plant Pathogens(pp 192-212). APS Press, St. Paul, MN.

Martin, G. and Stotzky, R.T.(1963). Soil mineralogy in relation to the spread of *Fusarium wilt* of banana in Central America. Plant Soil, 18: 317-337.

Alabouvette, C. and Amir, H.(1993). Involvement of soil abiotic factors in the mechanisms of soil suppressiveness to *fusarium wilt.* Soil Biol. Biochem., 25: 157-164.

Alabouvette ,C.; Hoper, H. and Steinberg, C.(1995). Involvementof clay type and Ph in the mechanism of soil suppressiveness to *Fusarium wilt* of flax. Soil Biol *Biochem., 27:* 955-967.

Alabouvette, C.; Duijff, B.J.; Lemanceau, P.; Pouhair, D. and Olivain, C. (1998). Implication of systemic induced resistanc in the suppression of Wilt of tomato by *Pseudomonas fluorescens* WCS417r and nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47. Eur. J. Plant Pathol., 104: 903-910.

Bakker, P.A.H.M.; Duijff, B.J.; Lemanceau, P.; Loper, J.E. and Recorbet, G. (1999). Microbial antagonism at the root level is involve in the suppression of *Fusarium wilt* by the combination of nonpathogenic *Fusarium oxysporum Fo47* and *Pseudomonas putida* WCS358. Phytopathology , 89: 1073-1979.

Bakker, P.A.H.M.; Koster,M.; Raaijmakers, J.M.; Weisbeek,P.J.; Schippers, B. and Van der Sluis, L. (1995). Utilization of heterologous siderophores and rhizosphere competence of fluorescent *Pseud*omonas *spp.* Can. J. Microbiol., 41: 126-135.

Alabouvette, C.; Bakker, P.A.H.M.; De Kogel, W.J.; Lemanceau, P. and Schippers, B. (1993). Antagonistic effect of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 and pseodobactin 358 upon pathogenic *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi.* Appl. Environ. Microbiol., 59: 74-82.

Alabouvette, C.; Bakker, P.A.H.M.; De Kogel, W.J.; Lemanceau, P. and Schippers, B. (1992). Effect of Pseudobactin 358 production by *Pseudomonas putida* WC358 on suppression of *Fusarium wilt* of carnations by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47. Appl. Environ. Microbiol., 58: 2978-2982.

Campbell, C.L. and Madden, L.V. (1990). Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley and Sons, New York.

Abbattista, I.; Ferraris, L.; Matta, A. and Tamietti, G.(1993). Physiological responses of tomato plants grown in *Fusarium* suppressive soil. Journal of Phytopathology, 138: 66-76.

Johansen, D.A.(1940). Plant Microtechnique. McGraw-Hill, New York.

Benhamou, N. and Chet, I. (1996). Parasitism of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma harzianum* Ultrastructural and cytochemical aspects of the interaction. Phytopathology, 86: 405-416.

Anuar, A.R.; Jugah, K.; Meon, S. and Ting, A.S.Y. (2002). InfoMusa, 12: 33-34. Van Bruggen, A.H.C.(1995). Plant disease severity in high-input compared to reduced-input and organic farming systems. Plant Dis., 79: 976-983.

Darvas, J.M.; Kotzé, J.M. and Moll, J.N. (1987). Root rot control in South Africa. S A Avocado Growers' Assoc Yrb, 10: 89-91.

Baker, K.F.; Broadbent, P. and Water-Worth, Y. (1971). Bacteria and actinomycetes antagonistic to fungal root pathogens in Australian soils. Aust J Biol Sci., 24: 925-944.

Baker, K.F. and Broadbent, P. (1974). Behavior of *Phytophthora cinnamomi* in soils suppressive and conducive to root rot. Aust. J. Agric. Res., 25: 121-137.

Duvenhage, J.A.; Erna, M.C. and Kotzé, J.M. (1991). Suppressive soils and biological control of P*hytophthora* root rot, South African Avocado Growers' Association Yearbook. 14: 6-11.

Martin, F.N. (1986). Association of Chemical and Biological Factors in Soils Suppressive to *Pythium ultimum.* Phytopathology, *76: 1221*-1231.

Ryo, Fukui. (2003). Supression of Soilbone plant pathogens through community evolution of soil microorganisms. Microbes and Environments, 18: 1-9.

Drinkwater, L.E.; Workneh, F.; Shennan, C.; Van Bruggen, A.H.C. and Workneh, F.(1993). Variables associated with Corky Root and *Phytophthora* Root Rot of tomatoes in organic and conventional farms. Phytopathology, 83: 581-589.

Smiley, R.W. (1978). Colonization of wheat roots by *Gaeumannomyces graminis* inhibited by specific soils, microorganisms and ammonium nitrogen. Soil Biol. Biochem., 21: 331-337.

Garbeva, P., Postma, J., Van Elsas, J.D and Van Veen, J.A.. (2006) Effect of above-ground plant species on soil microbial community structure and its impact on suppression of Rhizoctonia solani AG-3. Environmental Microbiology 8, 233-246.

Drinkwater, L.E.; Shennan, C.; Workneh, F. and van Bruggen, A.H.C., (1993) Variables associated with corky root and Phytophthora root rot of tomatoes in organic and conventional farms. Phytopathology 83, 581-589.

Gumpertz, M.; Liu, B., Tu, C., Hu, S., and Ristaino, J.B. (2007) Effect of organic, sustainable, and conventional management strategies in grower fields on soil physical, chemical, and biological factors and the incidence of Southern blight. Applied Soil Ecology 37, 202-214.

Carter, M.R.; Peters, R.D., Sturz, A.V., and Sanderson, J.B. (2003) Developing disease-suppressive soils through crop rotation and tillage management practices. Soil Tillage Research 72, 181-192.

Workneh, F. and van Bruggen, A.H.C. (1994) Microbial density, composition and diversity in organically and conventionally managed rhizosphere soil in relation to suppression of corky root of tomatoes. Applied Soil Ecology 1, 219-230.

Alabouvette, C. and Hoeper, H. (1996) Importance of physical and chemical soil properties in the suppressiveness of soils to plant diseases. European Journal of Soil Biology 32, 41-58.

Hawke, B.G.; Kirkby, C.A.; McDonald, H.J. and Pankhurst, C.E. (2002). Effect of tillage and stubble management on chemical and microbiological properties and the development of suppression towards cereal root disease in soils from two sites in NSW, Australia. Soil Biology and Biochemistry 34, 833-840.

Adiobo, A.; Höfte, M.; Oumar, O.; Perneel, M. and Zok, S. (2007). Variation of Pythium-induced cocoyam root rot severity in response to soil type. Soil Biology and Biochemistry 39, 29152925.

Andersen GL.; Bakker PA.; de Bruijn I.; Dekkers E.; .; DeSantis TZ.; Kruijt M.; Mendes R,; Schneider JH.; Piceno YMRaaijmakers JM. van der Voort M.(2011). Deciphering the Rhizosphere Microbiome for Disease Suppressive Soils. Science 332: 1097.

Berendsen, RL,; Pieterse, CM and Bakker, PA. (2012). The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends in Plant Science 17: 478-486.*

Chandrashekara, C.; Bhatt, J.C.; Kumar,R. and Chandrashekara, K.N.(2012). Suppressive Soils in Plant Disease Management. Eco-friendly Innovative Approaches in Plant Disease Management, Chapter: 14, Publisher: International Book Distributors, Editors: Vaibhav K. Singh, Yogendra Singh, Akhilesh Singh, pp.241-256.

Darby, H.M.; Scheurell, S.J. and Stone, A.G.(2004). Suppression of soil borne diseases in field agricultural systems. Organic matter management, cover cropping, and other cultural practices. Pgs 131-177. In Soil Organic matter in Sustainable agriculture. F. Magdoff and R.R. Eds. CRC Press. New York. 398 p.

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF HOUSEHOLD SOLID WASTE RECYCLING AND ENERGY PRODUCTION FOR JEDDAH, SAUDI ARABIA

Prof. Dr. Durmus KAYA
Kocaeli University/Technology Faculty /Energy Systems Engineering
durmuskaya@hotmail.com

Abstract
In Saudi Arabia, the types and quantities of waste that produced by people is increasing rapidly as a result of increasing population, urbanization, rising living standards and technological developments. The methods that are used to solve the problem of household solid waste elimination are: irregular storage and landfill. In this study, instead of landfill, installation of a modern solid waste retrieval, disposal and energy production facility installation has been analyzed in technical and economic point of view. To make a technical and economic analysis of such an integrated recycling, disposal and energy generation facility, the average composition and the amount of waste, household waste, recyclable (paper, plastic, glass, metal) and organic matter contents that belong to Jeddah Municipality have been determined. Based on this information; investment cost of the facility, annual revenue, annual expenditure and repayment period have been calculated.

Keywords: Household solid waste, biogas, energy from waste, recycling

INTRODUCTION

The environmental problems that we are facing today are very different, as their resource and developments. Generally, the main reasons for these ongoing environmental problems are; migration from rural areas to cities, unplanned urbanization and irregular industrialization[1]. Such cases as rapid population growth, industrial development and urbanization, have brought about solid waste problems in cities. Today, one of the most important environmental problems is waste management that produced by the people's various activities. The issue of waste problems should be fully resolved and managed (Kaya ve ark., 2009, Kaya ve ark., 2008, Bascetincelik ve ark., 2009, Bascetincelik ve ark., 2009, Kaya ve ark., 2008).

The methods that used in eliminating the problem of solid waste, obtained as a result of human activities are; irregular storage, landfill, composting, reuse, recycling, recovery and incineration. One of the EU Landfill Directives is Well-ordered Storage Directive (1999/31/EC) (Waste Management Action Plan, 2008-2012), which specifies technical requirements for storage of waste regularly, and aims to eliminate or reduce the effects of waste storage activities on the environment as much as possible.

The first priority solid waste management system is to reduce the amount of produced waste by the separation in its source. The second priority is the production of bio energy from waste, including composting methods such as recycling and recovery. Although disposal methods such as incineration and landfill waste management are applicable to solid waste and acceptable technologies, they are in the lower ranks in the priority list. Bio energy production from waste and composting are the highest forms of recycling and re-use of resources (Erdem ve ark., 2010, Ekinci ve ark., 2010, Yaldiz ve ark., 2011).

In this study, feasibility analysis of a solid waste recycling, disposal and energy production facility installation has been carried out in technical and economic point of view. For this purpose, average household waste compositions, the recoverable amount of waste and organic matter content that belong to Jeddah municipality have been determined. Based on this information; investment cost of the facility, annual revenues, annual expenditures and repayment period is calculated.

MATERIALS and METHODS

Recommended Technology: The solid waste is brought from its sources to the separation and refining facilities. This follows the process that solid waste is reduced in size and separated as organic and recyclable parts. The organic parts are sent for the fermentation (wet or dry fermentation) units to

produce biogas and manure. The produced biogas is combusted in gas engine and generator group to generate electricity and heat, a part of the produced electricity is used for their own needs in the facility the rest is given to the city network. Also, the part of the generated heat is used for the heating of the fermenters and the rest is used for the heating of nearly located residential areas like housing, schools, hospitals, etc., or in greenhouses. The flow scheme of a solid waste recycling, disposal and energy production facility is given in Figure 1.

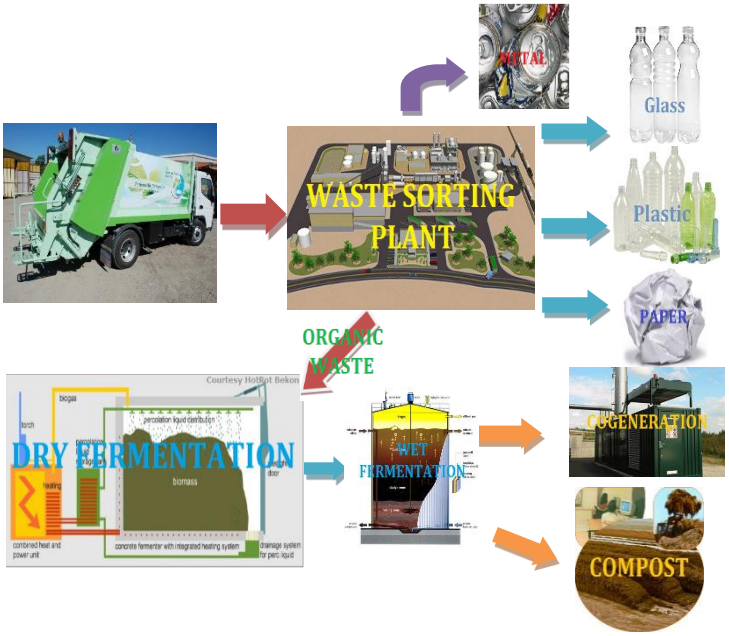


Figure 1. The flow scheme of a solid waste recycling, disposal and energy production facility.

In the recycling part, first of all the metals are separated by taken magnetically, the rest of waste like the plastic, paper, glass, etc., each group is also separated. As for plastics, according to their types, they are separated and converted to the burr, then developed into a granular form, so they can be brought into the economy as secondary raw materials. On the other hand, one of the methods that glass producers are using to save energy is recovering of the used glass bottles. The broken glass materials are melted with the other raw materials together for the recovery. The more amount of glass is used in the hearth, the less heat is required for the process. It is possible to provide 25% reduction in energy consumption, when wholly used glass products are melted in the melting furnace. To make recycled paper, the paper fibers are separated in water for the preparation of paper sludge. If it is necessary, foreign substances that lack of fibers are cleaned from the mix, then the paper fibers which are ready for the process, are used in the production of recycled paper.

SOLID WASTE (GARBAGE) QUANTITIES AND COMPOSITION OF WASTE

The recyclable waste amounts that belong to a Jeddah municipality have been calculated by using the amount of domestic solid waste and waste composition. When calculating the amount of waste, the population of this municipality is 3.500,000 and the amount of waste that produced by a person per day is 1.5 kg and the annual amount of waste has been calculated as about 1.900,000 tons. The waste composition and quantities of recyclable waste that have been taken as a basis for calculations are given in Table 1.

Table 1. The waste composition and quantities of recyclable waste that have been taken as a basis for calculations

The Waste Composition	The Amount of Waste (%)	Quantity of Recyclable Waste (a Ton/a Year)
Paper and carton	20	380,000
Plastic	15	285,000
Glass	2.9	55,100
Metal	1.9	36,100
Aluminum	0.80	15,200
Wood	1.98	37,620
Textile	1.93	36,670
Leather	0.3	5,700
Organic Waste	48	912,000
Other	7.14	136,610

THE REVENUES

Paper Revenues

380,000 tons of paper type waste will be produced annually at the facility. If a tone of the paper can be taken into account as the price of 125 US Dollar:

$$\text{Annual Earnings} = \frac{380{,}000 \text{ tons of paper}}{\text{a year}} \times \frac{125 \text{ US Dollar}}{\text{a ton of paper}} = 47{,}500{,}000 \$$$

Plastic Revenues

285,000 tons of plastic type waste will be produced annually at the facility. If a ton of the plastic can be taken into account as the price of 95 US Dollar:

$$\text{Annual Earnings} = \frac{285{,}000 \text{ tons of plastic}}{\text{a year}} \times \frac{95 \text{ US Dollar}}{\text{a ton of plastic}} = 27{,}075{,}000 \$$$

Glass Revenues

55,100 tons of glass type waste will be produced annually at the facility. If a ton of the glass can be taken into account as the price of 60 US Dollar:

$$\text{Annual Earnings} = \frac{55{,}100 \text{ tons of glass}}{\text{a year}} \times \frac{60 \text{ US Dollar}}{\text{a ton of glass}} = 3{,}306{,}000 \$$$

Metal Revenues

36,100 tons of metal type waste will be produced annually at the facility. If a ton of the metal can be taken into account as the price of US Dollar 240:

$$\text{Annual Earnings} = \frac{36{,}100 \text{ tons of metal}}{\text{a year}} \times \frac{240 \text{ US Dollar}}{\text{a ton of metal}} = 8{,}664{,}000 \$$$

Aluminum Revenues

15,200 tons of metal type waste will be produced annually at the facility. If a ton of the metal can be taken into account as the price of US Dollar 1000:

$$\text{Annual Earnings} = \frac{15{,}200 \text{ tons of metal}}{\text{a year}} \times \frac{1.000 \text{ US Dollar}}{\text{a ton of metal}} = 15{,}200{,}000 \$$$

The Electrical Energy Revenues

The annual amount of organic waste is to use is 912,000 tons. For a daily amount of this is about 2,500 tons. 140 m^3 biogas can be produced from a ton of organic waste.

$$\text{The annual amount of produced biogas} = 912{,}000 \times 140 = 127{,}680{,}000 \ m^3$$

$$\text{The annual production of electric} = 2.1 \times 127{,}680{,}000 = 268{,}128{,}000 \text{ kWh}$$

$$\text{Electric power of the facility} = \frac{268{,}128{,}000}{8{,}000} = 33{,}516 \text{ kWe}$$

If a kWh of electricity can be taken into account as the price of 7 $ cents and the annual working hours of the event is 8000, the calculations can be carried out as follows:

$$\text{Electrical Earnings } = 268{,}128{,}000\ \text{kWh} \times \frac{0.07\ \text{Dollar}}{\text{kWh}} = 18{,}768{,}960\ \$$$

Thermal Energy Revenues
Annual thermal energy can be equal to the amount of electricity.
$$\text{Thermal energy earnings } = 0$$
Carbon Trading
$$\text{Carbon trading income} = \text{Built} - \text{in capacity (kW)} \times \text{Working hours} \times \text{Green certificate fee } \left(\frac{0.00\ \text{Euro}}{\text{kWh}}\right)$$
$$\text{Carbon trading income} = 3{,}734.64\ \text{kW} \times 8{,}000\ \text{h} \times 0.00\ \left(\frac{\text{Euro}}{\text{kWh}}\right) = 0$$

Compost Revenues
About 304,000 tons of compost products are to be obtained annually. The annual economic value of this, 5 Euro/a ton can be taken:
$$\text{Compost revenues } = \frac{304{,}000\ \text{a ton}}{\text{a year}} \times \frac{5\ \text{US Dollar}}{\text{a ton}} = 1{,}520{,}000\ \$$$
$$\text{Total Revenues} = \frac{122{,}033{,}960\ \$}{a\ year}$$

THE EXPENSES
Facility Maintenance Expenses
It has been understood that 2 % of the total investment expense can be considered as maintenance costs in the discussions with the ongoing operation of the facilities. Therefore,
$$\text{The annual facility maintenance expense} = 201{,}096{,}000 \times \frac{2}{100}$$
$$\text{Annual maintenance costs} = 4{,}021{,}920\ \$$$

Insurance and Taxes
For the insurance and taxes 0.5% of the total investment amount can be envisaged as an expense. In this case, the annual expenditure is 1,005,480 $.

Labor Force
It is envisaged that 200 people can work at the facility. For each staff, including tax and insurance expenses are foreseen in the $ 1500, total expenditure is 3600,000 $.

Transportation Expenses
For transportation costs, 0.25 $ per ton is foreseen at the facility; therefore, the total annual expenditure is 475,000 $.

Domestic Consumption of Electricity
30% of total produced electricity is foreseen for the consumption at the facility for its own use; accordingly, the amount of annual consumption cost is 5,630,688 $.

INSTALLATION COST
It has been foreseen that the cost of such a facility for the power of 1 kWe is 6,000 $ and 201,096,000 $ can be calculated as total account. The income and expense summary of the facility are given above and listed below in Table 2.

Table 2. The income and expense summary of the facility

Facility Component	**Calculation Method**	**Example**	**Cost**	**Unit**
Installation Cost	Built-in capacity (kW) * investment expenses ($/kW)	3734.64 kWe×6,000 USD	201,096,000	Dollar ($)
Expenses				
Facility maintenance expenses	(Total investment expenses) * % 2	18,673,200 $ 2%	4,021,920	$/a year
Insurance and taxes	Total investment expenses× % 0.5	18,673,200 $ × 0,5%	1,005,480	$/a year
Labor force	Person× 12 Months × 1.500 €	20 ×12×1500 $	3,600,000	$/a year
Onsite transportation costs	Transportation expenses	1,5 $/ton/a year × 180,000 ton	475,000	$/a year
Domestic consumption of electricity	Production power×%30× Annual working hours × cost	3734.64×0,30×8,000×0.10	5,630,688	$/a year
Annual total costs	14,733,068			$
Revenues				
Electricity for sale	Built-in capacity (kW) × (%80) Working hours × The price of electricity	3734.64 kW × (8,000 h × 0.10 €/kWh	18,768,960	$/ a year
Carbon trading	Built-in capacity (kW) × Working hours × Green certificate fee	3734.64 kW × 8,000 h × × 0.01 €/kWh	0	$/ a year
Heat usage	Heat of cogeneration (kW) × Working hours × 0,01 €/kWh	3734,64 kW × 8,000 ×0.01 €/kWh	0	$/ a year
Organic fertilizer for sale	20,000 (t/a year) × 5 €/t	50,000 t/a year × 5 €/t	1,520,000	$/ a year
Paper revenues	Annual amount × 30 €/t	4,320 t/a year × 30 €/t	47,500,000	$/ a year
Plastic revenues	Annual amount × 100 €/t	6,840 t × 100 €/t	27,075,000	$/ a year
Glass revenues	Annual amount × 17,5 €/t	3,780 ton× 17.5 €/ton	3,306,000	$/ a year
Metal revenues	Annual amount × 125 €/t	3,060 ton×125 €/ton	8,664,000	$/ a year
The annual total revenues	122,033,960			$
The annual profit	(Revenues-Expenses) /a year	(122,033,960-14,733,068) USD/a year	107,300,872	$

Facility Component	Calculation Method	Example	Cost	Unit
Repayment period (a year)	Total investment cost / Annual profit	201,096,000/ 107,300,872	1.8741 (≈22,5 months)	a year

CONCLUSIONS

In this study, the technical and economic etude of Jeddah municipality's domestic waste landfill project, which is transformed into recycling and disposal project has been carried out. The results of the study can be summarized as follows;

* Instead of landfill, with the establishment of a disposal and recycling facility, the household waste of a municipality will be separated at its own source as much as possible, and then materials that have the economic value like glass, metal, paper and plastics will be recycled. The production of biogas and fermented manure will be realized from organic waste. After these processes there will be electricity and heat production from biogas. Therefore, the need to store the municipality's waste regularly will not be required to a large extent.

*With the proposed technology, separation of waste, the selling of recyclable ones, biogas and compost production from organic waste, electric and hot water production from produced biogas will be realized. Approximately 30% of the total production of electricity and heat that have been produced inside of the facility is used for its own internal energy, and the other 70% part of total energy has the opportunity to be sold.

*The initial investment cost of the facility is calculated as 201,096,000 USD. The annual revenue of the facility is 122,033,960 USD and the expenditure of the facility is 14,733,088 USD, the net income of the facility is estimated as 107,300,872 USD. In this case, a simple payback period of this investment has been calculated as 1.87 years (≈ 22,5 months).

REFERENCES

Erdem, A.M., Cubukcu, E.E., Erdogan., D. Biomethanization Technology in Munucipial Solid Waste Management, 2sd International Waste Technologies Symposium and exhibition (IWES), 04-05th November, Istanbul, 13-17, 2010, (in Turkish).

Kaya, D., Cagman, S., Coban, V., Yagmur, A., Eyidogan, M., Akgun, F., Tiris, M. Biogas production via dry fermentation Technology, 1st International Waste Technologies Symposium and exhibition (IWES), 12-13th September, Istanbul, 63-66, 2009.

Kaya D, Kilic F.C, Baban A, Dikec S, 2008. Administrative, institutional and legislative issues on agricultural waste exploitation in Turkey, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12 (2): 417-436

Bascetincelik, A., Ozturk, H. H., Ekinci, K., Kaya, D., Kacira, M., Karaca, C. 2009. Strategy Development and Determination of Barriers for Thermal Energy and Electricity Generation from Agricultural Biomass in Turkey, Energy Exploration & Exploitation, 27(4), 277-294.

Bascetincelik, A., Ozturk, H. H., Ekinci, K., Kaya, D., Kacira, M., Karaca, C. 2009. Assessment of the Applicability of EU Biomass Technologies in Turkey, Energy Exploration & Exploitation, 27(4), 295-306.

Kaya D, Kilic F.C, 2012, Renewable Energies and Their Subsidies in Turkey and some EU countries-Germany as a Special Example, J. Int. Environmental Application & Science, V:7 (1) :114-127 (2012).

Ministry of Environment and Forest, General Directorate of Environmental Management, Waste Management Action Plan, 2008-2012.

Ekinci K., Külcü R., Kaya D., Yaldız O., Ertekin C.,. Öztürk H.H., 2010, The Prospective of Potential Biogas Plants That Can Utilize Animal Manure in Turkey, Energy Exploration & Exploitation. 28 (3), 187-206.

Yaldiz, O., Sozer, S., Caglayan, N., Ertekin, C., Kaya, D, 2011. Methane Production from Plant Wastes and Chicken Manure at Different Working Conditions of One-Stage Anaerobic Digester, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 33:19, 1802-1813.

EKLEMELİ İMALAT UYGULAMALARINDA FONKSİYONEL MALZEMELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Lisans Öğrencisi Mustafa Süt
Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği, Düzce, Türkiye
mustafasut96@gmail.com

Özet
Üretilmek istenen bir parçanın tasarımında ortaya çıkan kısıtlamaları ortadan kaldıran eklemeli imalat teknolojisi, özgün malzeme yapısı ve hassas üretim sistemi ile yakın gelecekte büyük söz sahibi olacaktır. Nitekim yapılan araştırmalar ışığında, envai çeşit malzemeler üretilmektedir. Özellikle savunma sanayii, havacılık ve uzay, biyomedikal ve endüstri sahalarında ciddi yatırımlar yapılmakta ve ülkeler bazında her geçen gün ar-ge atılımlarına destek verilmektedir. Üretilen parçalar üzerinde ki destek ağaçları her ne kadar çıkarılmak istense de alternatif teknikler henüz bulunmadığından bu noktada ar-ge devam etmektedir. Bu çalışmada eklemeli imalatta kullanılan metal ve plastik malzemeler incelenmiş, sektörde ki durumları değerlendirilmiştir. Kullanıma hazır yenilikçi malzemelerin fonksiyonelliği ve sürdürülebilirlik yapısı mevcut malzemeler ile kıyaslanmış, topoloji optimizasyonu gibi yapısal analizlerin önemine değinerek literatür araştırmaları yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eklemeli imalat, malzeme, 3b yazıcı, plastik, metal

EVALUATION AND SUSTAINABILITY OF FUNCTIONAL MATERIALS IN ADDITIVE MANUFACTURING APPLICATIONS

Abstract
Additive manufacturing technology that eliminates the constraints in the design of a part to be manufactured will have a big say in the near future with its unique material structure and precise production system. In fact, in the light of the researches, various kinds of materials are produced. Particularly in the defense industry, aviation and aerospace, biomedical and industrial fields, serious investments are made and R & D initiatives are supported every day on the basis of countries. Although the support trees on the produced parts are intended to be removed, R & D continues at this point since alternative techniques are not yet available. In this study, metal and plastic materials used in additive manufacturing are examined and their situation in the sector is evaluated. The functionality and sustainability structure of the ready-to-use innovative materials were compared with the existing materials, and literature studies were carried out by mentioning the importance of structural analysis such as topology optimization.

Keywords: Additive manufacturing, material, 3d printing, plastic, metal.

1. GİRİŞ

Eklemeli imalat alanında yeni teknolojiler ivme kazanarak gelişmektedir. Bulunduğumuz 21. Yy dünyasında bu tarz teknolojilerin gelişimi ve adaptasyon süreci pekala süratli bir şekilde gerçekleşmektedir. Özellikle ürün elde edilmesi için ehemmiyeti göz ardı edilmeyen imalat prosesi yeniden şekillenmektedir. Nitekim savunma sanayii, havacılık ve uzay, medikal gibi yüksek hassasiyet ürün kalitesi ve malzeme fonksiyonelliğini içinde barındıran alanlar, eklemeli imalatın başını çekmektedir. Geleneksel yöntemlerin dışına çıkan bu teknoloji, katmanlı imalat veya additive manufacturing olarak ta dillere pelesenk olmuş vaziyettedir. Dünya genelinde bu zamana dek kullanılagelen plastik polimer ve hafif metal malzemelerin gelişiminde fevkalade yenilikler olmaktadır. Biyo yazıcılar adı verilen özel 3d yazıcılar ise tıp alanında bir devrim niteliğindedir. Yakın zamana kadar çözümü bulunamayan ve yıllarca üzerinde kafa yorulan sorunlar, eklemeli imalat ile kendi boyunu aşan bir karaktere bürünmektedir. Elde edilen veriler ışığında geçmiş ile gelecek harmanlanmakta ve dünya genelinde insanlık yararına elmas niteliğinde işler yapılmaktadır. Bu çalışmada additive manufacturing alanında yapılmış özgün malzeme karakteristiklere incelenecek,

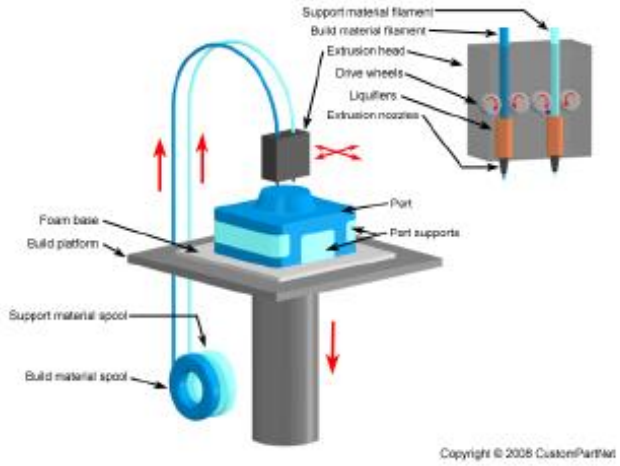
topoloji optimizasyonu ve sonlu elemanlar analizi ile yapısal analiz destekleri irdelenecek ve literatürde yapılan çalışmalar ve malzeme yapılarına değinilecektir.

2. MATERYAL VE METOD

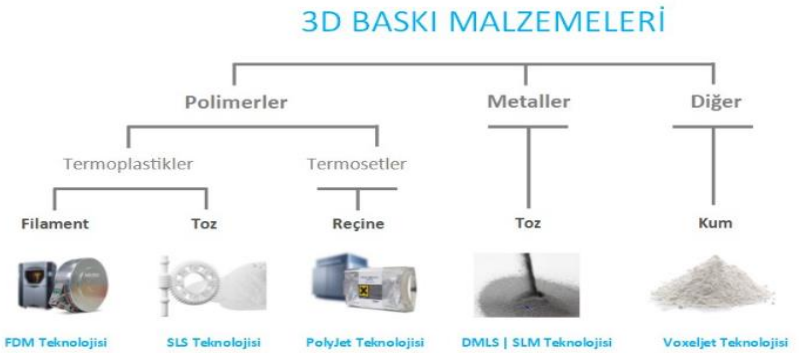
Talaşlı imalat, döküm ve kalıp ile imalat gibi konvansiyonel yöntemlerin prensibine zıt hareket eden bu teknoloji, zaman, malzeme, işçilik ve hızlı prototip gibi ehemmiyet arz eden alanlarda iyi performans sergilemektedir. Haliyle kullanılan malzemenin yapısı ve matris çeperleri üzerinde farklı çalışmalar yapılmaktadır. Parçanın üretime girmeden önce numune niteliğinde ana mihenk taşını oluşturan eklemeli imalat, karakteristik özelliklerinin yanı sıra, sonlu elemanlar yöntemi ile farklı analizler yaparak bir adım daha avantaj sağlamaktadır. Kompleks, karmaşık veya yekpare formlarda olması fark etmeksizin, topoloji optimizasyonu ile de yine bir avantaj sağlama durumu söz konusu olabilmektedir. Topoloji optimizasyonu, sınırlı bir hacim içerisinde üzerindeki yük ve çevresel koşul parametreleri ile optimum bir tasarım üretme amacıyla oluşturulmuş bir analiz eklenti programıdır [1]. Nitekim FDM ve SLM teknolojisi kullanılan polimer ve metalik tezgahlarda, kullanılacağı şartlara göre çözümler sunmaktadır.

2.1. FDM Yöntemi (Fused Deposition Modeling)

Eriyik yığma veya yıkıcı tasarım adı verilen bu yöntem, 3b yazıcıların hayatımıza girmesiyle adını duyuran ilk polimer bazlı üretim yöntemidir [2]. FDM yönteminde, basılacak olan parçanın malzemesine göre bir makara halinde filament veya granül halinde polimer bazlı plastik ham madde hazır bulunur. Ham maddenin izlediği yol ile baskı yapacak nozul başlığına iletilir ve burada 180-220 C sıcaklığında ki memede jel kıvamına gelerek camsı tabla üzerine eriyik yığma yaparak tasarım gerçekleşir. Burada tabla sıcaklığının 60-80 C arasında olduğu ve ilerleme hızının optimum düzeyde olduğu bir üretim gerçekleştirilmelidir [3].



Şekil 1. FDM yönteminin çalışma mantığı [4]



Şekil 5. 3b yazıcı üretiminde kullanılan bazı malzemeler [5]

FDM yönteminde teknolojinin gelişmesiyle birçok farklı malzeme üretimi ve kullanımı ortaya çıkmıştır. Yaklaşık 30 senedir kullanılan bu teknolojinin yeni yeni evlerimize girmesinin sebebi ise şu an da metal, seramik, karbon fiber, kompozit ve farklı elyaf malzemelerin kullanılmasıdır. FDM teknolojisinde profesyonel olarak kullanılan malzeme ve yapıları ise şu şekildedir:

2.1.1. ABS : Plastik endüstrisinde sıklıkla kullanılan, benzin türevi bir termoplastik polimeridir. Uygun fiyatlı prototip ve son ürün için gayet iyidir. İyi mekanik ve kimyasak dayanım özellikleri mevcuttur. Ayrıca rahatlıkla zımparalanabilir ve boyanabilir.

2.1.2. PLA : Prototipleme ve özel üretim amaçlı 3D baskı uygulamalarında kullanılan , organik olarak üretilen bir termoplastik polimerdir. Uygun fiyatı, kolay üretilebilirliği ve iyi sertlik özelliğiyle prototiplemede sıklıkla tercih edilen malzemedir.

2.1.3. PC ABS : Abs ve PC malzemelerin teknik özelliklerini tek bir üründe birleştirilmek amacıyla üretilmiş bir termoplastik ‘’ kompozittir ‘’. Çok iyi mekanik dayanım özellikleri ve sıcaklık, UV, kimyasallar vb. bir çok faktöre karşı gösterdiği direnç sayesinde sıklıkla tercih edilir.

2.1.4. ABS+ : 3d baskı ve plastik enjeksiyon uygulamalarında sıklıkla kullanılan, PC malzemesi ile güçlendirilmiş ABS temelli bir termoplastik malzemedir. Darbe dayanımı ölçüsel kararlılık özelliği ve iyileştirilmiş termal ve mekanik dayanım özellikleriyle uygun fiyatlı ve kaliteli 3d baskı için gayet iyi bir üründür.

2.1.5. TPU : Plastik ve kauçuk malzemelerin özelliklerini aynı anda taşıyan, endüstriyel uygulamalar için mükemmel özellik gösteren bir termoplastiktir. Özellikle esneklik ve dayanım gerektiren bir prototipleme ve son ürün üretimlerinde sıklıkla kullanılır.

2.16. PEEK : Bu malzeme yüksek performans sergileyen bir yarı kristalin mühendislik termoplastiğidir. Gıda teması açısından FDM onaylı bir üründür. Çok yüksek sıcaklık direncini mükemmel dayanım ve sertlik özellikleriyle birlikte verir. Kimyasal direnci sayesinde aşındırıcı ortamlarda kullanılabilir ve medikal uygulamalar için sterilizasyona uygundur.

Bu polimer malzemelerin dışında yeni yeni kullanılmaya başlayan ve performans açısından gayet iyi sonuçlar veren malzemeler ise; ULTEM, PC, PP, PA12 ve Reçine türevleridir [6].

Aşağıda ki tabloda ise birkaç özelliğine değinilen malzemelerin kritik nihai özellikleri gösterilmektedir:

Tablo 1. FDM ile imalatta sıklıkla kullanılan polimer bazlı malzemeler ve özellikleri [7]

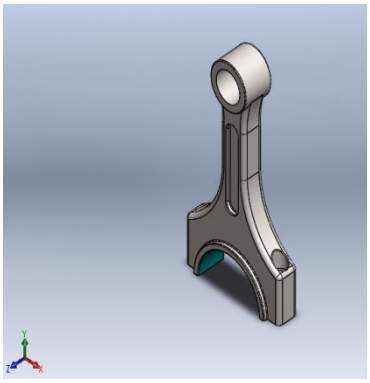
Malzeme	Çekme Dayanımı	Kopma Uzaması	Elastiklik modülü
ABS	*30.4 MPa*	*%11*	*1.05 GPa*
PLA	*24.1 MPa*	*%2.2*	*3150 MPa*
PC-ABS	*36.8 MPa*	*%8.5*	*1.27 GPa*
ABS+	*32.6 MPa*	*%4.87*	*1.85 GPa*
TPU	*8.6 MPa*	*%580*	-
PEEK	*99.9 MPa*	*%9.1*	*3738 MPa*

2.2. Farklı Türdeki Malzemelerin yük ve Çarpıntı Analizleri

Eklemeli imalatın sunduğu bir çok avantaj günümüzde kolaylık sağlamaktadır. Gelecekte ise hayatımızın vazgeçilmez parçası olan bu teknoloji; metalik, kompozit, elyaf, seramik ve insan hücresel dokuları gibi takviye elemanları ile de üretim mümkün hale gelecektir. Keza bu malzemeler henüz pahalı olsa da Simufact Additive veya farklı analiz programlarında çarpıntılarına, dayanımlarına, elastikiyet modüllerini vb. gibi nihai özelliklerini yakından inceleme şansı bulunmaktadır [8].

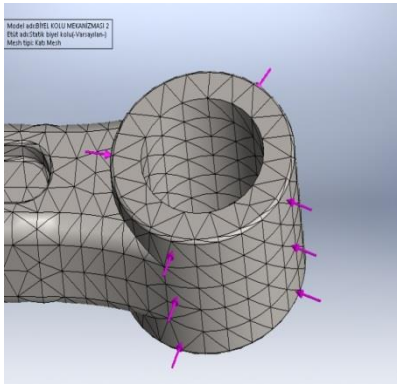
3. TASARIM VE ÜRÜN ANALİZİ

Örnek parça olarak biyel kolu tasarlanmıştır. Biyel kolu, otomobiller de krank milinden aldığı dairesel hareketi piston-silindir mekanizmasına ileterek lineer bir harekete çeviren bağlantı elemanıdır. 180 km/h ile giden bir araçta, dakikada 6000 kez emme ve basma yapıldığı düşünülürse burada biyel kolunun işlevi ehemmiyet arz etmektedir. Tasarım ve analiz Solidworks 2018 CAD programında yapılmıştır.

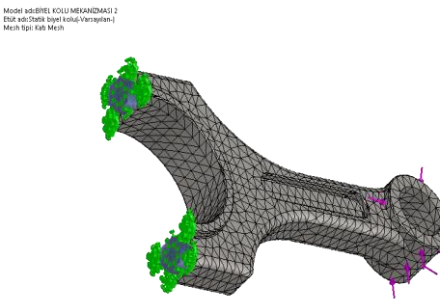


Şekil 6. Biyel kolunun katı model tasarımı

Çalışmada verilen malzeme özelliği paslanmaz dövme çelik[12] olmakla birlikte farklı mukavim değerleri tespit edilmiş olup, hassas değer ve ölçüler ile analizi yapılmıştır. Esas itibariyle çekme ve basma gerilmesine maruz kalan biyel kolu, motorun aşırı çalışması altında gayet muntazam bir duruş sergilemesi gerekmektedir. Farklı tork ve basınçlara da maruz kaldığı için uygulanan değerler aşağıdaki Tablo 3'te gösterilmiştir.



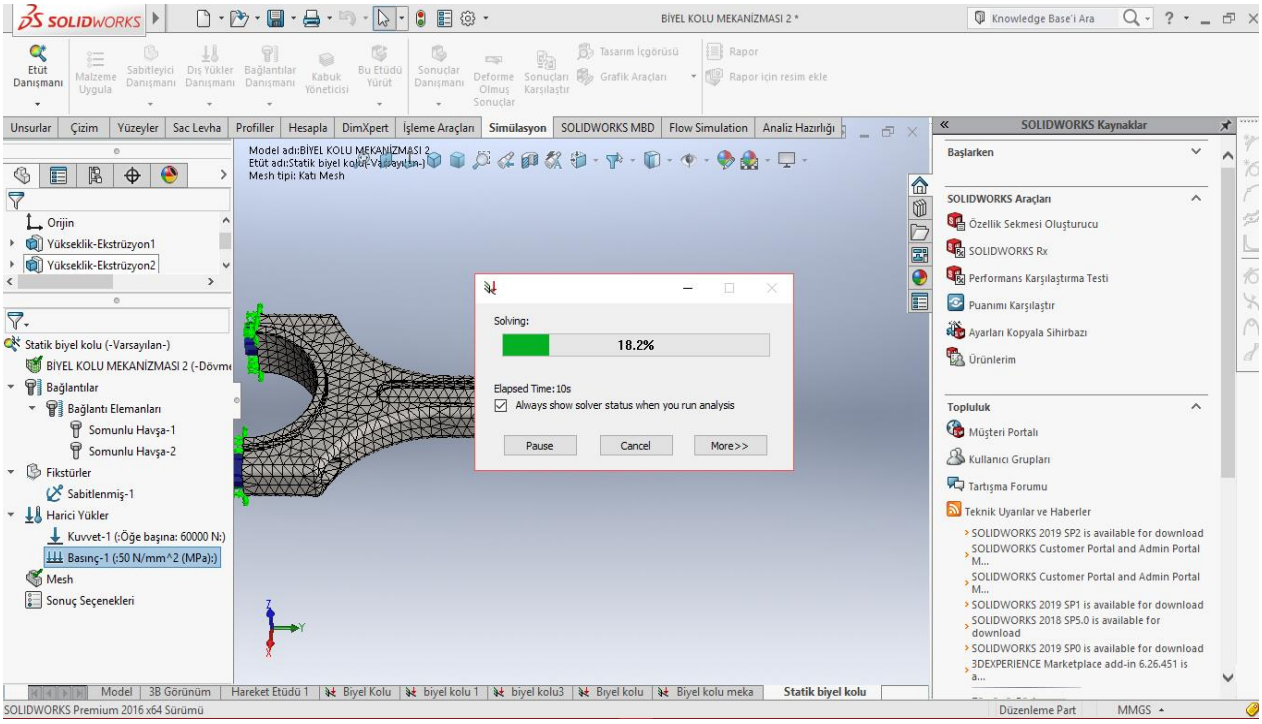
Şekil 7. Küçük Rot Başının Sonlu Elemanlara Ayrılması (basma kuvveti ve basınç yüküne maruz bırakılmıştır.)



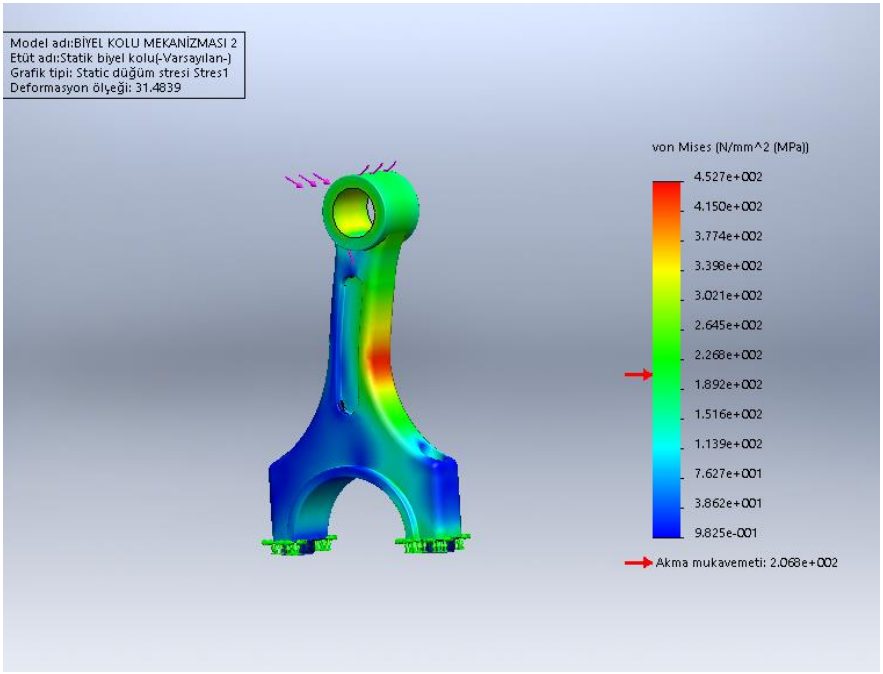
Şekil 8. Vida Bağlantı Bölgesi Ve Sabit Geometri Konumu

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

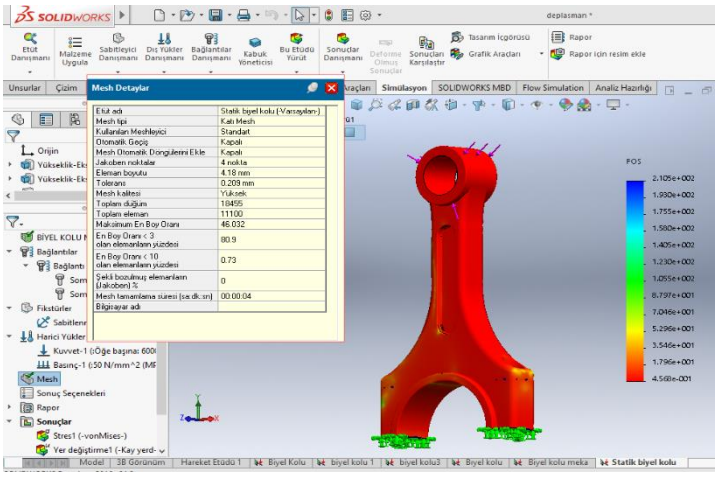
Parçanın küçük başlık yuvasına 50 kN'luk bir basma gerilmesi uygulanmıştır. Biyel kolunun krank mili ile bağlantı yaptığı ayaklardan sabit geometri yapılmış olup vida yuvalarına 10,5mm baş çapı ve 7 mm'lik nominal çap değerinde yapay vida eklenmiştir. Kolun bir nevi mafsal görevi de gördüğünden dolayı yuva başlarına 11 N.m'lik bir tork kuvveti de uygulanmıştır. Ayrıca küçük rot başına ek olarak 50 Mpa değerinde bir yayılı yük basınç kuvveti de uygulanmıştır. Aşağıdaki şekillerde yapı analizleri ve simülasyon değerlendrmeleri yer almaktadır.



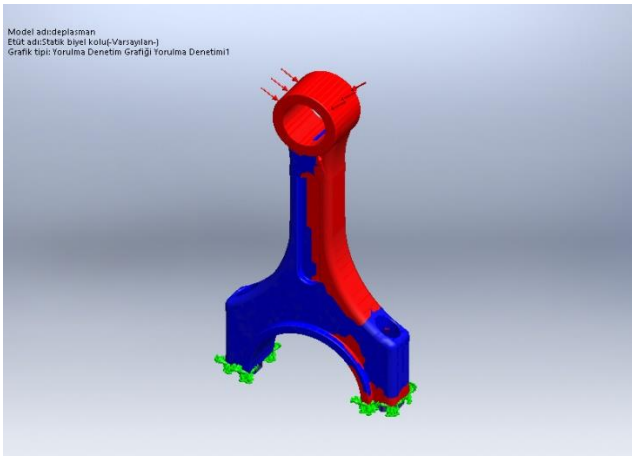
Şekil 9. Parça Etüdünün başlatılması



Şekil 10. Biyel Kolunun Statik Yük Altında Von Misses Gerilmesi Ve Yüzey Üzerindeki Dağılımı



Şekil 11. Parçaya ait Mesh Detay Tablosu



Şekil 12. Biyel Kolunun 0,27 Kümülatif Faktörü Altında Yırtılma Eğrilerinin Gösterilmesi (Yorulma Denetimi)

Şekil 10'da biyel kolunun sonlu elemanlara ayrılmasıyla birlikte parça üzerindeki von-misses gerilmeleri görülmektedir. Biyel kolunun küçük rot başından 50 kN değerinde kuvvet uygulanmış ve rot başı ile kavramalar arasında gerilim maksimum değerde ortaya çıkmıştır. Parça üzerinde 0,9825 Mpa ile 0,04527 Mpa arası bir maksimum-minimum değer ölçütü meydana gelmiştir. Von misses gerilmesi sonucu parça akma sınırını geçmiş ve gözle görülür bir kopma veya kırılmaya sebep olmuştur.

SONUÇLAR

Biyel kolu yapısal tasarımı, 50 kN'luk statik yük altında gösterdiği değerler sonucunda; 0,98 Mpa ile 0,04 Mpa değeri arasında değişim göstermektedir. En yüksek von-misses gerilim değeri olan 0,98 Mpa küçük rot başının y ekseni çizgisinde slot kenarlarında kırılmalara neden olmaktadır. Vida bağlantı noktaları ise akma noktasının altında kalarak gayet sağlıklı sonuçlar vermektedir. Piston hareketi ile yapacağı y eksenindeki hareket sonrasında, dönme hareketinin artmasıyla biyel kolunda hasar tespit edilmiştir. Dövme çeliğin daha sağlam bir malzeme ile yer değiştirmesi, akma sınırını yakalayıp üzerine çıkmamasına sebep olacaktır.

Metal eklemeli imalatta üretildiği varsayılan biyel tasarımının, dövme çelik gibi bir malzemeden imal edilmesi düşünülmüş olup, normal döküm veya dövmeye göre yakın bir sonuç ortaya çıkmaktadır.

Nitekim sinterleme ile üretimi yapılan malzemeler, 0.01-0.001 mikron seviyelerinde olmaktadır. Bu netice itibariyle aralarında ki kovalent bağların dokusu, hem birbirine daha kuvvetle çekim yapmakta, hemde zıt kutupların işlevini yerine getirmektedir.

Yapılan modelleme ve analiz sonuçlarında emniyet ve kalite faktörü ön planda tutularak mecut simülasyon gerçekleştirilmiştir. Bu çerçevede parçanın güçlendirilmesi için emniyet değerlerinin düzeltilmesi, çalışma koşullarında meydana gelebilecek hasar ve kazaların önlenmesi sebebiyle parça optimizasyonu yapılarak bunların önüne geçilecektir.

Eklemeli imalat ile üretilen polimer bazlı parçalar, kullanılacağı alana göre değişiklik gösterdiğinden ötürü, her yerde de bu türk imalatın yapılması risk doğurabilmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Prof. Dr. İsmet KARACA Topoloji Ders Notları, Ege Üniversitesi,2013

[2] Fused Deposition Modeling (FDM). http://www.custompartnet.com/wu/fused-deposition-modeling. Accessed September 2, 2018

[3] Çelik İ, Karakoç F, Çakır MK, and Duysak A. Rapid prototypıng technologıes and applıcatıon areas. DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2013;(31):53-70.

[4] Fused Deposition Modeling (FDM). http://www.custompartnet.com/wu/fused-deposition-modeling. Accessed September 2, 2018.

[5] https://arti90.com/3d-baski-hizmeti/

[6] https://www.tridi.co/3d-baski-fdm

[7] https://www.stratasys.com/materials

[8] https://www.simufact.com/simufact-additive.html

[9] **Kaya, T.** 2012. “Biyel Optimizasyonu,” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

FARKLI SES ÖZNİTELİK KÜMELERİYLE PARKİNSON HASTALIĞI TESPİTİ

Dr. Hakan GÜNDÜZ
Düzce Üniversitesi/ Teknoloji Fakültesi/ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
hakangunduz@duzce.edu.tr

Özet
Bu çalışmada bireylerde çoklu motor özellikleri etkileyen Parkinson Hastalığı (PH)'nın tespitine yönelik bir yapay öğrenme sistemi önerilmiştir. PH hastaları genellikle hastalığın erken dönemlerinde ses bozukluklarına maruz kaldığından çalışmada veri kümesi olarak bireylerin ses kayıtları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veri kümesi Kaliforniya Üniversitesi-Irvine Makine Öğrenmesi deposundan elde edilmiştir. Veri kümesindeki ses kayıtları farklı sinyal işleme tekniklerine tabi tutulmuş ve farklı türde öznitelik kümeleri çıkarılmıştır. Farklı öznitelik kümelerinin kullanılması öznitelik uzayının boyutunun genişlemesine sebep olurken; genişleyen öznitelik kümesinin boyutunu indirgemek için Ki-Kare öznitelik seçiminden yararlanılmıştır. Ki-Kare seçimiyle her öznitelik kümesi için ilintili öznitelikler seçilmiş ve bu öznitelikler Gradyan Arttırıcı Makineler (GAM) sınıflandırıcısına girdi olarak verilmiştir. GAM sınıflandırıcısının eğitimi aşamasında ızgara araması ile en iyilenmiş parametre kümesi bulunmuştur. GAM modelinin tahmin başarısını değerlendirmede Doğruluk Oranı ve F-Ölçütü metrikleri kullanılmıştır. Önerilen yapay öğrenme sisteminin Parkinson Hastası bireyleri tahmin etmedeki başarısı %86'lara kadar yükselirken; en yüksek sınıflandırma başarısına Ayarlanabilir Q Faktör Dalgacık Dönüşümü (AQDD) öznitelikleriyle ulaşılmıştır. AQDD'nin başarısını Mel-Frekans Kepstral Katsayıları (MFKK) öznitelikleriyle eğitilen model izlemiştir. En düşük doğruluk oranına ise Dalgacık Dönüşümü öznitelikleriyle ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: Parkinson Hastalığı tespiti, öznitelik seçimi, ki-kare seçimi, gradyan arttırıcı makineler.

DETECTION OF PARKINSON'S DISEASE WITH DIFFERENT VOICE FEATURE SETS

Abstract
In this study, a machine learning system was proposed for the detection of Parkinson's Disease (PD) that affects the multiple motor features in individuals. Since PD patients were generally exposed to voice disorders in the early stages of the disease, voice recordings of the individuals were used as a dataset in many studies. The dataset used in the study was gathered from the University of California Irvine Machine Learning repository. The voice recordings in the dataset were subjected to different signal processing techniques for extracting different types of feature sets. The use of different feature sets causes the expansion of the feature space and Chi-Square feature selection was used to reduce the size of the feature space. With Chi-Square selection, relevant features were selected for each feature set and these features were given as inputs to the Gradient Boosting Machines (GBM) classifier. During the training of the GBM, the optimized parameter set was found with grid search procedure. Accuracy Ratio and F-Measure metrics were used to evaluate the prediction success of the GBM. While the success of the proposed machine learning system in predicting individuals with Parkinson's Disease increases up to 86%; the highest classification success was achieved by Adjustable Q-Factor Wavelet Transform (AQWT). The success of AQWT was followed by a model with Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) features. The lowest accuracy rate was achieved with Wavelet Transform attributes.

Keywords: Parkinson's Disease detection, feature selection, chi-square selection, gradient boosting machines.

1. GİRİŞ

Parkinson Hastalığı (PH), özellikle 60 yaşın üzerindeki kişilerde sıkça görülen ve çoklu motor özelliklerde kayba neden olan ilerleyici bir sinir hastalığıdır (Jankovic, 2008). Hastalığın erken teşhisi

bireylerin yaşam kalitesini doğrudan etkilediğinden, PH tespitinde yüksek doğruluklu sistemlere gereksinim vardır. Yapay öğrenmeye dayalı bu sistemler aynı zamanda hekimlerin iş yükünü de azaltır (Tsanas ve ark., 2009). PH'de en çok karşılaşılan bulgulardan biri ses bozulmalarıdır ve bu bozulmalar hastalığın erken evrelerinde ortaya çıkar. Bu nedenle, literatürde yer alan PH tespit çalışmalarının büyük çoğunluğu hastalığın tespitinde bireylerin ses sinyallerini temel alır (Sakar ve ark., 2013; Gürüler, 2017). Ses sinyallerine dayalı bu çalışmalar, giriş verisi olarak sinyallerden farklı işleme yöntemleriyle çıkarılan öznitelik kümelerini kullanır. Ancak çıkarılan özniteliklerin boyutunun yüksek olması PH tespit sistemlerinin performansını olumsuz etkiler. Öznitelikler üzerinde boyut indirgemesi yapılarak sistemler için ilintili öznitelikler bulunur. İlintili özniteliklerle hem oluşturulan tespit modelinin performansı artar hem de sistemin ürettiği çıktıların yorumlanması kolaylaşır (Gunduz ve Cataltepe, 2015).

Boyut indirgeme işleminin ardından giriş verilerine uygun yapay öğrenme yönteminin seçilmesi gerekir. Yakın zamanda yayınlanan PH tespit çalışmalarında yapay öğrenme modelleri olarak Yapay Sinir Ağları (YSA), Destek Vektör Makineleri (DVM) ve Rastgele Orman (RF) sıklıkla kullanılmıştır. Bahsedilen bu modellerin ortak özelliği doğrusal yapıya sahip olmayan giriş verilerini başarıyla modelleyebilmesidir (Sharma ve Giri, 2014; Kubota ve ark., 2016). PH tespitinde kullanılan modelin türünden bağımsız olarak, modellerin başarısı doğrudan giriş verisiyle ilgilidir. Verilerde gürültü olarak yer alan ve aynı bilgiyi içeren özniteliklerin boyut indirgeme yöntemleriyle ihmal edilmesi sınıflandırma performansını yükselten en önemli etkendir (LeCun ve ark., 2015).

Bu çalışmada kullanılan veri kümesi İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nöroloji Bölümünde toplanmıştır. Veri kümesi 188 Parkinson hastası ve 64 sağlıklı bireye ait ses kayıtlarından farklı sinyal işleme teknikleriyle elde edilen öznitelikleri içerir. Farklı türde öznitelik kümelerine boyut indirgeme yöntemi olarak Ki-Kare seçimi uygulanmıştır. İndirgenmiş öznitelik vektörleri Gradyan Arttırıcı Makineler (GAM) modeline girdi olarak verilmiştir. GAM modelinin eğitiminde Çapraz Doğrulama yöntemi kullanılırken; eğitilin modelin performansı Doğruluk Oranı ve F-ölçütü metrikleriyle sınanmıştır. Son olarak alınan sınıflandırma sonuçları aynı veri kümesinin kullanıldığı literatür çalışmasıyla kıyaslanmıştır.

Çalışmada devam eden bölümleri şu şekildedir: İkinci bölümde geçmiş PH tespiti çalışmalarına kısaca değinilmiştir. 3. Bölüm'de kullanılan materyal ve metotlar hakkında bilgi verilmiştir. Son bölüm olan 4. Bölüm'de ise çalışmada elde edilen sonuçlar gösterilmiş ve değerlendirilmiştir.

2. GEÇMİŞ ÇALIŞMALAR

PH'ye sahip bireyler ses yüksekliği, kararsızlığı ve sıklık anormallikleri gibi ses bozulmalarıyla karşılaşırlar. Ses sinyalleri üzerine uygulanan sinyal işleme teknikleri, bahsedilen bu bozulmaları tespit etmede ve sinyallerinden PH ile ilintili öznitelikleri çıkarmada kullanılır. Örneğin, Tsanas ve arkadaşları çalışmalarında ses özniteliklerini kullanan sahip yeni bir PH tespit sistemi önermiştir. Sisteme giriş olarak sadece 10 öznitelik verilirken, bu öznitelikler Minimum Fazlalık Maksimum İlgi (MFMİ) (İng. Minimum Redundancy Maximum Relevance- mRmR), Kabartma (İng. Relief) ve Yerel Öğrenme-Temelli Öznitelik Seçimi (İng. Local Learning-Based Feature Selection) yöntemleriyle seçilmiştir. Seçilen özniteliklerle Rastgele Orman (İng. Random Forest) ve Destek Vektör Makineleri (DVM) (İng. Support Vector Machines) modelleri eğitilmiştir ve modellerin doğruluk oranı %98,6'a kadar çıkmıştır (Tsanas ve ark., 2012).

Sharma ve Giri, gırtlak nabzı, Mel-Frekans Kepstral Katsayıları (MFKK), perde, titreme ve ışıltı özniteliklerini kullanan yeni bir PH tespit sistemi önermiştir. Önerilen sistemde MFKK ve gırtlak nabzı özniteliklerinin ön plana çıktığı ve PH bireylerde bu iki özniteliğin değerlerinde dalgalanmalar olduğu görülmüştür (Sharma ve Giri, 2014). Sakar ve arkadaşları MFKK, Dalgacık Dönüşümü (DD), Ayarlanabilir Q-Faktör Dalgacık Dönüşümü (AQDD) gibi öznitelik kümelerini kullanan yeni bir PH tespit sistemi önermiştir. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı PH tespitinde ilk defa AQDD özniteliklerinin kullanılmasıdır. Çalışmada kullanılan veri kümesinde 252 kişiye ait 756 ses örneği bulunmaktadır. Ses örneklerinden elde edilen öznitelik kümeleriyle farklı türde sınıflandırıcılar

eğitilmiş ve bu sınıflandırıcıların çıktıları birleştirilmiştir. Önerilen PH sisteminde en yüksek başarıya AQDD öznitelikleriyle erişilmiştir (Sakar ve ark., 2019).

3. MATERYAL VE METODLAR

3.1. Veri Kümesi

Çalışmada kullanılan veri kümesi UCI Makine Öğrenimi deposundan (https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Parkinson%27s+Disease+Classification) elde edilmiş olup, Sakar ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada kullanılmıştır. Veri kümesinde 188 sağlıklı ve 64 PH bireye ait ses kayıt örnekleri bulunmaktadır. Her birey için 3 kayıt örneği alındığından toplam örnek sayısı 756 olmuştur. Veri kümesinde bulunan ses kaydı örneklerine farklı sinyal işleme yöntemleri uygulanarak 4 farklı öznitelik kümesi elde edilmiştir (Sakar ve ark., 2019). Elde edilen özniteliklerin türleri ve sayıları Tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Veri kümesindeki öznitelik türlerinin sayıları.

Öznitelik Türü	Öznitelik Sayısı
Temel ve Akustik Öznitelikler	56
Mel-Frekans Kepstral Katsayıları (MFKK)	84
Dalgacık Dönüşümü (DD)	182
Ayarlanabilir Q-faktörü Dalgacık Dönüşümü (AQDD)	432

Temel ve akustik özniteliklere örnek olarak ses yoğunluğu, bant genişliği ve formant frekansı verilebilir. Sesin titreme ve pırıltı özellikleri de sıklıkla kullanılan temel özniteliklerdir. İnsan kulağının özelliklerini doğrudan modelleyebilen MFKK özniteliklerinden ise özellikle dil ve dudak hareketlerindeki hızlı bozulmaların tespitinde yararlanılır. PH bireylerin konuşmalarında özellikler sesli harflerin tam periyodikliğinde ani değişimler olmaktadır. Dalgacık Dönüşümü (DD) (İng. Wavelet Transform) yerel ölçekteki bu değişimleri tespit eden önemli bir yöntemdir (Gunduz, 2019).

3.2. Boyut İndirgeme

Boyut indirgeme yöntemleri, modellerin karmaşıklığını düzenler ve varyansını düşürerek aşırı öğrenmeye önler. Yapay öğrenmede boyut indirgeme işlemi öznitelik seçme yöntemleriyle yapılmaktadır. Öznitelik seçimiyle, veri kümesinde yer alan tüm özniteliklerin içerisinden ilinti düzeyi yüksek olanlar seçilerek yeni bir öznitelik alt uzayı oluşturulur (Yu ve Liu, 2003). Öznitelik seçimiyle yapay öğrenme yöntemlerinin çıktılarının yorumlanması kolaylaşır ve tahmin performansları iyileşir. Çalışmada öznitelik seçim yöntemi olarak Ki-Kare seçimi kullanılmıştır.

Ki-Kare seçimi:

İki ya da daha fazla sınıfa sahip iki nitel değişken arasında bağımsızlık derecesini ölçer. Ki-kare katsayısı ilişkinin olmadığı durumlarda "0", çok yüksek ilişki olduğunda ise "1"e çok yakın bir değer çıkar. Sınıflandırma problemlerinde her bir öznitelik ile sınıf etiketleri arasındaki Ki-Kare puanı hesaplanır. Her öznitelik için bulunan Ki-Kare puanları büyükten küçüğe doğru sıralanır ve puanı belirlenen bir eşik değerin üstünde ona öznitelikler seçilir ve kalan öznitelikler veri kümesinden ihmal edilir (Zheng ve ark., 2004).

3.3. Sınıflandırma Yöntemi

Çalışmada PH'ye sahip bireyleri sağlıklı bireylerden ayırt etmek için kullanılan yapay öğrenme yöntemi Gradyan Arttırıcı Makineler (GAM)'dir. GAM sınıflandırıcısı arttırma (ing. Boosting) yöntemini temel alır. Arttırma, tek bir güçlü öğrenici oluşturmak için bir dizi zayıf öğreniciyi bir araya getiren bir tahmin yöntemidir. Yöntemde zayıf öğrenici olarak genellikle doğrusal regresyon veya karar ağacı yöntemleri seçilir (Natekin ve Knoll, 2013). GAM modelleri yinelemeli anlayışla eğitilmektedir. Böylece modelin her yinelemesinde, mevcut model tarafından yanlış sınıflandırılan örnekleri geri kazanmak için yeni bir öğrenici (yeni bir karar ağacı gibi) eğitilir. GAM modelinin eğitimi Gradyan Düşmesi algoritmasıyla amaç fonksiyonun en iyilenmesi yöntemiyle gerçekleştirilir (Friedman, 2001).

Tablo 2. İkili sınıflandırma için karışıklık matrisi.

Gerçek /Tahmin Edilen	PH	Sağlıklı
PH	dp	yn
Sağlıklı	yp	dn

3.4. Performans Değerlendirme

Eğitilen modellerin tahmin performanslarını değerlendirmek için değerlendirme ölçütleri kullanılır. Sınıflandırma problemlerinde yaygın olarak kullanılan ölçüt Doğruluk oranıdır. Ancak veri kümesindeki sınıfların dağılımları dengesiz olması durumunda Doğruluk oranı çeldirici olabilmektedir (Gunduz ve Cataltepe, 2015). Bu durumun önüne geçebilmek için modellerin sınıfları birbirinden ne kadar iyi ayrılabildiğini değerlendiren F-Ölçütü metriğinden yararlanılır. F-Ölçütü Tablo 2'de gösterilen karışıklık matrisini temel alır (Shafique ve ark., 2015). Karışıklık matrisi, ikili bir sınıflandırma probleminde sınıf bazında doğru ve yanlış sınıflandırılan örneklerin sayısını gösterir. Karışıklık matrisinde, dp, yp, yn ve dn sırasıyla doğru pozitif (dp), yanlış pozitif (yp), yanlış negatif (yn) ve doğru negatif (dn) sayımları belirtir. Bu sayımlara dayanarak, F-Ölçütü şu şekilde bulunur:

$$\text{Kesinlik (K)} = dp/(dp+yp) \quad (1)$$

$$\text{Anma (A)} = dp/(dp+yn) \quad (2)$$

$$\text{F-Ölçütü} = 2*K*A/(K+A) \quad (3)$$

Eşitliklerde belirtildiği üzere, F-Ölçütü; Anma ve Kesinlik ölçütlerinin harmonik ortalaması alınarak hesaplanır.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bölüm 3.1'de bahsedildiği üzere veri kümesinde farklı türde ses öznitelikleri bulunmaktadır. Çalışmada yapılan ilk deneylerde bu öznitelikler üzerinde herhangi bir boyut indirgeme işlemi yapılmadan modeller eğitilmiştir. Veri kümesinde görece az örnek bulunduğundan modellerin eğitimi Çapraz Doğrulama (İng. Cross Validation) prosedürüyle gerçekleştirilmiştir. Veri kümesinde n kişiye ait örnekler olduğunu varsaydığımızda; çapraz doğrulama ile her iterasyonda n–1 birey ait örnekler ile model eğitilirken, kalan 1 birey ait örnekle de model test edilir (Vehtari ve ark., 2017). Çapraz doğrulamayla boyut indirgemesi yapılmadan alınan sınıflandırma sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Öznitelik seçimsiz sınıflandırma sonuçları.

Öznitelik Türü	Doğruluk Oranı	F-Ölçütü
Temel ve Akustik Öznitelikler	0,766	0,859
Mel-Frekans Kepstral Katsayıları (MFKK)	**0,837**	**0,898**
Dalgacık Dönüşümü (DD)	0,726	0,833
Ayarlanabilir Q-faktörü Dalgacık Dönüşümü (AQDD)	0,833	0,896

Tablodaki sonuçlar en yüksek sınıflandırma başarısının MFKK öznitelikleriyle elde edildiğini göstermiştir. MFKK ile yaklaşık olarak 0.84'lük doğruluk ve 0.89'luk F-Ölçütü oranlarına erişilmiştir. MFKK'nin başarısını AQDD öznitelikleri izlerken, en düşük sınıflandırma başarısı DD öznitelikleriyle alınmıştır.

Tablo 4. Ki-Kare seçimli sınıflandırma sonuçları.

Öznitelik Türü	Özn. Sayısı	Doğruluk Oranı	F-Ölçütü
Temel ve Akustik Öznitelikler	10	0,817	0,886
Mel-Frekans Kepstral Katsayıları (MFKK)	17	0,857	0,910
Dalgacık Dönüşümü (DD)	37	0,746	0,842
Ayarlanabilir Q-faktörü Dalgacık Dönüşümü (AQDD)	84	**0,861**	**0,911**

İkinci deneylerde öznitelik kümelerine boyut indirgeme işlemi uygulanmış ve indirgenmiş özniteliklerle modeller eğitilmiştir. Her öznitelik kümesi üzerinde Ki-Kare seçimi uygulanarak öznitelik kümelerine ait Ki-Kare puanları hesaplanmıştır. Hesaplanan Ki-Kare puanları büyükten küçüğe doğru sıralanmış ve her kümenin en yüksek %20'lik diliminde yer alan öznitelikler seçilmiştir. Seçilen özniteliklerin sayısı Temel ve Akustik, MFKK, DD ve AQDD kümeleri için sırasıyla 10, 17, 37 ve 84 olmuştur. Seçilen özniteliklerle modellerin eğitimi birinci deneyde olduğu çapraz doğrulama prosedürüyle yapılmıştır. Öznitelik seçimi sonucunda alınan sınıflandırma sonuçları Tablo 4'te listelenmiştir. Sonuçlara göre en yüksek Doğruluk ve F-Ölçütü oranlarına AQDD öznitelikleri sahiptir (0,861 doğruluk ve 0,911 F-Ölçütü oranları). MFKK öznitelikleri AQDD'ye yakın performans sergilerken; en düşük sınıflandırma performansı birinci deneylerde olduğu gibi DD özniteliklerine aittir. Öznitelik seçimsiz ve seçimli sonuçlar karşılaştırıldığında, öznitelik seçiminin tüm öznitelik kümelerinde performans artışına sebep olduğu görülmüştür. En yüksek doğruluk oranı artışı yaklaşık %5 ile Temel ve Akustik özniteliklerde olmuştur. Son olarak alınan sınıflandırma sonuçları, aynı veri kümesini kullanan Sakar ve arkadaşlarının çalışmasındaki sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Sakar ve arkadaşlarının çalışması model eğitiminde ve değerlendirmesinde çalışmamızla aynı yöntemleri kullanmaktadır. Sakar ve diğerlerinin çalışmasında elde edilen en yüksek sınıflandırma performansı 0,85 olarak gerçekleşirken, çalışmamızda bu oran %1 artarak 0.861'e yükselmiştir (Sakar ve ark., 2019).

KAYNAKLAR

Friedman, J. H. (2001), Greedy function approximation: a gradient boosting machine. Annals of statistics, 1189-1232.

Gunduz, H. ve Cataltepe, Z. (2015), Borsa Istanbul (BIST) daily prediction using financial news and balanced feature selection. Expert Systems with Applications, 42(22), 9001-9011.

Gunduz, H. (2019), Deep Learning-Based Parkinson's Disease Classification Using Vocal Feature Sets. IEEE Access, 7, 115540-115551.

Gürüler, H. (2017), A novel diagnosis system for Parkinson's disease using complex-valued artificial neural network with k-means clustering feature weighting method. Neural Computing and Applications, 28(7), 1657-1666.

Jankovic, J. (2008), Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. Journal of neurology, neurosurgery & psychiatry, 79(4), 368-376.

Kubota, K. J., Chen, J. A. ve Little, M. A. (2016), Machine learning for large-scale wearable sensor data in Parkinson's disease: Concepts, promises, pitfalls, and futures. Movement disorders, 31(9), 1314-1326.

LeCun, Y., Bengio, Y. ve Hinton, G. (2015), Deep learning. nature, 521(7553), 436-444.

Natekin, A. ve Knoll, A. (2013), Gradient boosting machines, a tutorial. Frontiers in neurorobotics, 7, 21.

Sakar, B. E., Isenkul, M. E., Sakar, C. O., Sertbas, A., Gurgen, F., Delil, S., ve Kursun, O. (2013), Collection and analysis of a Parkinson speech dataset with multiple types of sound recordings. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 17(4), 828-834.

Sakar, C. O., Serbes, G., Gunduz, A., Tunc, H. C., Nizam, H., Sakar, B. E. ve Apaydin, H. (2019), A comparative analysis of speech signal processing algorithms for Parkinson's disease classification and the use of the tunable Q-factor wavelet transform. Applied Soft Computing, 74, 255-263.

Shafique, U., Majeed, F., Qaiser, H. ve Mustafa, I. U. (2015), Data mining in healthcare for heart diseases. International Journal of Innovation and Applied Studies, 10(4), 1312.

Sharma, A. ve Giri, R. N. (2014), Automatic recognition of Parkinson's Disease via artificial neural network and support vector machine. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), 4(3), 2278-3075.

Tsanas, A., Little, M. A., McSharry, P. E. ve Ramig, L. O. (2009), Accurate telemonitoring of Parkinson's disease progression by noninvasive speech tests. IEEE transactions on Biomedical Engineering, 57(4), 884-893.

Tsanas, A., Little, M. A., McSharry, P. E., Spielman, J. ve Ramig, L. O. (2012), Novel speech signal processing algorithms for high-accuracy classification of Parkinson's disease. IEEE transactions on biomedical engineering, 59(5), 1264-1271.

Vehtari, A., Gelman, A. ve Gabry, J. (2017), Practical Bayesian model evaluation using leave-one-out cross-validation and WAIC. Statistics and computing, 27(5), 1413-1432.

Yu, L. ve Liu, H. (2003), Feature selection for high-dimensional data: A fast correlation-based filter solution. In Proceedings of the 20th international conference on machine learning (ICML-03) (pp. 856-863).

Zheng, Z., Wu, X. ve Srihari, R. (2004), Feature selection for text categorization on imbalanced data. ACM Sigkdd Explorations Newsletter, 6(1), 80-89.

EKSENEL FANLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ: TEKSTİL SANAYİ ÖRNEĞİ

Buse TURNA
Kocaeli Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
b.turna4@gmail.com

Prof. Dr. Durmuş KAYA
Kocaeli Üniversitesi/Teknoloji Fakültesi/Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
durmuskaya@hotmail.com

Dr. Muharrem EYİDOĞAN
Kocaeli Üniversitesi/Teknoloji Fakültesi/Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
muharrem_eyidogan@hotmail.com

Prof. Dr. Fatma ÇANKA KILIÇ
Kocaeli Üniversitesi/Teknoloji Fakültesi/Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
fatmacanka@hotmail.com

Özet
Günümüzde tüm endüstriyel işletmelerde en önemli konulardan biri hiç şüphesiz ki enerji verimliliği kavramıdır. Azalmakta olan doğal enerji kaynakları ve artan enerji maliyetleri; endüstriyel işletmeleri enerjinin verimli kullanılması ve enerji tüketimlerini azaltmaya yönelik çalışmalar yapmaya zorlamakta, bu durum da enerji verimliliğine olan önemi artırmaktadır. Bu çalışmada, endüstriyel işletmelerde oldukça yaygın olarak kullanılan ve genel olarak döküm alüminyum alaşımlarından üretilen eksenel fanlar ile epoxy fiberglass kanat yapısıyla daha hafif ve aerodinamik dizayna sahip olan eksenel fanların enerji verimliliği açısından karşılaştırma sonuçları ele alınmıştır. Bu kapsamda tekstil sanayi sektöründe faaliyet gösteren birkaç farklı işletmede havalandırma sistemlerinde epoxy fiberglass fanların uygulamasına yönelik örnek çalışmalara ait incelemelere yer verilmiştir. Eksenel fanlarda üretilen malzeme cinsi ve tasarımsal olarak yapılacak olan iyileştirmeler ile, fanın kullanıldığı sistemde ihtiyaç duyulan akışkan debisinin %25-40 oranında daha az enerji tüketilerek elde edilmesinin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, eksenel fanlar, tekstil sanayi, enerji tasarrufu, enerji etüdü, küresel ısınma

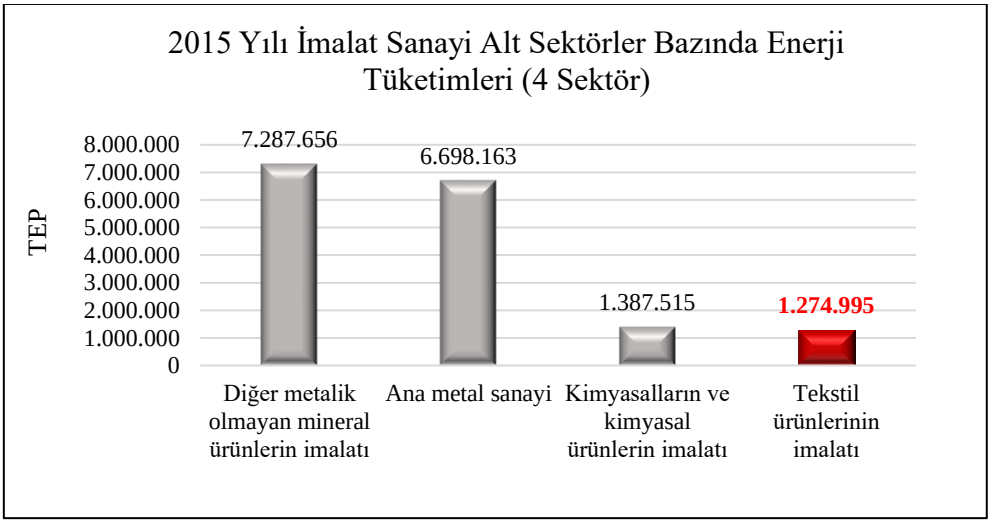
ENERGY EFFICIENCY IN AXIAL FANS: AN EXAMPLE FOR THE TEXTILE INDUSTRY

Abstract
One of the most important issues in all industrial plants is undoubtedly the concept of energy efficiency in today. Decreasing natural energy resources and increasing energy costs force industrial enterprises to make efforts to use energy efficiently and reduce energy consumption, which increases the importance of energy efficiency in the industry. In this study, the comparison results of the axial fans, which are widely used in industrial enterprises and generally manufactured from cast aluminum alloys, and the axial fans with epoxy fiberglass wing structure, which have a lighter and aerodynamic design, are discussed in terms of energy efficiency. In this context, a number of examples of the application of epoxy fiberglass fans in ventilation systems in several different enterprises operating in the textile industry sector have been examined and presented. It is concluded that the fluid flow rate required in the system in which the fan is used can be obtained by consuming 20-25% less energy with the material type and design improvements made in axial fans.

Keywords: Energy efficiency, axial fans, textile industry, energy saving, energy audit, global warming

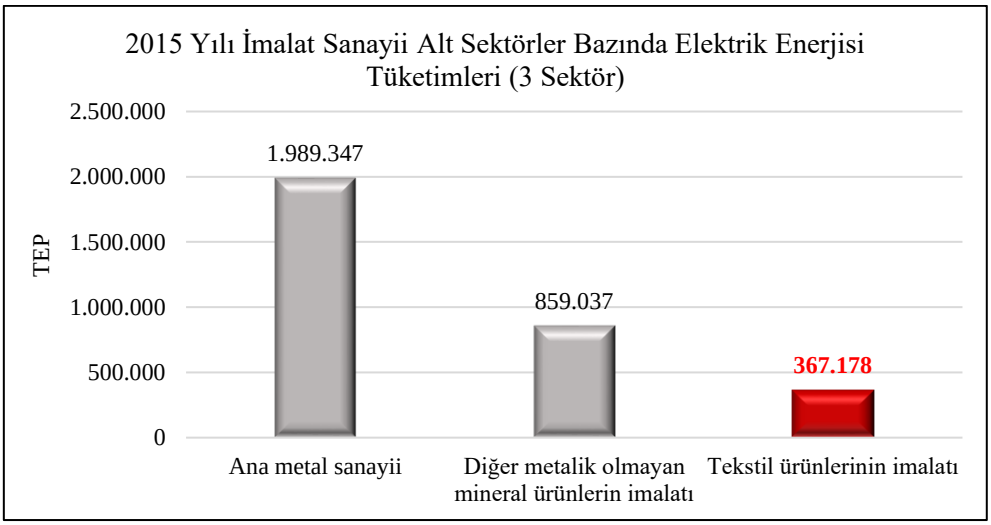
1. GİRİŞ

Türkiye'de imalat sanayide alt sektörler bazında enerji tüketim istatistiklerine bakıldığında 22 sektör arasında, diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı sektörü (7.287.656 TEP) ilk sırada yer almaktadır. Bu sıralamayı ana metal sanayi sektörü (6.698.163 TEP) ve kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı sektörü (1.387.515 TEP) takip etmektedir. 4. sırada ise 1.274.995 TEP enerji tüketimi ile tekstil ürünlerinin imalatı sektörü yer almaktadır (YEGM, 2017). Türkiye'de imalat sanayide enerji tüketimi yüksek olan ilk 4 sektör ve enerji tüketimleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. 2015 yılı imalat sanayi alt sektörler bazında enerji tüketimleri (4 sektör) (YEGM, 2017).

Türkiye'de imalat sanayide alt sektörler bazında elektrik enerjisi tüketim istatistiklerine bakıldığında 22 sektör arasında, ana metal sanayi sektörü (1.989.347 TEP) ilk sırada yer almaktadır. Bu sıralamayı diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı sektörü (859.037 TEP) takip etmektedir. 3. sırada ise 367.178 TEP elektrik enerjisi tüketimi ile tekstil ürünlerinin imalatı sektörü yer almaktadır (YEGM, 2017). Türkiye'de imalat sanayide elektrik enerjisi tüketimi yüksek olan ilk 3 sektör ve enerji tüketimleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. 2015 yılı imalat sanayi alt sektörler bazında elektrik enerjisi tüketimleri (3 sektör) (YEGM, 2017).

Türkiye'de tekstil sektörü özellikle 1990-2000 yılları arasında hızlı bir büyüme göstermiş, büyümeyle birlikte de sektördeki enerji tüketimleri yüksek değerlere ulaşmıştır (Öztürk, 2012). Sektörde artan enerji ihtiyacının karşılanabilmesi, enerjinin daha etkin kullanılabilmesi ve rekabet gücünün artırabilmesi için enerji tasarrufu yapmak zorunlu hale gelmiştir.

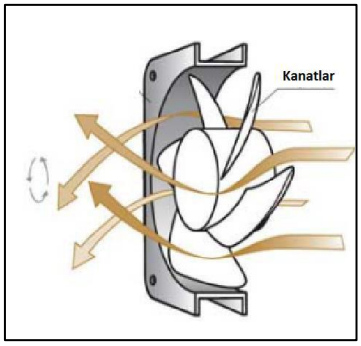
Türkiye'de tekstil sanayi sektöründe enerji tüketen ekipmanlara bakıldığında klima santrallerinin bu tüketimdeki payının yüksek mertebelerde olduğu görülmektedir. Klima santrallerinde genellikle vantilatör ve aspiratör fanı olarak eksenel fanlar tercih edilmekte ve enerji tüketimi yüksek ekipmanlar arasında yer almaktadır.

Klima santralleri genel olarak üretim alanında nemlendirme, ısıtma, soğutma ve havalandırma için kullanılmaktadır. Klima santralinin aspiratör fanı yardımıyla üretim alanındaki temiz olmayan hava filtrelenmektedir. Üretim alanının ihtiyacı olan şartlandırılmış hava ise vantilatör fanları tarafından üretim yapılan alana transfer edilmektedir.

Türkiye'de özellikle iplik üretimi olan ve iplik boyama yapılan tekstil işletmelerinde yapılan enerji etüdü çalışmaları incelendiğinde, klima santrallerinde eksenel vantilatör ve aspiratör fanlarının toplam elektrik enerjisi tüketimindeki payının %7-10 mertebelerine ulaştığı görülmektedir. (Bu değerlendirme için tekstil sanayi sektöründe faaliyet gösteren birkaç farklı endüstriyel işletmenin yıllık toplam elektrik tüketimleri ve enerji etüdü sırasında eksenel aspiratör ve vantilatör fanlarından alınan elektriksel ölçüm sonuçları referans alınmıştır.)

2. GELENEKSEL EKSENEL FANLAR

Eksenel fanlar dönme eksenine paralel bir akış oluşturup çalıştıkları ortamda basınç farkı oluşturarak akışkanın (havanın veya benzeri gazların) transferini sağlamak için kullanılan ekipmanlardır.
Eksenel fanlarda hava akışının izlediği yol rotor eksenine paralel yöndedir. Teorik olarak bakıldığında radyal doğrultuda bir hız bileşeni yoktur. Fakat fanın göbek bölümüne bir eğrilik verilerek radyal hız bileşenlerinin oluşturulduğu fanlar da vardır. (Güney, 2016).



Şekil 3. Eksenel fanda hava akışı

Eksenel fanlar endüstriyel işletmelerde soğutma kulelerinde sistemdeki istenmeyen ısının atmosfere transfer edilmesinde, hava soğutmalı chillerlerin kondenserinin soğutulmasında, kojenerasyon sistemi gaz motorlarında (eğer ısı geri kazanım sistemi yok ise) motorun soğutulması için kullanılan soğutma suyunun soğutulmasında, havalandırma gerektiren proseslerde egzoz veya kötü kokuların atmosfere tahliyesi ve kurutma prosese gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Genel olarak pervane kanat tipi eksenel fanlar, silindir kanat tip eksenel fanlar ve kılavuz silindir tip eksenel fanlar olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır (Bulgurcu).

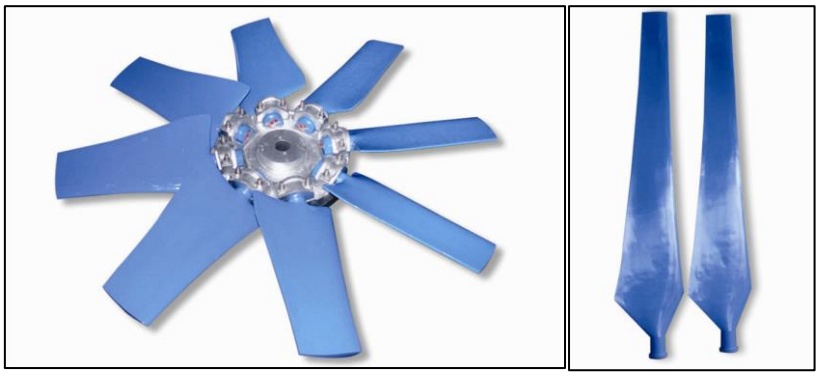


Şekil 4. Pervane kanat tipi, silindir kanat tip ve kılavuz silindir tip eksenel fan örneği

Genel fan tiplerinin toplam verimlerine bakıldığında pervane kanat tipi eksenel fanların toplam fan veriminin %45-50 mertebelerinde olduğu, silindir kanat tip eksenel fanlarda toplam fan veriminin %65-70 mertebelerinde olduğu, kılavuz silindir tip eksenel fanlarda ise toplam fan veriminin %75-80 mertebelerinde olduğu söylenebilmektedir (Matkap, 2006) Endüstriyel tesislerde soğutma ve havalandırma amaçlı olarak kullanılan eksenel fanların kanatları genellikle döküm alüminyum alaşımlarından veya düşük karbonlu çelikten imal edilmektedir (Sakin ve ark., 2010)

3. EPOXY FİBERGLASS FRP EKSENEL FANLAR

Bu çalışmada FRP (Fiberglass Reinforced Plastics, Cam Elyaf Takviyeli Plastik) epoxy fiberglass (epoxy cam elyaf) malzemeden el yapımı olarak üretilen fanlar ele alınmıştır.



Şekil 5. FRP epoxy fiberglass fanlar

Bu fanlarda kanat malzemesi olarak epoxy reçinesi kullanılması sayesinde, fanların mukavemeti, yorulma dayanımı, kimyasal dayanımı (korozyon direnci) ve ısı direnci yüksek olmaktadır. Su emiciliği ise düşük olduğu için de geleneksel eksenel fanlara kıyasla yaklaşık olarak %50 daha hafif olmaktadır. Bu sayede fan eksenel taşıma yükünü büyük ölçüde azaltmakta ve dişli kutusu yataklarının ömrünü uzatmaktadır. FRP epoxy fiberglass kanatlar, korozyon ve aşınmaya karşı dayanıklı olduğu için ömrü boyunca performans kaybetmeksizin çalışabilmekte ve geleneksel eksenel fanlara kıyasla çok daha düşük bakım maliyeti ile işletilebilmektedir.

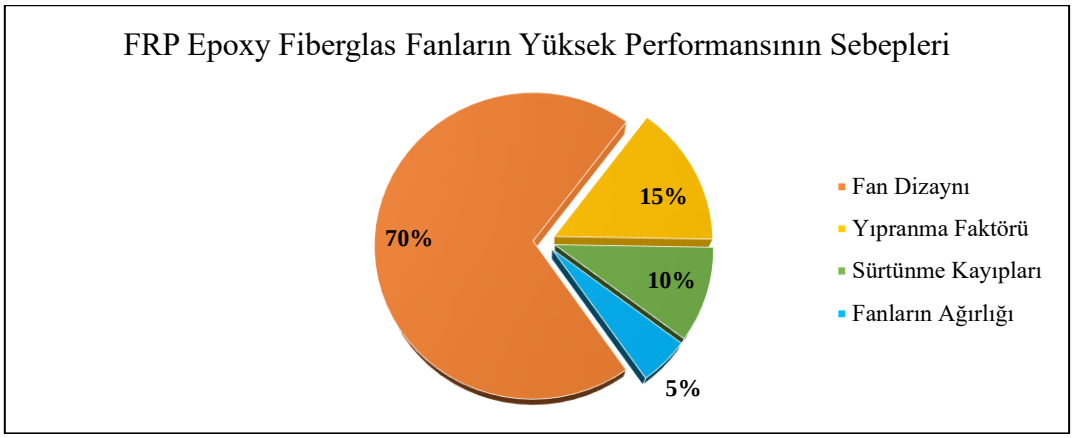
FRP epoxy fiberglass fanlarda optimum mukavemet, sağlamlık, dayanıklılık özellikleri, hava koşullarına ve ultraviyole bozulmaya direnç sağlamak için HUNTSMAN yüksek dereceli epoxy reçineleri olan VETROTEX fiber glass kombinasyonu seçilmiştir. Her kanat, antikorozif epoxy boya ile boyanmakta ve soğutma klima santrallerinin sıcak ve nemli atmosferinde çalışırken aşınmayı önlemek için ön kenarda yani akışkan ile ilk olarak karşılaştığı uç kısım. (hücum kenarında) ekstra kaplama yapılmaktadır. FRP epoxy fiberglass fanların kanatlarının yüzey kaplaması sayesinde yüzey sürtünmesi ihmal edilebilir seviyede olmakta ve bu da gürültü (ses) seviyesini azaltmaktadır. Yeni nesil FRP epoxy fiberglass fanlar ve alüminyum döküm fanlar arasındaki farklar Tablo 1'de genel olarak özetlenmiştir.

Tablo 1. FRP epoxy fiberglass fanlar ve alüminyum döküm fanlar arasındaki farklar

No	Karşılaştırma	FRP Epoxy Fiberglass Fanlar	Alüminyum/GRP/FRP
1	Verimlilik	~%81 - %90	<%80
2	Dizayn	Aerodinamik yüksek profil	Eski geleneksel tip
3	Meteryal	Epoxy cam elyaf takviyeli plastik	Alüminyum döküm
4	Kanat	İçi boş kanat	İçi dolu kanat
5	Enerji tasarruf oranı	%25-40 enerji tasarruf garantisi	-
6	Dayanıklılık	> 10 yıl	2, 3 yıl sonra performansta yavaşlama

FRP epoxy fiberglass fanların performansının yüksek olmasının sebeplerine bakıldığında; fan dizaynının etkisinin %70, yıpranma faktörünün etkisinin %15, sürtünme kayıplarının etkisinin %10 ve fanların ağırlığının etkisinin ise %5 olduğu söylenebilmektedir. Bu durum fanların ağırlıklı olarak

kanat malzemelerinde yapılacak olan iyileştirmeler ile yüksek performansta çalışabileceğini göstermektedir.



Şekil 6. Fan performansını etkileyen faktörler

4. MATERYAL VE METOD

Klima santralinde alüminyum malzemeden üretilmiş aspiratör ve vantilatör fanlarının hava debisini belirleyebilmek için anemometre ile hava hızı ölçülmüştür. Fanların enerji tüketimlerinin belirlenebilmesi için ise enerji analizörü ile aktif güç ölçümleri yapılmıştır. Mevcut durumdaki hava debisi ve aktif gücü belirlendikten sonra ise FRP epoxy fiberglass eksenel fanlar sisteme monte edilmiştir. Hava akış hızı, kanat açılarını açı ölçer ile ayarlayarak istenilen değerde ayarlanmıştır. Ardından tekrarlanan ölçümler ile enerji tüketimindeki değişiklikler gözlemlenmiştir.
Genel olarak eksenel fanlarda aşağıdaki parametreler ölçülmektedir:

- Hava akışı,
- Fan güç tüketimi
- Kanat açısı ve devir (rpm)



Şekil 7. Hız ölçümünde kullanılan hız probu ve birim enerji tüketimi ölçümünde kullanılan enerji analizörü

5. ANALİZ ve HESAPLAMALAR

Uygulama Örneği 1

Mevcut alüminyum eksenel fana ait bilgiler ve alınan ölçümler Tablo 2'de, FRP epoxy fiberglass eksenel fana ait bilgiler ve ölçümler Tablo 3'te ve mevcut alüminyum eksenel fanın FRP epoxy fiberglass fan ile değişimine yönelik tasarruf analizleri ise Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 2. Alüminyum fana ait bilgiler ve ölçümler

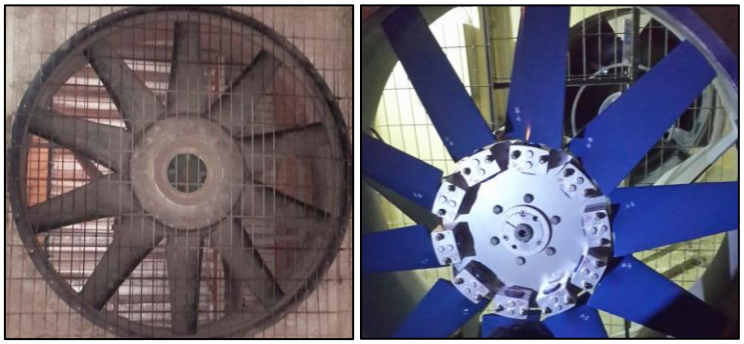
Fan Kanat Malzemesi	Çalışma Saati	Elektrik Motoru Etiket Gücü	Devir	Hız	Birim Enerji Tüketimi	Yıllık Enerji Tüketimi
	saat/yıl	kW	rpm/dk	m/s	kW	kWh/yıl
Alüminyum Fan	8.400,00	18,50	970,00	7,37	17,25	144.900,00

Tablo 3. FRP epoxy fiberglass eksenel fana ait bilgiler ve ölçümler

Fan Kanat Malzemesi	Çalışma Saati	Elektrik Motoru Etiket Gücü	Devir	Hız	Birim Enerji Tüketimi	Yıllık Enerji Tüketimi
	saat/yıl	kW	rpm/dk	m/s	kW	kWh/yıl
FRP Epoxy Fiberglass	8.400,00	18,50	970,00	7,42	10,70	89.880,00

Tablo 4. Mevcut alüminyum eksenel fanların FRP epoxy fiberglass fanlar ile değişimi tasarruf analizleri

Yıllık Enerji Tasarrufu	Yıllık Mali Tasarruf	CO_2 Azalma Miktarı	Yatırım Maliyeti	Basit Geri Ödeme Süresi
kWh/yıl	TL/yıl	kg/yıl	TL	yıl
55.020,00	24.759,00	34.277,00	21.000,00	0,85



Şekil 8. Mevcut alüminyum kanatlı eksenel fan ve uygulama sonrası FRP epoxy fiberglass eksenel fan

Uygulama Örneği – 2

Mevcut alüminyum eksenel fanlara ait bilgiler ve alınan ölçümler Tablo 5'te, FRP epoxy fiberglass eksenel fana ait bilgiler ve ölçümler Tablo 6'da ve mevcut alüminyum eksenel fanların FRP epoxy fiberglass fanlar ile değişimine yönelik tasarruf analizleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 5. Alüminyum fana ait bilgiler ve ölçümler

Fan Kanat Malzemesi	Çalışma Saati	Elektrik Motoru Etiket Gücü	Devir	Ortalama Hız	Birim Enerji Tüketimi	Yıllık Enerji Tüketimi
	saat/yıl	kW	rpm/dk	m/s	kW	kWh/yıl
Epoxy Fiberglass FRP	8.400,00	22,00	975,00	12,29	19,50	163.800,00

Tablo 6. FRP epoxy fiberglass eksenel fana ait bilgiler ve ölçümler

Fan Kanat Malzemesi	Çalışma Saati	Elektrik Motoru Etiket Gücü	Devir	Ortalama Hız	Birim Enerji Tüketimi	Yıllık Enerji Tüketimi
	saat/yıl	kW	rpm/dk	m/s	kW	kWh/yıl
Epoxy Fiberglass FRP	8.400,00	22,00	975,00	12,29	13,26	111.384,00

Tablo 7. Mevcut alüminyum eksenel fanların FRP epoxy fiberglass fanlar ile değişimi tasarruf analizleri

Yıllık Enerji Tasarrufu	Yıllık Mali Tasarruf	CO_2 Azalma Miktarı	Yatırım Maliyeti	Basit Geri Ödeme Süresi
kWh/yıl	TL/yıl	kg/yıl	TL	yıl
52.416,00	23.587,20	32.655,00	22.500,00	0,95

6. SONUÇLAR

Uygulama örneği 1'de mevcut alüminyum kanatlı eksenel fanların FRP epoxy fiberglass fanlar ile değiştirildikten sonra aynı hava debisinde güç tüketiminde %38,00 oranında azalma olduğu ortaya konulmuştur. Yıllık 55.020,00 kWh/yıl enerji tasarrufuna karşılık, elektrik birim maliyetinin 0,4500 TL/kWh (KDV hariç) olduğu kabul edildiğinde elde edilmesi öngörülen mali tasarruf miktarı 24.759,00 TL/yıl'dır. Uygulamanın yatırım maliyeti 21.000,00 TL, basit geri ödeme süresi ise 0,85 yıl'dır.

Uygulama örneği 2'de mevcut alüminyum kanatlı eksenel fanların FRP epoxy fiberglass fanlar ile değiştirildikten sonra aynı hava debisinde güç tüketiminde %32,00 oranında azalma olduğu ortaya konulmuştur. Yıllık 52.416,00 kWh/yıl enerji tasarrufuna karşılık, elektrik birim maliyetinin 0,4500 TL/kWh (KDV hariç) olduğu kabul edildiğinde elde edilmesi öngörülen mali tasarruf miktarı 23.587,20 TL/yıl'dır. Uygulamanın yatırım maliyeti 22.500,00 TL, basit geri ödeme süresi ise 0,95 yıl'dır.

Güç tüketiminin azaltılması ile fanların sistem veriminde (fan+elektrik motoru) artış sağlanmakta ve fanlar yüksek verimlilikle işletilebilir olmaktadır. Ayrıca yapılan bu çalışmalar ile enerji maliyetlerinin işletme bütçesi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve sağlanacak enerji tasarrufu ile üretim maliyetlerinin azaltılması mümkündür.

Bu çalışmalar çevresel boyutta ele alındığında uygulama örneği 1 sonrasında elde edilen enerji tasarrufu sayesinde, küresel ısınmasın asıl nedeni olan ve çevreye salınması önlenen CO_2 emisyon miktarı 34.277,00 kg/yıl azalma sağlanabilecektir. Bu da yaklaşık 84 adet ağacın nötrleyebileceği CO_2 emisyon miktarına denk gelmektedir. Uygulama örneği için bir değerlendirme yapıldığında ise CO_2 emisyon miktarında 32.655,00 kg/yıl azalma sağlanabilecektir. Bu da yaklaşık 80 adet ağacın nötrleyebileceği CO_2 emisyon miktarına denk gelmektedir.

Prosesteki debi ihtiyacının değişmesi durumunda FRP epoxy fiberglass eksenel fanların kanatlarının açısı değiştirilerek tasarımda belirlenen debiden oldukça uzak debilerde bile, fanların yüksek verim değerlerinde çalışması mümkündür.

KAYNAKÇA

BULGURCU H., *Fanlar*, http://deneysan.com/Content/images/documents/havalandirma-4_39143832.pdf (Erişim Tarihi: 14.10.2019)

Güney M., (2016) Radyal Fan Salyangozunun Fan Performansına Etkilerinin HAD Yardımı ile İncelenmesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Matkap Ü., (2006) Eş Eksenli Kanal Tipi Radyal Vantilatör Tasarımı ve Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Öztürk E., (2012), Tekstil Klima Santralleri İçin Enerji Tasarrufu Bağlamında Pratik Bir Çalışma, *Tesisat Mühendisliği,* Sayı 127, 47

Sakin R., Kumru N., Ay İ,. (2010), Eksenel Vantilatör Kanatları için Alüminyum Alaşımı ve Cam/Polyester Kompozitlerin Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması, *13. Uluslararası Malzeme Sempozyumu (IMSP'2010),* 517

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) (2017), İmalat Sanayinde Enerji Tüketim İstatistikleri (2013-2015), http://www.yegm.gov.tr/duyurular_haberler/enver_gosterge.aspx, (Erişim Tarihi: 20.10.2019)

http://encongroup.in/ FRP Epoxy Fiberglass Fans, (Erişim Tarihi: 04.10.2019)

https://www.egeorman.org.tr/karbonmetre.aspx, CO_2 Emisyon Miktarının Hesaplanması, (Erişim Tarihi: 30.10.2019)

BOYA SEKTÖRÜNDE ÇALIŞANLARIN MARUZ KALDIKLARI KIMYASALLAR, SEBEP OLDUKLARI MESLEK HASTALIKLARI VE KORUNMA YÖNTEMLERI

Dr. Ömer GÜNGÖR
Kocaeli Üniversitesi, Hereke Ömer İsmet Uzunyol MYO, Kimya ve kimyasal İşleme Teknikleri Bölümü
omer.gungor@kocaeli.edu.tr

Doç.Dr. Öznur GÖKKAYA
Kocaeli Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Organizasyon Bölümü
oznur.gokkaya@kocaeli.edu.tr

Özet
İş sağlığı ve güvenliği kavramı, işçinin sağlığı, emniyetini ve iş dolayısıyla doğan tehlikeler karşısında korunmasını kapsamaktadır. Fakat bu kavramı sağlık ve güvenlik olarak iki boyutta ele almak daha doğru olacaktır. Dünya sağlık örgütü iş sağlığı kavramını "İş sağlığı, hangi işi yaparlarsa yapsınlar bütün çalışanların fiziksel, zihinsel ve sosyal refahlarının mümkün olan en yüksek düzeye çıkarılmasını ve burada tutulması" olarak tanımlamaktadır. İş Güvenliği kavramı ise, Kişilerin bulundukları ortamlardaki tehlikelerden ve bu tehlikelerin doğurduğu risklerden korunmasını ifade etmektedir. Endüstri devrimiyle birlikte sanayileşme başlamış buda iş güvenliğini ve çevre sorunlarını meydana getirmiştir. Sanayide her geçen gün kullanılan kimyasal maddelere yenileri eklenmektedir. Hemen hemen bütün sektörlerde kimyasallar madde kullanılmaktadır. Günümüzde sanayide binlerce kimyasal madde kullanılmakta ve bu kimyasallardan bazıları ciddi çevresel ve sağlık problemlerine sebep olmaktadır. Birçok ülke bu problemlerini azaltmak ve korunmak amacıyla ciddi bütçeler ayırmaktadırlar. Boya sektöründe çalışan işçiler çeşitli yollarla kimyasallara maruz kalmaktadırlar. Bu çalışmada, boya sektöründe kullanılan bazı kimyasalların (benzen, tolüen, talk, TiO, reçine, bağlayıcılar) çalışanları nasıl etkiledikleri ve sebep oldukları meslek hastalıları araştırılmıştır. Ayrıca çözüm önerilerinde bulunuluştur

Anahtar Kelimeler: Kimyasallar, İş sağlığı ve Güvenliği, Meslek Hastalıkları

CHEMICALS EXPOSED TO PAINT INDUSTRY, OCCUPATIONAL DISEASES AND PROTECTION METHODS

Abstract
The concept of occupational health and safety includes the health, safety and protection of the worker against the hazards arising from the work. However, it would be more accurate to consider this concept in two dimensions as health and safety. The world health organization defines occupational health as "Occupational health is the maximization and retention of the physical, mental and social well-being of all employees wherever they do burada. The concept of Occupational Safety refers to the protection of individuals from the dangers in their environment and the risks posed by these dangers. With the industrial revolution, industrialization started and this created occupational safety and environmental problems. New chemicals are added every day to the industry. Chemicals are used in almost all sectors. Today, thousands of chemicals are used in industry and some of these chemicals cause serious environmental and health problems. Many countries devote significant budgets to reduce and protect these problems. Workers in the paint industry are exposed to chemicals in various ways. In this study, it is investigated how some chemicals (benzene, toluene, talc, TiO, resin, binders) used in paint sector affect workers and occupational diseases caused by them. Also suggested solutions

Keywords: Chemicals, Occupational Health and Safety, Occupational Diseases

1. GİRİŞ

Çalışma hayatı ile sağlık ilişkileri ilk insanlar zamanından beri var olmakla birlikte, sanayi devriminden sonra makineleşme ile iş kazaların artması sonucunda bu konuya ilgi artmıştır. Bilim ve

teknoloji alanındaki gelişmeler bir yandan insan hayatını kolaylaştırırken diğer yandan yeni yöntemlerin ve çalışma alanlarının ortaya çıkardığı sağlık sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Sanayileşme ile beraber artık iş güvenliği kavramından bahsedilmeye başlanmıştır. İş sağlığı ve güvenliği kavramı, dinamik bir kavramdır. Çalışma şartları ve bireylerin sağlık ve güvenliğini kapsayan tüm durum ve risklere bağlı olarak sürekli değişim göstermektedir. Çalışanın, iş yerlerinde işin yürütülmesi sırasında oluşan veya oluşabilecek tehlikelerden ve sağlığına zarar verebilecek unsurlardan korunmasını, aynı zamanda işyeri ortamının iyileştirilmesini hedef alan sistemli ve bilimsel çalışmaların tümüne "İş Sağlığı ve Güvenliği" denir. İş sağlığı ve güvenliğinde temel ilke, işyerlerindeki olası tehlike ve riskleri önceden saptamak ve çalışanlara zarar vermeden kontrol altına almaktır. Son 50 yılda bütün dünyada çalışma hayatında önemli gelişmeler olmuş ve iş sağlığı ve güvenliği yönünde birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda olumlu gelişmeler meydana gelerek iş kazaları ve meslek hastalıklarında önemli ölçülerde azalma meydana gelmiştir (Güngör ve ark., 2017).

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, boya sektöründe kullanılan bazı kimyasalların (benzen, toluen, talk, TiO, reçine, bağlayıcılar) çalışanları nasıl etkiledikleri ve sebep oldukları meslek hastalıları araştırılmıştır. Ayrıca çözüm önerilerinde bulunuluştur.

3. SONUÇ ve TARTIŞMA

Benzen

Kimyasal formülü C_6H_6 olan benzen aromatik bir bileşiktir. Benzen renksiz, oldukça refraktif, kısıtlı olarak suda çözünen, karakteristik bir kokusu olan parlayıcı bir sıvıdır. Isıya (yaklaşık 6500 C ye kadar) ve oksidasyona dirençlidir; ancak çok kolay buharlaşır. Buharı havadan ağırdır ve yer seviyesinde birikebilir. Maruziyeti, bilinç kaybı, periferik damarlarda spazm, solunum felci, mide ve bağırsak ağrıları, baş ağrısı gibi etkilerine sebep olmaktadır (http://www.meslekhastaligi.org/benzen).

Toluen

Kimyasal formülü C_7H_8 olan aromatik bir bileşiktir. Renksiz, karakteristik solvent kokulu ve sıvı formunda bir hammaddedir. Başta boya, yapıştırıcı ve selülozik tiner olmak üzere, birçok endüstriyel ürün üretimlerinde ana hammadde veya yardımcı hammadde olarak kullanılmaktadır.

Talk

Talk, sulu magnezyum silikat olup, teorik formülü 3MgO 4SiO_2 H_2O' dur. İdeal bileşiminde %63.5 SiO_2 %31.7 MgO ve %4.8 H_2O ihtiva eder. Beyaz, yeşilimsi şefaf renklerde, kaygan, masif görünümlü ve yumuşaktır. Sertliği Mohs cetveline göre 1-1.5 arasında değişir. Yoğunluğu 2.6-2.8 gr/cm^3 arasındadır. Kristal şekli monokliriktir. Talkın ısı ve elektrik iletkenliği zayıftır fakat ateşe dayanıklıdır. Yüksek sıcaklıklarda ısıtıldığında sertleşir, katılaşır. Asitlerle bozulmaz (http://arimadenitozlar.com.tr/product/talk-nedir/). Boya yapımında, asfalt dolgu maddesi yapımında, kauçuk ve kağıt sanayinde, seramikte, haşarat ilacı üretiminde, çatı kaplamasında, kozmetik ve farmakolojide, hayvan yemi ve gübre üretiminde kullanılmaktadır.

Titanyum dioksit

Titanyum dioksit, uluslararası gıda kodu E-171 olan TiO_2 molekül formülüne sahip bir bileşiktir. TiO_2 beyaz bir toz formunda bulunur. Boya, kozmetik, kağıt, yapıştırıcı, tekstil, baskı mürekkepleri, kozmetik ürünleri gıda gibi birçok sektörde kullanılmaktadır.

Fransa, bu yıl titanyum dioksit isimli gıda katkı maddesini yasaklamaya hazırlanıyor. Ülkede, önde gelen gıda firmalarına çağrı yapılarak; bu maddeyi gıda ürünlerinden gönüllü olarak kaldırmaları istendi. Fransız gazetesi Le Parisien'e açıklama yapan Fransa Ekolojik ve Kapsayıcı Dönüşüm Bakanı Brune Poirson, "Bu gıda katkı maddesini yıl sonu itibariyle Fransa'da yasaklamayı planlıyoruz" dedi (Çetinkaya E., 2019)

Gerekli ilk yardım önlemleri: Kaza veya kendini kötü hissetme durumunda doktora başvurun. (Mümkünse güvenlik bilgi formunu gösterin.). Solunum sonrası: Temiz hava sağlayın. Cilt temasından

sonra: Bol su ile yıkayın. Kirlenen giysileri çıkarın. Göz temasından sonra: Göz banyosu veya su ile dikkatlice ve iyice yıkayınız. Yuttuktan sonra: Derhal tıbbi yardım alınız (Tekkim MSDS, 2016).

Kimyasallarla Çalışırken Dikkat Edilmesi Gereken Genel Tedbirler

• Meydana getirdikleri reaksiyonlar genelde ekzotermik olduğundan, asit ve bazlar ayrı ayrı depolanmalıdır.
• Bazı asitler de aralarında geçimsiz olduklarından Asit/ asit geçimliliği ile ilgili bilgi için malzeme bilgi güvenlik formu (MSDS) ve diğer kimyasal veri tabanına bakılmalıdır.
• Kaynama, fokurdama ve şiddetli kimyasal tepkimelerin önlenmesi için asitler suya katılmalıdır. Tersi yapılmamalıdır.
• Korozif (aşındırıcılar) veya solventler (çözücüler) yavaş karıştırılmalı, parçalar bunların içerisinde çok yavaş batırılmalıdır.
• Kullanılan maddenin ambalaj veya etiketi üzerindeki veya malzeme güvenlik formlarındaki açıklamalar dikkatle okunmalıdır. Sözgelimi üzerine "kaynak yapmadan ya da metal kesme işleminden önce maddenin tam olarak kurumasını bekleyiniz" açıklaması hayati önem taşımaktadır ve aynen uyulmalıdır.
• Herhangi bir kimyasal türü için kullanılan kaplar karıştırmaya yol açabilecek biçimde diğer kimyasallar için kullanılmamalıdır.
• Kimyasal malzeme kapları, kesinlikle malzeme, yiyecek vb. koymak için kullanılmamalıdır. İşyeri dışına başka amaçla kullanılmak üzere çıkarılmamalıdır.
• Bilinmeyen bir kimyasal koklanarak ya da tadılarak tanınmaya çalışılmamalıdır.
• İşyeri ortamında açığa çıkabilecek gaz, toz, buhar halindeki kimyasalların çalışılan ortama yayılmadan emilmesini ve işyerinin havalandırılmasını sağlayan fanlar, çekme bacaları ve vantilatörler ile diğer havalandırma sistemleri çalıştırılmadan işe başlanmamalıdır. Bunlarda meydana gelen arızalar giderilinceye kadar çalışılmamalı, arıza onarımıyla görevli kişilerde çalışırken kişisel koruyucu ve donanılar kullanılmalıdır.
• Çalışılan kimyasallarla ilgili ilk yardım kuralları bilinmeli ve acil durumda yapılacak ilkyardım için her türlü malzeme hazır bulundurulmalıdır.
• Kimyasallar ısıdan ve darbeden uzak tutulmalı.
• Açığa çıkan küçük miktarlardaki kimyasallar bağlayıcı madde ile emdirilmeli.
• Çevrede sadece eğitilmiş personel bulundurulmalı. Tüm Çalışanlar gerekli olan tüm kişisel koruyucu ve donanımları kullanmalıdır.
• Kimyasallarla çalışılan bölgelerde herhangi bir şey yenilmemeli ve kesinlikle sigara kullanılmamalıdır.
• Çalışma bittikten sonra bir şey yemeden ve içmeden önce eller yıkanmalı, gerekiyorsa banyo yapılmalı ve her vardiya sonrası tüm vücut yıkanmalıdır.
• Tutuşabilir çözücülerin yanında alev ve elektrik kıvılcımı çıkaran araçlar kullanılmamalı ve bu tür işler yapılmamalıdır.

KAYNAKLAR

Çetinkaya E., 2019. Titanyumdioksit. Haliç Çevre Laboratuvarı https://haliccevre.com/titanyum-dioksit/ Erişim Tarihi 01.12.2019.

Güngör Ö, Gökkaya Ö, Ekren SB, Demir B. 2017. Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Kamu ve Özel Sektör Çalışanlarının Beklentilerinin Karşılaştırması. TURAN-SAM 9 (36) 632-636

Tekkim Titanyumdioksit MSDS, 2016. http://www.tekkim.com.tr/lib_g_sertifika/381.PDF (Erişim tarihi 01.12.2016)

http://arimadenitozlar.com.tr/product/talk-nedir/. Erişim Tarihi: 01.12.2019

http://www.meslekhastaligi.org/benzen-benzol/ Erişim Tarihi: 01.12.2019

FARKLI REGRESYON MODELLERİYLE METRO YOLCU AKIŞ TAHMİNİ

Dr. Hakan GÜNDÜZ
Düzce Üniversitesi/ Teknoloji Fakültesi/ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
hakangunduz@duzce.edu.tr

Özet
Toplu taşıma sisteminin temel bileşenlerinden biri olan metro sistemi yüksek kapasite, hız ve güvenilirlik özellikleri nedeniyle kişiler tarafından sıklıkta tercih edilmektedir. Metro seferlerinin verimli ve düzenli olarak devam edebilmesinde metro yolcu akış tahmini kilit rol oynamaktadır. Yolcu akış tahminiyle metro seferlerini etkileyen tüm unsurlar göz önünde bulundurularak duraklar arasında taşınacak yaklaşık yolcu sayısı bulunmaktadır. Bu çalışmada Birleşik Devletler'in Minnesota Eyaletinde yer alan metro sisteminin iki istasyonu arasındaki yolcu akış tahmin edilmiştir. Çalışmada kullanılan veri kümesi Kaliforniya Üniversitesi-Irvine Makine Öğrenmesi deposundan elde edilmiştir. Kullanılan veri kümesinde hava durumu, tatil günleri ve geçmiş saate ait yolcu akışı ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Veri kümesindeki yer alan bu bilgiler üzerinde farklı önişleme teknikleri uygulanarak öznitelik vektörleri oluşturulmuştur. Oluşturulan öznitelik vektörleri Destek Vektör Regresyonu ve Ridge Regresyon modellerine giriş olarak verilmiş ve saatlik tahminleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Modellerin tahmin performansı Ortalama Karesel Hatanın Karekökü (OKHK) ölçütüyle değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda Ridge Regresyon modeli OKHK ölçütü cinsinden daha düşük hata oranına sahip olmuştur. Tahminleme aralığının seçiminde farklı saatlik periyotlar denenirken, en düşük hataya sahip tahmin periyodunun 16 saat olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Metro yolcu akış tahmini, destek vektör regresyonu, ridge regresyon, zaman serileri tahmini.

METRO PASSENGER FLOW ESTIMATION WITH DIFFERENT REGRESSION MODELS

Abstract
Metro system, which is one of the main components of public transportation system, is preferred by people because of its high capacity, speed and reliability features. Metro passenger flow estimation plays a key role in the efficient and regular subway service. There is an approximate number of passengers to be transported between stops, taking into account all the factors affecting metro flow and passenger flow estimation. In this study, the passenger flow between two stations of the Metro system in Minnesota, USA was estimated. The dataset used in the study was obtained from the University of California-Irvine Machine Learning repository. The dataset contains information about the weather, holidays and hourly passenger flow information. Feature vectors were created by applying different preprocessing techniques on raw information in the dataset. Obtained feature vectors were given as input vectors to Support Vector Regression and Ridge Regression models and hourly estimation is performed. Estimated performance of the models was evaluated with Root Mean Square Error (RMSE) metric. As a result of the evaluation, Ridge Regression model has lower error rate in terms of RMSE criteria. Different hourly periods were tried in the selection of the estimation interval, while the lowest error estimation period was found to be 16 hours.

Keywords: Metro passenger flow prediction, support vector regression, ridge regression, time-series prediction.

1. GİRİŞ

Metro sistemi yüksek kapasite, hız ve güvenilirlik özellikleri nedeniyle önemli bir toplu taşıma sistemi bileşenidir. Metro sistemleri sayılan bu özellikler nedeniyle kentsel demiryolu sistemi olarak hızlı bir şekilde gelişmektedir. Metro sistemlerinin hızlı büyüme eğilimi seferlerin planlanmasında bir dizi zorluğa neden olmuştur (Zhong ve ark., 2016). Bu zorlukları çözebilmek için, kısa vadeli metro yolcu akışının yüksek doğrulukla tahmin edilmesi büyük önem taşımaktadır. Doğru tahmin metro yetkililerinin yolcu talebini verimli olarak yönetmelerine ve yolcu tarifelerini optimize etmelerine

yardımcı olabilir (Niu ve Zhou, 2013; Wu ve ark., 2015). Kısa vadeli trafik /yolcu akışının tahmin doğruluğunu arttırmak için doğrusal regresyon, ileri beslemeli sinir ağı gibi birçok yapay öğrenme yaklaşımı önerilmiştir (Hansen ve ark., 1999; Pereira ve ark., 2015). Ek olarak, ulaşım sistemlerinin karmaşık ve doğrusal olmayan yapısı yapısı nedeniyle yakın zaman çalışmalarında çeşitli derin öğrenme yöntemleri de yolcu alış tahmininde kullanılmıştır (Lv ve ark., 2014; Ma ve ark., 2015; Zhang ve ark., 2017; Gu ve ark. 2018). Yolcu akış tahmini, zamana göre değiştiği için bir zaman serisi tahmin problemi olarak kabul edilebilir. Dolayısıyla, tahmin edilen değişkendeki zamansal bağımlılıkların analizi büyük önem taşır. Bu bağlamda, mevcut yöntemler (hem geleneksel hem de yeni ortaya çıkan derin öğrenme yöntemleri), tahminde bulunmak için genellikle son zaman aralıklarındaki verileri kullanır. Tahminde önceki zaman aralıklarındaki verilerin yanı sıra dışsal faktörlerden de yararlanılır. Metro yolcu akışını etkileyen faktörlerin başında hava durumu ve tatil günleri gelir. Akış tahmini yaparken geçmiş verilerle beraber dışsal faktörlerinde değerlendirilmesiyle tahminleme doğruluğunun artması beklenir.

Bu çalışmada geleneksel yapay öğrenme yöntemleri kullanılarak metro yolcu akış tahmini yapılmıştır. Çalışmada kullanılan veri kümesi Kaliforniya Üniversitesi-Irvine Makine Öğrenmesi (University of California-Irvine-UCI) deposundan temin edilmiştir. Veri kümesindeki örnekler saatlik ölçekte olup yaklaşık 48000 adettir. Veri kümesinde saatlik yolcu akışı miktarıyla beraber hava durumu ve tatil günleri ile ilgili bilgiler de mevcuttur. Çalışmanın ilk aşamasında 48000 örneğe farklı ön işleme teknikleri uygulanarak öznitelik vektörleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu vektörler daha sonra farklı regresyon modellerine giriş olarak verilmiştir ve modellerin eğitimi gerçekleşmiştir. Modellerin performanslarının ölçülmesinde ise değerlendirme ölçütünden yararlanılmıştır. Çalışmanın detaylarının yer aldığı alt başlıklar şu şekildedir. 2. Bölüm'de kullanılan veri kümesinin detayları açıklanmıştır. Bölüm 3'te çalışmanın metotları irdelenirken; 4. Bölüm'de alınan deneysel sonuçlar sunulmuş ve değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. VERİ KÜMESİ

Çalışmada yararlanılan veri kümesi önceki bölümde bahsedildiği üzere UCI Makine Öğrenmesi deposundan temin edilmiştir. Veri kümesi Birleşik Devletler'in Minnesota Eyaletinde yer alan metro sisteminin Minneapolis ve St Paul istasyonları arasındaki saatlik yolcu akış miktarlarını içermektedir. Veri kümesinde 48204 saatlik yolcu akış miktarı ve yolcu akışını doğrudan etkileyen ek bilgiler mevcuttur. Ek bilgilerin başında saatlik hava durumu gelmektedir. Hava sıcaklığı (Kelvin cinsinden), yağmur ve kar miktarları (mm), bulutluluk yüzdesi ve hava türü gibi detaylı bilgiler yolcu akış miktarıyla beraber saatlik olarak toplanmıştır. Yolcu akışını etkileyen diğer bir faktör ise tatil günleridir. Hava durumunun yanında Birleşik Devletler'deki tatil günleri de veri kümesine eklenmiştir. Veri kümesine ile ilgili detaylı bilgilere https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Metro+Interstate+Traffic+Volume adresinden ulaşılabilmektedir.

3. MATERYAL VE METODLAR

3.1. Veri Ön İşleme

Veri kümesi ham verilerin yapay öğrenme modellerine giriş olarak verilebilmesi için ön işleme işleminin yapılması gerekir. Ön işleme aşamasıyla öznitelik vektörleri oluşturulur ve bu vektörler yapay öğrenme modellerinin girişleridir (Gunduz ve ark., 2017). Yapılacak ön işleme veri türüne göre değişiklik gösterir. Kullanılan veri kümesinde temel olarak iki tür veri bulunmaktadır. Bunlar nümerik ve kategorik verilerdir. Nümerik verilere örnek olarak hava sıcaklığı, yağmur ve kar yağış miktarları, bulutluluk yüzdesi verilebilir. Nümerik verilerin birbirleriyle kıyaslanabilmesi için aynı ölçekle ifade edilmesi gerekir. Bundan dolayı nümerik veriler maksimum-minimum normalizasyonuna tabi tutulur ve verilerin değer aralığı 0 ile 1 arasına denk düşürülür (Patro ve Sahu, 2015). Çalışmada veri kümesinde yer alan tüm nümerik değişkenlere normalizasyon işlemi uygulanmıştır. Diğer bir veri türü olan kategorik değişkenlerde ise değişkenler birden fazla kategorik değer alır. Örneğin hava durumu gibi bir kategorik değişkende, değişkenin alacağı değerler "bulutlu", "yağmurlu", "açık", "sisli" vb. olacaktır. Çalışmada kullanılan veri kümesinde 2 adet kategorik değişken bulunmaktadır. İlk kategorik değişken olan hava durumu 12 kategoriye sahiptir. İkinci kategorik değişken olan tatil günlerinde ise 11 kategori bulunmaktadır. Bu iki kategorik değişkenden öznitelik vektörleri

oluşturmak için literatürde K'nin 1'i diye bilinen temsil yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle değişkenler kategori sayısı boyutu kadar vektörlerle ifade edilir (Beck ve Woolf, 2000). Örneğin; hava durumu değişkeni 12 kategoriye sahip olduğundan, bu değişken için 12 boyutlu vektörler oluşturulur. 12 boyutlu vektörde değişkenin sahip olduğu değere (örneğin "bulutlu" değeri) ait boyutun değeri 1 olurken, diğer boyutların değeri 0 olacaktır. Aynı temsil işlemi tatil günleri içinde gerçekleştirilmiştir. İşlem sonucunda tatil değişkeni de 11 boyutlu vektöre dönüştürülmüştür. Böylece normalizasyon ve K'nin 1'i yöntemleri kullanılarak nümerik ve kategorik veriler öznitelik vektörlerine dönüştürülmüştür. Çalışmamızda saatlik yolcu akış miktarını tahmin ederken hava ve tatil bilgilerinin yanı sıra geçmiş saatlerdeki yolcu akış miktarları da kullanılmıştır. Bunun için farklı zaman aralıklarının kullanılmasına karar verilmiş ve zaman aralıkları olarak son 4, 8, 16 ve 24 saat seçilmiştir. Böylece farklı zaman periyotlarına ait geçmiş yolcu akış miktarlarıyla ileri zamandaki yolcu akışı tahmin edilmiştir.

3.2. Regresyon Modelleri

Çalışmamızda yolcu akış miktarını tahminlemede Destek Vektör Regresyonu ve Ridge Regresyonu modellerinden yararlanılmıştır. Aşağıdaki alt bölümlerde bu modellerin detayları anlatılmıştır.

Destek vektör regresyonu:

Destek Vektör Makineleri (DVM), Vapnik tarafından geliştirilen ve sınıflandırma ve regresyon için kullanılan bir yapay öğrenme yöntemidir (Suykens ve Vandewalle, 1999). DVM, diğer geleneksel öğrenme yöntemleriyle karşılaştırıldığında doğrusal olmayan problemleri çözme konusunda daha iyi bir performansa ve yeteneğe sahiptir. DVM'nin Destek Vektör Regresyonu (DVR) olarak adlandırılan regresyona adaptasyonu, Smola ve arkadaşları tarafından önerilmiştir (Smola ve Schölkopf, 2004). DVR'lerde karşılaşılabilecek durum doğrusal modellemedir. Doğrusal olmayan modelleme göz önüne alındığında, eğitim örnekleri orijinal giriş uzayında doğrusal olarak modellenemez. Bu gibi durumlarda, DVR, orijinal uzayı doğrusal olmayan bir eşleme fonksiyonu yardımıyla kolayca doğrusal olarak modelleyebileceği yüksek boyutlu bir öznitelik uzayına dönüştürür. Dönüştürme işleminde genellikle ikinci dereceden, kübik ve trigonometrik terimler içeren çekirdek fonksiyonları kullanılır. Çekirdek fonksiyonlarının avantajı, fonksiyonun belirlenmesinden ve eğitim aşamasındaki tüm örnekler için çekirdek değerlerinin hesaplanmasından sonra, yeni örnek ile eğitim örnekleri arasındaki benzerlik değerlerinin çok daha kolay hesaplanmasıdır. DVR'de doğrusal, polinom, sigmoid ve radyal tabanlı olmak üzere yaygın olarak dört çekirdek fonksiyonu kullanılmaktadır (Cheng ve ark., 2017).

Ridge regresyonu:

Çok değişkenli bir regresyon probleminde kullanılan ilk yöntem genellikle doğrusal regresyondur. Bu durum model değerlendirmeleri açısından çeşitli problemler doğurur. İlk olarak, değişkenlerin sayısı arttıkça, aşırı öğreneme olasılığı da belirginleşmektedir. İkincisi, sıfırdan fazla olmayan katsayılara sahip olduğumuz için kolayca yorumlanabilen modeller elde etmek zorlaşır. Birkaç değişkenli modeller daha iyi genelleme yapabilecek daha basit sınıflandırıcılara yol açtığından, yüzlerce değişkenli bir model yerine üç değişkenli bir modelimiz varsa daha faydalı olabilir.

Ridge regresyonu (Tikhonov normalizasyonu olarak da bilinir), maliyet fonksiyonuna bir düzenleyici terimi (alfa) eklenerek elde edilen bir doğrusal regresyon modeli türüdür. Bu terimin yardımıyla, RR veriyi öğrenirken modeli mümkün olduğunca küçük tutmaya çalışır. Alfa modelin ne kadar düzenleneceğini kontrol eden bir hiper parametredir. Alfa=0 iken ridge regresyonu doğrusal regresyona eşittir. Alfa'nın çok büyük değer alması durumunda, model ağırlıkları sıfıra çok yakın olacak ve çıktılar örneklerin ortalamasını geçen bir çizgi olacaktır (Gruber, 2017).

3.3. Performans Değerlendirme

Oluşturulan regresyon modellerinin performanslarını ölçmek için değerlendirme ölçütleri kullanılır. Regresyon problemlerinde sıklıkla kullanılan değerlendirme ölçütü Ortalama Karesel Hatanın Karekökü (OKHK)'dür. OKHK, tahmin hatalarının (artıkların) standart sapmasıdır. Artıklar, regresyon doğrusuna veri noktalarının ne kadar uzakta olduklarını belirtir. OKHK ise bu artıkların nasıl dağıldığının bir ölçüsüdür (Willmott ve Matsuura, 2005).
OKHK'nin formülü aşağıdaki eşitlikte görülebilir:

$$OKHK = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N}(y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (1)$$

Eşitlikte N toplam örnek sayısını göstermektedir. i. örneğin gerçek değeri y_i ile belirtilirken; bu örnek için regresyon modeli tarafından üretilen tahmin değeri $\hat{y}_i$ ile gösterilmektedir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmada ilk deneyler geçmiş yolcu akış verileri kullanılarak yapılmıştır. Regresyon modellerinin eğitimi ve performans değerlendirmesi için veri kümesi iki parçaya ayrılmıştır. Eğitim ve test kümelerinin oluşturmadan önce örnekler tarih ve saate göre sıralanmıştır. Veri kümesi örneklerinin ilk %80'lik kısmı eğitim kümesi, son %20'lik kısmı ise test kümesi olarak belirlenmiştir. İlk eğitilen modellerde geçmiş 4 saatlik örnekler giriş olarak verilmiştir. Böylece t. saatteki metro yolcu akışını tahmin etmek için t−1, t−2, t−3 ve t−4 saatlerdeki yolcu akış verileri kullanılmıştır. DVR ve RR modelleriyle alınan regresyon sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir. Geçmiş 4 saatlik örneklerle tahmin yapıldıktan sonra sırasıyla geçmiş 8, 16 ve 24 saatlik örnekler kullanılarak modeller oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modellerinin OKHK ölçütü cinsinden performansları Tablo 1'de listelenmiştir. Sonuçlar en yüksek model başarısının geçmiş 16 saate ait örneklerle alındığını göstermiştir. Geçmiş 16 saate ait örnekler kullanıldığında RR ve DVR modelleri sırasıyla 388,17 ve 407,94 OKHK oranlarına erişmiştir. Yapılan tüm deneylerde ise RR modeli DVR modeline göre daha düşük OKHK hatasına sahiptir.

Tablo 1. Sadece geçmiş yolcu akışı verileriyle alınan regresyon sonuçları.

Geçmiş Saat	DVR	RR
4	444,50	419,22
8	413,58	393,44
16	**407,94**	**388,17**
24	413,56	389,75

Tablo 2. Geçmiş yolcu akışı ve ek özniteliklerle alınan regresyon sonuçları.

Geçmiş Saat+Ek Bilgi	DVR	RR
16 saat + Tatil	**397,10**	**377,15**
16 saat + Hava durumu	414,21	395,11

Yalnızca geçmiş yolcu akış verileriyle deneyler yapıldıktan sonra, ikinci deneylerde yolcu akış miktarının yanısıra veri kümesinde yer alan ek bilgilerden yararlanılmıştır. Kullanılacak ek bilgiler 2. Bölüm'de bahsedildiği üzere hava durumu ve tatil günleri özellikleridir. Ek bilgiler veri önişleme ile öznitelik vektörlerine dönüştürülmüştür. Geçmiş yolcu akış verileriyle yapılan deneylerde en yüksek tahmin sonucu son 16 saate ait örneklerle alındığından; ikinci deneylerde bu örnekler hava ve tatil özellikleriyle beraber kullanılmıştır. İlk olarak geçmiş yolcu akışı verisiyle hava durumu öznitelikleri birleştirilmiş ve regresyon modellerine giriş olarak verilmiştir. İkincil olarak ise tatil öznitelikleriyle beraber geçmiş yolcu akış öznitelikleri değerlendirilmiştir. Alınan sonuçlar OKHK ölçütü cinsinden Tablo 2'de gösterilmiştir. Tablodaki sonuçlar geçmiş yolcu akışıyla beraber ek bilgilerin kullanılmasının model performansını doğrudan etkilediğini göstermiştir. Geçmiş yolcu akış verileri ve tatil öznitelikleri birlikte kullanıldığında model performansında yükseliş olmuştur. Bu özniteliklerin birleşmesiyle en yüksek model performansına 377,15'lik OKHK oranıyla RR modeliyle ulaşılmıştır. DVR modelinin hata oranı ise 397,10 olarak gerçekleşmiştir. Hava durumu öznitelikleri geçmiş yolcu akış verileri birleştirildiğinde ise sadece geçmiş verilerle alınan performansa göre daha yüksek hata oranına ulaşılmıştır. Bu özniteliklerle DVR modeli 414,21'lik, RR modeli ise 395,11'lik OKHK oranlarına sahiptir.

KAYNAKLAR

Beck, J. E. ve Woolf, B. P. (2000, June), High-level student modeling with machine learning. In International Conference on Intelligent Tutoring Systems (pp. 584-593). Springer, Berlin, Heidelberg.

Cheng, K., Lu, Z., Wei, Y., Shi, Y. ve Zhou, Y. (2017), Mixed kernel function support vector regression for global sensitivity analysis. Mechanical Systems and Signal Processing, 96, 201-214.

Gruber, M. (2017), Improving Efficiency by Shrinkage: The James--Stein and Ridge Regression Estimators. Routledge.

Gu, Z., Saberi, M., Sarvi, M. ve Liu, Z. (2018), A big data approach for clustering and calibration of link fundamental diagrams for large-scale network simulation applications. Transp. Res. Part C: Emerg. Technol. 94, 151–171.

Gunduz, H., Yaslan, Y. ve Cataltepe, Z. (2017), Intraday prediction of Borsa Istanbul using convolutional neural networks and feature correlations. Knowledge-Based Systems, 137, 138-148.

Hansen, J.V., McDonald, J.B. ve Nelson, R.D. (1999), Time series prediction with genetic-algorithm designed neural networks: an empirical comparison with modern statistical models. Comput. Intell. 15 (3), 171–184.

Lv, Y., Duan, Y., Kang, W., Li, Z. ve Wang, F.-Y. (2014), Traffic flow prediction with big data: a deep learning approach. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 16 (2), 865–873.

Ma, X., Tao, Z., Wang, Y., Yu, H. ve Wang, Y. (2015), Long short-term memory neural network for traffic speed prediction using remote microwave sensor data. Transp. Res. Part C: Emerg. Technol. 54, 187–197.

Niu, H. ve Zhou, X. (2013), Optimizing urban rail timetable under time-dependent demand and oversaturated conditions. Transp. Res. Part C: Emerg. Technol. 36,212–230.

Patro, S. ve Sahu, K. K. (2015), Normalization: A preprocessing stage. arXiv preprint arXiv:1503.06462.

Pereira, F.C., Rodrigues, F. ve Ben-Akiva, M. (2015), Using data from the web to predict public transport arrivals under special events scenarios. J. Intell. Transp. Syst. 19(3), 273–288.

Smola, A. J. ve Schölkopf, B. (2004), A tutorial on support vector regression. Statistics and computing, 14(3), 199-222.

Suykens, J. A. ve Vandewalle, J. (1999), Least squares support vector machine classifiers. Neural processing letters, 9(3), 293-300.

Willmott, C. J. ve Matsuura, K. (2005), Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. Climate research, 30(1), 79-82.

Wu, J., Liu, M., Sun, H., Li, T., Gao, Z. ve Wang, D.Z.W. (2015), Equity-based timetable synchronization optimization in urban subway network. Transp. Res. Part C: Emerg. Technol. 51, 1–18.

Zhang, J., Zheng, Y. ve Qi, D. (2017), Deep Spatio-Temporal Residual Networks for Citywide Crowd Flows Prediction (p. 7). Presented at the AAAI Conference on Artificial Intelligence. AAAI, San Francisco, California, USA.

Zhong, C., Batty, M., Manley, E., Wang, J., Wang, Z. ve Chen, F., Schmitt, G. (2016), Variability in regularity: mining temporal mobility patterns in London, singapore and beijing using smart-card data. PLoS One 11 (2), e0149222.

GLISERIN VE DIMETIL KARBONATTAN (DMC) BIYOTEKNOLOJIK OLARAK GLISERIN KARBONAT ÜRETIMI

Selda Aydoğdu*, Arş. Gör. Dr. Togayhan Kutluk [1], Dr. Öğr. Üyesi Nurcan Kapucu [1]

[1]Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği
selda.aydogdu1981@gmail.com
togayhan.kutluk@kocaeli.edu.tr
nurcan.kapucu@kocaeli.edu.tr

Özet
Gliserin yüzyıllarca bilinen yenilenebilir bir kimyasal olup, 19. yüzyılın sonlarında doğal yağların işlenmeyle ve biyodizel üretimiyle gliserin üretimi de artmaktadır. Biyodizel üretimi sırasında kütlece %10 oranına kadar yan ürün olarak ham gliserin elde edilmektedir. Artan gliserin üretimi ile paralel olarak düşen gliserin fiyatı, gliserini ticari olarak katma değerli bir malzemeye dönüştürme ihtiyacını doğurmuştur. Gliserinin katma değerli ürünlerinden olan gliserin karbonat, düşük toksisite ve iyi biyobozunur olmanın yanı sıra, yüksek kaynama noktası ve düşük yanmazlık gibi özellikleri nedeniyle pek çok alanda kullanılmaktadır. Gliserin karbonat gerek kimyasal gerekse biyoteknolojik (enzimatik) yolla üretilebilmektedir. Biyoteknolojik yolla yüksek gliserin karbonat dönüşümüne (%99) ulaşılması, üretim sırasında sağladığı ılımlı ortam koşulları (düşük basınç, düşük sıcaklık), üretimin çevre dostu olması, bu ürünün enzimatik yolla üretimini cazip hale getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gliserin karbonat, biyoyakıt katkı maddesi, gliserin, Dimetil karbonat (DMC)

BIOTECHNOLOGICAL PRODUCTION OF GLYCEROL CARBONATE FROM GLYCERIN AND DIMETHYL CARBONATE (DMC)

Abstract
Glycerin is a renewable chemical, which is at the end of 19th century with the processing of the natural oils and residual biodiesel production, a continuous increase in glycerin production observed. In biodiesel production up to 10% (in mass) raw glycerin is produced. The production of increased glycerin brings down the unit price of glycerin. It is improving to transform of glycerin as value added material commercially. A value added product, glycerol carbonate, is low toxic and biodegradability, has high boiling point and low flammability, it is used in different areas. Achieving high glycerol carbonate conversation (99%), submitting of ambient proses conditions (low pressure and low temperature), being eco-friendly by biotechnological production makes the production of glycerol carbonate by enzymatic attractive.

Keywords: Glycerol carbonate, biofuel additive, glycerin, dimethyl carbonate (DMC)

1. GİRİŞ
Gliserin yüzyıllarca bilinen yenilenebilir bir kimyasal olup, biyodizel üretimi sırasında yan ürün olarak oluşumu, bu ürünün ticari olarak başka ürünler dönüştürülmesindeki ilgiyi de arttırmıştır. Gliserin 1783 yılında İşveç kimyager Carl Wilhelm Scheele tarafından doğal yağların alkali malzemeler ile tedavisinde keşfetmiştir. Bulduğu bu karışımının tadına bakarak bu karışımı çok tatlı bulmuştur. 1811 yılında Yunan kimyager Michel Eugene Chevreul, İsveç kimyager tarafından bulunan bu ürüne ‘glycerol’ ismini vermiştir. Burada bu ismi verirken, yunanca kelime olarak ' glykos' tatlı anlamına gelmiş olup, bu kökten türetilmiştir (Behr ve ark., 2008).

19. yüzyılın sonlarında da doğal yağların işlenmesindeki artış ve biyodizel üretimindeki artış ile beraber gliserin üretiminde sürekli olarak bir artış gözlemlenmiştir. Artan gliserin üretimi gliserin birim fiyatını aşağıya çekmektedir. Düşük gliserin maliyeti, gliserini katma değerli bir malzemeye dönüştürme ihtiyacını doğurmuştur (Szöri ve ark., 2018).

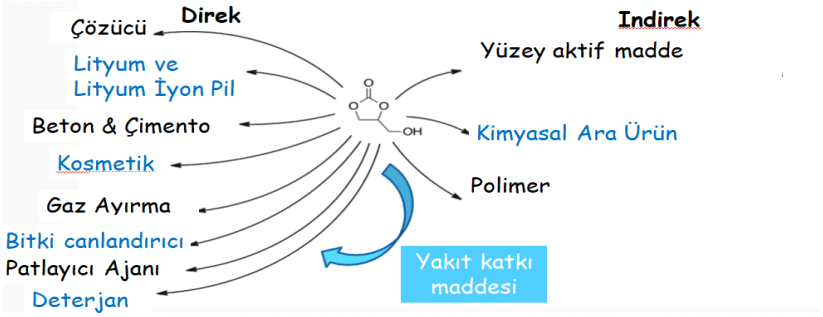
Gliserin karbonat gliserinin katma değerli bir ürünüdür. Gliserin karbonat karbon ester grubuna dahildir ve içerisindeki yüksek oksijen miktarı nedeniyle yakıtta hidrokarbon, CO, partikül madde salınımını azaltmakta ve temiz yanmaya katkı sağlamaktadır. Yakıt katkı maddesi, petrol ve LPG piyasaları mevzuatına göre akaryakıt ürünlerinin özelliklerini iyileştirmeye katkıda bulunan organik ve inorganik maddeler olarak tanımlanmış olup, yakıt içinde hacimsel oranının %0,5' i aşmayacak miktarda olması gerektiği belirtilmiştir (PETDER, 2018). Bu derleme çalışmasında gliserin karbonatın kullanım alanları, üretim yöntemleri (kimyasal ve biyoteknolojik), üretimini etkileyen parametreler ve gliserin karbonatın enzimatik üretimi özetlenecektir.

2. GLİSERİN KARBONATIN ÖNEMİ, ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Gliserin karbonat yüksek oksijen içeriği (% 54,2 oksijen ağırlığı) nedeniyle, yakıtta temiz yanmaya katkı sağlamaktadır. Tablo 1'de düz ve halkalı karbonat esterlerin fiziksel özellikleri görülmektedir (Santos, 2014). Gliserin karbonat yakıt katkısı olma dışında, direk olarak kozmetik, sıvı gaz ayırma işlemi, deterjan, bitki canlandırıcı, lityum/lityum iyon pillerinde ve çimento ve beton üretiminde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. İndirek olarak da gliserin karbonattan üretilen ürünler ise polimer üretiminde, reçine ve yüzey aktif maddesi üretiminde kullanım bulmaktadır (Sonnati ve ark., 2013). Şekil 1'de gliserin karbonatın kullanım alanları yer almaktadır. Gliserinden gliserin karbonat üretimi gerek esterleşme gerekse transesterleşme yoluyla gerçekleşebilmektedir. Esterleşme tepkimesinde CO ve CO_2 kullanılırken, transesterleşme tepkimesinde fosgen, üre ya da karbonat türevleri olan Dietil karbonat (DEC), Etil karbonat (EC) ve Dimetil karbonat (DMC) kullanılmaktadır.

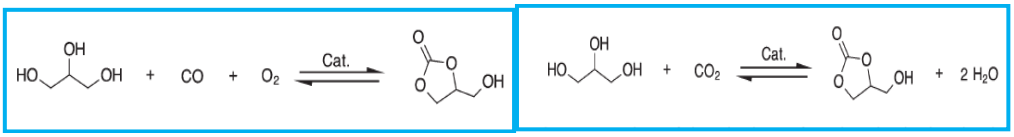
Tablo 1. Düz ve halkalı karbonat esterlerin fiziksel özellikleri

Organik Karbonat	Kaynama Noktası	Yoğunluk(293K)/ g/cm-3	Vizkozite(293K)/ Pa.s	Biyobozunurluk/ $Gün^{-1}$	Oksijen Oranı
DMC	363	1.07	5.90×10^{-4}	88%	53.3%
DEC	399	0.98	7.53×10^{-4}	75%	40.7%
EC	521	[a] 1.34	[a] 2.56×10^{-3}	Readily	54.5%
PC	515	1.20	2.50×10^{-3}	94%	47.1%
BC	524	1.14	3.14×10^{-3}	Readily	41.4%
GC	[b] 138	1.40	-	Readily	54.2%



Şekil 1. Gliserin karbonat kullanım alanları

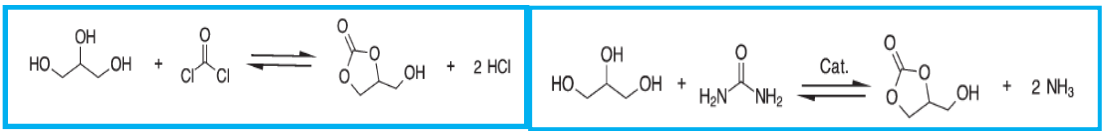
Esterleşme tepkimesinde gliserinin CO ve CO_2 ile kimyasal katalizör yardımı ile gerçekleşen tepkimesi Şekil 2'de görülmektedir (Sonnati ve ark., 2013).



(2a) (2b)

Şekil 2. Gliserinin CO (2a) ve CO_2 (2b) ile transesterleşme tepkimeleri

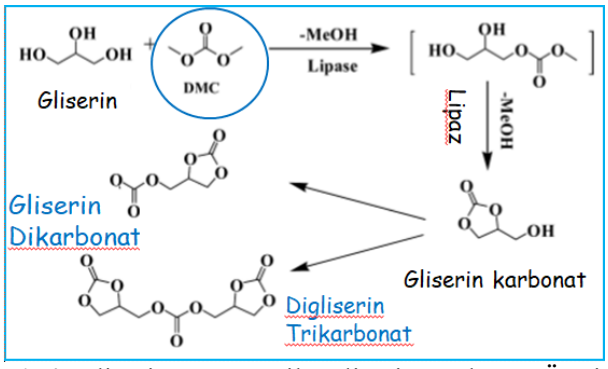
Esterleşme tepkimesinin dezavantajları arasında, güvenli olmayan çalışma koşulları sunmaları, organik çözücüye ihtiyaç duymaları, yüksek tepkime sıcaklığı, yüksek basınç ihtiyacı, tepkime süresinin uzun olması ve kimyasal katalizörlerin geri kazanım problemleri sayılabilir (Sonnati ve ark., 2013). Transesterleşme tepkimesinde alkol ve reaktant içindeki karbonat kaynakları arasında karbonat değişim tepkimeleri gerçekleşir. Transesterleşmede fosgen ve üre ile gliserinin gliserin karbonata kimyasal katalizör yardımı ile dönüşüm tepkimeleri Şekil 3'de görülmektedir. Fosgen toksik bir reaktantır. Gliserinin üre ile tepkimesinde ise yan ürün olarak amonyak ortaya çıkmakta ve bu durum gliserin karbonat dönüşümü azaltmaktadır(Sonnati ve ark., 2013).



(3a) (3b)

Şekil 3. Gliserinin Fosgen (3a) ve Üre (3b) ile transesterleşme tepkimeleri

Transesterleşme tepkimelerinde alternatif karbonat türevleri (DMC, EC, DEC) kullanımında ise, DEC'da DMC'ye göre daha düşük gliserin karbonat dönüşümü gerçekleşmekte, EC ile gliserin karbonat üretiminde ise etilen glikol yan ürün olarak oluşmaktadır. Yan ürün etilen glikol yüksek kaynama noktasına (195 ^{0}C) (Tudorache ve ark., 2014) sahiptir ve saflaştırılma sırasında oluşan maliyetleri nedeniyle DMC diğer karbonat türevlerinden avantajlı hale gelmektedir. Gliserin ve DMC kullanılarak gliserin karbonatın kimyasal katalizörlere alternatif olarak enzimatik yolla biyoteknolojik üretimi mümkün olup Şekil 4'de üretim tepkimesi verilmiştir. Lipaz ılımlı ve çevre dostu çalışma ortamları sunmaktadır.



Şekil 4. Gliserin ve DMC ile Gliserin Karbonat Üretimi

Gliserin ve DMC ile gliserin karbonatın enzimatik üretimini etkilen parametreler DMC: Gliserin mol oranı, sıcaklık, çözücü kullanımı, tepkime süresi ve kullanılan enzim türü ve miktarı olup, Tablo 2'de görüldüğü gibi %99'a kadar Gliserin karbonat verimliliğine ulaşıldığı görülmektedir (Sonnati ve ark., 2013).

Tablo 2: Gliserin karbonatın DMC ile lipaz katalizli üretimi Alanları

Reaktan mol oranı	Çözücü	Sıcaklık (°C)	Basınç (MPa)	Tepkime Süresi (h)	GC verimi (%)	Katalizör
1 : 1 (DMC–glycerol)	THF	60	0.1	30	99	Lipase (Novozyme 435)
10 : 1 (DMC–glycerol)	Free	70	0.1	48	90	Lipase (Novozyme 435)
10 : 1 (DMC–glycerol)	Free	60	0.1	4	59	12 wt% lipase (*Aspergillus niger*)
10 : 1 (DMC–corn oil)	Free	60	0.1	15	62	10 wt% lipase (Novozyme 435)
6 : 1 (DMC–soybean oil)	*tert*-Butanol	60	0.1	48	92	10 wt% lipase (Novozyme 435)
42 : 1 (DMC–rapeseed Oil)	Supercritical DMC	350	20	0.2	By-product	None
39 : 1 (DMC–corn oil)	Supercritical DMC	380	15–25	0.5	By-product	None

3. SONUÇ

Gliserin karbonatın enzimatik üretiminde yüksek verimliliğe ulaşılması, kimyasal üretimle karşılaştırıldığında daha ılımlı ortam koşullarında (düşük sıcaklık ve basınç) çalışmaya imkan vermesi ve lipazların çevre dostu katalizörler olması üretimin enzimatik yapılmasını cazip hale getirmektedir. Biyodizel üretiminde yan ürün olarak üretilen gliserinin katma değerli bir ürün olan gliserin karbonata enzimatik dönüştürülmesi ve gliserin karbonatın yakıt katkı maddesi olarak kullanımı, temiz yanmayı sağlayarak karbon ayak izini düşürmeye katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR

Behr A. 2008. Improved utilisation of renewable resourches: New important derivates of glycerol; The Royal Society of Chemistry; Green Chemistry, 2008, 10, 13–30.

PETDER, (2018) Petrol ve LPG piyasaları mevzuatı 10.10.2019 tarihinde http://www.petder.org.tr/resources/files/2018-PETDER-Mevzuat-Kitabi.pdf adresinden alındı.

Rodrigues A. 2017. Upgrading the Glycerol from Biodiesel Production as a Source of Energy Carriers and Chemicals, A Technological Review for Three Chemical Pathways. Energies, 10, 1-36.

Santos B.A. 2014. Process Intensification in the Synthesis of the Green Chemical Dimethyl Carbonate, Dissertation.

Sonnati M.O. 2013. Glycerol carbonate as a versatile building block for tomorrow: synthesis, reactivity, properties and applications; Green Chemistry, 15, 283-306.

Szöri M. 2018. Glycerol Carbonate as a fuel additive for a suitable future; The Royal Society of Chemistry, Sustainable Energy Fuels, 2, 2171–2178.

Tudorache M. 2014. Biocatalytic alternative for bio-glycerol conversion with alkyl carbonates *via* a lipase-linked magnetic nano-particles assisted process, Applied Catalysis B: Environmental, Volume 145, 120-125.

YÜKSEK KARBONLU KALIN ÇELİK HALATLARIN ÜRETİMİ

Satış Uzmanı, Burak Hocaoğlu
Çelik Halat ve Tel San. A.Ş.
brkhocaoglu@gmail.com

Doç. Dr., Ş. Hakan Atapek
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
hatapek@kocaeli.edu.tr

Özet
Bu çalışmada, yüksek karbonlu (ağırlıkça % 0.9) kalın çelik halatların üretimi tanıtılmış olup çekilmiş malzemelerin mikroyapısal bileşenleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişki fiziksel metalurjik yaklaşımlar ile irdelenmiştir. 6x26WS kompozisyonuna sahip kalın çelik halatların üretimi için 5.50 mm çapa sahip filmaşinler kullanılmış olup hammaddenin matriks fazı, dekarbürizasyon tabakası, kalıntı ve segregasyonu gibi bazı mikroyapısal bileşenleri analiz edilmiştir. Metalurjik analizler, filmaşinin kaba ve ince perlitik bir yapıya sahip olduğunu, 30 µm'den daha düşük bir dekarbürizasyon tabakası ve kalıntı olarak uzamış MnS içerdiğini göstermiştir. Tel çekme prosesi öncesinde provizyon koşullarını sağlamak için filmaşinler 5.50 mm'den 4.50 ve 4.00 mm değerlerine getirilmiş ve bu redüksiyon işlemi neticesinde şekil değişimi sertleşmesinin bir sonucu olarak hammaddeye göre çelikler daha yüksek sertlik kazanmıştır. Daha sonrasında, patentleme olarak bilinen bir ısıl işlem filmaşinlere uygulanmıştır. Östenitik bir matriks elde etmek için fırın rejimi 960-1030 °C olarak ayarlanmış olup perlitik dönüşüm için 305-320°C sıcaklık aralığına sahip bir kum banyosu tasarlanmıştır. Nihai kademede, farklı çaplara sahip (1.30-1.93 mm) halat telleri çekme prosesi boyunca çoklu geçişler sağlanarak üretilmiş olup kopma mukavemetleri belirlenmiştir. Sonuçlar, oldukça ince perlitik yapılı ve 220 kg/mm^2 kopma mukavemetine sahip bir ticari 6x26WS kompozisyonun elde edilebildiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çelik halat, patentleme, perlit, mukavemet

PRODUCTION OF HIGH CARBON THICK STEEL ROPES

Abstract
In this study, the production of high carbon (0.9 wt.%) thick steel ropes was introduced and the relationship between microstructural features and mechanical properties of the drawn materials was discussed according to the physical metallurgical approaches. In order to produce thick steel ropes having 6x26WS composition, wire rods having a diameter of 5.50 mm were used and some microstructural features like matrix phase, decarburization layer, inclusion and segregation of raw materials were analyzed. The metallurgical analyzes showed that wire rods had fine and coarse pearlitic structure, a decarburization layer less than 30 µm, elongated MnS as inclusions. In order to prepare provision conditions before wire drawing process, the diameters of the rods were reduced from 5.50 mm to 4.50 and 4.00 mm. These reductions made the steels harder compared to raw materials due to strain hardening. Then, wire rods were subjected to a heat-treatment known as patenting before drawing. In order to obtain an austenitic matrix, the furnace regime was adjusted as a range of 960-1030 °C and then a sand bath having a temperature range of 305-320°C was designed for pearlitic transformation. In the final stage, several rope wires having different diameters (1.30-1.93 mm) by multi-passes during drawing process were produced and their fracture strengths were measured. The results showed that a conventional 6x26WS composition having very fine pearlitic structure and fracture strength of 220 kg/mm^2 could be achieved.

Keywords: Steel rope, patenting, pearlite, strength

1. GİRİŞ

Ticari olarak kullanılan yüksek mukavemetli çelik teller, sahip oldukları üstün mekanik özelliklerinden dolayı piyano teli, mandolin teli, metalik saat kordon teli, hortum takviye teli, halat

telleri, galvanizlenmiş süspansiyon kablosu teli, mekanik yay telleri gibi bir çok alanda kullanım alanı bulmaktadır. Yük kaldırma ve taşıma kabiliyetinden dolayı çelik halatlar da madencilik sektöründe, petrol kuyularında, vinçlerde, ağır yüklerin taşınmasında, asansörlerde, tramvaylarda, teleferiklerde, denizcilikte, balıkçılıkta, gemi ve yatlarda, ormancılıkta ve genel mühendislik uygulamalarında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Çekilmiş tel malzemelerde artan mukavemetle birlikte sünekliklerinde önemli bir kayıp gerçekleşmez. Bu tür malzemelerde sünekliğin yüksek olması nedeniyle emniyet gerektiren halatlarda çekilmiş tellerin kullanımı çok yaygın olmakla birlikte özellikle yüksek aşınma dayanımına, yorulma dayanımına, kopma ve eğilme mukavemetine, çarpma dayanımına sahip olması da kullanımlarını genişletmektedir [1-3].

Yüksek mukavemetli çelik tellerin üretiminde tedarik edilen filmaşinlerin daha düşük çaplara indirgenmesi sağlanır. Bu işlem, soğuk tel çekme olarak gerçekleştirilir. Ancak deformasyon nihai çaplara ulaşmada yeterli olmayacağından bir ısıl işlem serisine ihtiyaç duyulur. Patentleme olarak da bilinen bu ısıl işlem ile yüksek mukavemetli çelik matriksi için önemli bir bileşen olan nispeten daha ince lamelli bir perlit yapısı oluşturulur. Sonrasında yapılacak olan tel çekme işlemleri ile lamelli yapı daha da inceltilerek nihai mukavemet tel formundaki çeliğe kazandırılmış olur. Nihai mukavemetin kazandırılmasında filmaşin olarak kullanılan malzemenin yüzey ve metalurjik yapısı, deformasyon ve ısıl işlem parametreleri belirleyici birer unsur olarak görev alır [4-8]. Bu çalışmada, ağırlıkça 0.90C içeren çelik bileşimine sahip 5.50 mm çaplı filmaşinlerden yüksek mukavemetli çelik halatların üretimine yönelik süreç, mikroyapısal ve mekanik tasarım işlenmiş olup elde edilen kazanımlar irdelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında, başlangıç hammaddesi olarak 5.50 mm çapa sahip filmaşinler kullanılmış olup malzemenin kompozisyonu ağırlıkça % 0.9C-0.22Si-0.66Mn-0.04Cr-0.03Ni bileşimindedir. Tedarik edilen filmaşinlerin yüzeylerinde var olabilen demir oksitlerin ve çeşitli kontaminasyonların giderilmesi için asitleme, yıkama, fosfatlama ve borakslama işlemlerini içeren yüzey temizleme işlemleri yapılmıştır. Filmaşinlerin kesitleri metalografik olarak hazırlanmış ve parlatılmış konumlarında öncelikle dekarbürizasyon, kılcak çatlak, kalıntı, segregasyon vb. yapı bileşenleri incelenmiştir.

Yüzey incelemeleri ISO 16120-1 standartına, dekarbürizasyon kontrolü ISO 3887 standartına, segregasyon kontrolü ISO 16120-1 standartına ve kalıntı kontrolü ISO 4967 standartına göre yapılmıştır. Metalografik işlemlerde, soğuk kalıplanmış malzemeler 320, 600, 1000 mesh'lik SiC esaslı aşındırıcı kağıtlar kullanılarak otomatik parlatılmıştır. Nihai parlatma aşamasında ise 3 µm'luk elmas solüsyon kullanılmıştır. Dağlanmış konumlarında filmaşin matriksleri de kontrol edilmiş olup başlangıç mikroyapısı ve özellikle östenit tane boyutu belirlenmiştir. Dağlama kimyasalı olarak %3'lük nital çözeltisi kullanılmıştır. Mikroskobik karakterizasyon çalışmaları, Olympus BX41M-LED model ışık mikroskobu (IM) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Filmaşinlerin boyutsal indirgenmesi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, yarı mamüllerin üretimine yönelik provizyon çalışması yapılmış olup, bu aşamada 5,50 mm çaptan 4.50 ve 4.00 mm çapa indirgenme Çelik Halat ve Tel San. A.Ş. bünyesinde sağlanmıştır. Provizyon çalışmalarında, 4.50 mm çapa indirgemek için filmaşinler iki kademede haddelemeye maruz kalmış ve birinci hadde sonrası önce 4.96 mm çapa ve sonrasında nihai çapa (4.50 mm) getirilmiştir. Filmaşinin 4.00 mm çapa indirgenmesi ise üç kademeli haddeleme ile gerçekleştirilmiş olup sırası ile 4.90, 4.41 ve 4.00 mm'lik çaplara geçişler sağlanmıştır. Provizyon aşamasında tel çekme hızı 50 m/dk olarak seçilmiştir. İkinci aşamada ise 5.50 mm çaplı filmaşinden doğrudan indirgenmeler yapılmıştır.

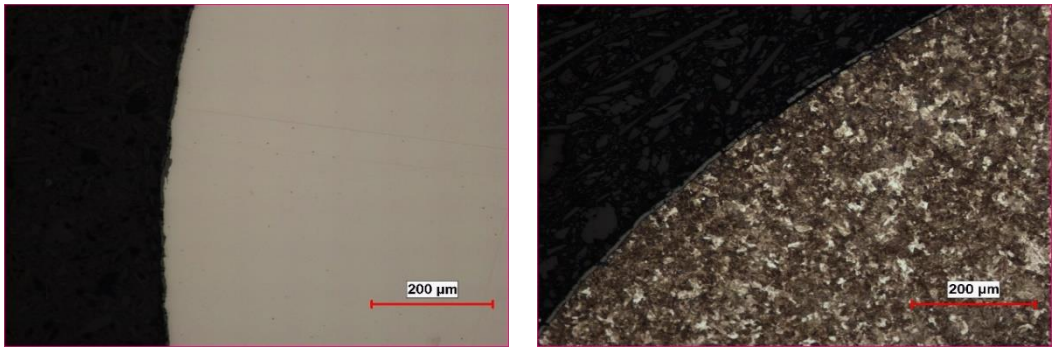
Provizyonu takiben teller farklı sıcaklık rejimlerine (960-1030 °C) sahip bir fırından 18-20 m/dk'lık bir geçiş hızı ile ısıl işlemlenmiştir. Fırından çıkan teller özel bir kum banyosuna girmekte olup bu kum banyosunda 305-320 °C sıcaklığa maruz kalmaktadır. Tellerde sıcaklık stabilizasyonu sağlamak için tampon bir sıcaklık rejimine ihtiyç duyulmakta olup bu sıcaklık rejimi 400-430 °C sıcaklık aralığındadır. Filmaşinden provizyon ile üretilmiş olan yarı mamüller tüm bu işlemler sonrasında nihai çapları 1.30 ve 1.48 mm olan tellere indirgenmiş olup filmaşinden doğrudan tel çekme işlemi ile 1.66-

1.93 mm çaplara ulaşılmıştır. Nihai tel çekme çoklu kademeleri içermekte olup destek olan kurumun ticari saklı pratikliğinden dolayı çalışılan kondüsyonların tamamı bu bölümde işlenmeyecektir.

Tüm bu uygulanan proses zinciri boyunca farklı çaplara getirilerek işlenmiş malzemeler, oda sıcaklığında ISO 6892-1 standartına uygun olarak Zwick Roell Z250 model çekme test düzeneği kullanılarak çekme yüklenmesi altında test edilmiş ve malzemelerin kopma mukavemet değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar kısmında seçili proses sonrası elde edilen kopma mukavemet değerleri yansıtılacaktır.

3. SONUÇ

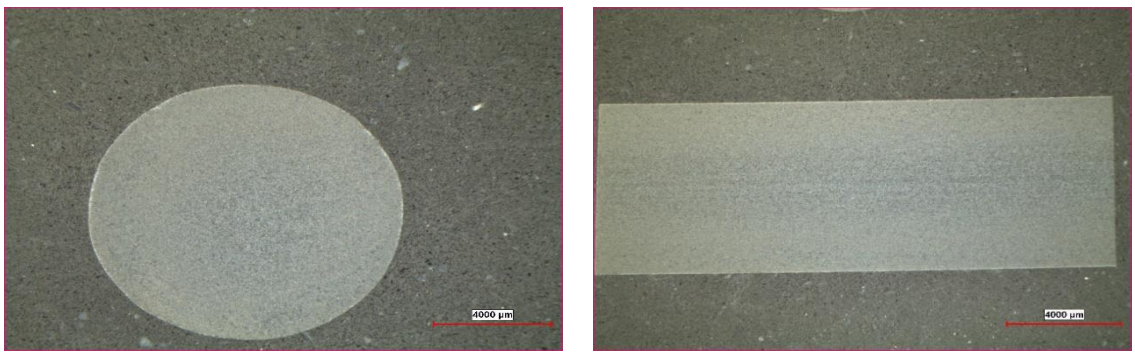
Şekil 1a'da, ISO 16120-1 standartına göre yüzeyi kontrol edilmiş filmaşine ait bir IM görüntüsü verilmiş olup tedarik edilen filmaşin standart gereği tel üretimi için istenen yüzey özelliğindedir. Şekil 1b'de ise filmaşin için ISO 3887 standartına göre yapılan dekarbürizasyon tabakası gösterilmiş olup, ilgili IM görüntüsünde de görüleceği üzere filmaşinin 30 µm'den daha düşük bir dekarbürizasyon tabakasına ve perlitik bir matrikse sahip olduğu ortaya konulmuştur. Dağlanmış konumda yapılan kantitatif metalografik incelemeler çeliğin östenit tane boyutunun 20-30 µm arasında olduğunu ve bu boyut aralığına göre çeliğin tane boyutunun ASTM 8'e karşılık geldiğini göstermiştir.



(a) (b)

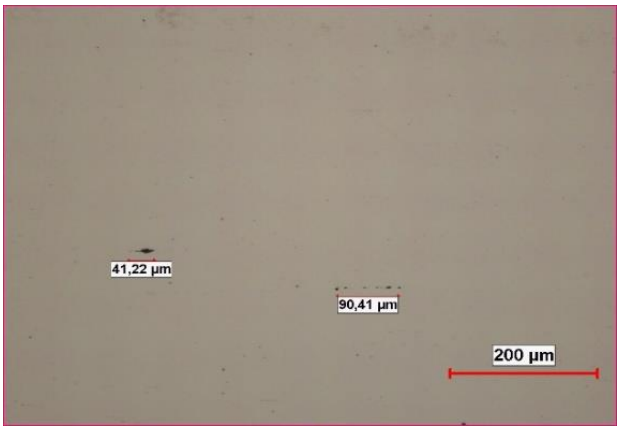
Şekil 1. Tedarik edilen filmaşine ait IM görüntüleri; (a) partlatılmış ve (b) dağlanmış.

Şekil 2'den de görüleceği üzere filmaşin, hem en kesit hem de boy kesitte ISO 16120-1 standartına uygun segregasyon aralığındadır. Çelik içi kalıntıların tayininde ISO 4967 standartı kullanılmış olup, tel matriksinde çoğunlukla gri kontrastlarda gözlenen ve standarta göre uygun boyut ve dağılımda yer alabilen MnS esaslı bileşenler tespit edilmiştir (Şekil 3). Bilindiği üzere, malzeme mikroyapısında bulunan kalıntılar yüklenme koşullarında gerilme yığılma bölgeleri olarak çatlak çekirdeklenmesine ve ilerlermesine katkı verebilmektedir. Çelik matriksi içerisinde herhangi bir kalıntının varlığı istenmemiş olsa da, oksit esaslı kalıntılara kıyasla MnS esaslı kalıntıların var olması belirli bir ölçüte kadar kabul edilebilmektedir. MnS gibi bir kalıntının deformasyona uğraması bu kabüllenmenin ana nedenlerindendir. Filmaşin üzerine yapılan tüm bu öncül metalurjik analizler yüksek mukavemette yüksek karbonlu çelik halatların üretimine yönelik seçilen filmaşinin yeterliliğini ortaya koymuştur.



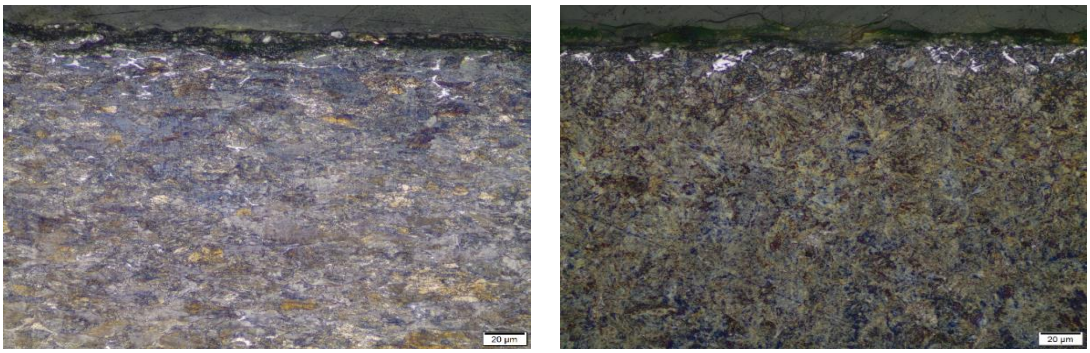
(a) (b)

Şekil 2. Filmaşinin farklı kesitlerini gösteren IM görüntüleri; (a) en ve (b) boy kesit.



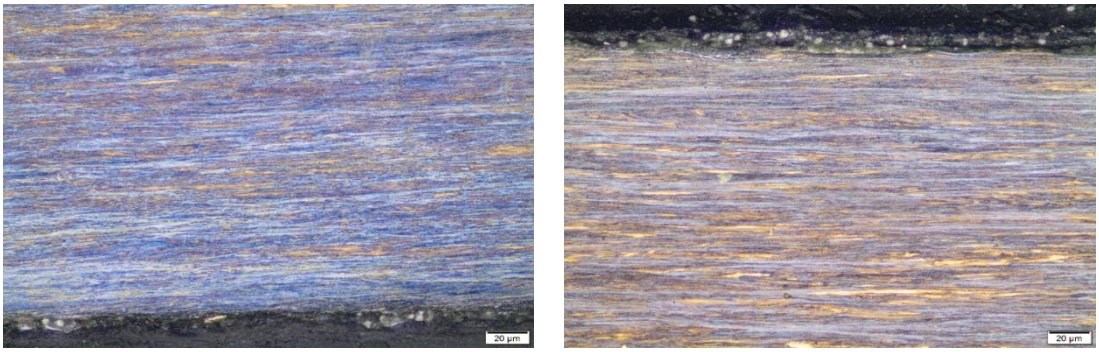
Şekil 3. Filmaşinin parlatılmış konumun ait IM görüntüsü.

Provizyon çalışmalarında filmaşinlerin çapları 5.50 mm'den 4.50 ve 4.00 mm çaplara indirgenmiş olup, bu indirgenme ile deformasyon doğrultusunda yönlenmiş perlitik bir yapı oluşabilmektedir. Şekil 4a'da, 4.00 mm çapa getirilmiş çelik mikroyapısı örneklenmiştir. Isıl işlem sonrası ve nihai tel çekme öncesi yönlenmiş yapı kaybolmakta ve Şekil 4b'de verildiği üzere matriks yeniden perlitik bir matrikse sahiptir. Nihai tel çekme çapına da bağlı olarak çelik mikroyapısında perlitin lamellar arası mesafesi değişebilmektedir. Şekil 5'de tel çekme işlemleri sonrası farklı çaplara getirilmiş çelik tellerin mikroyapısı örneklenmiştir.



(a) (b)

Şekil 4. (a) Provizyon sonrası ve (b) patentleme sonrası çelik mikroyapıları.

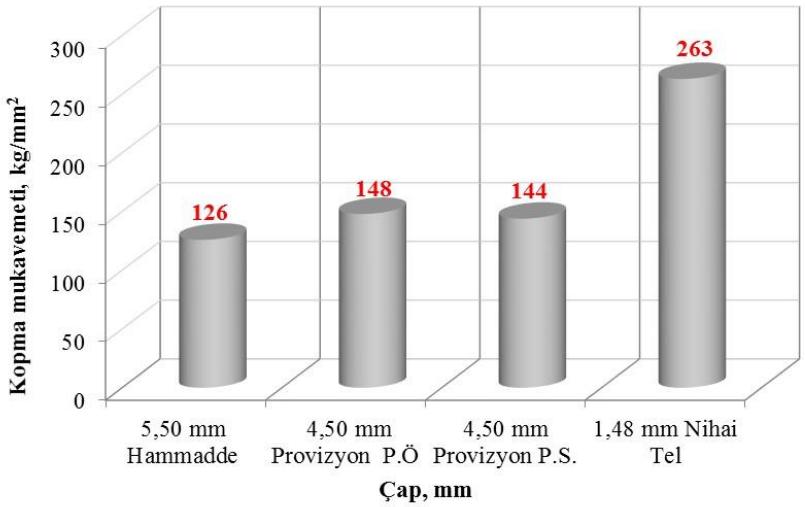


(a) (b)

Şekil 5. Nihai tel çekme sonrası farklı çaplara getirilmiş çelik tellerin dağlanmış konumuna ait IM görüntüleri; (a) 1.48 ve (b) 1.66 mm.

Tüm bu mikroyapısal değişimler malzemenin prosese göre kopma mukavemetinde de değişimlere neden olmaktadır. Şekil 6'da verilen diyagram ile tedarik edilen hammaddedn (5.50 mm çaplı filmaşinden) başlayarak önce 4.50 mm'lik provizyon ürüne ve sonrasında ısıl işlem görerek çoklu haddeleme sonrası nihai çapına (1.48 mm) getirilmiş çelik için kopma mukavemet değerlerinde meydana gelen değişim örneklenmiştir. Filmaşin için kopma mukavemet değeri 126 ± 2 kg/mm^2

değerinde iken 4.50 mm çapa indirgenme sonrası bu değer 148 ± 1 kg/mm^2 değerine artmıştır. Bu indirgemede elde edilen değer aynı zamanda patentleme öncesi (P.Ö) olarak değerlendirilir. Patentleme sonrası (P.S) kopma mukavemet değeri 144 ± 3 kg/mm^2 olarak belirlenmiş olup çoklu haddemeler sonrası ulaşılan nihai çap değerinde (1.48 mm) elde edilen kopma mukavemet değeri 263 ± 1 kg/mm^2 seviyesindedir. Bu çalışmada, daha öncesinde de bahsedildiği üzere, filmaşinden doğrudan indirgemeler ile nihai çaplara da ulaşılmış olup elde edilen kopma mukavemet değerleri de tespit edilmiştir. Filmaşinden nihai çapa (1.93 mm) ulaşılması halinde elde edilen kopma mukavemet değeri 232 ± 1 kg/mm^2 iken nihai çapın 1.66 mm olması halinde bu değer 258 ± 4 kg/mm^2 olarak belirlenmiştir. Tüm bu mekanik değerler filmaşinden doğrudan yada provizyon ile çapların nihai çap değerlerine indirgenmesi halinde kopma mukavemetlerinin arttırıldığını göstermiştir.



Şekil 6. Farklı prosesler sonrası çapa bağlı olarak değişen kopma mukavemet değerleri.

4. TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında, ağırlıkça 0.9 C içeren çelik esaslı 5.50 mm çaplı filmaşinler kullanılarak farklı indirgenme prosedürleri sonrası yüksek mukavemetli kalın çelik tellerin üretimi işlenmiştir. Başlangıçta tedarik edilen yüksek karbonlu filmaşin malzeme üzerine yapılan tüm yüzey ve kesit incelemeleri çelik halat teli üretimi için malzemenin uygunluğunu ortaya koymuştur. Perlitik bir matrikse sahip olan filmaşin malzemesinde tolere aralığında bir dekarbürizasyon tabakası, sınırlı miktarda kalıntı ve segregasyon tespit edilmiştir.

Çalışmanın ikinci kademesinde, 5.50 mm çaplı filmaşin üzerine provizyon işlemi uygulanmış ve 4.50 mm ve 4.00 çaplarına indirgenme sağlanmıştır. Diğer taraftan filmaşinden doğrudan çoklu tel çekme işlemleri ile nihai tel çapı 1.66 ve 1.93 mm olan teller de üretilebilmiştir. Provizyon sonrası defrmasyon doğrultusunda yönelenmiş bir perlitik yapı gözlenmiş olup soğuk işlem nedeni ile malzemede sertleştme sağlanmıştır. Deformasyon aynı zamanda perlit lameller arası mesafenin azaltılmasına da katkı sağlamış olup, mukavemetin daha da arttırılmasına neden olmuştur. Isıl işlemleri takiben indirgenmiş çaplarda yeniden perlitik matriks elde edilmiş ve sonrasında çoklu haddeleme işlemleri ile nihai çaplara çekme işlemi gerçekleştirilmiştir. Azalan çaplarda daha ince lamelli bir yapının elde edilmesi mukavemetlerin başlangıç hammaddeye göre oldukça üzeri bir değere ulaşmasına ve istenen kopma mukavemet değerini (220 kg/mm^2 ve üzeri) ortaya koymuştur. Tüm bu çalışmalar Çelik Halat ve Tel San. A.Ş. işbirliği ile yapılmış olup, yüksek mukavemetli kalın çelik halatların 6x26WS kompozisyonunda ticari pratiklikte üretimi sağlanabilmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışma çıktıları, Çelik Halat ve Tel San. A.Ş bünyesinde yürütülen TÜBİTAK TEYDEB 3190515 no'lu projesinin belirli iş paketlerinin çıktılarını içermektedir. Yazarlar çalışmaya olan katkılarından dolayı Çelik Halat ve Tel San. A.Ş'e teşekkür eder.

KAYNAKLAR

[1] ONUR, Y.A. (2010) 'Halat ömrüne etki eden parametrelerin teorik ve deneysel olarak incelenmesi', Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

[2] ASM Handbook Vol. 1 (1990) 'Properties and selection: ırons, steels, and high-performance alloys', *ASM International*, pp. 746-758.

[3] GÜZEY, A. (2009) 'Demirsel tellerin üretim sürecinin incelenmesi', Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne.

[4] ALTUN, K. (2015) 'Soğuk çekme metoduyla üretilen kaynak tellerinde görülen hataların belirlenmesi ve giderilmesi', Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

[5] BARGUJER, S. S., SURI, N. M., BELOKAR, R. M. (2013) 'Thermo mechanical processing of hypereutectoid steel wire rod in lead patenting', *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, Vol. 3, pp. 36-39.

[6] Çelik Halat ve Tel Sanayi A.Ş. (1999) Çelik halat ürün kataloğu, İzmit.

[7] FANG, F., ZHAO, Y., LIU, P., ZHOU, L., HU, X. J., ZHOU, X., XIE, Z. H. (2014) 'Deformation of cementite in cold drawn pearlitic steel wire', *Materials Science and Engineering A*, 608, 11-15.

[8] ÜNSEREN, M. (2006) 'Tel çekme matrisleri üzerine bir araştırma', Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.

KOCAELİ KARTEPE İLÇESİNDE TARIMSAL ÖRGÜTLENME DURUMU

Doç.Dr. Melekber Sülüşoğlu Durul
Kocaeli Üniversitesi/Arslanbey MYO/ Gıda İşleme Bölümü
meleksl@kocaeli.edu.tr

Öğr. Gör.Dr. Bahar Aydın Can
Kocaeli Üniversitesi / Arslanbey MYO, Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü
baharcan@kocaeli.edu.tr

Özet
Tarımsal üretim faaliyetlerinin sürdürülebilir olması ve mevcut kaynakların en iyi şekilde değerlendirilebilmesi için tarımsal örgütlenme büyük önem taşımaktadır. Kırsal alanda yaşayan ve tarımsal üretim faaliyetleri ile geçimi sağlayan kişilerin yeterince örgütlenemedikleri sürekli dile getirilen bir gerçektir. Bunun sonucunda teknolojik gelişmeler takip edilememekte, verim ve kalitede beklenen düzey yakalanamamakta, pazarlama kanalları yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle örgütlenmedeki durumun ve sorunların çözüm önerileri ile birlikte ortaya konması önemlidir. Bu çalışmada Kocaeli Kartepe İlçesi genelinde köy/mahalle yerleşim birimlerinde üreticilerle katılımcı saha çalışmaları yapılmış, ikincil veriler derlenmiştir. Bölgede Çiftçi Kayıt Sisteminin etkin şekilde işlediği belirlenmiştir. Kayıtlı çiftçi sayısı 458'dir. İlçe genelinde 10 Tarımsal Kalkınma Kooperatifi, 2 Tarım Kredi Kooperatifi vardır. Kartepe Ziraat Odası üreticilere destek veren diğer bir kuruluştur. İlçede meyve üreticilerinin %42'si, süs bitkileri üreticilerinin %53'ü Tarımsal Kalkınma Kooperatiflerine üyedir. Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri ürünlerin pazarlanması, meyve yetiştiriciliğinin yoğun olduğu yerlerde sulama sorunlarının çözülmesi, Orman İşletme Müdürlüğü'nden kesim ve bakım işlerinin alınabilmesi için kurulmuştur. Maşukiye Tarımsal Kalkınma Kooperatifi bölgede soğuk depoculuğun gelişmesine önemli katkılar sağlamıştır. Kartepe Ziraat Odası İlçede önemli bir sivil toplum kuruluşudur. Eşme Pancar Ekicileri Kooperatifine üye olan meyve üreticileri de vardır. Tarım kredi Kooperatifleri Ziraat Bankasından nakdi kredi alınarak alet-ekipman desteklemelerinde rol oynamıştır. Tarımsal Kalkınma Kooperatiflerinin pazarlama konusunda beklenen desteği sağlayamaması, yönetimsel eksiklikler sonucunda aşırı borçlanma gibi nedenlerle kooperatifin kapanması tespit edilen sorunlardır. Tarım Kredi Kooperatifleri aracılığı ile kredi alınması sırasında arazi mülkiyet durumu nedeniyle zorluklar oluşmaktadır. Kooperatif yapısının iyileştirilmesi için üye sayısını artması, kooperatif yapısının güçlendirilmesi, sonucunda üreticilere teknik eğitim desteğinin artırılarak bölgede tarımın geliştirilmesi öneriler arasındadır.

Anahtar Kelimeler: Örgütlenme, tarım, Kocaeli, Kartepe, kooperatif, kredi

AGRİCULTURAL COOPERATİON STRUCTURE İN KOCAELİ KARTEPE

Abstract
Sustainable and high quality agricultural production, productive uses of natural resources is very important; and this could be provide by cooperation of farmers. Organization of people who taking role in the agricultural production process is difficult and as a result, technological developments can not be followed, the expected level of efficiency and quality cannot be achieved and the marketing channels are inadequate. For this reason, it is important to output the situation and problems in the organization together with the solution proposals. In this study, participant field studies were conducted with producers (totaly 21 field studies) throughout Kocaeli Kartepe District and secondary data were collected. We determined that farmer registration system works effectively in the region and the number of registered farmers is 458. There are 10 Agricultural Development Cooperatives and 2 Agricultural Credit Cooperatives in district. Kartepe Chamber of Agriculture is another organization that supports producers. 42% of fruit producers and 53% of ornamental plant producers are members of Agricultural Development Cooperatives. Agricultural development cooperatives have been established for marketing of products, solving irrigation problems. The other aim of this organization

is having cutting and maintenance works from Forest Management Directorate. Maşukiye Agricultural Development Cooperative support to improvement of cold storage structures in Kartepe. Agricultural Credit Cooperatives played a role in supporting the purchase of tools and equipment by obtaining cash loans from Ziraat Bank. Insufficient marketing strategies, administrative deficiencies, excessive barrowing and uncontrolled money supplaying was caused to close some of cooperatives. Difficulties caused by land ownership during the getting credit from Bank is another problem for farmers. Increasing the number of members for the improvement of the cooperative structure, strengthening the cooperative structure, and increasing the technical training support to the producers as a result of the development of agriculture in the region are among the recommendations.

Keywords: Cooperation, agriculture, Kocaeli, Kartepe, cooperative, credit

1.GİRİŞ

Tarım sektörü aile iş gücünün etken şekilde kullanıldığı bir faaliyet alanıdır. Ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde ekonomiye katkı, aile işgücünün değer kazanması açısından daha da büyük öneme sahiptir. İstihdam konusunda büyük bir açığı kapatmaktadır. Tarımsal üretimin katma değer yaratılarak işlenmiş ürünlere çevrilebilmesi gerek pazarlama olanaklarını, gerekse elde edilen kazancı artırma bakımından mutlak zorunluluktur. Ülkelerin tarıma dayalı sanayileşmelerinde de önemli yere sahiptir. Üretim aşamasında başlayarak, pazarlama süreci tamamlanana kadar örgütlü bir yapıda hareket edebilen güçlü üretici örgütleri gerek üreticilerin, gerekse ülkelerin ekonomisine tarımsal üretimin katkılarını artıran en önemli yapılardır. Günümüzde, Avrupa Birliği ülkelerinde tarımsal örgütlenme tamamlanmış, tarım kesimine yönelik politikalar oluşturulmasında, tarıma dayalı sanayinin gelişmesinde söz sahibi olunabilmektedir (Köroğlu, 2003). Üreticilerin bireysel olarak başarılı olamadığı durumlarda, üretici birliğinin sesi ve gücü olan kooperatifler katma değer üretebilmektedir.

Türkiye'de tarımsal örgütlenme Cumhuriyetin ilk yıllarında memleket sandıklarının kurulması ile başlamıştır. Türkiye'de 2000 yılından sonra tarım reformları ile kooperatifçilik önem kazanmış, 2008 krizinden sonra kooperatifçilik kavramı en çok tartışılan kavramlardan biri durumuna gelmiştir (Çelik Ateş ve ark., 2017). Kocaeli Sanayileşmenin hızla artığı, sürekli göç alan Türkiye'nin 4. büyük sanayi şehridir. Tarım alanları her geçen gün daralmakta, üreticinin aleyhine gelişmeler olmakta, kararlar alınmaktadır. Bu çalışmada Kocaeli Kartepe İlçesi'nde tarımsal örgütlenmenin durumu ele alınarak sahadaki üreticiyle birlikte sorunları ve çözüm önerileri tartışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Kocaeli Kartepe İlçesi'nde 2013 yılında 20 mahallede toplam 80 kişi ile görüşülmüştür. İlçede tarımsal faaliyetin yoğun olduğu yerlerin tamamı çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcılar arasında tüm mahallelerin muhtarları, Eşme Tarım Kredi Kooperatifi Başkanı, Maşukiye Soğuk Hava Deposu Başkanı bulunmaktadır. Kocaeli İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2010-2018 yılı aralığındaki brifing raporları ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü raporlarından ikincil veriler değerlendirilmiştir.

3. SONUÇLAR

3.1. Katılımcı Profilinin ve Çalışma Bölgesinin Analizi

Çalışmaya Maşukiye, Uzuntarla, Nusretiye, Arslanbey, Köseköy, Pazarçayırı, Suadiye, Uzunçiftlik, Derbent, Eşme, Kirazoğlu, Şirinsulhiye, Acısu, Ketenciler, Avluburun, Tepetarla, Balaban, Karatepe, Eşme, Ahmediye ve Sultaniye mahallelerinden 80 üretici katılmıştır. Çalışmanın yapıldığı mahallelerden Sultaniye, Pazarçayırı, Karatepe, Şirinsulhiye, Balaban, Nusretiye, Eşme, Ahmediye ve Avluburun 2012 yılında yürürlüğe giren 6360 sayılı Büyükşehir yasasından önce köy statüsünde olan mahallelerdir. En yoğun katılım Eşme ve Karatepe'de olmuş, Kirazoğlu ve Köseköy'de tarımsal faaliyetler daha sınırlı olduğundan katılım düşük olmuştur. Acısu, Karatepe ve Eşme'de kadın üreticiler de katılım sağlamıştır.

Çalışmada erkek katılımcıların %57.8'i 41-60 yaş, kadın katılımcılar %69.2'si ise 41-50 yaş aralığındadır. Erkek üreticiler (%80) daha fazla katılım sağlamıştır (Tablo 1). Katılım sağlayan üreticiler çoğunlukla ilkokul mezunudur (erkekler %59.6; kadınlar %84.6) (Tablo 2).

Tablo 1. Saha Çalışmalarında Görüşülen Kişilerin Cinsiyeti ve Yaşı

Yaş aralığı	81-90	71-80	61-70	51-60	41-50	31-40	21-30
Erkek (%80)	3.8	11.5	15.4	28.9	28.9	9.6	1.9
Kadın (%20)	-	-	-	15.4	69.2	15.4	-

Kaynak: Saha çalışmaları

Tablo 2. Saha Çalışmalarında Görüşülen Kişilerin Eğitim Durumu

	Okur-yazar	İlkokul	Ortaokul	Lise	Yüksekokul
Erkek	1.9	59.6	17.3	15.4	5.8
Kadın	-	84.6	-	7.7	7.7

Kaynak: Saha çalışmaları

3.2.Kartepe İlçesinin Tarımsal Yapısı

Kartepe İlçesi Kocaeli'nin 12 ilçesinden biridir. 32 mahalleden oluşmaktadır. Başlıca tarımsal geçim kaynakları meyvecilik, büyükbaş hayvan yetiştiriciliği, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, kanatlı hayvan (tavuk), arıcılık ve az miktarda tarla ziraatı ve süs bitkileri üretimidir. Meyvecilik en yaygın faaliyet türüdür. Eşme ve Uzuntarla ayva, Maşukiye, Suadiye ve Balaban elma ve armut, Avluburun ve Balaban kiraz, Derbent fındık tarımının ticari öneme sahip olduğu yerleşimlerdir. Sebze yetiştiriciliği son yıllarda neredeyse kalmamıştır. Saha çalışmasında katılımcılar sebze yetiştiriciliğini hassas bir üretim faaliyeti olarak tanımlamışlardır. Arslanbey Organize Sanayi Bölgesinde faaliyetlerin artması ile bölge tarımının sanayi kaynaklı çevre kirliliğinden etkilenmesi kaçınılmaz olmuştur. Arslanbey Organize Sanayi Bölgesi açıldıktan sonra arazi satışları artmıştır. Verimli tarım arazileri azalınca kişiler aile gereksinimleri dışında sebze yetiştirmeyi bırakmıştır. Tarla bitkileri ziraatı daha çok hayvan yemi yetiştiriciliği olarak yapılmaktadır. Silajlık mısır, arpa, az miktarda buğday ekilmektedir.

Büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinin besicilik olarak Arslanbey, Karatepe ve Ketenciler'de yapıldığı tespit edilmiştir. Karatepe'de modern hayvan kesim yerleri yapılmıştır. Kartepe genelinde 2024 ha mera vardır (Brifing Raporu, 2018). Yine Ketenciler'de 3 aile modern hayvancılık yapmaktadır. Küçükbaş hayvan yetiştiriciliği Arslanbey, Acısu, Ketenciler, Suadiye ve Karatepe'de devam etmektedir. Karatepe'de sanen keçi yetiştiriciliği başlamıştır. Suadiye merkezli olarak örgütlenen Kartepe Arıcılar Birliği ilçede arıcılık faaliyetlerini oldukça hızlandırmıştır. Suadiye, Arslanbey, Acısu, Balaban, Nusretiye ve Eşme'de kovan sayıları artmıştır. Eşme, Avluburun, Arslanbey, Karatepe, Nusretiye, Derbent ve Uzuntarla'da broiler tavuk yetiştiriciliği yapılmaktadır.

3.3 Kocaeli İlinde Tarımsal Örgütlenme Yapısı

Kocaeli genelinde tarımsal örgütlenme durumuna bakıldığında 56 kooperatif, 2 kooperatifler birliği, 7 üretici birliği, 4 yetiştirici birliği, 15 tarım kredi kooperatifi ve 7 ziraat odası olmak üzere toplam 91 tarımsal örgüt bulunmaktadır. Bu örgütlerin il genelinde toplam 40022 üyesi olup, en fazla üye ziraat odalarında ve tarım kredi kooperatiflerinde kayıtlıdır (sırasıyla 21903 ve 8387 kişi) (Tablo 3).

Kocaeli İlinde en fazla kooperatif Kandıra'da bulunmaktadır. 11 kooperatifi olan Kandıra, aynı zamanda ilin en büyük ilçesidir. Çalışma sahası Kartepe'de 9 tarımsal kalkınma kooperatifi ve 1 sulama kooperatifi olmak üzere 10 kooperatif vardır. Gölcük'te 8, Karamürsel'de 7 tarımsal kalkınma kooperatifi hizmet vermektedir. Kandıra'da 5, Kartepe'de 2 tarım kredi kooperatifi, her iki ilçede 1'er ziraat odası bulunmaktadır. Kocaeli İlindeki toplam 71 kooperatif, 7 ziraat odası vardır (Tablo 4.).

Tablo 3. Kocaeli'de Tarımsal Örgütlenme

2018	ÖRTÜG TÜRÜ	ÖRGÜT SAYISI	ORTAK/ÜYE SAYISI
KOOPERATİFLER	Tarımsal Kalkınma Kooperatifi	44	4697
	Sulama Kooperatifi	1	142
	Su Ürünleri Kooperatifi	11	630
	TOPLAM	56	5469
KOOPERATİF BİRLİĞİ		2	23
Üretici Birlikleri (5200 sayılı Kanunla)		7	2039
Yetiştirici Birlikleri (5996 Sayılı Kanunla)		4	2201
ZİRAAT ODALARI		7	21903
TARIM KREDİ KOOPERATİFLERİ		15	8387
TOPLAM		**91**	**40022**

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı Kocaeli İl Müdürlüğü 2018 Yılı Faaliyet Raporu

Kocaeli İlinde 7 üretici birliği (5200 sayılı kanun) ve 4 yetiştirici birliği (5996 sayılı kanun) bulunmaktadır. Üretici birliğinin üye sayısı 2039, yetiştirici birliklerinin üye sayısı ise 2201 kişidir (Tablo 3).

Tablo 4. Kocaeli İlçelerinde Tarımsal Örgütlenme Durumu

İlçeler	Kooperatif*	Tarım Kredi Kooperatifi	Ziraat Odası	Toplam
İzmit	4	2	1	7
Gebze	3	1	1	5
Derince	3	1	1	5
Karamürsel	7	1	1	9
Körfez	3	1	-	4
Kandıra	11	5	1	17
Gölcük	8	1	1	10
Kartepe	10	2	1	13
Darıca	1	-	-	1
Çayırova	0	-	-	0
Başiskele	5	1	-	6
Dilovası	1	-	-	1
Toplam	56	15	7	78

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı Kocaeli İl Müdürlüğü 2018 Yılı Faaliyet Raporu
*Tarımsal kalkınma, sulama, su ürünleri kooperatifleri

3.4. Kocaeli İli Kooperatifleri ve Kartepe'nin Yeri

Kocaeli ilinde toplam üye sayısı 4697 olan 44 tarımsal kalkınma kooperatifi bulunmaktadır. Kandıra ve Kartepe ilçelerinde 9'ar tarımsal kalkınma kooperatifi bulunmakta olup, Kandıra'daki kooperatiflere kayıtlı üye sayısı 1570, Kartepe'deki tarımsal kalkınma kooperatiflerinin üye sayısı ise toplam 1036 kişidir (Tablo 5.). İl genelinde tarımsal kalkınma kooperatifleri üyelerinin %22'si Kartepe ilçesinde kayıtlı üyelerdir. Bu rakamlar ilçede tarımsal kalkınma kooperatiflerine verilen önemi ortaya koymaktadır.

Su ürünleri kooperatifleri İzmit, Gebze, Karamürsel, Körfez, Kandıra ve Gölcük gibi deniz ile doğrudan bağlantılı olan ilçelerdedir. Kartepe İlçesi sınırlarında Sapanca Gölü gibi bir su kaynağı ve bir çok akarsu bulunmaktadır. Pazarçayırı ve Maşukiye'de alabalık üretim tesisleri vardır. Bölge turistik bir yerleşimdir. Dolayısıyla pazarlama kanalları oluşturulması durumunda balıkçılık gelir getirebilecek bir faaliyettir ancak ilçede su ürünleri üretimine yeterince önem verilmediği, bu yönde bir örgütlenme olmadığı görülmektedir.

İlçede meyve üretiminin birinci sırda yer alan tarımsal faaliyet olması sulamaya önem verilmesini sağlamıştır. Kocaeli ilindeki tek sulama kooperatifi Kartepe'de olup, 142 üyesi bulunmaktadır (Tablo 5.).

Tablo 5. Kocaeli'deki Kooperatifler ve Ortak Sayıları

2018	Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri		Su Ürünleri Kooperatifleri		Sulama Kooperatifleri		Toplam	
	Ortak Sayısı	Kooperatif Sayısı	Ortak Sayısı	Kooperatif Sayısı	Ortak Sayısı	Kooperatif Sayısı	Ortak Sayısı	Kooperatif Sayısı
İzmit	372	3	55	1	0	0	427	4
Gebze	134	2	56	1	0	0	190	3
Derince	248	3	0	0	0	0	248	3
Karamürsel	498	5	164	2	0	0	662	7
Körfez	7	0	106	3	0	0	106	3
Kandıra	1570	9	175	2	0	0	1745	11
Gölcük	564	7	20	1	0	0	500	8
Kartepe	1036	9	0	0	142	1	1178	10
Darıca	0	0	54	1	0	0	54	1
Çayırova	0	0	0	0	0	0	0	0
Başiskele	270	5	0	0	0	0	270	5
Dilovası	89	1	0	0	0	0	89	1
Toplam	4697	44	630	11	142	1	5469	56

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı Kocaeli İl Müdürlüğü 2018 Yılı Faaliyet Raporu

3.5. Kartepe İlçesindeki Kooperatifler, Kuruluş Amacı, Yaptığı Hizmetler

Eşme Tarımsal Kalkınma Kooperatifi: 2011 yılında yörede üretilen meyvelerin pazarlanması için Eski ve Yeni Eşme mahallelerinden 70 üreticinin bir araya gelmesi ile kurulmuştur. Kuruluş amaçlarından biri Eşme'de sulama suyu yapılarının oluşturulması ve tarım arazilerinin sulu tarıma açılmasıdır. Bölgedeki dere yatağının zeminin stabil olmaması kayma sorunlarının yaşanması nedeniyle amaç gerçekleştirilememiştir. Bir diğer amacı, ayva başta olmak üzere üretilen meyvenin pazarlama sorunlarının çözülmesidir. Kooperatif bunun için pazar yeri kiralamıştır. Amacı ürün satışından alınacak katkı payı ile kooperatifi yöreye hizmet verir hale getirmektir. Ancak işletmede sorunlar oluşmuş, girişim tam olarak başarıya ulaşmamıştır. Ürünlerin bireysel olarak satışı devam etmektedir. Saha çalışmalarında belirtilen üçüncü amacı bir soğuk hava deposu tesis etmek olan kooperatif, bu amacını da henüz gerçekleştirememiştir.

Maşukiye Tarımsal Kalkınma Kooperatifi: 1997'den bu yana aktif olarak faaliyette olan bir kooperatiftir. Kuruluş amacı bölgede soğuk hava depoculuğunu geliştirmek, süs bitkileri üretimini teşvik etmektir. Maşukiye Tarımsal Kalkınma Kooperatifinin ortaklarının girişimi ile Maşukiye'de soğuk hava deposu kurulmuştur. Depo iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısım depo 1969 yılında Grosso Şirketi tarafından kurulmuş, 1974 yılında kooperatif adına devir alınmıştır. Depolamanın önemini gören üreticiler, kooperatif aracılığı ile Ziraat Bankası Kredisi kullanmış, desteklemelerle 2006-2007 yılları arasında 2000 ton depo kapasiteli (paletli sistem ile depolamada 15000 ton kapasiteli) ikinci bir depo kısmını inşa etmiştir. Öncelikle kooperatif üyelerinin ürünleri depolanmaktadır. Üyelerin ürünü depolandıktan sonra, kalan depo kapasitesi ÇEKOK gibi özel firmalara kiralanmaktadır. Depolamada karşılaştıkları en önemli problem elektrik maliyetlerinin yüksek olması, kooperatif işletmesine ucuz elektrik kullanımı hususunda ayrıcalık tanınmamasıdır. Desteklerin devam etmesi ve bölgedeki soğuk depo kapasitesinin artırılması istenmektedir.

Kooperatif dış mekan süs bitkileri üretimi için seralar yaptırmış, ortaklar alarak süs bitkileri üretimini yaygınlaştırmıştır. Kuruluşundan günümüze kadar faaliyetlerine devam etmektedir. Son yıllarda üye sayısını artırmış, dış mekan süs bitkisi yetiştiriciliğini daha modern şartlarda yapma konusunda çalışmalarını hızlandırmıştır. Kartepe ilçesinde Maşukiye-Derbent arası dış mekan süs bitkilerinin boylandırılması için çok elverişli şartlar sunmaktadır. Kooperatif üyelerinin amacı ekolojik koşulları değerlendirmek, kaliteli üretim yaparak üreticilerin gelir düzeyini iyileştirmektir. Bu sayede genç nüfusa kazanç kapısı yaratmak hedeflenmektedir.

Maşukiye Kırsal Kalkınma Kooperatifi üretici üyelerinden aldığı ürünlerin satışı için 2012 yılında kooperatif adına hal belgesi almıştır. Kooperatif aracılığı ile yapılan satışlar hal rüsum vergisinden muaf tutulduğundan, bu şekilde üreticinin korunması amaçlanmıştır. Ancak kooperatif üye dışındaki kişilerden de mal aldığından sistem etkili çalışmamaktadır. Maşukiye Tarımsal Kalkınma Kooperatifi ilçedeki en aktif kooperatiflerdendir. Kartepe Ziraat Odası ile birlikte bölge üreticilerini fuarlara götürmüş, sera ve bahçelere geziler yapmıştır. Ayrıca üreticisine ilaçlama, budama gibi eğitim faaliyetleri düzenlemektedir.

Suadiye Tarımsal Kalkınma Kooperatifi: Sahası içinde verimli ormanlar olan Suadiye'deki tarımsal kalkınma kooperatifi orman kesimlerinde Suadiye Orman İşletme Müdürlüğü'nden kesim işi almak üzere kurulmuştur. Günümüzde, tek tek kişi bazında değil, ihale usulü, toplu halde iş verilmektedir. Kooperatife kayıtlı olma şartı aranmaktadır. Kooperatifin tarımsal açıdan büyük öneme sahip olan girişimi sonucunda Kartepe Tarım İlçe Müdürlüğü ile birlikte arıcılık kursu açılmıştır. Üniversiteler ile işbirliği yapılmış, üyelere eğitimler düzenlenmiştir. Bölgenin kestane balı katkısız, sağlık açısından çok değerli bir baldır. Kooperatifin desteği ile Kartepe Arıcılar Birliğinin kurulması için 2012 yılında ilk girişimler yapılmış, 2014 yılında birlik kurulmuştur.

Pazarçayırı Tarımsal Kalkınma Kooperatifi: Orman kesimlerinde Orman İşletme Müdürlüğü'nden kesim işi almak üzere kurulmuştur. 2002 yılında kooperatif önderliğinde köy halkı ve muhtarlık el birliği ile çalışarak kendi su depolarını yapmışlar ve köye içme suyu getirmişlerdir.

Karatepe Tarımsal Kalkınma Kooperatifi: Orman kesimlerinde Orman İşletme Müdürlüğü'nden kesim işi almak üzere kurulmuştur. Aktif olarak çalışan kooperatiflerden biridir. Bölgede besi sığırcılığı önemli bir geçim kaynağıdır. Bu nedenle mera önemlidir. Kocaeli Tarım İl Müdürlüğü'nün ve Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün çalışmaları ile 2004 yılında başlanan ve Karatepe köy sakinlerinin destek verdiği "mera ıslahı ve amenajman projesi" tamamlanarak, 182 dönümlük, çok verimli bir mera alanı ıslah edilerek kullanıma açılmıştır. Hayvanların steril koşullarda kesilmesi için modern kesimhaneler açılmıştır. Sanen keçisinin geliştirilmesi için çalışmalar devam etmektedir. Ayrıca kooperatif ve muhtarlığın katkıları ile çilek ve nar gibi, gelir getirebilecek meyve türlerinin demostrasyon çalışmaları yapılmaktadır.

Örnek Köy ve Sultaniye Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri: Her iki kooperatif de orman kesimlerinde Orman İşletme Müdürlüğü'nden kesim işi almak üzere kurulmuştur. Bu konuda faaliyetleri devam etmektedir. Kooperatif üyesi olmayan kişilere ormandan iş verilmemektedir.

Büyükderbent Tarımsal Kalkınma Kooperatifi: Orman ürününün istihsalini iyileştirme, üretimi, nakliyesi ve depolanması konusunda hizmet vermek amacı ile kurulmuştur. Ancak çalışmaları başarılı olamamıştır. Tarımsal üretimde verimliliği artırma, teknik alt yapıyı iyileştirme konusunda girişimleri vardır. 22 üyeli kooperatif 2002 yılında 12 yeni üye alarak, süs bitkileri üretimine ağırlık vermiştir. 20 da'ı kooperatifin, 15 da'ı üreticilerin olmak üzere toplam 35 da alanda dış mekan süs bitkileri üretilmektedir. En önemli alıcıları çevre belediyeleridir.

Ketenciler Tarımsal Kalkınma Kooperatifi: Orman çalışmalarından kesim işçiliği almak için kurulmuştur. Kesim işi sona erince faaliyetini sürdürememiştir. Kooperatifin aktif olarak devamlılığını sağlayabilir düşüncesi ile, toplu taşımacılık yapılması amacı ile kooperatif adına bir otobüs alınmıştır. Toplu taşıma işinde de beklenen başarı sağlanamayınca kooperatif zarar etmiş, 2011 yılında kapatılmıştır. 25 yıl aktif olarak faaliyet gösterebilen kooperatifin binası muhtarlığa devredilmiş, ardından dikiş kursu olarak bir derneğe tahsis edilmiştir.

Uzuntarla Tarımsal Kalkınma Kooperatifi: Orman çalışmalarından kesim işçiliği almak için kurulmuştur. Bölgede orman işi kalmayınca, 2010 yılında tasfiye edilmiştir.

Maşukiye Tarımsal Sulama Kooperatifi

Kocaeli genelindeki tek sulama kooperatifi Maşukiye Tarımsal Sulama Kooperatifi olup, etkin şekilde çalışmaktadır. 1990 yılında faaliyetine başlayan kooperatif, günümüzde toplam 6 adet yeraltı

kuyusundan su sağlamaktadır. İzmit-Kandıra Ovasına hizmet vermekte olup, 2018 yılı itibari ile 178 ha alan sulanmaktadır. Toplam ortak sayısı 142'dir.

Üyeleri genel olarak kooperatifin faaliyetinden memnundur. Ancak, kooperatifin sulama alt yapısının bakım ve onarımı konusunda yeterince etkin olmadığı kanısı hakimdir. Bu konuda üyelerin de üzerine düşeni yaparak, sulama tesislerinin bakımının yapılması gerektiği belirtilmiştir. Son yıllarda bölgedeki su kaynaklarının azalması, sulama suyu kaynaklarının içme suyu amaçlı alınması kooperatif ve üyelerinin diğer bir sorunudur. Mevcut alt yapının yenilenmesi için düşük faizli sulama kredisi istenmekte, elektrik bedelinin azaltılması talep edilmektedir. Sulama suyu kaynağının artırılması yönünde kooperatif yönetiminin daha iyi çalışması istenmektedir.

3.5. Kartepe İlçesinde Üreticilerin Koopertifler İle İlgili Görüşleri, Sorunları ve Çözüm Önerileri (Saha Çalışması)

İlçedeki meyve üreticilerinin %52'si hiçbir örgütlenme türüne önem vermemektedir. İlçede sulama suyu kaynaklarının giderek azaldığı, sanayi kaynaklı kirlenmenin verimi düşürdüğü, pazarlamanın büyük sorun olduğu belirtilerek, kooperatiflerin bu konuda yetersiz kaldığı söylenmiştir. Üreticilerin %42'si ise tarımsal kalkınma kooperatiflerinin yararlı olduğunu düşünmekte olup, üreticilerin kooperatife yeterli desteği vermesi durumunda, daha başarılı girişimlerin yapılabileceği kanısı hakimdir. İlçede yetiştirilen kiraz ve ayva gibi değerli ürünler için coğrafik işaret alınması öneriler arasındadır. Kartepe Kaymakamının desteği ile Eşmeli üreticilerden alınan ayvalardan cezerye yapılmış, patenti alınmıştır. Bunun gibi başarılı çalışmaların devam ettirilmesinin ancak örgütlenme ile olabileceğine inanılmaktadır.

Süs bitkileri üreticilerinin %42'si örgütlenmenin gerekliliğine inanmamaktadır. %53'ü Derbent Tarımsal Kalkınma Kooperatifi ve Kocaeli Süs Bitkileri Üreticileri Birliği'ni yararlı bulmaktadır. Süs bitkileri üreticilerinden %5'i pazarda satış yapma izni alabilmek için Pazarcılar Odası'na kayıt yaptırmıştır.

Hayvan yetiştiriciliği ile uğraşanlar aşılama, suni tohumlama, hayvan nakil-satış izni alabilmek için Çiftçi Kayıt Sistemine (ÇKS) kayıt yaptırmaktadır. Kocaeli genelinde ÇKS'ye kayıtlı çiftçi sayısı 8846 olup, Kartepe'de kayıtlı çiftçi sayısı ise 458'dir. Kandıra İlçesinde 5595 kişinin kayıtlı olduğu düşünülürse, Kartepe'de çiftçi kayıt sisteminin özendirilerek iyileştirilmesi gereği görülmektedir. Bu sistem üretimlerde kontrolü daha etkili kılmaktadır.

Bölgede arıcılık gelişen bir tarım koludur ve bölge üreticilerinin %90'ı Arıcılar Birliğine üyedir. Saha çalışmasında bölgedeki arıcılar ilçedeki en iyi örgütlenmiş grup olarak gösterilmektedir. Bunun nedeninin Arıcılar Birliği kurulduktan sonra gelir seviyesinin artması olduğu vurgulanmıştır. Bir de arıcılığın tutku işi olduğu, emeklilik sonrasında hobi olarak da yapılabilecek, güzel gelir getiren bir iş olduğu özellikle belirtilmiştir.

Tarımsal kalkınma kooperatiflerinin yeterince etkili olmadığını yönünde görüş belirten üreticiler eğitim, nakit kredi, pazarlama konusundaki sorunları öne sürmektedir. Kooperatifin üyeleri ile yakın ilişki kuramadığı, yönetimsel sorunların aşılamadığı düşünülmektedir. Çözüm önerisi olarak:

- Kooperatif yönetimlerinin daha ehil kişilerden oluşması,
- Kooperatiflerin üreticiler arasında ayrım yapmadan destek olması,
- Tarım ve Orman Bakanlığı'nın tarımsal kalkınma kooperatiflerini desteklemesi,
- Kooperatiflere ucuz elektrik ve su sağlanması,
- Bölgede gelişme potansiyeli olan, ekoturizm faaliyetleri, üretici-tüketici el ele verilerek oluşturulacak hobi bahçeleri gibi çalışmaların desteklenmesi,
- Kurum ve kuruluşlarca kredi verilirken kooperatif üyelerine öncelik verilmesi ve hibe kredilerin artırılması talep edilmektedir.

Kartepe İlçesi Tarım Kredi Kooperatifleri

18.04.1972 Tarih ve 1581 Sayılı kanuna göre üreticiler, aralarında ekonomik menfaatlerini korumak ve özellikle meslek ve geçimleriyle ilgili ihtiyaçlarını sağlamak amacıyla karşılıklı yardım ilkesine dayanan ve tüzel kişiliği olan değişir ortaklı, değişir sermayeli tarım kredi kooperatifleri kurabilmektedir. Tarım kredi kooperatifleri üyelerine ilaç ve gübre temin etmekte, nakit kredi desteği, kredili yakıt ve hayvan yemi satışı yapmaktadır. 3 sene vadeli traktör kredisi, motorlu testere kredisi, zirai ilaç desteği nakit desteklemeleridir. Son yıllarda, tarım kredi kooperatifleri varlığını devam ettirebilmek ve üyelerine hizmet sağlamak adına kredili kömür satışı, gıda maddeleri satışı ve kendi ortaklarının üretimi olan ürünlerin satışını da yapmaktadırlar.

Kredi alacak kişilerin en az 1 da tapulu arazileri ya da içinde 15-20 hayvanı olan belgeli ahırları olması şartı vardır. Bu durum arazi ya da hayvan varlığı yeterli olmayan üreticilere sorun yaratmaktadır. ÇKS sistemine kayıt olmaları şartı da aranmaktadır. Kişilerden tapu ipoteği, arazi kendi adına tapulu ise 2 kişi, hisseli ise 4 kişi kefil istenmektedir. Kredilerin geri ödemesi hasat zamanı iki taksit olarak yapılmaktadır. Ödemeler genellikle Eylül ve Aralık aylarının 30. günüdür.

1011 Sayılı Kartepe Derbent Tarım Kredi Kooperatifi: 1960 yılında Ketenciler, Uzuntarla, Maşukiye, Derbent ve Tepetarla'dan 50 üyenin girişimi ile bölgede üretilen meyvenin pazarlanması ve değerlendirilmesi amacı ile kurulmuştur. Günümüzde Şirinhulhiye, Uzunçiftlik, Köseköy, Rahmiye, Suadiye, Sultaniye, Pazarçayırı, İfraziye, Doğantepe, Nusretiye, Balaban, Arslanbey, Sarımeşe'den katılanlarla üye sayısı 400 kişiye ulaşmıştır. Bölgede aktif olarak çalışan bir kooperatiftir. Eşme ve Derbent'te iki şubesi vardır. 2477 Sayılı Eşme Tarım Kredi Kooperatifi'de Derbent Tarım Kredi Kooperatifi'ne devredilmiştir. Suadiye Tarım Kredi Kooperatifi de yine borcundan dolayı Derbent Tarım Kredi Kooperatifi'ne devredilmiştir. Derbent Tarım Kredi Kooperatifi'nin ilk kurulduğu yıllarda kooperatif kanalı ile günde 5 kamyon kadar meyve İstanbul Hali'ne gönderilirken, günümüzde böyle bir faaliyet yapılamamaktadır. Üreticiler tarım kredi kooperatifinin verdiği kredi miktarını yetersiz bulmaktadır. Kefil bulmada sorunlar vardır. Zaman zaman kredinin geri ödemesinde sorunlar yaşanmakta, icra durumu olabilmektedir. Çözüm önerileri olarak kefil istenmemesi ve genel müdürlüğün kredi miktarını artırması belirtilmiştir.

Kartepe İlçesinde Bulunan Diğer Örgütlenmeler

Kartepe İlçesi Bal Üreticileri Birliği

Kartepe İlçesinde 5200 sayılı Tarımsal Üretici Birlikleri Kanunu kapsamında 2014 yılında Kartepe İlçesi Bal Üreticiler Birliği kurulmuştur. Ardından Kocaeli Kartepe Bal Üreticileri Birliği olarak yöre balı marka alarak tescillenmiştir. Polen, kestane ıhlamur, çiçek balı olmak üzere çeşitli ballar üretilmektedir. Baharda Kartepe'nin kestanelerinden üretilen ve çok değerli olan kestane balı sağılmaktadır. Arılar uygun dönemlerde Trakya'ya götürülmekte, buralardan elde edilen balın büyük kısmı arının beslenmesi için bırakılmaktadır. İlçe genelinde 15 bin kovan, 250 üretici bulunmaktadır. Birliğin ortak sayısı 65'tir.

Birlik üyelerinin kış dönemlerinde arıların kışlatılması konusunda yer sorunu vardır. Arıcılara yer tahsis edilmesi istenmektedir. Bu yönde girişimler başlamıştır. Bahçelerde kontrolsüz ve aşırı ilaçlamalar arılara zarar vermektedir. Son yıllarda kestane sahalarında da ilaçlamalar yapılmaktadır. İlaçlamaların kontrol altına alınması, öncesinde arıcıların haberdar edilmesi talepler arasındadır. Bölgede üretilen kestane balının marka değerinin artması ile arıcılara verilen destekler ve eğitimler artmıştır. İzmit Belediyesi-Arıcılar Birliği işbirliği ile bal günleri düzenlemektedir.

Kocaeli İli Kandıra, Derince, İzmit, Körfez, Gebze, Karamürsel ve Kartepe İlçesi Kırmızı Et Üreticileri Birliği

2015 yılında kurulan birliğin ortak sayısı 140'tır.

Ziraat Odaları ve Kartepe Ziraat Odası

Ziraat odaları 23.05.1957 tarihli ve 9614 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren 6964 sayılı yasaya göre kurulmaktadır. Ziraat odaları bu kanunda yazılı esaslar uyarınca meslek hizmetleri .görmek, çiftçilerin müşterek ihtiyaçlarını karşılamak, mesleki faaliyetlerini kolaylaştırmak, çiftçilik

mesleğinin genel menfaatlerine uygun olarak gelişmesini sağlamak, çiftçilikle iştigal edenlerin mesleki hak ve menfaatlerini korumak gibi yükümlülükleri bulunmaktadır.
Kocaeli genelinde İzmit, Gebze, Derince, Karamürsel, Kandıra, Gölcük ve Kartepe'de hizmet veren 7 ziraat odası vardır. Toplam üye sayısı 23671 olup, Kartepe Ziraat Odası'na kayıtlı üye sayısı 1843'tür (Tablo 6.). Kartepe Ziraat Odası üyelerine eğitimler vermekte, desteklemeler konusunda yardımcı olmaktadır.

Tablo 6. Kocaeli Ziraat Odaları ve Üye Sayıları

Ziraat Odası	Üye Çiftçi Sayısı	Ziraat Odası	Üye Çiftçi Sayısı
İzmit Ziraat Odası	5300	Karamürsel Ziraat Odası	2700
Gölcük Ziraat Odası	912	Kartepe Ziraat Odası	1843
Kandıra Ziraat Odası	9220	Derince Ziraat Odası	2125
Gebze Ziraat Odası	1571	Körfez İlçesi Ziraat Odası Derince Ziraat odasına devredilmiştir.	
TOPLAM: 23671			

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı Kocaeli İl Müdürlüğü 2018 Yılı Faaliyet Raporu

4. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Yürüyüş parkurları vardır. Avluburun, Eşme Ahmediye ve Eşme yerleşimleri Sapanca Gölü yakınlarında, yine yürüyüş parkurları yakınında yer alan yerleşimlerdir. Maşukiye Kartepe Kayak merkezine çıkış yolu üzerindedir. Uzuntarla sınırlarında Tabiat ormanı yer almaktadır. Bu yönü ile çalışma sahası turizmin ve tarımın birleştiği bir noktadadır. Doğal güzellikleri ve yatırımları ile Kartepe ilçesi turizm bölgesidir. Kayak merkezi, traking alanları, su kayağı olanakları tarımsal faaliyetler ile birleştirilerek eko-turizmin geliştirilmesi gerek tarıma, gerekse bölge ekonomisine büyük katkı sağlayabilecek potansiyeldedir. Bu başarının ancak örgütlenme ile mümkün olacağı bir gerçektir. Katılımcılarında görüşleri bu doğrultudadır. Başarıyı yakalamak için yöre halkının daha da bilinçlendirilerek, örgütlenmesi, kooperatiflerin geliştirilmesi, birlik sayılarının artarak faaliyetlerinin üst düzeye taşınması gelecek için beklentilerdir.

KAYNAKLAR

ÇELİK ATEŞ, H., YILMAZ, H., DEMİRCAN, V., GÜL, M., ÖZTÜRK, E., ÖRMECİ KART, Ç. M. (2017), How did post-2000 agricultural policy changes in Turkey affect farmers? – Afocus group evaluation, Land Use Policy 69:298-306.

EKER, N., KASAR., F. (2019), DSİ'ce İnşa Edilerek İşletmeye Açılan Sulama ve Bataklık Islahı Tesisleri (2018-2019). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı Raporu. 2018-2019.

KALKAN S., İŞÇİ, A. (2014), Türkiye'de Yeraltısuyu Sulama Faaliyetleri, Yeraltısuyu Sulama

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı. 162 s.

KÖROĞLU, S. (2003), Avrupa Birliğinde ve Türkiye'de Tarımsal Örgütlenme. AT Uzman. Tezi, 177 s.

Tarım ve Orman Bakanlığı Kocaeli İl Müdürlüğü, 2018 Yılı Faaliyet Raporu. https://kocaeli.tarimorman.gov.tr/Belgeler/pdf_dosyalar_/2018%20YILI%20FAAL%C4%B0YET%20RAPORU.pdf (Erişim Tarihi: 05.11.2019).

HİBRİT BİR ARACIN MOTOR PERFORMANS KARAKTERİSTİKLERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Hakan TURAL , Dr. Öğr. Üyesi Dilek Özlem ESEN
Otomotiv Mühendisliği, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 41380, Türkiye

Özet
Ülkemizde ve dünyada ekonomik kalkınmaya verilen önem, doğal kaynakların tükenmesi, çevre kirliliği, iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi sorunları ortaya çıkartmıştır. Bununla beraber fosil yakıt kaynaklarının her geçen gün tükenmesi ve maliyetli olmasından dolayı farklı enerji kaynakları arayışına girilmiştir. Bu çalışmada hibrit bir toplu taşıma aracı üzerinden bir sürüş çevrimi oluşturulmuş dizel, bataryalı, elektrikli, hibrit araçlar üzerinde benzetimler yapılmış ve hibrit araçlar özelinde analizler çıkarılmıştır. Hibrit araçlarda motor performans karakteristiklerinin analizi yapılarak hibrit araçların günümüz teknolojisindeki yerinin daha net anlaşılması sağlanmıştır. Tam elektrikli araçlar fosil yakıt kullanılmaması nedeniyle çok daha cazip gibi görünse de uzun vadede batarya teknolojisinin yetersiz olması uzun şarj süreleri gibi nedenler hibrit araçları bu konuda 1 adım öne çıkarmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hibrit Araçlar, Performans Karakteristikleri, Fosil Yakıtlar, Sürüş Çevrimi

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ENGINE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF A HYBRID VEHICLE

Abstract
The importance given to economic development in our country and in the world has revealed problems such as depletion of natural resources, environmental pollution, climate change and global warming. However, due to the depletion and cost of fossil fuel resources, energy sources have been searched for. In this study, a driving cycle was created on a hybrid public transport vehicle and simulations were performed on diesel, battery, electric, hybrid vehicles and analyzes were conducted on hybrid vehicles. By analyzing the engine performance characteristics of hybrid vehicles, a clear understanding of the place of hybrid vehicles in today's technology is provided. Although full-electric vehicles seem to be more attractive due to the lack of fossil fuels, the lack of battery technology in the long term causes reasons such as long charging times and makes hybrid vehicles one step ahead.

Keywords: Hybrid Vehicles, Performance Characteristics, Fossil Fuels, Driving Cycle

1. GİRİŞ

Artan taşıt sayıları ve buna bağlı olarak artan emisyon değerleri ve petrol tabanlı yakıt kaynaklarının azalmasının sonucunda çok düşük veya sıfır emisyon düzeylerine ulaşabilecek sistemlere olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Bu bağlamda, hibritleşme derecesine bağlı olarak, içten yanmalı motorun bir elektrik motoruyla birleştirilmesi hibridizasyon, yakıt tüketimi ve emisyon değerlerini azaltacağı gibi performans gereksinimlerini karşılama açısından geniş bir yelpazede avantajlar sunmaktadır. Son yıllara bakıldığı zaman, hibrit elektrikli araçlar için optimal enerji yöntemi konusu ve araç mimarisi tasarımı üzerinde yoğun çalışmalar yürütülmektedir. Çeşitli çalışmalarda, hibrit araç mimarileri için kurulacak yapının simülasyon modellerine ve işletme verilerine dayanarak detaylı incelemeler yapılmıştır. Kısa ve orta vadede, hibrit elektrikli araçların işletme maliyetleri açısından fayda sağlayacağı görülmektedir. Bu bağlamda, hibrit araç yapıları için enerji yönetimi problemini çözmek için birçok farklı yöntem önerilmiştir: kural tabanlı yöntemler, Dinamik Programlama (DP), Enerji Eşdeğer Minimizasyon Yöntemi (EEMY) stratejileri kullanılmıştır. Kural tabanlı enerji yönetim algoritmaları, nispeten düşük işlem yükleri sayesinde endüstride daha çok tercih edilmektedir, ancak performans parametreleri ve kontrol girdileri sezgisel yöntemlerle belirlendikleri için optimal çözümü vermemektedirler. Dinamik programlama ise optimum kontrol teorisine dayanmaktadır ve hibrit elektrikli araç yapısında enerji yönetimi problemine yönelik daima en düşük yakıt değerini üretebilmektedir. Ancak bu yöntemin uygulanabilmesi için genel sürüş gücü talebinin önceden

bilinmesi gerekmektedir. Bu gerçek uygulamalarda son derece zorlayıcı bir koşuldur. Bu nedenle optimal kontrol algoritması çevrimdışı olarak uygulanır ve yakıt ekonomisi potansiyelinin incelenmesinde bir kıyaslama görevi görür. Eşdeğer Enerji Minimizasyon Yönteminde (EEMY), anlık optimizasyon yöntemi kullanılarak, içten yanmalı motor (İYM) ve bataryadan talep edilen toplam güç, hibrit güç dizini tarafından sağlanırken, minimum yakıt tüketiminin elde edilmesi için toplam gücün iki enerji kaynağı arasında hangi oranda paylaşılması gerektiği çevrimiçi belirlenmektedir. Batarya enerji tüketimi eşdeğer İYM yakıt tüketimine çevrilip, eşdeğer toplam yakıt tüketimi hesaplanmakta ve her bir zaman diliminde hibrit aracın eşdeğer minimum yakıt tüketiminin bulunmasını sağlayan enerji paylaşımı tespit edilmektedir.[1]

1.1.Hibrit Araçlar Bağlantı Şekilleri

Hibrit(melez) elektrikli araçlar, en az iki enerji kaynağı bulunan ve bu enerji kaynaklarından en az birisi elektrik enerjisi olan araçlar olarak tanımlanır. Hibrit otomobillerin amacı akaryakıt tüketimini azaltmaktır. Elektrik motorunun ihtiyacı olan elektrik enerjisi, içten yanmalı motor çalıştırıldığı zamanlar ile geri kazanımlı frenleme sırasında üretilerek bataryada depolanmaktadır. [2]

1.2.Paralel Hibrit Araçlar

Seri hibritten farklı olarak paralel hibrit modelde elektrik motorunun yanı sıra içten yanmalı motor da aynı anda veya farklı zamanlarda tekerlere dönüş sağlamaktadır. Çoğunlukla paralel hibrit sistemlerde elektrik motor ve içten yanmalı motor gezegen dişli sistemi olarak bilinen bir dişli sistemi sayesinde tekerlere güç iletimi sağlar. Bu dişli sistemi sayesinde istenirse yalnız elektrikli motor, yalnız içten yanmalı motor veya her ikisi birden tekerlere dönüş verebilmektedirler. [2]

1.3.Seri Hibrit Araçlar

Seri hibrit model hibrit araç modelleri içerisinde en basit yapıya sahip olan model türüdür. Seri hibrit araçlar elektrikli sürüş için tasarlanmışlardır. İçten yanmalı bir motordan alınan torktan elektrik üretilerek bataryalar şarj edilebilir veya elektrik motorundan alınan tork doğrudan tekerlere iletilebilir. Şehir içi sürüşlerde elektrik motoru aküler tarafından beslenerek gürültü ve karbondioksit salınımı olmadan bir sürüş imkânı sağlar. Trafikte bekleme sırasında elektrik motorunun durmasıyla normal içten yanmalı bir araca göre önemli bir enerji tasarrufu sağlanır. [2]

1.4. Seri-Paralel Hibrit Model

Seri-paralel hibrit model hem paralel hem de seri sistemin özelliklerini taşımaktadır. Buradaki farklılık paralel sisteme ilave olarak elektrik ve içten yanmalı motorlara şaft ile bağlı bir adet jeneratörün sisteme eklenmiş olmasıdır. Bu sistemde paralel sistemdeki gibi içten yanmalı motor tekerlere dönüş iletimi olmadan bataryaları şarj amaçlı olarak da kullanılabilmektedir. [2]

2. MATERYAL VE METOD

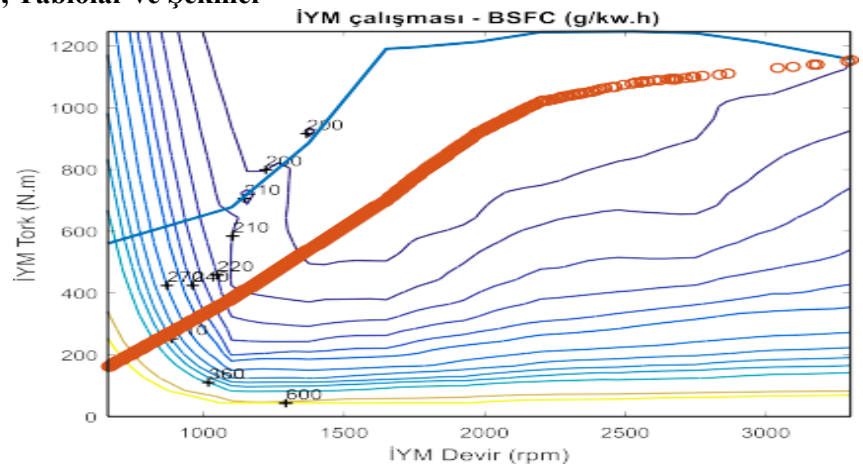
2.1. EEMY Algoritması

EEMY algoritmasının mantığı, minimum yakıt tüketiminin anlık olarak sağlanması halinde tüm yolculuk boyunca minimum yakıt tüketileceği varsayımına dayanır. EEMY yöntemi hem elektrik hem de termal hatların toplam enerji tüketimini azaltmaya çalışmaktadır. Her optimal kontrol yönteminde tanımlandığı gibi, bu yöntemde de eşdeğer yakıt tüketimine dayanan anlık maliyet fonksiyonu aşağıda verilmiştir. [3]

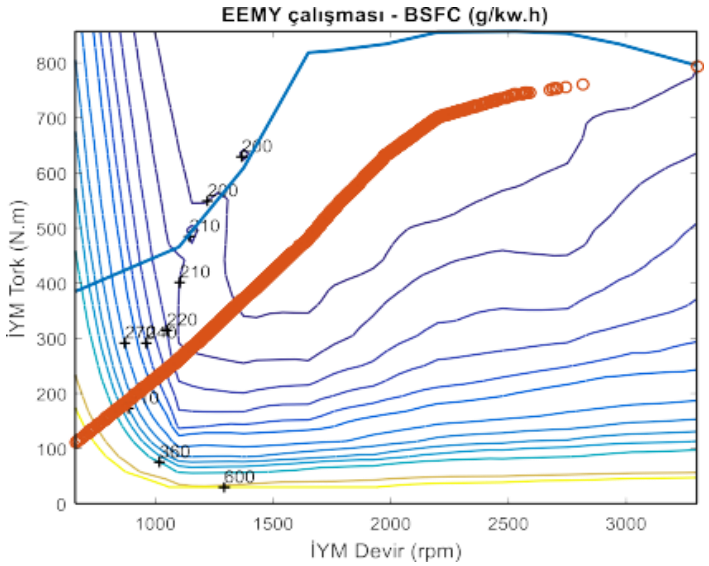
2.2. Dinamik Programlama (DP) Algoritması

DP optimal kontrol problemlerini çözmek için güçlü bir sayısal yöntemdir. DP, problemin türüne bakılmaksızın bulunan çözümün global olarak optimum olmasını garantilenmektedir. En büyük dezavantajı, durum değişkenlerinin sayısı ve sistem girdileri arttıkça işlem süresi ve yükünün katlanarak artmasıdır. [3]

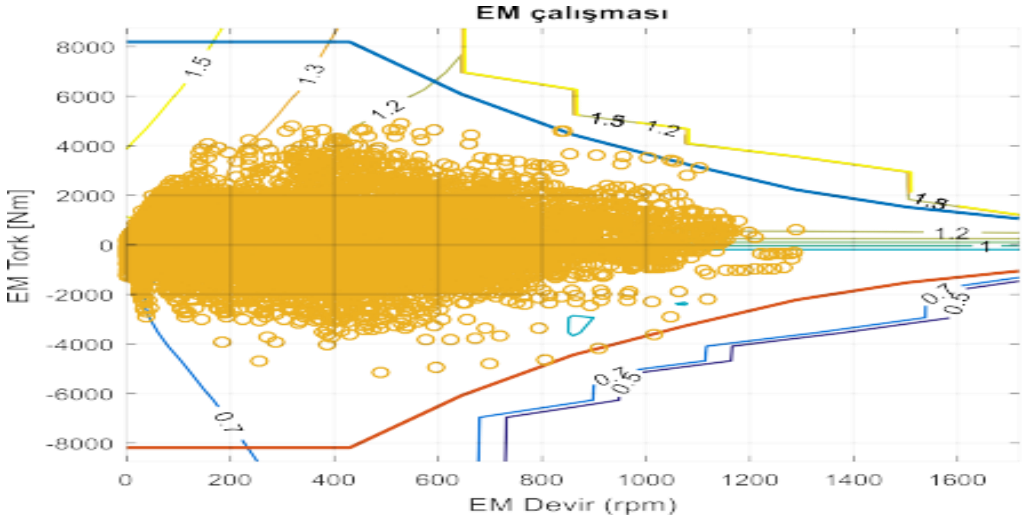
2.3. Grafikler, Tablolar ve Şekiller



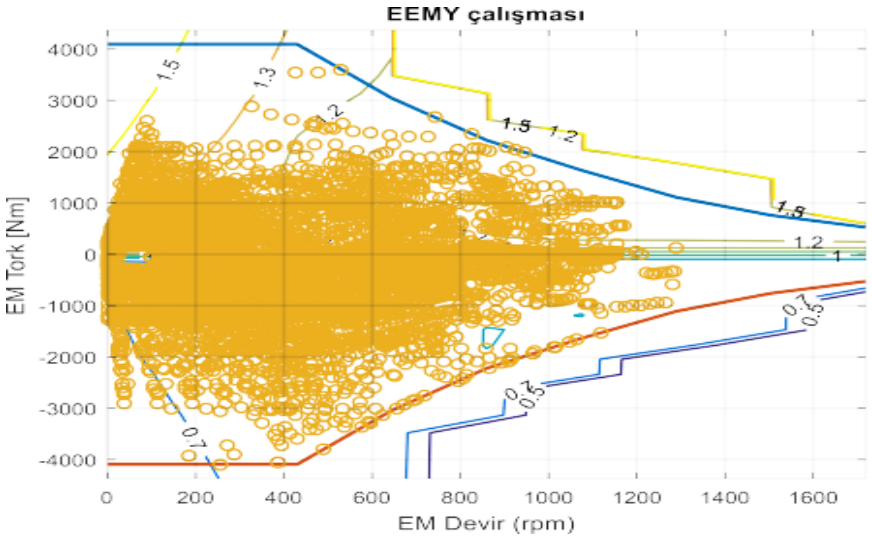
Şekil 1: İçten Yanmalı Motor Devir/ Yakıt Tüketimi



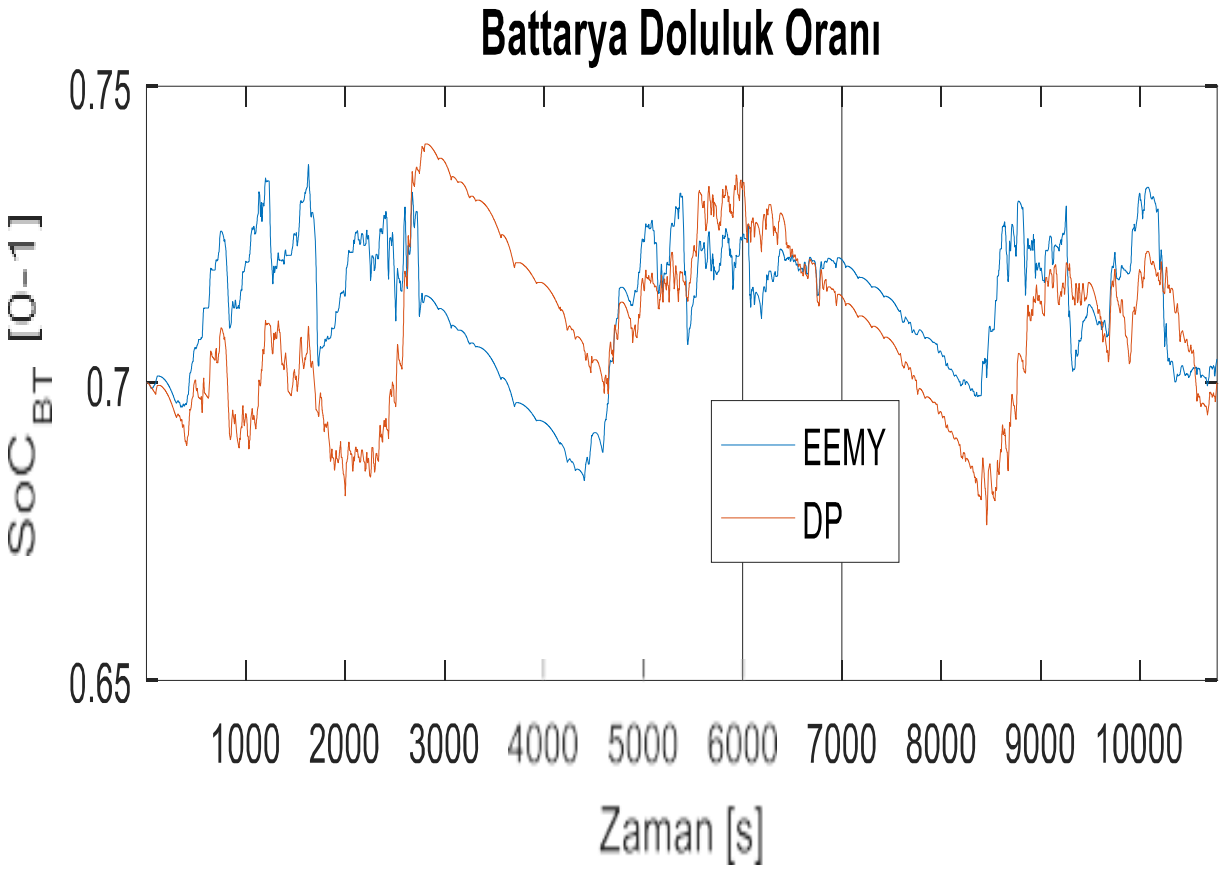
Şekil 2: EEYM Algoritması Motor Devir/ Yakıt Tüketimi



Şekil 3: Hibrit Destekli Motor Devir / Yakıt Tüketimi



Şekil 4 : EEYM Algoritmasıyla Hibrit Destekli Motor Devir / Yakıt Tüketimi



Grafik 1: Hibrit Araçta Batarya Doluluk Oranı

3.SONUÇLAR

Bu çalışmada, konvansiyonel dizel otobüs güç aksamı mimarisiyle beraber bataryalı elektrikli ve hibrit elektrikli araç modelleri, oluşturulan Ankara şehir içi otobüs sürüş çevriminde koşturulmuş ve yakıt/enerji tüketimleri elde edilmiştir. Hibrit otobüs enerji yönetim sistemi algoritmaları iki farklı yöntem, EEMY ve Dinamik Programlama ile optimize edilmiştir. Farklı araç konfigürasyonları için 15 yıllık toplam sahip olma maliyeti değerlendirildiğinde, elektrikli otobüs modeli en avantajlı araç mimarisine sahip olsa da işletme, altyapı ve araç maliyetleri değiştikçe farklı otobüs tipleri avantajlı hale gelecektir. Örneğin, hibrit bir aracın ilk alım maliyeti değiştikçe TCO değeri elektrik otobüslere göre avantajlı hale gelmektedir. TCO değerleri göz önünde bulundurulduğunda şehir içi otobüslerde

hibrit araç dönüşümü yapıldığında dizel otobüs tipine göre %21,7 fayda sağladığı görülmektedir. Aynı durum için, elektrikli otobüs tipinde %24,2 fayda sağlamaktadır. Ancak, altyapı ve işletme maliyetlerine enflasyon oranının etkisi ve kullanılan teknolojinin ulaşılabilirliğine bakıldığında fayda miktarı değişebilmektedir. [4]

TEŞEKKÜR

Bu projeye verdiği destekten dolayı değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Dilek Özlem Esen'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

[1] S.G. Wirasingha and A. Emadi, "Classification and Review of Control Strategies for Plug-In Hybrid Electric Vehicles," IEEE Trans. On Vehicular Technology, Cilt: 60, No: 1, s: 111-122, 2011.

[2] J. Hellgren, "Life Cycle Cost Analysis Of A Car, A City Bus And An İntercity Bus Powertrain For Year 2005 And 2020," Energy Policy 35, s: 39-49, Sweden, 2005.

[3] J. M. Ogden, R.H. Williams and E.D. Larson "Societal Lifecycle Costs of Cars with Alternative Fuels/Engines," Energy Policy 32, s: 7-27, U.S.A, 2004.

[4] M. Mahmoud, R. Garnett, M. Ferguson and P. Kanaroglu "Electric Buses: A Review of Alternative Powertrains," Renewable and Sustainable Energy Reviews 62, s: 673-684, U.S.A, 2016.

ANALYSIS OF TRANSVERSE VIBRATIONS OF WEDGE-SHAPED BEAMS USING ADOMIAN DECOMPOSITION METHOD

Koray Kondakcı
Governorship of Kocaeli, Provincial Directorate of Environment and Urban Planning
koray_kundakci@hotmail.com

Prof. Dr. Safa Bozkurt Coşkun
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering
sb.coskun@kocaeli.edu.tr

Abstract
In this study, free transverse vibration non-uniform Euler-Bernoulli beams is considered with an application on transverse vibration of a wedge-shaped beam. Analytical solutions are available for only limited number of cases and analytical approximate techniques provide an analytical solution to such problems for which an alytical solution does not exist. Adomian decomposition method is used in this study to analyze free transverse vibration wedge-shaped Euler-Bernoulli beams. In the last two decades, the method has successfully been used in the solution of linear/nonlinear deterministic/stochastic ordinary/partial differential equations and integral equations. Many engineering problems are studied by using the technique, and analytical solutions are obtained easily with a simple but very effective solution technique. The text explains briefly the method and formulation and the results are in perfect agreement with an available solution from the literature.

Keywords: transverse vibration, wedge-shaped beam, Adomian decomposition method.

1. INTRODUCTION

Non-prismatic beams have great importance for the design applications in various areas of engineering and technology. Natural frequency is of great importance in these applications. Free vibration analysis of tapered beams was investigated in extensive research studies using analytical or approximate methods. Earlier investigations of the vibrations of tapered beams was conducted by Conway et al. (1964) in which they obtained an exact solution to the equation of motion for a conical beam in terms of Bessel functions. Mabie and Rogers (1968) employed the same technique to examine non-uniform clamped-pinned beams. The natural frequencies of non-uniform cantilever beams were calculated numerically by Mabie and Rodgers (1972, 1974). Bailey (1978) first used the Rayleigh-Ritz approach to analyze the vibration of generally tapered beams. Laura and Guitierrez (1986) and Laura et al. (1988) considered various cases of non-uniform beams with different conditions of end restraints. Goel (1976) and Craver and Jampala (1993) studied the vibration of linearly tapered beams constrained by a spring. Abrate (1995) used Rayleigh-Ritz approach to obtain analytical solutions for the vibration of various class of tapered beams. Naguleswaran (1992, 1994) presented a direct solution for the transverse vibration of wedge and cone beams. Wu and Chen (2003) studied bending vibrations of wedge beams to obtain closed-form solutions. Hsu et al. (2008) used a modified decomposition method for the free vibration of non-uniform Euler-Bernoulli beams with general elastically end constraints. Mao and Pietrzko (2010, 2012) used Adomian decomposition method to examine free vibration of stepped and tapered beams. Sarkar and Ganguli (2013) used an inverse problem approach to provide closed-form solutions to the free vibration of non-uniform free-free Euler-Bernoulli beam. Guo and Yang (2014) considered free and steady state forced transverse vibrations of to obtain a series solution. Torabi et al. (2012) and Shali et al. (2016) formulated transverse vibration of non-uniform Euler-Bernoulli beams using differential transformation method.

In this study, free transverse vibration of a wedge-shaped Euler-Bernoulli beam is studied using Adomian decomposition method (Adomian, 1994). The use of analytical approximation techniques in transverse vibration problems of Euler-Bernoulli beams were explained in detail by Coşkun et al. (2011). Mathematical modeling and decompositon solution process are briefly given with a numerical application and the results are compared with available solutions in literature.

2. TRANSVERSE VIBRATION OF WEDGE-SHAPED BEAMS

Tranverse vibration of a non-uniform beam shown below is governed by the following equation.

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left[EI(x)\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2}\right]+\rho A(x)\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}=0 \quad (1)$$

where *y(x,t)* is transverse displacement, *E* is Young modulus of elasticity, *I* is moment of inertia, □ is mass density and *A* is cross-sectional area. If we assume for harmonic vibration,

$$y(x,t)=W(x)\sin\omega t \quad (2)$$

where □ is the circular frequency of the harmonic vibration, then governing equation takes the following form.

$$\frac{d^2}{dx^2}\left[EI(x)\frac{d^2W(x)}{dx^2}\right]-\rho A(x)\omega^2 W(x)=0 \quad (3)$$

Expanding Eq.(3) results in following form of governing equation.

$$\frac{d^4W(x)}{dx^4}+\frac{2}{EI(x)}\frac{d[EI(x)]}{dx}\frac{d^3W(x)}{dx^3}+\frac{1}{EI(x)}\frac{d^2[EI(x)]}{dx^2}\frac{d^2W(x)}{dx^2}-\frac{\rho A(x)}{EI(x)}\omega^2 W(x)=0 \quad (4)$$

A wedge-shaped beam is depicted in Fig.1 below.

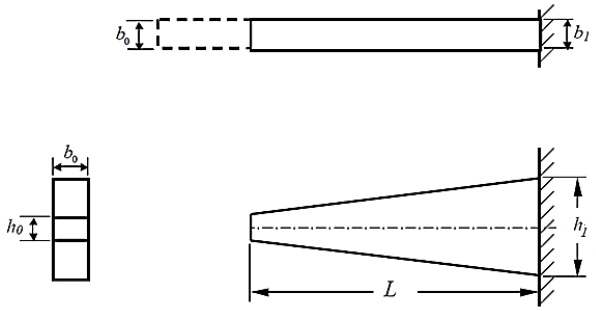


Figure 15. Top, front and left-side views of wedge beam (After Wu and Chen, 2003)

We consider the wedge-beam in Fig.1 with breadth *b(x)* and height *h(x)*.

$$b(x)=b_0\left[1-(1-c_b)\frac{x}{L}\right] \quad (5)$$

$$h(x)=h_0\left[1-(1-c_h)\frac{x}{L}\right] \quad (6)$$

where taper ratios are defined as $c_b=b_1/b_0$ and $c_h=h_1/h_0$.
The area and moment of inertia can be given in the following forms (Shali et al. 2016).

$$A(x)=A_0\left(1-\gamma_b\frac{x}{L}\right)\left(1-\gamma_h\frac{x}{L}\right) \quad (7)$$

$$I(x)=I_0\left(1-\gamma_b\frac{x}{L}\right)\left(1-\gamma_h\frac{x}{L}\right)^3 \quad (8)$$

where $A_0=b_0h_0$, $I_0=b_0h_0^3/12$, $\gamma_b=1-c_b$ and $\gamma_h=1-c_h$. Introducing non-dimensional variables $\xi=x/L$, $\bar{W}(\xi)=W(x)/L$, $A(\xi)=A(x)/A_0$, $I(\xi)=I(x)/I_0$ and $\Omega^2=\rho A_0\omega^2L^4/E_0I_0$ into the governing equation following non-dimensional equation is obtained

$$\frac{d^2}{d\xi^2}\left[I(\xi)\frac{d^2\bar{W}(\xi)}{d\xi^2} \right] - \Omega^2 A(\xi)\bar{W}(\xi) = 0 \tag{9}$$

where Ω^2 is dimensionless frequency of vibration. After expanding derivative terms dimensionless governing equation takes the form below.

$$\frac{d^4\bar{W}(\xi)}{d\xi^4} + \frac{2}{I(\xi)}\frac{dI(\xi)}{d\xi}\frac{d^3\bar{W}(\xi)}{d\xi^3} + \frac{1}{I(\xi)}\frac{d^2I(\xi)}{d\xi^2}\frac{d^2\bar{W}(\xi)}{d\xi^2} - \frac{A(\xi)}{I(\xi)}\Omega^2\bar{W}(\xi) = 0 \tag{10}$$

Boundary conditions for different types of ends can be summarized as follows.

- $\bar{W} = \frac{d\bar{W}}{d\xi} = 0$ at clamped end
- $\bar{W} = \frac{d^2\bar{W}}{d\xi^2} = 0$ at simply supported end
- $\frac{d^2\bar{W}}{d\xi^2} = \frac{d}{d\xi}\left(I(\xi)\frac{d^2\bar{W}}{d\xi^2} \right) = 0$ at free end

3. ADOMIAN DECOMPOSITION METHOD (ADM)

ADM applied successfully to a number of problems in physics (Adomian, 1994). The method provides an analytical approximate solution as a series summation approaching the exact solution rapidly. Consider a differential equation of the following form.

$$Lu + Ru + Nu = g(x) \tag{11}$$

where L is the linear operator which is highest order derivative, N is the nonlinear operator, R is remainder of linear operator including derivatives of less order than L, u represents the unknown variable and $g(x)$ is the source function. The solution for Eq.(11) is

$$u = f(x) - L^{-1}(Ru) - L^{-1}(Nu) \tag{12}$$

where L^{-1} is the inverse operator for the linear operator L. $f(x)$ is the summation of integral of the source term and the terms arising from given conditions of the problem. The solution is produced as an infinite series as

$$u(x) = \sum_{n=0}^{\infty} u_n(x) \tag{13}$$

The nonlinear Nu is represented by an infinite series of specially generated Adomian polynomials, A_i, for the specific nonlinearity.

$$Nu = \sum_{n=0}^{\infty} A_n(u_0, u_1, \ldots, u_n) \tag{14}$$

Adomian polynomials can be calculated by means of following expression.

$$A_n = \frac{1}{n!}\frac{d^n}{d\lambda^n} N\left(\sum_{n=0}^{\infty} \lambda^k u_k \right),\ n > 0 \tag{15}$$

The components of solution can be generated with the following algorithm recursively.

$$u_0(x) = f(x) \tag{16}$$

$$u_{n+1}(x) = -L^{-1}\left[Ru_n - A_n\right],\ \ n \geq 0 \tag{17}$$

4. ADM FORMULATION FOR THE PROBLEM

Assuming the linear operator L as the fourth order derivative operator, the initial approximation which is the solution for linear operator and the successive approximations based on Eqs. (16-17) for the non-dimensional governing Eq.(10) become as follows.

$$\bar{W}_0(\xi) = \bar{W}(0) + \bar{W}'(0)\xi + \frac{\bar{W}''(0)}{2}\xi^2 + \frac{\bar{W}'''(0)}{6}\xi^3 \tag{18}$$

$$\bar{W}_n(\xi) = -L^{-1}\left[\frac{2}{I(\xi)}\frac{dI(\xi)}{d\xi}\frac{d^3\bar{W}_{n-1}(\xi)}{d\xi^3} + \frac{1}{I(\xi)}\frac{d^2I(\xi)}{d\xi^2}\frac{d^2\bar{W}_{n-1}(\xi)}{d\xi^2} - \frac{A(\xi)}{I(\xi)}\Omega^2\bar{W}_{n-1}(\xi)\right] \tag{19}$$

5. CASE STUDY AND RESULTS

Transverse vibration of a non-uniform clamped-free wedge-shaped beam with linear variation in height is considered. The case was previously solved by Shali et al. (2016) with differential transformation method (DTM). A wedge-shaped beam with constant breadth and linearly varied height was considered with the following taper ratios.

$$\gamma_b = 0,\ \gamma_h = \gamma, \tag{20}$$

Then the cross-sectional properties become

$$A(\xi) = A_0(1-\gamma\xi),\ I(\xi) = I_0(1-\gamma\xi)^3 \tag{21}$$

Taper ratio for height is assumed as $c_h = 0.8$ that lead to $\gamma = 0.2$. Shali et al. (2016) used 30 terms for DTM solution. In this study, maximum 10 terms are found to be satisfactory to compute the same results. In Table 1, 30th order DTM solutions compared with different orders of ADM solutions which also shows the convergence of the technique.

Table 6. Comparison of ADM and DTM Solutions with γ=0.2

Non-dimensional vibration frequencies	5th order ADM solution	7th order ADM solution	10th order ADM solution	30th order DTM solution (Shali et al., 2016)
□1	3.6028	3.6081	3.6083	3.6083
□2	20.6790	22.6230	20.6210	20.6210
□3	59.3515	56.1775	56.1923	56.1923

Percent relative errors for different orders of ADM solutions are given below in Table 2. From the table it can be observed that 7th order solution is accurate for which the relative error is under *0.05 %* for all three frequencies. 5th order solution is also accurate for which the relative error is under *0.3 %* for the first two frequencies.

Table 2. Relative Errors for ADM Solutions (%)

Non-dimensional vibration frequencies	5th order ADM solution	7th order ADM solution	10th order ADM solution
□1	0.1524	0.0055	0.0000
□2	0.2813	0.0097	0.0000
□3	5.6221	0.0263	0.0000

5. CONCLUSION

In this study, transverse free vibration of a non-uniform wedge-shaped beam is investigated by using ADM. A clamped-free beam is considered. Same problem was solved previously using DTM with 30 terms. ADM only requires 10 terms for the same results. Even with 5 terms a very good agreement is

observed for the first two frequencies. For only fundamental frequency, a 2-term approximation will provide good results by the use of ADM. The results show that ADM can be successfully used in the transverse vibration analysis of non-uniform wedge-shaped beams.

REFERENCES

Abrate S. 1995. Vibration of non-uniform rods and beams. Journal of Sound and Vibration 185(4), 703-716.

Adomian G. 1994. Solving Frontier Problems of Physics: The Decomposition Method. Springer Netherlands, 354 pp.

Bailey C.D. 1978. Direct analytical solutions to non-uniform beam problems. Journal of Sound and Vibration 56, 501-507.

Conway H.D., Becker E.C.H., Dubil J.H. 1964. Vibration frequencies of tapered bars and circular plates. Transactions of the American Society of Mechanical Engineers, Journal of Applied Mechanics 31, 329-331.

Coşkun S.B., Atay M.T., Öztürk B. 2011. Transverse Vibration Analysis of Euler-Bernoulli Beams Using Analytical Approximate Techniques. Advances in Vibration Analysis Research, Farzad Ebrahimi (Ed.), Intech Open, DOI: 10.5772/15891.

Craver W.L., Jampala P. 1993. Transverse vibrations of a linearly tapered cantilever beam with constraining springs. Journal of Sound and Vibration 166, 521-529.

Goel R.P. 1976. Transverse vibrations of tapered beams. Journal of Sound and Vibration 47, 1-7.

Guo S., Yang S. 2013. Transverse vibrations of arbitrary non-uniform beams. Applied Mathematics and Mechanics 35(5), 607-620.

Hsu J.C., Lai H.Y., Chen C.K. 2008. Free vibration of non-uniform Euler–Bernoulli beams with general elastically end constraints using Adomian modified decomposition method, Journal of Sound and Vibration 318, 965-981.

Laura P.A.A., De Greco B.V., Utjes J., Carnicer R. 1986. Numerical experiments on free and forced vibrations of beams of non-uniform cross section. Journal of Sound and Vibration 120, 587-596.

Laura P.A.A., Guitierrez R.H. 1986. Vibrations of a elastically restrained cantilever beam of varying cross section with tip mass of finite length. Journal of Sound and Vibration 108, 123-131.

Mabie H.H., Rogers C.B. 1968. Transverse vibrations of tapered cantilever beams. Journal of the Acoustical Society of America 44, 1739-1741.

Mabie H.H., Rogers C.B. 1972. Transverse vibrations of double-tapered cantilever beams. Journal of the Acoustical Society of America 51, 1771-1772.

Mabie H.H., Rogers C.B. 1974. Transverse vibrations of double-tapered cantilever beams with end support and with end mass. Journal of the Acoustical Society of America 55, 986-991.

Mao Q., Pietrzko S. 2010. Free vibration analysis of stepped beams by using Adomian decomposition method. Applied Mathematics and Computation 217, 3429-3441.

Mao Q., Pietrzko S. 2012. Free vibration analysis of a type of tapered beams by using Adomian decomposition method. Applied Mathematics and Computation 219, 3264-3271.

Naguleswaran S. 1992. Vibration of an Euler–Bernoulli beam of constant depth and with linearly varying breadth. Journal of Sound and Vibration 153(3), 509–522.

Naguleswaran S. 1994. A direct solution for the transverse vibration of Euler–Bernoulli wedge and cone beams. Journal of Sound and Vibration 172(3), 289-304.

Shali S., Nagaraja S.R., Jafarali P. 2016. Non-uniform beam vibration using Differential Transform Method. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 149, 012158.

Sarkar K., Ganguli R. 2013. Closed-form solutions for non-uniform Euler–Bernoulli free–free beams. Journal of Sound and Vibration 332, 6078-6092.

Torabi K., Afshari H., Zafari E. 2012. Transverse Vibration of Non-uniform Euler-Bernoulli Beam Using Differential Transform Method (DTM). Applied Mechanics and Materials 110-116, 2400-2405.

Wu J.S., Chen D.W. 2003. Bending vibrations of wedge beams with any number of point masses. Journal of Sound and Vibration 262, 1073-1090.

ANALYSIS OF LONGITUDINAL VIBRATIONS OF NON-UNIFORM RODS USING HOMOTOPY PERTURBATION METHOD

Koray Kondakcı
Governorship of Kocaeli, Provincial Directorate of Environment and Urban Planning
koray_kundakci@hotmail.com

Prof. Dr. Safa Bozkurt Coşkun
Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering
sb.coskun@kocaeli.edu.tr

Abstract
In this study, free longitudinal vibration of non-uniform rods are considered. To this aim a non-uniform rod with linear change in cross-sectional area along rod axis is selected and homotopy perturbation method is applied to the problem. The method has been successfully applied to the solution of linear/nonlinear deterministic/stochastic ordinary/partial differential equations and integral equations. Presented problem is solved analytically first and then sollved by using homotopy perturbation method. First five frequencies for free longitudinal vibration are calculated and compared with analytical solution and available solutions in the literature. A perfect agreement is obtained between the preneted technique and other solutions that encourages application of the method for the longitudinal vibration of non-uniform rods.

Keywords: longitudinal vibration, non-uniform rod, homotopy perturbation method.

1. INTRODUCTION

The vibration of non-uniform rods are of great interest in the field of civil engineering, mechanical engineering and aeronautics and extensive studies have been conducted about the subject. Exact solutions exist for limited cases. In there is no exact solution available, the problem can be solved using approximate or numerical methods. Graf (1975) showed that equation of motion of rods could be reduced to the form of a wave equation. Raman (1983) used transformations to transform the equation of motion of a rod into a form similar to that of the one-dimensional Schroedinger equation. Eisenberger (1991) calculated exact longitudinal natural frequencies of a variable cross-section rod with polynomial variation in the cross-sectional area using the exact element method. Abrate (1995) computed the fundamental frequency of non-uniform rods by using Rayleigh-Ritz approach. Bapat (1995) used transfer matrix approach for the computation of natural frequency of non-uniform rods. Kumar and Sujith (1997) obtained analytical solutions for the vibration of rods using appropriate transformations. Li (2000a, 2000b) developed exact solutions for free longitudinal vibration of non-uniform rods. Sankin and Yuganova (2001) proposed a frequency method for the problem of longitudinal vibrations of stepwise elastic rods. Lushchikov and Davidchuk (2002) proposed a numerical algorithm to analyze one-dimensional nonlinear vibrations of viscoelastic rods. Anil and Sujith (2005) obtained closed form solution for longitudinal free vibration of inhomogeneous rods for various changes in cross-sectional areas along rod axis. Plakhtienko (2005) established a relationship between the convergence rate of series solution and and the initial static load for longitudinal vibrations of cantilever rods. Provatidis (2008) proposed a global collocation method for free vibration analysis of elastic rods. Çevik (2010) presented the application of Taylor matrix method for the solution of longitudinal vibration of rods. Yardimoglu and Aydin (2011) analyzed tapering rods of cross section variations as power of the sinusoidal functions. Guo and Yang (2010) proposed a method for free longitudinal vibration of non-uniform rods that results in a series solution. Sokrollahi and Nejad (2014) investigated the longitudinal free vibration of non-uniform rods using discrete singular convolution. Shali et al. (2017) examined vibration of non-uniform rods with differential transform method.

In this study, longitudinal free vibration of a non-uniform rod with linear variation in cross-sectional area is considered by using homotopy perturbation method proposed by He (1999, 2003). First, analytical solution is obtained and then homotopy perturbation solutions are computed and compared

with analytical solutions. Application of such analytical approximation methods to vibration problems are discussed in (Coşkun et al. 2011).

2. LONGITUDINAL VIBRATION OF NON-UNIFORM RODS

The longitudinal motion of a rod with varying cross-section is governed by the following differential equation (Eisenberger, 1991).

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[EA(x)\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right]=\rho A(x)\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} \tag{1}$$

where $u(x,t)$ is the axial displacement, A is the cross-sectional area, E is Young's modulus of elasticity and □ is the mass density. Assuming a harmonic vibration,

$$u(x,t)=U(x)\sin\omega t \tag{2}$$

where □ is the circular frequency of the longitudinal vibration. Inserting Eq.(2) into (1), one can obtain the following equation.

$$\frac{d}{dx}\left[EA(x)\frac{\partial U(x)}{\partial x}\right]+\rho\omega^2 A(x)U(x)=0 \tag{3}$$

Eq.(3) can be rearranged as

$$\frac{d^2U(x)}{dx^2}+\frac{d\left[EA(x)\right]/dx}{EA(x)}\frac{dU(x)}{dx}+\frac{\rho\omega^2}{E}U(x)=0 \tag{4}$$

3. HOMOTOPY PERTURBATION METHODS (HPM)

In HPM we consider the following differential equation (He, 1999, 2003).

$$L(u)+N(u)-f(r)=0 \tag{5}$$

where L is linear and N is nonlinear operators. By the homotopy technique a homotopy $v(r,p):\Omega\times[0,1]\rightarrow\Re$ can be constructed as

$$\mathrm{H}(v,p)=(1-p)\left[L(v)-L(u_0)\right]+p\left[L(v)+N(v)-f(r)\right]=0 \tag{6}$$

or

$$\mathrm{H}(v,p)=L(v)-L(u_0)+pL(u_0)+p\left[N(v)-f(r)\right]=0 \tag{7}$$

where $p\in[0,1]$ is an imbedding parameter and u_0 is an initial approximation. Hence,

$$\mathrm{H}(v,0)=L(v)-L(u_0)=0 \tag{8}$$

$$\mathrm{H}(v,1)=L(v)+N(v)-f(r)=0 \tag{9}$$

While p changes from *0* to *1*, $\mathcal{H}(v,p)$ changes from $L(v)-L(y_0)$ to $L(v)+N(v)-f(r)$. In topology this is called deformation, $L(v)-L(y_0)$ and $L(v)+N(v)-f(r)$ are called homotopic.
The solution can be expressed as a series in p

$$v=v_0+pv_1+p^2v_2+p^3v_3+\cdots \tag{10}$$

The approximate solution is then;

$$u=\lim_{p\rightarrow 1}v=v_0+v_1+v_2+v_3+\cdots \tag{11}$$

4. CASE STUDY

Free longitudinal vibration of a non-uniform rod with a linear change in cross-sectional area is considered as the case study. The problem was previously solved by Eisenberger (1991) for fixed-free rod using analytical element method with the following information.

$$A(x) = 2 - x\,,\; L = 1 \tag{12}$$

Inserting cross-sectional area function in Eq.(4), governing equation for the case study becomes as

$$\frac{d^2U(x)}{dx^2} + \frac{1}{x-2}\frac{dU(x)}{dx} + \frac{\rho\omega^2}{E}U(x) = 0 \tag{13}$$

4.1. Analytical Solution

Analytical solution of Eq.(13) is

$$U(x) = c_1 J_0\left[\Omega(2-x)\right] + c_2 Y_0\left[-\Omega(2-x)\right] \tag{14}$$

where $\omega_i = \Omega_i\sqrt{E/\rho}$. For the rod with one end fixed and other end free, i.e. fixed-free rod boundary conditions are

$$U(0) = 0\,,\; \frac{dU}{dx}(1) = 0 \tag{15}$$

After the application of boundary conditions following equations in matrix form are obtained.

$$\begin{bmatrix} J_0(2\Omega) & Y_0(-2\Omega) \\ \Omega J_1(\Omega) & -\Omega Y_1(-\Omega) \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} c_1 \\ c_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \tag{16}$$

For a non-trivial solution determinant of coefficient matrix must be equal to zero. Hence, first five frequency of vibration for fixed-free rod are:

$$\begin{Bmatrix} \Omega_1 \\ \Omega_2 \\ \Omega_3 \\ \Omega_4 \\ \Omega_5 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1.79401 \\ 4.80206 \\ 7.90896 \\ 11.03509 \\ 14.16799 \end{Bmatrix} \tag{17}$$

For a fixed-fixed rod the boundary conditions are:

$$U(0) = 0\,,\; U(1) = 0 \tag{18}$$

After the application of boundary conditions following equations in matrix form are obtained.

$$\begin{bmatrix} J_0(2\Omega) & Y_0(-2\Omega) \\ J_0(\Omega) & Y_0(-\Omega) \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} c_1 \\ c_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \tag{19}$$

For a non-trivial solution determinant of coefficient matrix must be equal to zero. Hence, first five frequency of vibration for fixed-fixed rod are

$$\begin{Bmatrix}\Omega_1\\ \Omega_2\\ \Omega_3\\ \Omega_4\\ \Omega_5\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}3.12303\\ 6.27344\\ 9.41822\\ 12.56142\\ 15.70400\end{Bmatrix} \tag{20}$$

4.2. HPM Formulation of the Problem

Assuming the linear operator L as second derivative, i.e., $L(v)=d^2v/dx^2$, following successive equations are produced by the HPM.

$$U_0''-u_0''=0 \tag{21}$$

$$U_1''+pu_0''+\frac{1}{x-2}U_0'+\Omega^2U_0=0 \tag{22}$$

$$U_n''+\frac{1}{x-2}U_{n-1}'+\Omega^2U_{n-1}=0 \qquad n\geq 2 \tag{23}$$

For both fixed-free and fixed-fixed beams, boundary condition at x=0, is the displacement be equal to zero. Hence, an initial approximation that automatically satisfies this boundary conditions may be chosen. Such an initial approximation is:

$$u_0(x)=Ax \tag{24}$$

Then, only the boundary condition at the right end of the rod, i.e., at x=1 is left to be satisfied. These are;

- $u(1)=0$ for the fixed-fixed rod.
- $\frac{du}{dx}(1)=0$ for the fixed-free rod.

4.3. Numerical Results

In Table 1 numerical results for fixed-free beam are tabulated. The table includes different orders of HPM solutions and comparison with exact solution and with the solution by Eisenberger in which 50 analytical elements were used.

Table 7. Free longitudinal vibration frequencies for fixed-free rod

Frequencies	5th order HPM solution	10th order HPM solution	15th order HPM solution	20th order HPM solution	Eisenberger (1991) 50 elements	Exact Solution
□1	1.79401	1.79401	1.79401	1.79401	1.79402	1.79401
□2	4.81082	4.80206	4.80206	4.80206	4.80363	4.80206
□3	6.24829	7.91012	7.90896	7.90896	7.91675	7.90896
□4		10.0130	11.03530	11.03509	11.05686	11.03509
□5			13.60060	14.16799	14.21460	14.16799

HPM requires 20 terms for accurate calculation of the first five frequencies. However, 5 terms are adequate for the first two vibration frequencies in which first frequency are calculated the same as exact value. Table 1 also shows that HPM solution with 20 terms gives better results when compared to analytical element solution with 50 elements (Eisenberger, 1991).

Table 2 compares HPM solution with exact solution for fixed-fixed rod. Due to increasing indeterminacy from additional fixed boundary condition at right end, HPM requires 5 additional terms

compared to fixed-free rod. HPM solution with 25 terms are in perfect agreement with exact solution. 10^{th} order HPM solution gives first two frequency same as exact value. For both fixed-free and fixed-fixed rods, only a few terms are adequate for a good approximation with HPM.

Table 2. Free longitudinal vibration frequencies for fixed-fixed rod

Frequencies	10^{th} order HPM solution	15^{th} order HPM solution	20^{th} order HPM solution	25^{th} order HPM solution	Exact Solution
ω_1	3.12304	3.12304	3.12304	3.12304	3.12304
ω_2	6.27344	6.27344	6.27344	6.27344	6.27344
ω_3	9.50276	9.41822	9.41822	9.41822	9.41822
ω_4	10.30460	12.57220	12.56142	12.56142	12.56142
ω_5		14.17350	15.70581	15.70400	15.70400

5. CONCLUSION

In this study, longitudinal free vibration of a non-uniform rod is investigated by using HPM. Two cases are considered; fixed-free and fixed-fixed rods. First, analytical solutions for the problems are calculated and then the solutions via HPM are produced. For exact values of frequencies 20 terms are required for fixed-free rod and 25 terms are required for fixed-fixed rod. HPM solution with 20 terms gives better values when compared to analytical element solution with 50 elements. An excellent agreement are observed for HPM results with the analytical solutions.

REFERENCES

Abrate S. 1995. Vibration of non-uniform rods and beams. Journal of Sound and Vibration 185(4), 703-716.

Anil R., Sujith R.I. 2005. Closed-form solutions for the free longitudinal vibration of inhomogeneous rods. Journal of Sound and Vibration 283, 1015-1030.

Bapat C.N. 1995. Vibration of rods with uniformly tapered sections. Journal of Sound and Vibration 185, 185-189.

Coşkun S.B., Atay M.T., Öztürk B. 2011. Transverse Vibration Analysis of Euler-Bernoulli Beams Using Analytical Approximate Techniques. Advances in Vibration Analysis Research, Farzad Ebrahimi (Ed.), Intech Open, DOI: 10.5772/15891.

Çevik M. 2010. Application of Taylor matrix method to the solution of longitudinal vibration of rods 15(3), 334-343.

Eisenberger M. 1991. Exact Longitudinal Vibration Frequencies of a Variable Cross-Section Rod. Applied Acoustics 34, 123-130.

Graf K.F. 1975. Wave Motion in Elastic Solids. Columbus: Ohio State University Press.

Guo S.Q., Yang S.P. 2010. Free axial vibrations of a non-uniform rod (in Chinese). J Shijiazhuang Tiedao U (Nat Sci) 23(2), 59–63.

Kumar B.M., Sujith R.I. 1997. Exact solutions for the longitudinal vibration of non-uniformed rods. Journal of Sound and Vibration 207, 721-729.

He J.H. 1999. Homotopy perturbation technique. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 178(3-4), 257-262.

He J.H. 2003. Homotopy perturbation method: a new nonlinear analytical technique. Applied Mathematics and Computation, 135 (1), 73-79.

Li Q.S. 2000a. Exact solutions for the longitudinal vibration of non-uniformed rods. Journal of Sound and Vibration 234(1), 1-19.

Li Q.S. 2000b. Exact solutions for free longitudinal vibrations of non-uniform rods. Applied Acoustics 60, 13-28.

Lushchikov A.V., Davidchuk S.P. 2002. Nonlinear vibrations of a viscoelastic rod with quadratic elasticity. International Applied Mechanics 38(8), 1006-1010.

Plakhtienko N.P. 2005. Nonlinear vibrations of a viscoelastic rod with quadratic elasticity. International Applied Mechanics 41(5), 573-581.

Provatidis C.G. 2008. Free vibration analysis of elastic rods using global collocation. Archive of Applied Mechanics 78, 241-250.

Raman V.M. 1983. On analytical solutions of vibration of rods with variable cross sections. Applied Mathematical Modelling 7, 356-361.

Sankin Y.N., Yuganova N.A. 2001. Longitudinal vibrations of elastic rods of stepwise-variable cross-section colliding with a rigid obstacle. Journal of Applied Mathematics and Mechanics 65(3), 427-433.

Shali S., Nagaraja S.R., Jafarali P. 2017. Vibration of non-uniform rod using Differential Transform Method. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 225, 012027.

Shokrollahi M., Nejad A.Z.B. 2014. Numerical Analysis of Free Longitudinal Vibration of Nonuniform Rods: Discrete Singular Convolution Approach. Journal of Engineering Mechanics, ASCE 140(8), 06014007.

Yardimoglu B., Aydin L. 2011. Exact longitudinal vibration characteristics of rods with variable cross-sections. Shock and Vibration 18, 555-562.

KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ'NDE ENERJİ TÜKETİMİ VE VERİMLİLİĞİN İNCELENMESİ

Doç. Dr. Selmin Ener Ruşen
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Akademik Enerji (AKEN)
selmin.enerrusen@gmail.com

Doç. Dr. Aydın Ruşen
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Akademik Enerji (AKEN)
aydinrusen@kmu.edu.tr

Özet
Binalarda enerji tüketimi bilgisi, enerji sürdürülebilirliğine olan ilginin artması nedeniyle önemli bir nokta haline gelmiştir. Kayda değer enerji tüketimi nedeniyle, üniversite kampüsleri öncelikle binalardaki enerji verimliliği çalışmalarında ele alınmalıdır. Bu makale, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (KMÜ) ana kampüsünde 2013 ve 2018 yılları arasında enerji tüketimi üzerine bir çalışma sunmayı amaçlamaktadır. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İç Anadolu Bölgesi'nin güneyinde yer almaktadır ve şu anda yaklaşık 15 bin öğrencisi vardır ve yıllık ortalama 1200 TEP enerji tüketimi tüm kampüslerinde dağıtılmaktadır. Yapılan ölçümler ve gözlemler sonucunda üniversitenin enerji ihtiyacının elektrik ve doğal gaz ile karşılandığı tespit edilmiştir. Ayrıca, üniversite kampüsü için uygun bir enerji veri tabanı oluşturulmuş ve mevcut ısıtma ve elektrik enerjisi kullanımı ile ilgili veriler toplanarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak, etkin enerji yönetimi ve uygulamaları konusundaki önceki çalışmalara dayanarak, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi'ndeki olası enerji verimliliği uygulamaları hakkında bir tartışma yapılmıştır. Sonuçlar, kampus alanının ve öğrenci sayısının son on yılda arttığını, aynı zamanda kişi başına düşen elektrik ve gaz tüketim maliyetlerinin önemli ölçüde arttığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Binalarda Enerji Verimliliği, Üniversite Kampüsü, Enerji Kullanımı, Karaman.

INVESTIGATION OF ENERGY CONSUMPTION AND ENERGY EFFICIENCY AT KARAMANOGLU MEHMETBEY UNIVERSITY

Abstract
The knowledge of building energy consumption has become a major point due to the significant increase of interest in energy sustainability. Due to their significant energy consumption, university campuses should be addressed primarily in energy efficiency studies in buildings. This paper aims to present a study of energy consumption at the Karamanoglu Mehmetbey University's (KMU) main campus, between 2013 and 2018. The Karamanoğlu Mehmetbey University is located in the South of Central Anatolia Region and currently has around 15 thousand students and has an average annual energy consumption of 1200 TEP, distributed in all of its campuses. As a result of the measurements and observations made, it was determined that the energy needs of the university were supplied by electricity and natural gas. In addition, a suitable energy database has been created for the university campus and data on the current use of heating and electrical energy have been collected and analyzed. Consequently, based on previous studies on effective energy management and applications, a discussion was conducted about possible energy efficiency practices at Karamanoğlu Mehmetbey University. The results show that the campus area and the number of students are increasing in the past decade, at the same time the costs of electricity and gas consumption per capita have been increased significantly.

Keywords: Energy Efficiency in Buildings, University Campus, Energy Consumption, Karaman.

1. GİRİŞ

Günümüzde fosil kaynaklardan elde edilen enerjinin yoğun olarak kullanımı sonucunda CO_2 salınımı dünya genelinde giderek artmaktadır. Sera gazı salınımlarının çevresel etkileri bölgesel olarak insan sağlığını tehdit etmekte ve küresel olarak iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Bu sorunlara en kolay, ucuz ve temiz çözüm ise enerjinin verimli kullanımıdır (Aksoy and Keleşoğlu, 2007).

Tüm dünyada üniversite kampüsleri çok sayıda insanın kullandığı toplu yaşam alanlarıdır ve büyük miktarda enerji tüketimi ile yürütülmektedir. Yapılan araştırmalara göre, bir ülkede üniversitenin toplam enerji kullanımı tüm resmi kurumların toplam enerji tüketim miktarının yaklaşık % 14'ünü oluşturmaktadır (Kim ve ark., 2010). Ayrıca toplu atık ve aşırı CO_2 salınım ile üniversite kampüsü çevresel açıdan da önemli sorunlara sebep olmaktadır. Ülkemizde de yükseköğretim kurumları enerji ve çevre açısından benzer durumda bulunmaktadır. Toplam 9 üniversitemizde yaptırılan enerji etütlerine göre öngörülen tasarruf miktarı 6.956 (TEP/Yıl) olarak bildirilmektedir (YEGM, 2018).
Diğer yandan, yüksek eğitim gören insanların yer aldığı önemli kurumlar olarak dikkat çeken üniversitelerin çevresel sorunların giderilmesi, araştırma-geliştirme çalışmalarının sürdürülmesi ve enerjinin verimli kullanılması gibi pek çok alanda model oluşturması gerekmektedir. Bu çerçevede, enerji planlaması ve atık yönetimi üniversite kampüsleri için gittikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Enerji planlamasında üniversite kampüs binalarının enerji kullanım özellikleri, toplam kapalı alanları, binaları kullanan kişi sayıları ve talep yükü özelliklerinin tam olarak anlaşılması önemli bir veri sağlamaktadır. Bununla birlikte, üniversite kampüslerinde enerji tüketimini azaltmanın temel aracı binalardaki enerji tüketimini azaltmaktır. Üniversite binalardaki enerji tüketiminin azaltılması, enerjinin verimli kullanılması, düşük işletme maliyeti ve etkin enerji yönetimi ile büyük kazançlar sağlanabileceği öngörülmektedir. Aynı zamanda üniversitelerde bu tür çalışmaların yapılması toplumda olumlu etkiler oluşturarak örnek teşkil edeceğinden önemlidir (Guana,2016). Bu çalışmada, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (KMÜ) ana kampüsünde 2013-2018 yılları arasında enerji tüketimi incelenmiştir. Kampüs binalarının elektrik, ısıtma ve su kullanımına ilişkin hem uzun vadeli hem de gerçek zamanlı veriler tanımlayıcı istatistikler ile analiz edilmiştir. Yaklaşık 15 bin öğrencisi ve 6 yıllık ortalama 1200 TEP enerji tüketimi olan KMÜ'de yapılan enerji tüketimi ölçümleri sonucunda elde edilen sonuçlar üniversite kampüslerinde enerjiyi azaltma yönünde yapılacak çalışmalar için temel bir veri olarak kullanılabilir (Ener Rusen ve ark., 2018). Ayrıca, bu çalışmanın sonuçlarının şehirlerin ve diğer kentsel enerji sistemlerinin enerji planlaması için kullanılabileceği öngörülmektedir.

1.1. Binalarda Enerji Verimliliği

Türkiye'de enerji verimliliğinin artırılmasına dair kanun 02.05.2007 tarihinde yayımlanan 5627 sayılı "Enerji Verimliliği" kanunudur. Bu kanun ile enerjinin verimli kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi, çevrenin korunması, yenilenebilir enerji kaynaklarının ve enerji verimliliğin artırılmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir. Enerji verimliliğini artıcı önlemler, yakıtların verimli yakılması, ısıtma, soğutma, iklimlendirme ve ısı transferinde yüksek verimin elde edilmesi, ısı yalıtımı, atık ısı geri kazanımı, elektrik tüketiminde kayıpların önlenmesi, kullanılan makinelerin verimi, yeni teknolojik araçların kullanımı, kalite güvenlik, inşaat ve montaj aşamasında verimlik, enerji ölçüm ve takibi, kojenerasyon uygulamaları ve verimli aydınlatma sistemleri gibi pek çok alanda uygulanması önerilmektedir (Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE), 2008; Ibrahim, 2011). Türkiye'de binalarda enerji verimliliği ile ilgili kararlar 2008 yılında yayınlanan "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" ile düzenlenmiştir. Bu yönetmelik ile yeni yapılan binaların ve 1000 m^2'den büyük mevcut binaların "Enerji Kimlik Belgesi" almasını yasal bir olarak zorunluluk haline getirilmiştir. Endüstriyel işletme, üretim ve hizmet binalarında ise iki yıldan az kullanılması planlanan binalar, toplam kullanım alanı 50 m^2'nin altında olan binalar, ısıtılıp soğutulmadan kullanılabilen depolar, seralar, atölyeler, cephanelik, ardiye, ahır, ağıl ve benzeri binalar bu yönetmeliğin dışında tutulmaktadır (Çetinkaya, 2012; Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE), 2008).

Bir binanın enerji verimliliğini derecelendirmek için, söz konusu binanın m^2 başına tükettiği yıllık enerjiyi belirlemek gerekmektedir. Yıllık enerji tüketimi değerine, binanın enerji performansı göstergesi (EP) denilmektedir ve birimi kWh/m^2-yıl'dır. Binaların sera gazı salınımı ise m^2 başına

düşen yıllık CO_2 salınımının belirlenmesi ile belirlenir. Bu parametreye, binanın sera gazı salınımı göstergesi (SEG) denir ve birimi kg eşdeğer CO_2/ m^2-yıl'dır. Belirlenen bir referans binaya göre söz konusu binanın EP ve SEG değerleri dikkate alınıp enerji verimliliğini ve sera gazı salınımını karşılaştırılarak derecelendirilmektedir. Sonuç olarak A'dan G'ye kadar bir derece ile binanın enerji performansı sınıfı belirlenmektedir. Bina ile ilgili gerekli tüm ölçümler alınarak bu bilgiler doğrultusunda binanın toplam ısıtma, soğutma, aydınlatma, yalıtım ve havalandırma gibi parametrelerinin yıllık enerji tüketimleri ve EP değerleri enerji tüketimi olarak belirlenmektedir. Ayrıca yıllık CO_2 salınımı ve SEG değeri de hesaplanarak referans bina ile karşılaştırma yapılmaktadır. Elde edilen sonuca göre söz konusu bina için derecelendirme yapılmaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi, 2016; Gümüşderelioğlu, 2009; Şahinkaya, 2010).

1.2. Kamu Binalarında Enerji ve Su Analizi

Türkiye genelinde enerji kullanımı dağılımına bakıldığında binalardaki enerji tüketiminin toplam enerji tüketiminin % 30'u kadar olduğu görülmektedir. Bu bağlamda en çok enerji tüketilen sektörlerden biri olan binalarda enerjinin verimli kullanılması ve tasarruf potansiyellerinin belirlenmesi son derece önemlidir (Çetinkaya, 2012). Özellikle kamu binalarında enerjinin verimsiz kullanıldığı, enerji verimliliği tedbirleri ile farkındalık eğitimlerinin az olduğu gözlemlenmektedir. Kamu binalarında enerjinin yoğun olarak kullanıldığı alanlar ise ısıtma, soğutma, aydınlatma, ısı aktarımı kayıpları (yalıtımsız alanlarda), elektrik tüketimi (elektrikli cihazlar), bina enerji ölçümleri ve su tüketimi aşağıda kısaca özetlenmektedir.

1.2.1. Kamu Bina Isıtma ve Soğutma Sistemleri

Ülkemizde ısıtma amaçlı tüketilen enerji büyük ölçüde fosil yakıtlardan sağlandığı için aynı zamanda tehlikeli boyutlara ulaşan hava kirliliği problemini getirmektedir. Isınma sistemlerinde yapılacak enerji tasarrufları aynı hem enerji yükünü önemli oranda azaltacak hem de çevresel sorunları hafifletecektir. Kamu binalarında ısıtma sistemleri çoğunlukla kazan sistemleridir. Bunlar fosil yakıtlar kullanılarak tüm binayı ısıtmak amacıyla kullanılmaktadır. Soğutma ise genellikle elektrik enerjisi ile klima sistemleri kullanılarak yapılmaktadır (Aksoy ve Keleşoğlu, 2007).

1.2.2. Kamu Bina Aydınlatma Sistemleri

Görsel konfor şartları gözetilerek, kaliteyi düşürmeden gereken düzeyde aydınlatma yapmak için daha az enerji kullanmak aydınlatmada enerji verimliliğidir. Ülkemizde tüketilen elektrik enerjisinin %20'si endüstriyel işletmelerde, %30'u mağazalarda, %40'ı ise ofislerde ve evlerde tüketilmektedir (Gençoğlu and Özbay, 2007). Kamu binalarında verimli aydınlatma sistemleri tercih edilmelidir. Ayrıca, hareket sensörlü aydınlatma sistemleri ve tüm aydınlatma sistemlerinin merkezi kapatma üniteleri yaygınlaştırılmalıdır.

1.2.3. Kamu Binaları Isı Yalıtımı

Kapalı alanların iç ortam sıcaklıklarını belirli bir düzeyde tutmak amacıyla dış ortam ile iç ortam koşullarına karşı yapılan ısıtma veya soğutma amaçlı alınan her türlü önlemlerin bütünüdür ve böylece enerji tasarrufu sağlanır (Koçu, 2000). Kamu binalarında enerji maliyetleri dikkate alındığında, bina konforunun en az seviyede enerji kullanarak sağlanması büyük bir önem taşımaktadır. Doğru yapılan ısı yalıtımı ile ısı kaçakları önlenmekte ve böylece önemli oranda enerji tasarrufu yapılabilmektedir (Şengül vd. 2005). Kamu binalarında yalıtım yapılmış ve enerji maliyetleri azaltılmış binaların yapılması zorunlu hale getirilmeli ve denetlenmelidir.

1.2.4. Kamu Binaları Elektrik Tüketimi

Elektrik tasarrufu yapmak için günlük kullandığınız aydınlatma ve ev aletlerinde küçük detaylara dikkat etmeniz gerekmektedir. Kamu binalarında da devlet eliyle alınan çeşitli önlemler söz konusudur. Örneğin, aydınlatma sistemlerinin tasarruflu hale getirilmesi kamu alanındaki destekler arasındadır. Energy-star (enerji yönünden daha tasarruflu) özelliklerine sahip ofis elektronik cihazlarının kullanılması önerilmekte, ayrıca güneş ışığından maksimum derecede faydalanmak hem ısınma hem de aydınlatma açısından enerjiyi verimli kullanmak için tavsiyeler kamu kurumlarına sunulmaktadır (Ibrahim, 2011).

1.2.5. Kamu Binaları Enerji Ölçümleri (Debi)

Belirli bir kesit alanından geçen suyun belirli zamanda belirli miktarda geçişini ifade eden miktarına o akışkanın debisi denir (Çetin, 2011). Boru içerisinde akan akışkanın debisini ve giriş çıkış sıcaklığını tespit ederek o mekâna taşınan enerjiyi tespit edebilmek mümkündür. Kamu binaların harcadığı toplam enerjiyi belirlemek amacıyla her binanın ısı dağıtım hattı üzerinden ayrı ayrı debi ölçümleri yapılmalıdır (Hepbaşlı, 2010; Vesma, 2017).

1.2.6. Kamu Binaları Su Tüketimi

Ülkemiz hızla büyümekte olan ülkeler arasındadır. Nüfus artışı ile birlikte sanayileşmedeki artış da su tüketimini önemli derecede etkilemektedir. Bununla birlikte su zengini bir ülke olmamamızdan kaynaklanan problemleri ve su kıtlığının yaşanmasını önümüzdeki yıllarda daha da fazla hissedeceğimiz öngörülmektedir. Su kaynaklarının verimli kullanımı, temizliği ve potansiyeli ülkemiz açısından son derece önemlidir. Ülkemizde tüm binalarda su tüketiminin takibi, tasarruf tedbirlerinin alınması ve kayıp kaçakların önlenerek bilinçli tüketim için eğitimlerin ivedilikle verilmesi şarttır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (KMÜ) kampüsünde enerji tüketimini analiz etmek için 2013-2018 arası yıllık enerji (Elektrik ve Doğalgaz) ve su tüketimi değerleri alınmıştır. Ayrıca yine yıllık toplam kapalı alan (m^2) ile personel ve öğrenci sayıları belirlenmiştir. KMÜ kampüsüne ait enerji tüketimini analizi yapmak için alınan değerler temel bilgiler olarak incelenmiştir. Elde edilen verilerin detayı Tablo 1'de gösterilmektedir.

2.1. KMÜ Bina Bilgileri

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (KMÜ) yerleşkesi içerisinde birçok bina bulunmaktadır. Bu binaların adları, inşaat yılı, inşaat alanı ve kulamım amacı gibi güncel bilgiler Tablo 1'de verilmektedir. Bu verilen bilgiler 2018 yılı ayında alınmış güncel bilgilerdir. Ayrıca bu çalışma kapsamında KMÜ'de yapılan enerji analizi çalışmasında 2013-2018 yıllarına ait değerler incelenmiş ve geçmiş üç yılık veriler dikkate alınarak analizler gerçekleştirilmiştir. Gelişmekte ve her geçen gün büyümekte olan üniversitemizde geçmiş yılara ait veriler; kapalı alan, kişi sayısı ve enerji tüketim değerleri açısından yıldan yıla değişmekte ve artmaktadır. Yapılan tüm hesaplamalar dikkate alınarak KMÜ Bina Enerji Performans Künyesi oluşturulmuş olup Tartışma ve Sonuç bölümünde sunulmuştur.

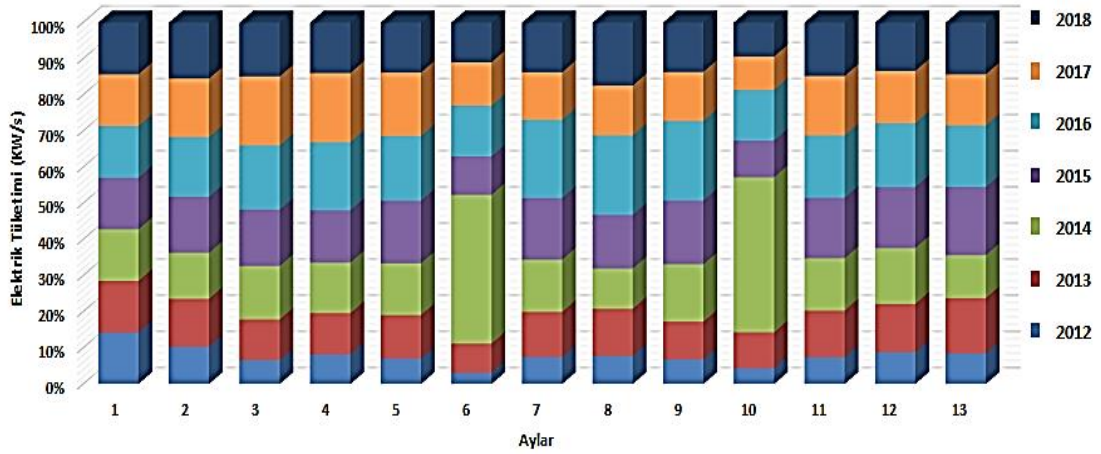
Tablo 1. KMÜ Binalarına Ait Bilgiler (2018 yılı itibariyle kapalı mekânların hizmet alanlarına göre dağılımı (m^2)) (KMÜ, 2019)

Hizmet Alanı	İdari	Eğitim	Spor	Sosyal	Barınma
Rektörlük Hizmet Binası	5.000				
Isı Merkezi	1.755				
Edebiyat Fakültesi ve Konferans Salonu		17.420			
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi		13.000			
İslami İlimler Fakültesi		8.350			
Kamil Özdağ Fen Fakültesi		4.635			
Mühendislik Fakültesi		20.435			
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu		9.270			
Sağlık Bilimleri Fakültesi		3.600			
Ermenek Meslek Yüksekokulu		4.175	150		
Kazım Karabekir Meslek Yüksekokulu		7.000			
Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu		3.615			
Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu		6.640			
Merkezi Araştırma Laboratuvarı		3.170			
Halıcılık-Seramik Atölyesi		3.798			
Makine-Otomotiv Atölyesi		3.367			
Ermenek Meslek Yüksekokulu Atölye Binası		1.505			
Kütüphane Hizmet Binası		3.175			
Yeni Kütüphane Binası		10.500			
Kazımkarabekir MYO Çok Amaçlı Salonu		1.500			
Kazım Karabekir Üstü Kapalı Spor Tesisleri			3.038		
1500 Kişilik Kapalı Spor Salonu			7.500		
Yarı Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu			5.082		
Amfi Tiyatro				533	
Yemekhane Kafeterya Çarşı Binası				13.000	
Uygulama Oteli					1.130
Rektörlük Konutu					350
TOPLAM	**6.755**	**125.155**	**15.770**	**13.533**	**1.480**
TOPLAM KAPALI ALAN	**162.693**				

Çizelge1: Kapalı mekânların hizmet alanlarına göre dağılımı (m^2)

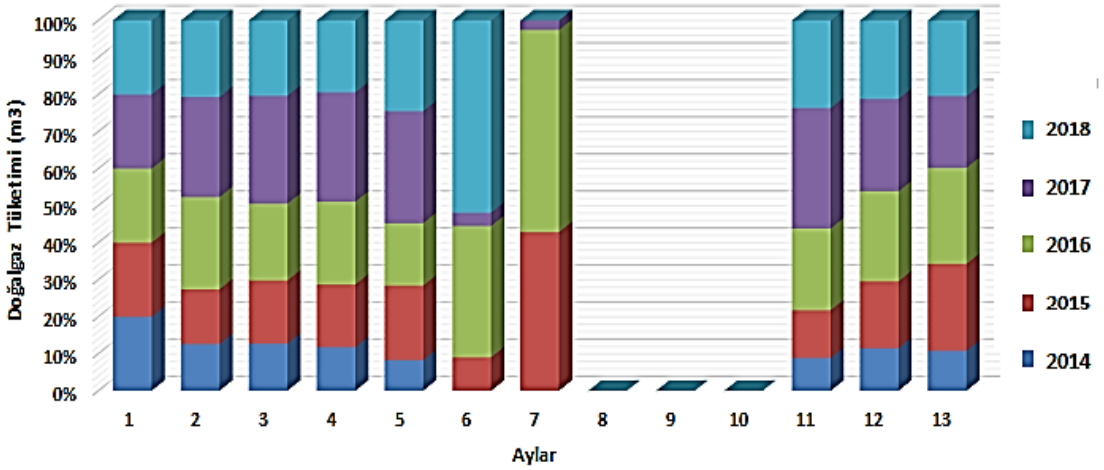
2.2. KMÜ Enerji Tüketimleri

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi'nde enerji kaynağı olarak elektrik ve doğalgaz kullanılmaktadır. Şekil 1'de Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi'nde son 7 yıl (2012-2018) için aylık elektrik tüketiminin dağılımı yıllara göre karşılaştırmalı olarak, Şekil 2'de ise aylık doğalgaz tüketimi son 5 yıl (2014-2018) için yıllara göre karşılaştırmalı olarak grafikleri sunulmuştur.



Şekil 1. KMÜ Elektrik Tüketim Karşılaştırma Tablosu (2012-2018)

Şekil 1 ve 2'den görüldüğü gibi KMÜ'de yıllar içerisinde elektrik ve doğalgaz kullanımında bir artış görülmektedir. Bu artış, yerleşkemiz içerisinde yapımı devam eden binaların yıldan yıla tamamlanması ve kullanıma açılması sonucu ısıtılan bina (kapalı alan) sayısının artmasından kaynaklanmaktadır. 2014 yılı Mayıs ve Eylül aylarında elektrik kullanımında yaşanan ani artışın sebebi tespit edilememiştir. Ancak, merkezi ısıtmanın kapatılmasından sonra dönemsel olarak havaların soğuması sonrası ısınma gereksinimden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 2. KMÜ Doğalgaz Tüketim Karşılaştırma Tablosu (2014-2018)

2013-2018 yıllarında Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi'nde tüketilen enerjinin tüketim dağılım oranları ve Üniversitemizde kullanılan toplam enerjinin dağılım oranlarına bakıldığında, yıllar ilerledikçe bina sayısının artması ve doğalgaz kullanımının yaygınlaşması ile enerji maliyet dağılımında doğalgazdan kaynaklı maliyetler artmaktadır. Tablo 2!de sunulan verilerden hareketle KMÜ'nün yıllara nazır kullanılan Toplam Kapalı Alan (m^2), tüketilen Toplam Enerji (TEP), Toplam Su (m^3) Tüketimi, Toplam Kişi Sayısı ve yıllara göre ortalaması özetlenmiştir.

Tablo 2. KMÜ Binalarında Toplam Kapalı Alan (m^2), tüketilen Toplam Enerji (TEP), Toplam Su (m^3) Tüketimi ve Toplam Kişi Sayısı ve yıllara göre ortalaması

	2013	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**Ortalama**
Toplam Enerji Tüketimi (TEP)	460	907	1186	1419	1684	1549	1201
Topalm Su Tüketimi (m^3)	30000	30000	69000	30000	93000	83000	55833
Topalm Kapalı Alan (m^2)	88961	96657	102911	140451	159301	162693	125162
Toplam Kişi Sayısı	5721	10790	12076	13585	15422	17269	12477

Tablo 2'de verilen sayısal değerlerden daha net bir şekilde anlaşılacağı üzere KMÜ'de doğalgaz artışına paralel olarak elektrik tüketiminde de bir artış gözlemlenmektedir. Ancak, yıllar geçtikçe tüketilen toplam enerjinin TEP cinsinden artışının ana bileşenini doğalgaz tüketimi oluşturmaktadır. Üniversitemiz tarafından kurulan 500 kW gücündeki güneş enerjisi santralinin 2017 yılında devreye alınması ile toplam enerji maliyetindeki elektrik payının giderek azalması gözlenmiştir.

KMÜ Su Tüketimleri

Üniversitemizin su tüketimi ile ilgili çalışmalar hedeflenen doğrultuda yapılamamıştır. İki kaynaktan kullanılan su ihtiyaca bağlı tüketim nedeniyle düzensiz olarak kullanılmaktadır. Üniversite bünyesinde bulunan su kuyusu 50000 ve 20000 m^3'lük depolarda toplanarak ihtiyaç duyulduğunda bahçe sulama ve havuz suyunun doldurulması amacıyla kullanılmaktadır. Ancak, kullanılan kuyu sularının dağıtımında herhangi bir sayacın olmamasından dolayı yıllara bağlı olarak tüketim miktarları tespit edilememiştir. Binaların genel ihtiyaçlarında şehir şebekesinden sağlanan su kullanılmaktadır. Bu sebeple, burada verilen rakamlar ve grafikler sadece şehir şebekesinden sağlanan su için ödenen faturalardan oluşturulmuştur.

Tartışma ve Sonuç

Enerji planlaması üniversite kampüsleri için gittikçe daha fazla önem kazanmakta ve bu nedenle kampüs binalarının enerji kullanım özellikleri ve talep yükü özelliklerinin tam olarak anlaşılması genellikle enerji planlaması için temel desteği sağlamaktadır. Üniversite binalarında enerji planlaması çalışmalarına katlı sağlayacak şekilde bu çalışmada Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (KMÜ) kampüsü için 2013-2018 yıllarına ait yıllık enerji tüketim karakteristiği incelenmiştir.

KMÜ kampüs alanı içerisinde bulunan binalara ait toplam 6 yıla ait yıllık elektrik ve doğalgaz tüketim değerleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre incelenen 6 yıllık ortalama 1200 TEP enerji tüketimine sahiptir. Sonuçlara bakıldığında, derslikleri bulunan tüm binalarda elektrik enerji tüketimi eğitim öğretim dönemi içinde artmakta ve dönem dışında azalmakta olduğu görülmektedir. Ayrıca son dört yılda elektrik ve doğalgaz tüketiminde de yıllara bağlı olarak bir artış söz konusudur. Bu artış üniversitemizdeki bina ve öğrenci sayısının artması ile açıklanabilir.

Ayrıca, yapılan bu çalışmada son 6 yıla ait yıllık su tüketim değerleri incelenmiştir. Su kaynağı olarak kuyu ve şehir şebekesi olmak üzere iki kaynağın kullanıldığı tespit edilmiştir. Kuyu suyunun çeşitli depolarda dış ortam sulamalarında ve havuzda kullanıldığı tespit edilmiş olup herhangi bir sayaca bağlı olmadığı belirlenmiştir. Bina içlerinde ise şehir şebeke suyu kullanılmaktadır. Elde edilen verilerden, yıllara göre su tüketimindeki artış ile bina ve öğrenci sayısındaki artışın orantılı olarak seyrettiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, çalışma kapsamında üniversite yerleşkesindeki kapalı alanlar dikkate alınarak m^2 başına ve yerleşkede bulunan toplam kişi (Öğrenci, İdari ve Akademik personel) sayısı dikkate alınarak kişi başına düşen yıllık enerji tüketim değerleri ve su tüketim miktarları belirlenmiştir. Yapılan bu hesaplamalar sonucu oluşturulan 2013-2018 yılları arası Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bina Performans Künyesi Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. KMÜ Bina Performans Künyesi (2013-2018 yılları arası)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ortalama
TEP	460	907	1186	1419	1684	1549	1201
TEP/m^2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TEP/Kişi	0.08	0.08	0.10	0.10	0.11	0.09	0.10
Su/m^2	0.34	0.31	0.67	0.21	0.58	0.51	0.45
Su/Kişi	5	3	6	2	6	5	4

TEŞEKKÜR

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi ve Enerji Verimliliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (KAREN)'e bu çalışmaya verdiği desteklerden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Aksoy, U.T., ve Keleşoğlu, Ö. (2007), Bina Kabuğu Yüzey Alanı ve Yalıtım Kalınlığının Isıtma Maliyeti Üzerinde Etkileri*, Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Dergisi* 22(1): 103–9.

Çetin, M.O. (2011). Susturucularda Basınç Kaybı ve Akustik Performansın İncelenmesi. *Istanbul Teknik Üniversitesi.*

Çetinkaya, E. (2012). Binalarda Enerji Verimliliğinin Analizi. Marmara Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü.*

Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE). (2008). Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi İnternet Sitesi. www.enerji.gov.tr, son giriş: 29.08.2016.

Ener Rusen, S., Topçu, M.A., Karanfil Celep, G., Çeltek, S.A., Rusen, A. 2018. Üniversite Kampüs Binaları için Enerji Etüdü: Örnek Çalışma, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(1), 1-3.

Gençoğlu, M.T., ve E Özbay. (2007). Aydınlatmada Enerji Verimliliği Yöntemleri. In XII. Elektrik, Elektronik, Bilgisayar, *Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Kongresi*, Eskişehir.

Guana, J., Norda, N., Chenb, S. (2016), Energy planning of university campus building complex: Energy usage and coincidental analysis of individual buildings with a case study, *Energy and Buildings*,2016.

Gümüşderelioğlu, S. (2009). Dünya'nın ve Türkiye'nin Genel Enerji Durumu. Ankara.

Hepbaşlı, Arif. (2010). Enerji Verimliliği Ve Yönetim Sistemi. 1st ed. İstanbul: Schneider Electric.

Ibrahim, Khalid Waleed. (2011). Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Binasının Bina Enerji Performansı Yönetmeliğine Göre İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi*.

Kim, D.W., Jung, J.W., Seok, H.T., Yang, J.H. 2010, Survey and Analysis of Energy Consumption in University Campuses, International Conferance on Sustainable Building Asia, SB10 Seul, https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB17386.pdf

KMÜ, 2019, Performans Programı.

Koçu, N. (2000). Yapılarda Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna ve Hava Kirliliğine Etkisi. *İpekyolu Dergisi* 145: 25–29.

Şahinkaya, S. (2010). Enerji ve Çevre Sorunları Dersi Ders Notları.

Şengül, D., Sayın, B. ve Kaplan, S.A. (2005). Su ve Isı Yalıtımının Yapılarda Uygulanmasının Gerekliliği ve Yalıtımdaki Uygulamaların Emniyet ve Ekonomi Açısından Değerlendirilmesi. *II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi*, İstanbul, , 457–66.

Vesma, V. 2017, Flow Metering Technology. http://www.vesma.com/art-Justify-meters.html.

YEGM, 2018. Enerji Verimliliği Eğitim, Etüt ve Yetkilendirme Daire Başkanlığı, Kamu Binalarında Enerji Etütleri, *2018 Enerji Verimliliği Forum ve Fuarı*, İstanbul, 2018.

3D YAZICI İLE ELDE EDİLEN MODELLERİN BOYUTSAL HASSASİYETİ

Doç. Dr. Levent UĞUR
Amasya Üniversite, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölüm
leventozge@gmail.com

Doç. Dr. Arif ÖZKAN
Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakülte, Biyomedikal Mühendisliği Bölüm
arif.ozkan@kocaeli.edu.tr

Özet
Üç boyutlu (3B) yazıcılar, günümüzde birçok alanda kullanılan ve hızla gelişen bir teknolojidir. Biyomedikal alanı 3B yazıcıların uygulamalarının geliştirilmesi için ideal bir alan olmuştur. Bundan dolayı 3B yazıcıların biyomedikal alanında kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Kişiye özel olarak tasarlanan uygulamalarda 3B modellerde dikkat edilmesi gereken önemli konular vardır. Bu hususlardan üretime yönelik en önemlisi modellerin boyutsal doğruluğudur. Modelin gerçek ölçülere yakınlığı cerrahi işlemlerde oluşabilecek endikasyonların önüne geçecektir. Çalışmamızda, sağlıklı bir insanın lomber omurga Bilgisayarlı Tomografi (BT) görüntüleri MIMICS® (Materialise's Interactive Medical Image Control System/ Materialise NV, Belgium) yazılımı ile işlenen geometri Geomagic Studio 12.0'a (Geomagic, Cary, Kuzey Carolina, ABD) gönderilerek ayrıntılı 3B katı modeller elde edilmiştir. Elde edilen model PLA filamanı kullanan 3B baskı makinesi ile üretildi. Üretilen üç boyutlu vertebralara modeli üzerinde anatomik morfometrik ölçümleri tamamlanmış ve BT'den elde edilen üç boyutlu model ile karşılaştırılmıştır. 3B yazıcı ile elde edilen omurga üzerinden elde edilen ölçümler ile BT'den elde edilmiş olan model üzerinden elde edilen ölçümlerin birbirine yakın oluğu gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: 3B Yazıcı, Bilgisayarlı Tomografi, Ölçme

DIMENSIONAL ACCURACY OF MODELS OBTAINED BY 3D PRINTER

Abstract
Three-dimensional (3D) printers are a rapidly developing technology used in many areas today. The biomedical field has become an ideal area for the development of 3D printers. Therefore, the use of 3D printers in the biomedical field is becoming more common. There are important issues to be considered in 3D models in custom designed applications. The proximity of the model to actual measurements will prevent indications that may occur in surgical procedures. In our study, lumbar spine computed tomography (CT) images of a healthy person were processed with MIMICS ® (Materialise's Interactive Medical Image Control System/ Materialise NV, Belgium) software. The extracted geometry was sent to Geomagic Studio 12.0 to obtain detailed 3D solid models. The resulting model was produced with a 3D printing machine using PLA filament. The anatomical morphometric measurements were performed on the three-dimensional vertebrae model and compared with the three-dimensional model obtained from CT. It was observed that the measurements of the spine obtained with 3D printer and the measurements obtained from the model obtained from CT were close to each other.

Keywords: 3D Printer, Computed Tomography, Measurement

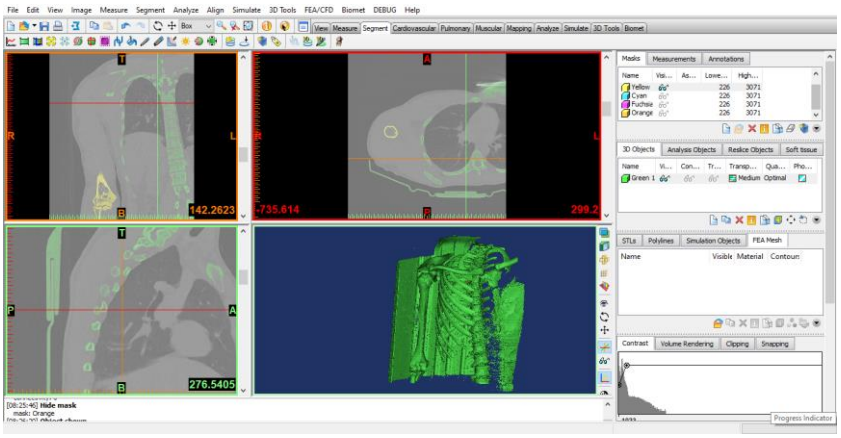
1. GİRİŞ

50 yıllı aşkın bir süredir hayatımıza giren "Hızlı prototipleme" veya "eklemeli üretim" olarak bilinen Üç Boyutlu (3B) yazıcılar çeşitli malzemeler ile dijital ortamda hazırlanan üç boyutlu CAD (Computer Aided Design) dosyalarından üç boyutlu katı modeller oluşturmamızı sağlamaktadır [1]. 3B baskı işlemi, imal edilecek nesnenin üç boyutlu olarak tasarlanması ile başlar. Bu görüntü bilgisi doğrudan istenen şekli çizerek de elde edilebilir. Tıpta, bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans (MR) görüntüleri genellikle modekin elde edilmesi için kaynak olarak kullanılabilmektedir [2].

Ortopedide hastaların BT görüntülerinden 3B modeller elde edilerek cerrah ve hasta için dokunsal ve görsel deneyim yoluyla anatomi ve patoloji anlayışını geliştirecek ve veri kaynağı durumundadır. Ayrıca, 3B baskıdaki son gelişmeler, ortopedi uzmanlarına preoperatif planlama, cerrahi alet geliştirme ve özel ortopedik implant oluşturmada yeni bir teknolojik imkân sağlamaktadır [3-5]. Bu çalışmada, sağlıklı bir insanın lomber omurga BT görüntülerinin farklı segmentasyon işlemlerinden sonra elde edilen üç boyutlu modelli ile 3B baskı makinesinden elde edilen model üzerinden alınan morfometrik ölçümlerin farklılıkları incelenmiştir. Böylelikle yapılan segmentasyon işlemlerinin model üzerinde oluşturduğu farklılıklar tayin edilecektir.

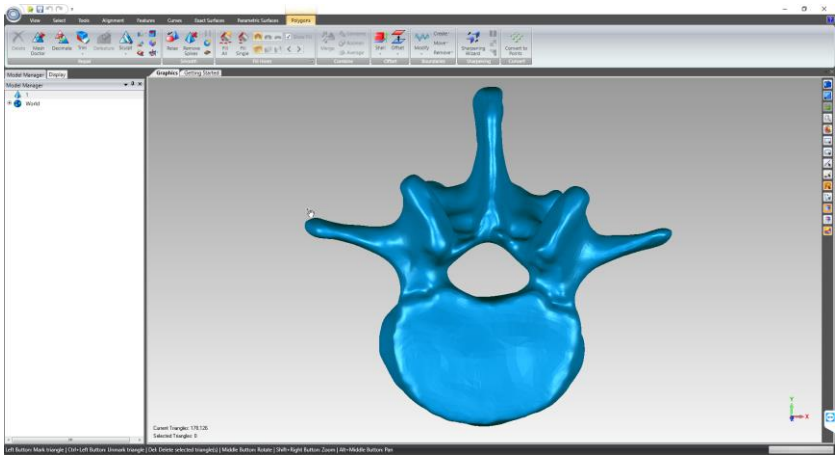
2. MATERYAL METOD

Çalışmamızda 36 yaşında 85 kg ve 180 cm boyunda sağlıklı bir hastanın BT görüntüleri Amasya Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji anabilim dalı arşivinden alınmıştır. BT görüntüleri yatar pozisyonda 0,5 mm'lik bir kesit aralığına ve 512x512 piksel çözünürlüğe sahip paralel katmanlardan oluşmuştur. DICOM formatında alınan görüntüler şekil 1'de görüldüğü gibi MIMICS® (Materialise's Interactive Medical Image Control System/ Materialise NV, Belgium) yazılımına gönderilerek vertabranın üç boyutlu modeli için segmentasyon işlemleri yapılmıştır. Görüntülerde kemikleri yumuşak dokulardan ayırmak için MIMICS programında Hounsfield Ünitelerine (HU) kullanılmıştır.



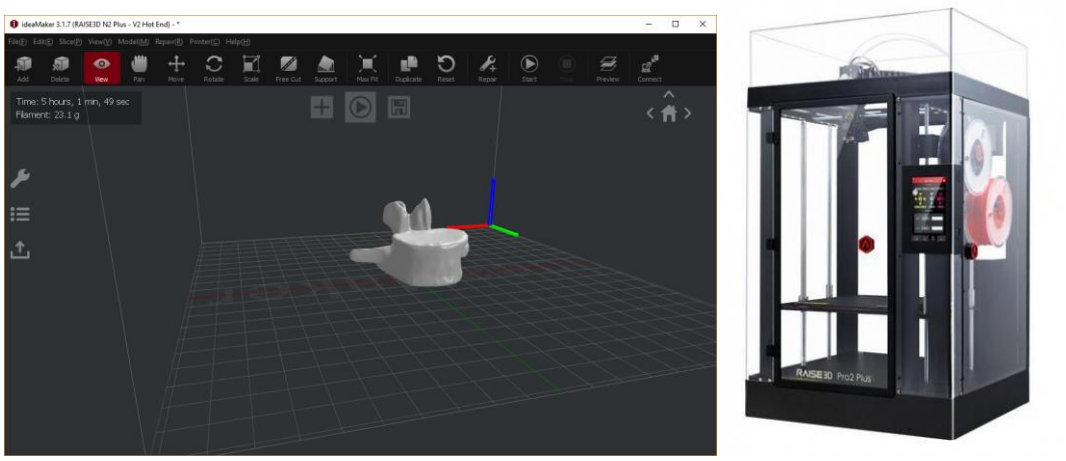
Şekil 1. BT görüntülerinden modelin oluşturulması

Hastaların BT görüntülerinden dönüştürülen üç boyutlu vertebra modeli istenmeyen yüzey ve çıkıntıları düzeltmek için tersine mühendislik yazılımı olan GEOMAGIC STUDIO programına STL formatında gönderilmiştir. Burada şekil 2'de görüldüğü gibi mesh doktor ve istenmeyen artifaklar düzenlendi. Mesh sayıları 2 katına çıkarılarak modelin en son şekli verilmiştir.



Şekil 2. Modellerin GEOMAGIC STUDIO programında düzenlenmesi.

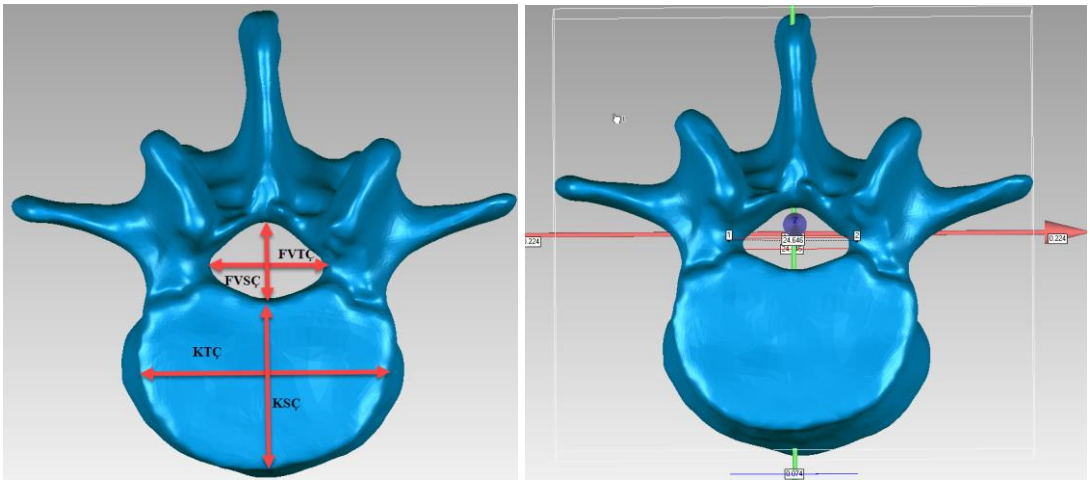
Elde edilen vertebra modeli şekil 3'te görüldüğü gibi ideaMaker 3.1.7 programı ile "standart" kalite ayarları kullanılarak PLA malzemesi kullanılan Raise3D Pro2 makinesinde 3B olarak elde edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Vertebra modelinin 3D yazıcı ile elde edilmesi.

3. BULGULAR

Elde edilen vertebra üzerinden morfometrik özeliklerini gösteren Korpusun transvers çapı (KTÇ), korpusun sagittal çapı (KSÇ), foramen vertebralenin transvers çapı (FVTÇ), foramen vertebralenin sagittal çapı (FVSÇ) kumpas yardımı ile ölçülmüştür (Şekil 4). Aynı morfometrik kısımlar GEOMAGIC STUDIO programı ile Şekil 4'te gösterildiği gibi model üzerinden ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda elde edilen ölçü değerleri Tablo 1'de gösterilmektedir.



A B)

Şekil 4. A) Vertebra morfometrik ölçüm yerleri B) BT'den ölçümlerin alınması

Tablo 1. Morfometrik ölçümlerin sonuçları

Ölçüm Yeri	*BT'den elde edilen Model (mm)*	*3D yazıcıdan elde edilen model (mm)*
Korpusun transvers çapı (KTÇ),	43,930	41,841
Korpusun sagittal çapı (KSÇ),	29,806	27,985
Foramen vertebralenin transvers çapı (FVTÇ),	23,080	21,980
Foramen vertebralenin sagittal çapı (FVSÇ)	18,622	17,050

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, BT'den elde edilen 3B basılı vertebranın boyutsal ölçümlerinin, üç boyutlu vertebra modeli üzerindeki doğrudan ölçümleri kıyaslayarak elde edilen modelin doğruluğu incelenmiştir. Genel olarak, vertebra üzerinde yapılan segmentasyon işlerinin model üzerinde ölçüsel farklılıklar ortaya çıkardığı görülmüştür. Bu nedenle, segmentasyon sırasında ağ üzerindeki çizgi, düğüm noktası ve köşe sayısının artırıldıktan sonra yapılması ile daha doğru modeller elde edilebileceği neticesi ortaya konulmuştur. Böylelikle, üç boyutlu baskının değeri gerek cerraha gerekse de hastaya doğuştan ve edinilmiş pediatrik kas-iskelet sistemi bozukluklarını ve tedavi planlaması ve simülasyonunda yardımcı olma potansiyelini sağlayabilme durumu doğru teknik ve yöntem ile ortaya konulmuştur.

KAYNAKÇA

1. Beaman, J.J., et al., *Solid freeform fabrication: a new direction in manufacturing.* Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, 1997. **2061**: p. 25-49.
2. Baskaran, V., et al., *Current applications and future perspectives of the use of 3D printing in anatomical training and neurosurgery.* Frontiers in neuroanatomy, 2016. **10**: p. 69.
3. Brown, G.A., et al., *Rapid prototyping: the future of trauma surgery?* JBJS, 2003. **85**(suppl_4): p. 49-55.
4. Peters, P., F. Langlotz, and L.-P. Nolte, *Computer assisted screw insertion into real 3D rapid prototyping pelvis models.* Clinical Biomechanics, 2002. **17**(5): p. 376-382.
5. Rengier, F., et al., *3D printing based on imaging data: review of medical applications.* International journal of computer assisted radiology and surgery, 2010. **5**(4): p. 335-341.

ETHERCAT BASED TRAJECTORY TRACKING CONTROL OF AN AC SERVO MOTOR

Ethem Kelekci
Kocaeli University / Faculty of Engineering, Department of Mechatronics Engineering
ethem.kelekci@kocaeli.edu.tr

Selcuk Kizir
Kocaeli University / Faculty of Engineering, Department of Mechatronics Engineering
selcuk.kizir@kocaeli.edu.tr

Abstract
Alternating current (AC) servo motors are one of the most important motion system of automation systems and today's industrial machine tools. The control of an AC servo motor varies according to the structure of the compatible servo drive. In this study, an AC servo motor control in position mode is realized by the servo drive supported by EtherCat protocol, which is one of the most effective industrial communication protocols in real time applications. Firstly, a safety industrial setup with AC servo motor, servo drive, power supply, fuse and emergency stop button is designed. On the Sysmac Studio environment, control parameters of the servo drive are set with the auto-tune method. EtherCat communication network is set up in the TwinCat environment over Beckhoff Panel PC with EtherCat master card, after identifying the XML (Extensible Markup Language) file that contains all communication information of a servo drive. Triangular and sinusoidal trajectories with the different amplitudes and frequencies are applied as a reference signal and servo motor control experiments are conducted with 1ms sampling time in order to observe real-time control performance in position mode. The experimental results show that the performance of the EtherCat based trajectory tracking control of the servo motor is efficient.

Keywords: AC servo motor, Ethercat, position mode control, servo drive, TwinCat

1. INTRODUCTION

Servo motors, which provide precise control of position (angular or linear), velocity, and acceleration, are designed to work within a closed-loop control system (Yu and Hu, 2006). AC servomotors are a servo motor type used commonly in today’s industrial applications. There is a wide range of AC servo motor applications of robotics and industrial automation systems in the literature (Li et al., 2018 and Sygulla et al., 2018). AC servomotors are controlled by the servo drives designed specifically. After receiving and transmitting signals to produce motion, these drives also receive and adjust to reports from sensors on motor status. In providing continuous adjustment, they amplify performance in terms of the desired velocity, torque, and position, as well as stiffness, damping, and feedback gain in AC servo motors and control systems. The control of an AC servo motor varies according to the structure of the compatible servo drive. Each servo drive commonly has one of the industrial communication protocol such as modbus, profibus, profinet ethernet canbus, etc. (Šetka and Tolar, 2018 and Huang et al., 2018). The AC servo motors can be controlled in position, velocity or torque mode over the compatible communication protocol. In this study, a servo drive with EtherCat protocol, which is one of the most effective industrial communication protocols in real time applications, is used to control an AC servo motor in position mode.

The paper is organized as follows: Section 2 presents the structure of the EtherCat protocol. In section 3 experimental setup and control of the system is presented. Experimental results are shown in section 4 and the overall conclusions are given in Section 5.

2. Ethercat protocol

EtherCat technology, which was first laid in 2000s, is a high performance communication protocol that uses Ethernet fieldbus system. Each EtherCAT terminal is equipped with an EtherCAT slave controller to handle the protocols. In order to achieve this very fast process, unlike other Ethernet solutions, the ethernet packet is received and interpreted at the network node and processed directly in the process instead of transmitting the process data after it is copied. This feature of the EtherCat is

called as on the fly process. EtherCAT slave devices receive the data assigned to them when the message passes. In addition, input data is added to the message. Messages are only delayed for a few nanoseconds during this process. Since the EtherCAT message structure carries data for multiple stations in the direction of transmission and reception, the data usage rate exceeds 90 percent. Therefore, the usage of the EtherCat in various engineering areas such as automation and robotics systems rise significantly. Also, there are EtherCAT terminals suitable for all kinds of digital and analog signals used in the automation applications. Industrial communication devices for systems such as ProfiBus, CANopen or DeviceNet are also integrated via regional communication master / slave terminals. The functional principle of the EtherCat protocol communication between master and slaves is shown in Fig. 1(a). The EtherCAT slave devices read the data addressed to them while the telegram passes through the device, processing data "on the fly" (Orfanus et al., 2013) Also, the Ethercat network can set up using Cat5 cables because Ethercat protocol is an Ethernet-based fieldbus system. The setup of the Ethercat network between master and slaves is depicted in Fig. 1(b) (Proonte, 2019). As seen in figure, each slave has two connectors, one of which is input and one is output. The output of a slave is connected to the input of another slave and the output of the last slave is back to the master.

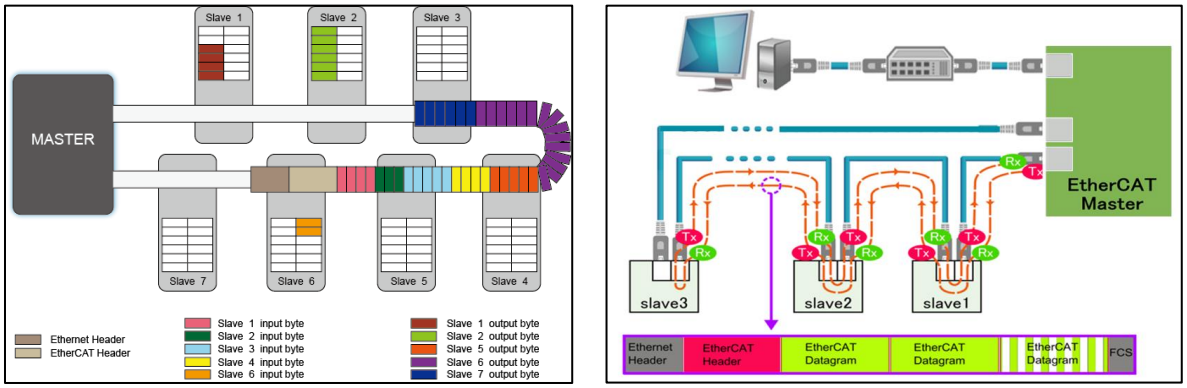


Figure 16. a) The functional principle of the EtherCat protocol with on the fly process **b)** The setup of the Ethercat network between master and slaves

The structure of the EtherCat frame converted from Ethernet frame is shown in Fig. 2 (Nyberg, 2013). The first blue part from the left contains the information of EtherType, source and destination. In the yellow part (or red/green part), there is a EtherCAT data that can be divided into an EtherCAT header and one or more EtherCAT datagrams. The EtherCAT header contains information about the protocol type and the length of the EtherCAT datagrams. After the header, there is one or more datagrams containing the raw data bits (EtherCAT configuration data and read / write process data) being transmitted. The last part of the frame is the FCS or frame check sequence used to detect the error.

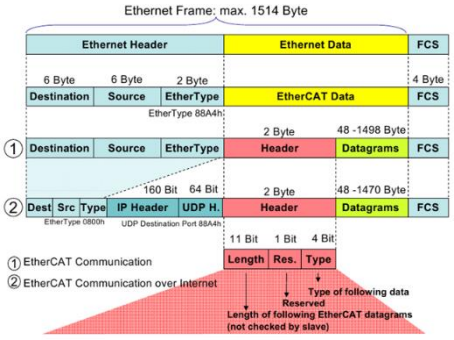


Figure 17. The structure of the EtherCat frame

3. EXPERIMENTAL SETUP and control of the system

The industrial experimental setup consists of Omron R88M-K1K520F AC servo motor, Ethercat based Omron R88DKN15F-ECT servo drive, power supply, fuses and emergency stop button as seen in Fig.

3(b). A designer PC, which the control software is developed on the TwinCat environment, and Beckhoff panel PC with EtherCat master card is used in order to control servo motor over EtherCAT protocol. The real-time control system of this study including the experimental setup, designer PC and target PC is depicted in Fig. 3(a).

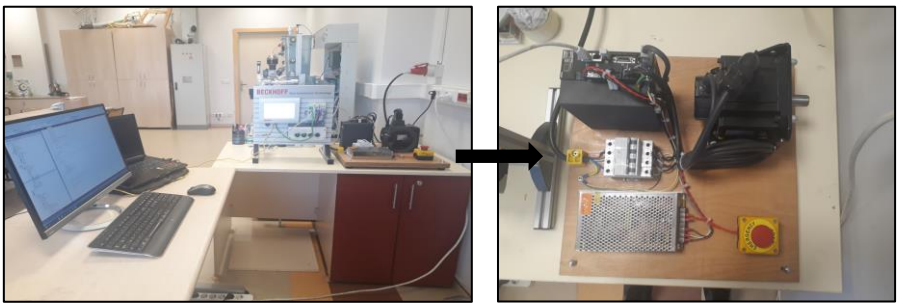


Figure 18. a) Real-time control system **b)** Experimental setup of the system

Before the system control, the parameters of the closed-loop controller in servo drive is set using auto-tuning method on Sysmac Studio environment as shown in Fig. 4(a). Auto tuning process is continued until ideal control parameters in position, velocity and torque controller loop is identified, and these controller gains is saved to EEPROM of the servo drive. After this process, control software is developed in TwinCat program as seen in Fig. 4(b). However, the XML file of the servo drive, which contains the addresses of the all EtherCAT datagram, is defined into the TwinCat to find the servo drive on the EtherCat network. The found servo drive is associated with the axis interface created in Motion Task. In order to send the reference trajectory to the created axis interface, external set point module is added to the PLC program. Also, the position input of this module is connected to the reference trajectory because the servo drive is used in position mode. After this connection, the target position input of the servo drive is linked to the axis interface. The address of the target position input is provided in the XML file or datasheet of the servo drive. However, all input and output of the servo drive can be reached from the received and transmitted PDO (process data object) mapping on TwinCat environment, as the XML file of drive is defined before.

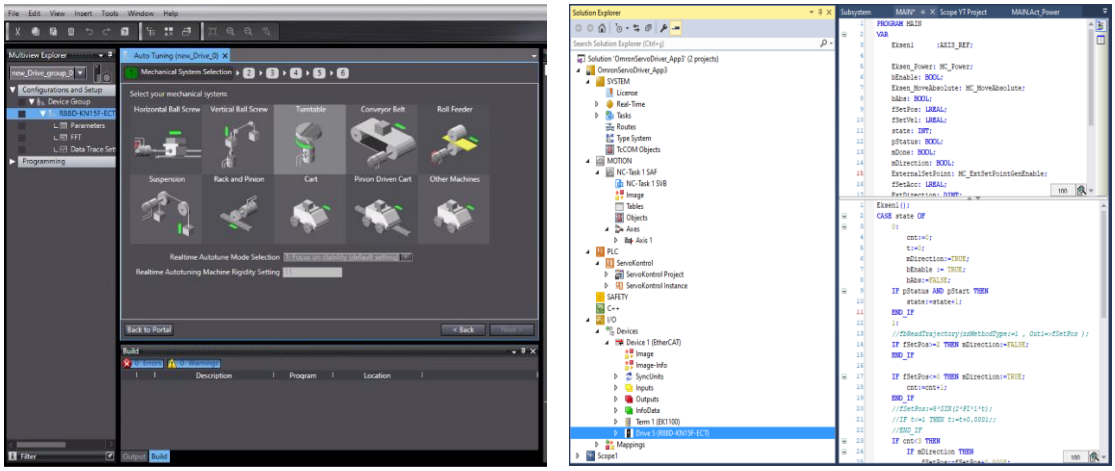


Figure 19. a) Auto-tuning process on the Sysmac Studıo **b)** development of the control software on the TwinCat environment

4. Experimental results

In order to observe the performance of the control software, several experiments are conducted. The triangular and sinusoidal trajectories with different frequency and amplitude is applied to the target position of the servo drive as a reference, and actual position of the servo motor measured by 20 bits' incremental encoder is compared to the reference trajectory. Firstly, the triangular trajectory is applied with amplitude of 20 degrees, and frequencies of 0.2 Hz, 0.4 Hz and 1 Hz. The results of these

experiments are shown in Fig. 5. It is seen that from figures, the triangular trajectory tracking performance of the servo motor is effective.

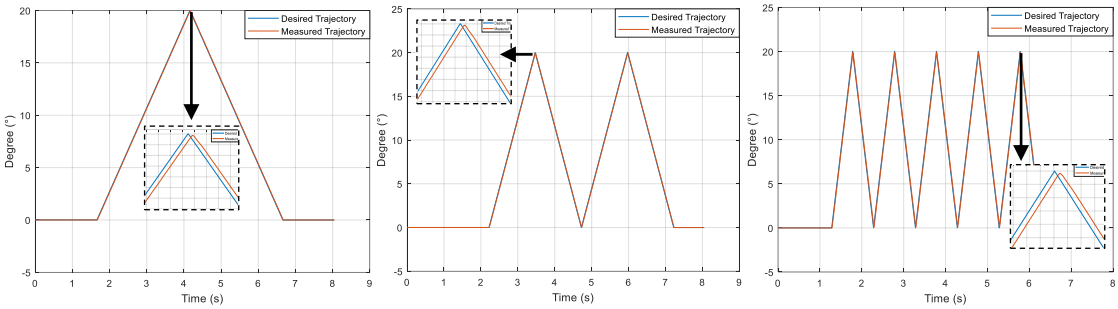


Figure 20. Triangular trajectory tracking control of the servo motor **a)** 0.2 Hz **b)** 0.4 Hz **c)** 1 Hz

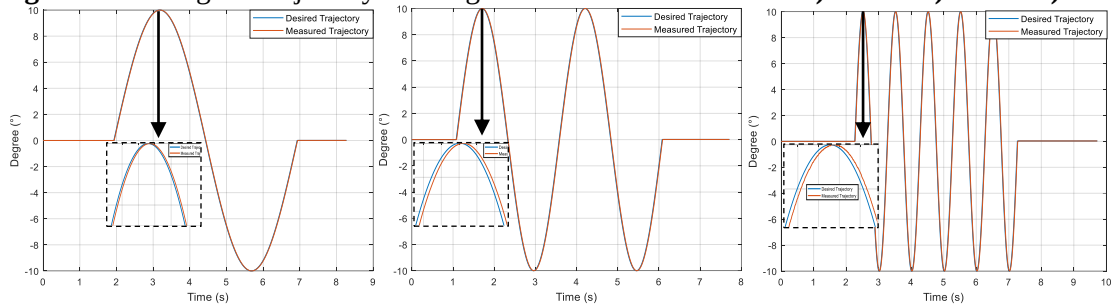


Figure 21. Sinusoidal trajectory tracking control of the servo motor with amplitudes of 10 degrees **a)** 0.2 Hz **b)** 0.4 Hz **c)** 1 Hz

After triangular trajectory, the sinusoidal trajectory with amplitudes of 10, 25 and 50 degrees, and frequencies of 0.2 Hz, 0.4 Hz and 1 Hz is applied separately. Fig. 6 shows experimental results of sinusoidal trajectory tracking of the servo motor with amplitude of 10 degrees, and frequencies of 0.2 Hz, 0.4 Hz and 1 Hz. Also, the results related to other experiments conducted by sinusoidal trajectory with amplitudes of 25 and 50 degrees, and frequencies of 0.2 Hz, 0.4 Hz and 1 Hz is depicted in Fig. 7 and 8. It is expected that when the amplitude and frequency of the trajectories increase, the performance of the trajectory tracking control decrease. However, in these cases the performance decline of the control should not be much so that amplitude and phase shift do not occur.

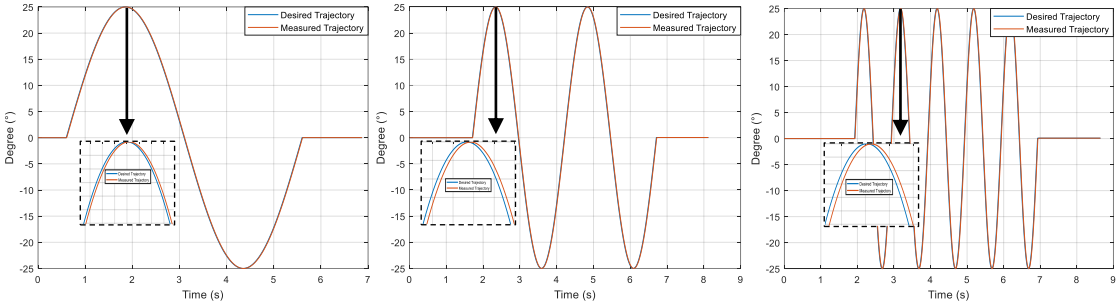


Figure 22. Sinusoidal trajectory tracking control of the servo motor with amplitudes of 25 degrees **a)** 0.2 Hz **b)** 0.4 Hz **c)** 1 Hz

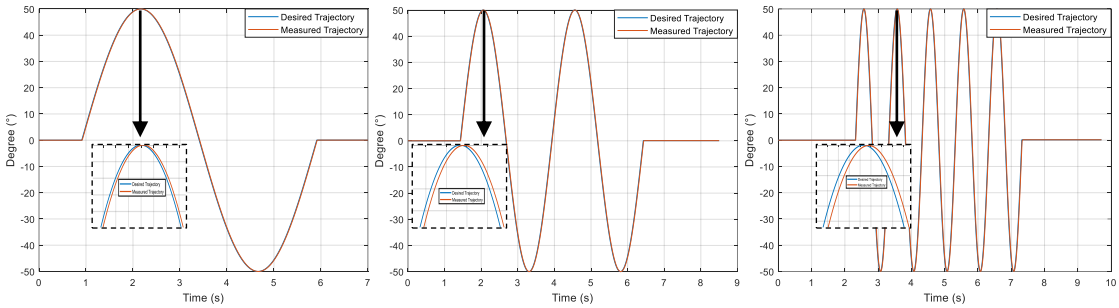


Figure 23. Sinusoidal trajectory tracking control of the servo motor with amplitudes of 50 degrees **a)** 0.2 Hz **b)** 0.4 Hz **c)** 1 Hz

In order to observe the experimental results more deeply, the root mean squared error (RMSE), mean absolute error (MAE) and mean squared error (MSE) performance criteria are used as defined in Eq. (1).

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(e(t))^2}\ ,\ \text{MSE} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(e(t))^2,\ \text{MAE} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}|e(t)| \qquad (1)$$

The RMSE, MSE and MAE values of all experiment is shown in Table 1. It is seen that from the results, the error between target and actual position occur so little, despite increase of amplitude and frequency.

Table 8. The RMSE, MSE and MAE values of all experiments

	RMSE	**MAE**	**MSE**
Fig. 1-a	0.0061	3.6828e-05	0.0048
Fig. 1-b	0.0109	1.1791e-04	0.0086
Fig. 1-c	0.0263	6.9394e-04	0.0191
Fig. 2-a	0.0063	3.9095e-05	0.0044
Fig. 2-b	0.0112	1.2433e-04	0.0066
Fig. 2-c	0.0290	8.4228e-04	0.0188
Fig. 3-a	0.0287	8.2554e-04	0.0194
Fig. 3-b	0.0636	0.0040	0.0450
Fig. 3-c	0.1456	0.0212	0.0998
Fig. 4-a	0.0595	0.0035	0.0394
Fig. 4-b	0.0982	0.0097	0.0538
Fig. 4-c	0.2908	0.0845	0.1881

5. conclusion

This study presents trajectory tracking control of an AC servo motor over EtherCat protocol in position mode. Firstly, an experimental setup with industrial AC servo motor and servo drive is designed. The controller parameters of position, velocity and torque control loop inside the servo drive are set with the auto-tuning method on the Sysmac Studio environment. In this study, two computers are used as a designer PC in which control software is developed and a target panel PC with EtherCat master card. After the control software is developed on TwinCat environment using designer PC, it is loaded to the panel PC. As the panel PC has an EtherCat master card, loaded program in panel PC control the servo drive (slave) over EtherCat protocol. Although the panel PC is used to control servo motor, the whole control process can be followed by designer PC, as the panel PC and designer PC is connected to each other over EtherNet. In order to observe the performance of control software, triangular and sinusoidal trajectories with the different amplitudes and frequencies are applied as a reference signal and servo motor control experiments are conducted with 1ms sampling time. Also, the experimental results are analyzed using the RMSE, MSE and MAE performance indices as well as the figures showing target and actual positions of the servo motor. The experimental results show that the

performance of the EtherCat based trajectory tracking control of the servo motor is efficient for all reference trajectories.

REFERENCES

Huang RY, Cheng CW, Lee AC 2018. NURBS path tracking control of a scanning mirror system based on EtherCAT fieldbus. 3rd International Conference on Control and Robotics Engineering (ICCRE), doi:10.1109/ICCRE.2018.8376438.

Li N, Ma H, Fei Q, Zhou H, Li S, Chen S 2018. Motion Control of 6-DOF Manipulator Based on EtherCAT. Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 22(4).

Nyberg J 2013. Development of a Universal EtherCAT-Based Fieldbus Module. Master Thesis, Aalto University, Finland.

Orfanus D, Indergaard R, Prytz G, Wien T 2013. EtherCAT-based platform for distributed control in high-performance industrial applications. IEEE 18th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA), doi: 10.1109/ETFA.2013.6647972.

Proonte 2019, https://proente.com/, [Access Date: 10.05.19]

Sygulla F, et al. 2018. An EtherCAT-Based Real-Time Control System Architecture for Humanoid Robots. 14th IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (IEEE CASE), Munich, Germany, August 20-24.

Šetka V, Tolar D 2018. Motor controller designed for robotics based on microcontroller with integrated EtherCAT. 19th International Carpathian Control Conference (ICCC), doi: 10.1109/CarpathianCC.2018.8399643.

Yu KW, Hu SC 2006. An application of AC servo motor by using particle swarm optimization based sliding mode controller. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics.

EVALUATON OF POTANTIAL HARMFUL EFFECTS OF POLYETHYLENE MICROPLASTICS IN FISH DIGESTIVE SYSTEM; A LABORATORY MODEL STUDY WITH ZEBRAFISH

Burak Gökçe
Ege University, Faculty of Science, Department of Biology, Section of Zoology
burak_gokce@yahoo.com

Prof. Dr. Sema İşisağ Üçüncü
Ege University, Faculty of Science, Department of Biology, Section of Zoology
sema.isisag@ege.edu.tr

Abstract
Plastic materials are probably most multifacted synthetic materials invented by human. They are widely used because of their unique properties such as weight, strenght, durability, corrosion resistance and electrical insulation. In last 50 years, annual world production of plastics increased drastically. In 2012 280 million tons of plastics were produced globally and half of them disposed in landfills or recycled. However they are also discarded to the environment as a plastic litter. In the environment larger plastic items can slowly breakdown into small pieces via physical and chemicals factors. Plastic debris under 5 mm diameter is usually called as microplastic and they can be ingested by aquatic organisms and cause potential harmful effects.

Polyethylene (PE) is one of the plastic polymer with the highest global production and the most identified in marine litter. PE has a very love glass transition temperature and plasticizers are not needed in PE objects. However it has low durablity under environmental conditions and easily breake down into small particles. In our study potential harmfull effects of PE microparticles on zebrafish digestive system were evaluated. Four different concentrations (0.05, 0.1, 0.2 and 0.4 ppm) of PE microparticles were applied to male zebrafish specimens during 96 hours. At the end of exposure duration, animals were dissected and digestive system tissues were fixed with bouin. Tissues were embedded in paraffin blocks, sectioned and stained. They were examined with light microscopy and histopathological changes in tissue sections were reported.

Keywords: 3-6 words.

1. INTRODUCTION

Plastic production of the World is estimated to be about 300 million metric tons (MMT) and also increased by 20 MMT per year all over the World. Plastic matrials have large application area and commonly used our daily life. Large application area of plastics cause plastic pollution in the environment and aquatic ecosystem effect that pollution mainly. Marine debris is mainly comprised of plastics with 75% of shoreline debris recorded worlwide as being plastic (Gregory and Ryan, 1997; Derraik, 2002). Aquatic system and aquatic organisms could be effected both physically and chemically by plastic debris (Duis and Coors 2016). Acording to UNEP, plastic debris is assumed as a main environmental problem and this problem is identified as an emerging topic that might affect human ability to conserve biological diversity in the near future (Sutherland et al., 2010).

Microplastics (MPs) are classified as primary microplastics and secondary microplastics. Plastic producs such as scrubbes in cleaning and cosmetic prodcts as well as manufactured pellets used in feedstock or plastic production are classified as primary sources (Gregory, 1996; Fendall and Sewell, 2009; Cole et al., 2011). Plastic fibers and fragments that are originated from breaking down of larger plastic items are named as secondary sources of plastic debris (Browne et al., 2011; Cole et al., 2011). It is believed that secondary sources of microplastic debris is main origin in aquatic environment (Hidalgo-Ruz et al., 2012) although our knowledge about the relative importance of variuos inputs is incomplete (Law and Thompson, 2014). Contaminant plastics are mainly consisted of Polystyrene (PS) and polyethylene – terephthalate (pet),Low density polyethylene (LDPE),high-density polyethylene (HDPE), polypropylene (PP), polyvinylchloride (PVC) (Duis and Coors, 2016).

Polyethylene is probably the polymer you see most in daily life especially in grocery bags, shampoo bottles, children's toys, and even bullet proof vests.

MPs in aquatic environment have harmful effects on aquatic animals such as; physical effects, bioaccumulation, desorption and toxicity of pollutants, leaching and toxicity of additives and monomers, transport of invasive species. Due to its small size, poor biodegradation and insolubility in water, MPs can firstly be mechanically harmful for skin and gills of the aquatic animals (Watss et al. 2016). MPs also can be ingested by organisms and accumulate for a long time. Over 180 species of animals including, marine mammals, fish and birds were first reported to ingest plastic particles (Laist 1997). A more recent study state that 663 species are affected by ingestion and entanglement by marine debris of which over 80% is attributed to plastics. Out of this fraction, 11% was microplastic, 24% rope and netting, 20% plastic fragments, 17% packaging, 16% other fishing debris (Duis and Coors 2016).

Although some studies have been done especially in some tissues of different teleosts, investigations performed on zebrafish, the most used and suitable laboratory model, are still limited. The goal of this study is planned as to observe the histopathological effects of PE-MPs digestive system of Danio rerio.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Zebrafish Maintenance

In order to avoid of complex interactions originated from female sex hormones, only males were used. Adult, male, healthy zebrafish (Danio rerio, 5-month-old and 0.29 ± 0.022 g in wet weight) were maintained at our laboratory in stable conditions: 15 L glass tanks→water temperature:24 ± 1 ºC at 14 hour light / 10 hour dark cycle. Specimens were acclimated in for 2 weeks before the experiment with feeding three times a day with commercial food. Fish were randomly divided into one control and three experimental groups that contains ten specimens.

2.2 Polyethylene Microplastic (PE-MPs)Exposure

PE-MPs were purchased from Micro Plastic Inc. (Philippines) and make sure that particle dimension below 50 μm. Experimental groups were exposed to three different concentrations (0.05, 0.1, 0.2 and 0.4 ppm) of PE-MPs for 96 hours. In order to gain a homogenous spreading, air aeration was used continuously in aquaria.

2.3 Histological Procedure

At the end of the exposition, fishes were anesthesized with MS 222 (1mg/L, Sigma). Digestive system tissues were dissected, fixed in Bouin solution, embedded in parafine, and sectioned by microtome (Baird-Tatlock) in 5μm thicknes. Slides stained with hematoxylene & eosine, were examined with light microscope and photographed (Zeiss Photomicroscope / Axiocam Digital Camera System).

2.4 Histomorphometrical Procedure

Mucosa layer thickness, villi lenght, villi widht, lamina propria thickness and tunica muscularis thickness values were also measured and calculated by Zeiss AxioVision SE64 Rel. 4.9.1 imaging system. Statistical calculations were performed with IBM SPSS 17.0 and Graphpad Prism 7 Softwares.

3. RESULTS

Histological findings were presented in figure 1. In control group intestine tissue was consist of mucosa layer, muscularis externa, serosa, submucosa , lamina propria and goblet cells (G) (Figure 1, A and B). In 0,05 ppm PE-MP exposure group hyperthropic and hyperplasic goblet cells were observed mainly Figure 1-C). In 0,1ppm PE-MP exposure group hypertrophic goblet cells and epithelial fusion in mucosa layer were observed (Figure 1-C) and in 0,2 ppm PE-MP exposure group hyperthropic and hyperplasic goblet cells, necrosis in mucosal epithelia, infiltration in mucosa and muscularis externa were mainly observed (Figure 1-D). In high concentration (0,4 ppm) PE-MP group hyperthropic and hyperplasic goblet cells, fibrosis in submucosa layer, necrotic regions were observed (Figure 1-E). In histomorphometcal measurements, mucosa layer thickness, villi lenght and lamina propria thicknes

were increased according to ingreasing of concentration. Despite of that villi lenght were increased significantly (Figure 2).

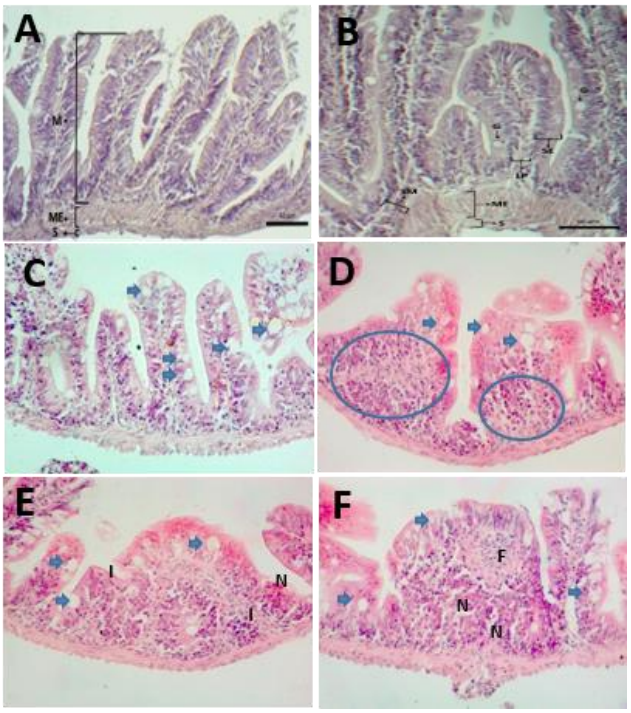


Figure 1: Histopathological evaluation; Control Group; M: mucosa, ME: muscularis externa, S: serosa, SM: submucosa, LP: lamina propria, G: goblet cells (A and B). 0,05 ppm PE-MP group; Hyperthropic and hyperplasic goblet cells (arrows) (C). 0,1 ppm PE-MP group; hypertrophic goblet cells (arrows) epithelial fusion in mucosa layer (encircled) (D). 0,2 PE-MP group; hyperthropic and hyperplasic goblet cells (arrows), necrosis in mucosal epithelia (N), infiltration in mucosa and muscularis externa (I) (E). 0,4 ppm PE-MP group; Hyperthropic and hyperplasic goblet cells (arrows), Fibrosis in submucosa layer (F), necrotic regions (N) (F).

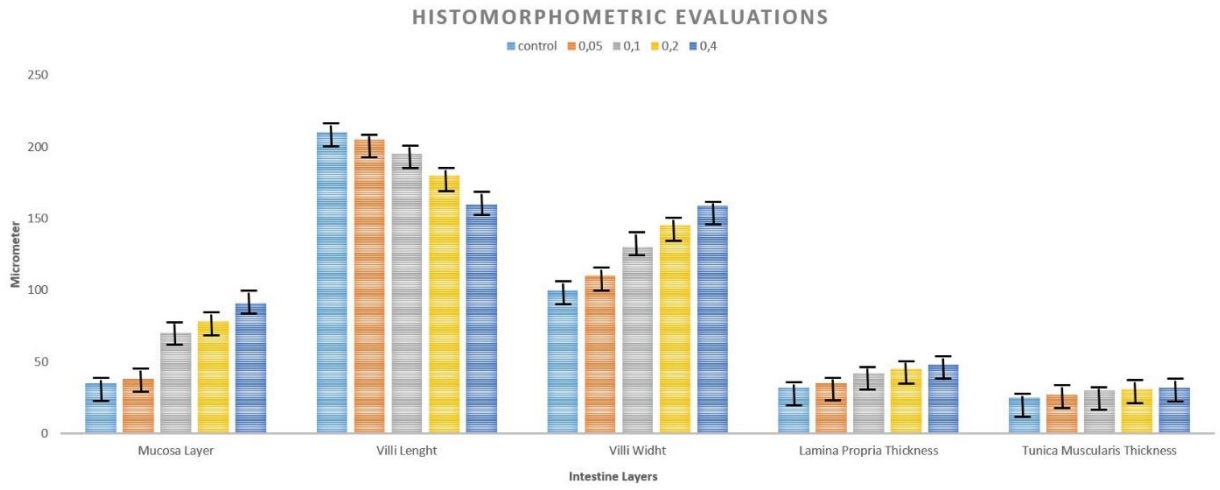


Figure 2: Histomorphometrical evaluations.

4. DISCUSSION

Teleost fishes are main model organisms for ecotoxicological research (Martyniuk et al., 2016; Rostam ve Soltani, 2016; Önen et al. 2016 and 2012). Altought it has a growing concern in last decade, the effects of MPs on fish are investigated only in a few reports. Due to this situation it is very hard to discuss our findings comperatively. Microplastic ingestion appears to be common, in relatively

small quantities, across a range of fish species irrespective of feeding habitat.In European sea bass, *Dicentrarchus labrax*, chronically exposition to microplastics by ingestion is caused some morphological changes altered from slightly to moderately (Peda et al., 2016). Our results are in accordance with these findings: the histopathological alterations were also noted mainly as inflamation and hyperplasia. Moreover, some necrotic areas were observed. Also, increasing damages can be evaluated as in parallel with increased concentration, as expected and noted before (Lu et al. 2016; Karami et al 2017). Our results are in accordance with these findings: the histopathological alterations were also noted mainly as inflamation and hyperplasia. Moreover, some necrotic areas were observed.

5. CONCLUSION

In conclusion, it is clear that PE-MPs significantly harmfull for digestive tissue. However, further investigations need to be performed for understanding the effects of microplastics.

REFERENCES

Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R., 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. Environmental Science and Technology. 45 (21):9175-9179 .

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T.S., 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. Marine Pollution Bulletin. 62 (12):2588-2597.

Duis, K., Coors, A., 2016, Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. Environmental Science Europa. 28(1): 2.

Fendall, L.S., Sewell, M.A., 2009. Contributing to marine pollution by washing your face: microplastics in facial cleansers. Marine Pollution Bulletin. 58 (8):1225-1228.

Gregory, M.R., Ryan, P.G., 1997. Pelagic plastics and other seaborne persistent synthetic debris: a review of Southern Hemisphere perspectives. In: Coe, J.M., Rogers, D.B. (Eds.), Marine Debris Sources, Impacts and Solutions. Springer-Verlag, New York, pp. 49–66.

Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R.C., Thiel, M., 2012. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. Environmental Science and Technology. 46 (6):3060-3075

Gregory, M.R., 1978. Accumulation and distribution of virgin plastic granules on New Zealand beaches. N. Z. J. Marine and Freshwater Research. 12 (4):399-414.

Karami A, Groman DB, Wilson SP, Ismail P, Neela VK. 2017. Biomarker responses in zebrafish (Danio rerio) larvae exposed to pristine low-density polyethylene fragments. Environ Pollut. 223:466-475.

Lu Y., Zhang Y., Deng Y., Jiang W., Zhao Y., Geng J., Ding L., Ren H. 2016 Uptake and Accumulation of Polystyrene Microplastics in Zebrafish (Danio rerio) and Toxic Effects in Liver. Environ Sci Technol. Apr 5;50(7):4054-60.

Law, K.L., Richard C. Thompson, R.C. 2014. Microplastics in the seas, Science, 345:6193, 144-145.

Law M. 2001. Differential diagnosis of ulcerative lesions in fish. Environ Health Perspect. 109 Suppl 5:681-6.

Martyniuk CJ, Doperalski NJ, Feswick A, Prucha MS, Kroll KJ, Barber DS, Denslow ND 2016. Transcriptional networks associated with the immune system are disrupted by organochlorine pesticides in largemouth bass (Micropterus salmoides) ovary. Aquatic Toxicology, 177: 405- 416.

ÖNEN,Ö., GÖKÇE, B., ERGEN,G., İŞİSAĞ ÜÇÜNCÜ, S., 2012. Ham Petrolün Poecilia sphenops (Valenciennes, 1846) (Cyprinidae, Teleostei) Deri Histolojisi Üzerine Etkileri. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg. 18(3):391-396.

ÖNEN Ö, GÖKKUŞ ÇELİK T, GÜNDĞZ GÖKALP Ö, ÜÇÜNCÜ S, 2016. The Effects of Crude Oil on Gall Bladder and Intestinal Histology. Fen Bil Enst Derg, 9 (1): 82 - 89.

Peda, C., Caccamo, L., Fossi M.C., Gai, F., Andaloro, F., Lucrezia Genovese, L., Perdichizzi, A., Romeo, T., Maricchiolo, G. 2016. Intestinal alterations in European sea bass Dicentrarchus labrax (Linnaeus, 1758) exposed to microplastics: Preliminary results. Environmental Pollution 212, 251-256p.

Rostam HAK, Soltani M 2016. The effect of chronic crude oil exposure on some hematological and biochemical parameters of juvenile Beluga (Huso huso Linnaeus, 1758). International Journal of Aquatic Science, 7(2): 73-86. ISSN: 2008-8019.

Sutherland, W., Clout, M., Cote, I., Daszak, P., Depledge, M., Fellman, L., Fleishman, E., Garthwaite, R., Gibbons, D., De Lurio, J., Impey, A., Lickorish, F., Lindenmayer, D., Madgwick, J., Margerison, C., Maynard, T., Peck, L., Pretty, J., Prior, S., Redford, K., Scharlemann, J., Spalding, M., Watkinson, A., 2010. A horizon scan of global conservation issues for 2010. Trends in Ecology and Evolution. 25, 1e7.

UNEP, 2007. Global Environment Outlook 4 (GEO-4): Environment for Development. United Nations Environmental Programme, p. 540.

ÖRNEK BİR HİBRİT ENERJİ SİSTEMİNİN ŞEBEKELİ VE ŞEBEKESİZ AÇISINDAN MODELLENEREK TEKNİK VE EKONOMİK OLARAK İNCELENMESİ

Zafer ÖZTÜRK
Düzce Üniversitesi, FBE, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
zafer14034@ogr.duzce.edu.tr

Doç. Dr. Salih TOSUN
Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
salihtosun@duzce.edu.tr

Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK
Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
aliozturk@duzce.edu.tr

Özet
Bu çalışmada, Bursa ili Gemlik ilçesindeki bir yarımadada bulunan sanayi alanın elektriksel yük ihtiyacını karşılaması için şebekeli ve şebekesiz hibrit yenilebilir enerji sisteminin teknik ve ekonomik açıdan uygulanabilirliği araştırılmıştır. Bu araştırmada sistemde bataryanın olup olmaması durumları da ele alınmış ve bu durumlar karşılaştırılmıştır. Çalışmada HOMER yazılımı ile tasarım işlemleri yapılmış, teknik ve ekonomik analizler gerçekleştirilmiş ve sonunda uygulanabilirliği ele alınmıştır. Çıkan değerler ile elektrik yükünün ne kadarının hangi elemanlardan sağlandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bazı hassasiyet analizleri ile enerji optimizasyon çalışmaları yapılmış, farklı olasılıklar ile hangi sistemin daha uygulanabilir olacağı ortaya konmuştur. Bu çalışma, tasarlanması planlanan hibrit sistemler için örnek teşkil edecektir.

Anahtar Kelimeler: HOMER, Hibrit Enerji Sistemleri, Enerji Maliyeti, Optimizasyon, Yenilebilir Enerji

TECHNICAL AND ECONOMIC INVESTIGATION OF A SAMPLE HYBRID ENERGY SYSTEM MODELING WITH AND WITHOUT NETWORK

Abstract
In this study, technical and economic feasibility of hybrid and non-grid hybrid renewable energy system has been investigated in order to meet the electrical load requirements of the industrial area in a peninsula in Gemlik district of Bursa. In this research, whether or not there is a battery in the system is also handled and compared. In this study, design processes were made with HOMER software, technical and economic analyzes were carried out and finally its applicability was discussed. With the values obtained, it was observed from which elements how much of the electrical load is provided. In addition, some sensitivity analyzes and energy optimization studies have been carried out and it has been shown which system would be more applicable with different possibilities. This study will serve as an example for hybrid systems planned to be designed.

Keywords: HOMER, Hybrid Energy Systems, Energy Cost, Optimization, Renewable Energy.

1. GİRİŞ

Dünya'da her geçen gün özellikle şehirleşmenin genişlediği ülkemizde nüfus oranı artmaktadır. Bu artış neticesinde elektrik tüketim ihtiyacı da hızla artmaktadır. Teknolojinin ve sanayileşmenin gelişmesi ile enerjiye gereksinim oldukça fazlalaşmaktadır. Enerji önemli bir bileşen olmaktadır ve yaşam kalitesinin artmasında büyük bir rol oynamaktadır.

Enerji ihtiyacının artması sonucu; elektrik üretimde kullanılan tüketim kaynaklarına da daha fazla gereksinim duyulmaktadır. Bu sistem içeresinde geniş yer kaplayan fosil kaynaklar Dünya'da tüketime

bağlı olarak azalmaktadır. Ayrıca fosil kaynaklarına ciddi oranda yüklenilmesi de çevreye CO_2 gazların salınması ve çevrenin kirletilmesi, sera etkisinin artması gibi etkenlerin de oluşmasına neden olacaktır. Bu nedenle yenilebilir enerji kaynaklarının sistem içeresinde daha fazla kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Böylece küresel ısınma azalacak, iklim değişiklikleri düşecek, daha az fosil kaynak kullanılacak ve ekonomik olarak tüketici ve üreticinin eli rahatlayacaktır. Bu nedenle fosil kaynakların azaltılması ve yenilebilir enerji kaynaklarının paylarının artırılması önem kazanmaktadır.

Dünyanın sahip olduğu petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtların özellikle 20. yüzyılda yoğun bir şekilde kullanılması ile ozon tabakası delinmesi, asit yağmurları, küresel ısınma gibi etkileri, dünyayı belki de geriye dönüşü zor bir çevre kirliliği ile karşı karşıya bırakmıştır (Bayram, 2000). Ayrıca fosil yakıtların sonlu bir rezerve sahip olması nedeni ile önümüzdeki yıllarda bu yakıtların tamamen tükeneceği de bilinmektedir. Dünya genelinde kişi başına düşen yıllık ortalama elektrik tüketimi 2376 kWh/kişi.yıl iken, Türkiye ortalaması, kaçak ve kayıplar dışında net 1281 kWh/kişi.yıl düzeyindedir (Froggatt, 2000). Türkiye güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle, hidro enerji gibi yenilenebilir kaynaklar açısından zengin olmasına karşın, yenilenebilir enerjiler için resmi hedefler yoktur; fosil yakıt bağımlılığını daha da arttıracak enerji tesislerinin ithalini sağlayan ihale planları vardır. Türkiye'de elektrik enerjisinin %70'i çevre kirliliği yaratan ve küresel ısınmaya yol açan fosil yakıtlardan (%31-doğal gaz; %29-linyit, %10 petrol türevleri, taş kömürü, vb.) elde edilmektedir (Halil ve ark., 2005). Dünya'da enerji kaynaklarının sınırlı miktarda olduğu düşünülürse enerji ekonomik kullanılmalı ve bunun paralelinde yenilebilir enerji kaynakları sisteme etkili şekilde dahil edilmelidir (HABIB ve ark., 1999).

Yenilebilir enerji kaynaklarının fosil enerji kaynakları ile beraber kullanılıyor olması neticesinde hibrit enerji sistemleri geliştirilmiştir ve bu sistemler önemli avantajlar sağlamaktadır (Yıldız ve Bingöl, 2017). Hibrit enerji sistemi ile bu iki farklı enerji kaynakları verimli şekillerde bir arada kullanılabilmekte ve daha temiz ve uygun özellikte enerji elde edilebilmektedir. Burada hibrit sistemin performansı, çevresel koşullara bağlı olmakta birlikte; bir bölgeye ait maliyet, analiz ve bileşenlerin boyutuna bağlı olmaktadır. Bu nedenle çevresel etkenlerin iyi bir şekilde araştırılması gerekmektedir (Farret ve Felix, 2006). Burada güneş ve rüzgâr enerjisi bu sistem içeresinde öncülük etmektedir ve bunların kullanımdaki payı gün geçtikçe artmaktadır; ancak iklim şartları dikkate alındığında değişkenliklerin fazla olması ile kullanım oranları orandaki değeri değiştirebilmektedir (Matthew ve Ernest, 2009).

Hibrit sistemlerinin kullanım alanlarının artmasıyla birlikte bu sistemlerin nasıl tasarlanıp kullanılacağı de önem taşımaktadır. Günümüzde **HOMER** (Hybrid Optimization Model for Electric Renewable), TRNSYS (A TRaNsient SYstems Simulation), H2RES (Energy Planning of Islands And Isolated Regions), NEPLAN, EnergyPLAN vb. birçok programda hibrit sistemlerinin modellemeleri yapılmaktadır (Gioutsos, 2016). Bu yazılımlar içerisinde kullanım kolaylığı, alınan sonuçların gerçekliğe yakınlığı, daha çok kaynağın etkili olarak hesaplanması gibi sebeplerden **HOMER** yazılımı ön plana çıkmaktadır.

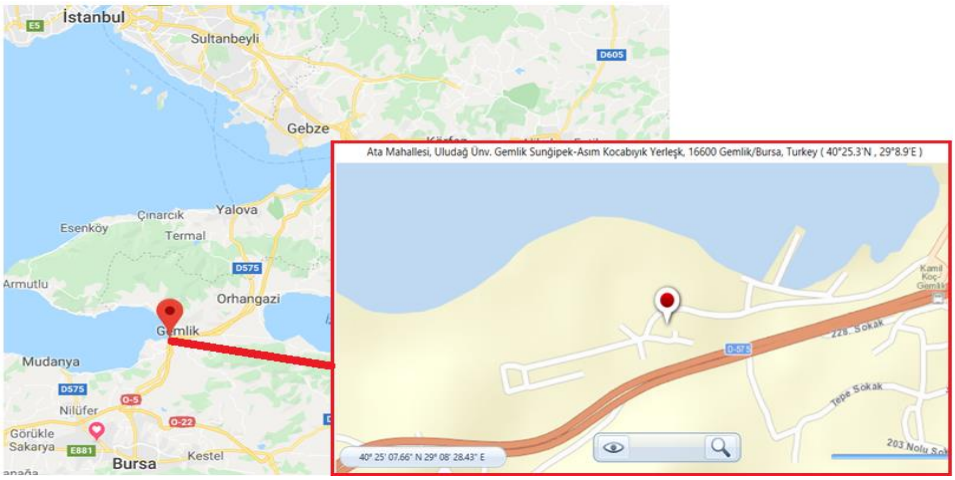
HOMER, enerji sisteminin davranışını, kurulum maliyetini, yaşam süresince oluşabilecek gelir ve giderleri, çeşitli durumlar ışığında hangi kaynakların nasıl kullanılması gerektiğini teknik ve ekonomik değerler çerçevesinde modelleyerek kullanıcıya tasarım seçenekleri sunar. Ayrıca enerji sistemindeki girişlerde değişiklerin ve belirsizliklerin ölçülmesinde olanak sağlar. Bu belirsizlikler içerisinde YEK'larındaki kendine has nedenler (mevsimsel enerji değişkenlikleri, gün içi saatlerde farklı enerji üretimleri vb.) önemli ölçüde sebep oluşturmaktadır (HOMER, 2019). HOMER; simülasyon, optimizasyon ve hassaslık analizi şeklinde üç görev altında bu işleri yürüterek bütün bu zorlukların üstesinden rahatlıkla gelmektedir (Özcan, 2009).

Bu çalışmada, Bursa ili Gemlik İlçesi'nde bulunan sanayi bölgesinin elektriksel yük ihtiyacını karşılaması için şebekesiz ve şebekeli sistemlerin durumunda tasarlanan hibrit yenilebilir enerji sisteminin teknik ve ekonomik açıdan uygulanabilirliği araştırılmış, bataryanın etkileri ele alınmış ve

iki sistem karşılaştırılmıştır. Hibrit sistem üzerinde gerekli hassasiyet analizleri gerçekleştirilmiştir ve iki senaryo altında oluşan etkiler incelenmiştir. Bunun sonunda en uygun sistem tespit edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Bölge Haritası



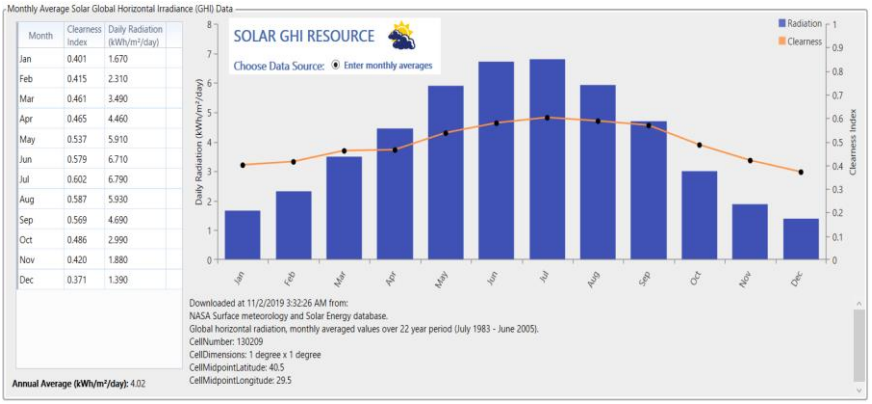
Şekil 1. Bursa ili Gemlik ilçesindeki sanayi bölgesinin haritadaki yeri ve konumu

Şekil 1'de tasarımı yapılacak Bursa ili Gemlik ilçesinde yer alan Sanayi Bölgesi'nin konumu ve haritadaki yeri görülmektedir. Haritada 40^0 25' 07.66" N, 29^0 08' 28.43" E konumda bulunmaktadır. Programda tasarım esnasında bu konum direkt olarak girilebileceği gibi aranarak da adres bulunabilir.

2.2. Bölge Enerji Kaynakları



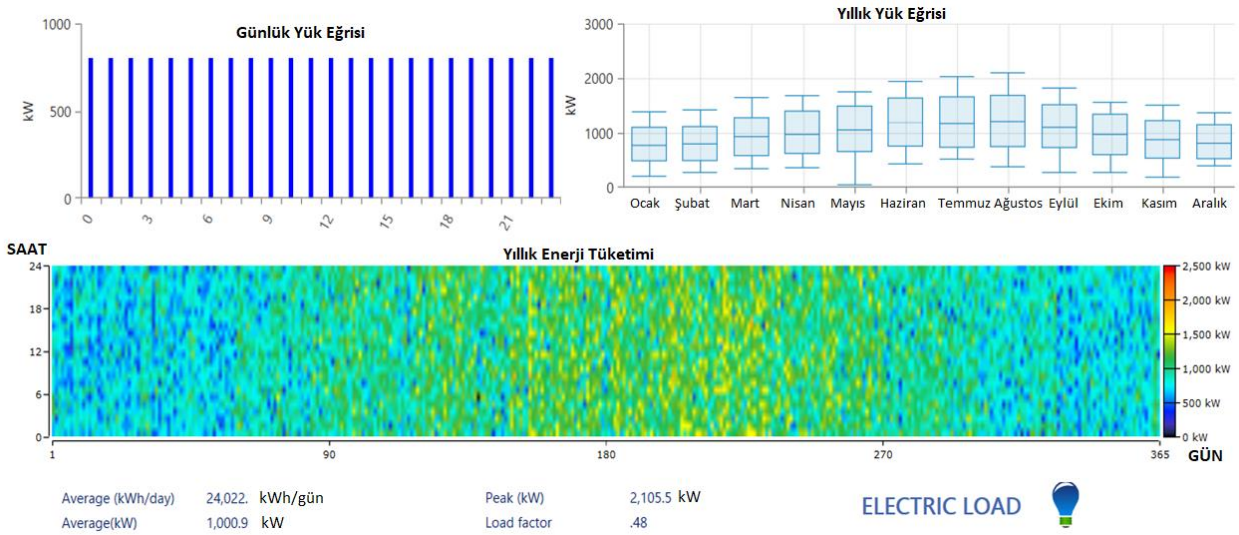
Şekil 2. Bölgenin rüzgâr hızı profili (NASA verileri)



Şekil 3. Bölgenin güneş radyasyon profili (NASA verileri)

Şekil 2'de bölgenin rüzgâr hızı profili NASA verilerinden yararlanarak oluşturulmuştur. Ekonomik bir rüzgâr enerji santralinin kurulması için ortamdaki rüzgâr hızının 7 m/s ve üzeri olması gerekmektedir. Eğer hız 4 ila 7 m/sn arası olursa düşük güçlü santral kurulması için şartları sağlayabilmektedir. Ayrıca bölgenin kapasite faktörü %35 ve üzeri olmalıdır. Şekilde ortalama hız 5,24 m/s olduğundan orta güçte bir santralin kurulması için yeterlidir. Bursa rüzgâr enerji haritasını incelediğimizde; ilgili bölgenin hızı (50 m için) 5 – 7,5 m/s ve kapasite faktörü %35 – 40 aralığında olduğundan istenilen şartları sağlamaktadır (Bursa Rüzgâr Enerji, 2019).

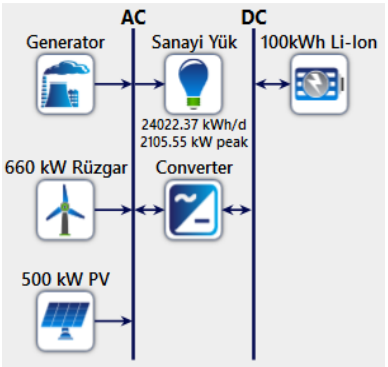
Şekil 3'de bölgenin güneş radyasyon profili NASA verilerinden yararlanarak oluşturulmuştur. Ekonomik bir güneş enerji santralinin kurulması için 1500 kWh/m^2/yıl (4 kWh/m^2/gün) eşik değerinin üzerinde ve yılda en az 2000 saat güneşlenme süresine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca 4 saatlik güneşlenme gün sayısı da 150 gün ve üzeri olmalıdır. Şekilde 4,02 kWh/m^2/gün değerinde olmaktadır. Bu değer belirttiğimiz eşik değerini sağlamaktadır. Ayrıca Bursa güneş enerji haritasını incelediğimizde; ilgili bölgenin yıllık güneş radyasyon değeri 1400-1450 kWh/m^2 idir ve 4 saatlik süreler 11 ay süresince aştığından 150 günü rahatlıkla aşmaktadır (Bursa Güneş Enerji, 2019).



Şekil 4. Bölgenin yıllık elektrik enerjisi tüketimi ve yük profili

Şekil 4'de bölgenin yük profili görülmektedir. Bulunan bölge sanayi olduğundan her saat diliminde ciddi oranda bir enerjiye gereksinim duymaktadır. Günlük ortalama yük değeri 24.037 kWh, yük eğrisinde maksimum yük tüketimi 2,105.5 kW olarak belirlenmiştir. En fazla enerjiyi Ağustos ayında, en az enerjiyi ise Ocak ayında tüketmektedir.

2.3. Bölgenin Şebekesiz Hibrit Sistem Modellenmesi



Şekil 5. Bölgenin şebekesiz olarak hibrit sisteminin modellenmesi

Şekil 5'de hibrit sisteminin şebekesiz olarak tasarlanması görülmektedir. Bu sistemde; 50 m yüksekliğinde 660 kW'lık rüzgâr türbini, 500 kW'lık flat tipi PV paneli, 700 kW'lık konvertör, 2400 kW'lık dizel generatör ve 100 kWh'lık Lityum-Ion batarya tercih edilmiştir. Tercih edilirken yükün değerinin %5-20 aralığına ve peak değerine dikkat edilmiştir. Batarya büyük güçte seçilebileceği gibi küçük güçte de seçilebilir; ancak güç yükseldiği anda maliyetler ciddi oranda artacaktır.

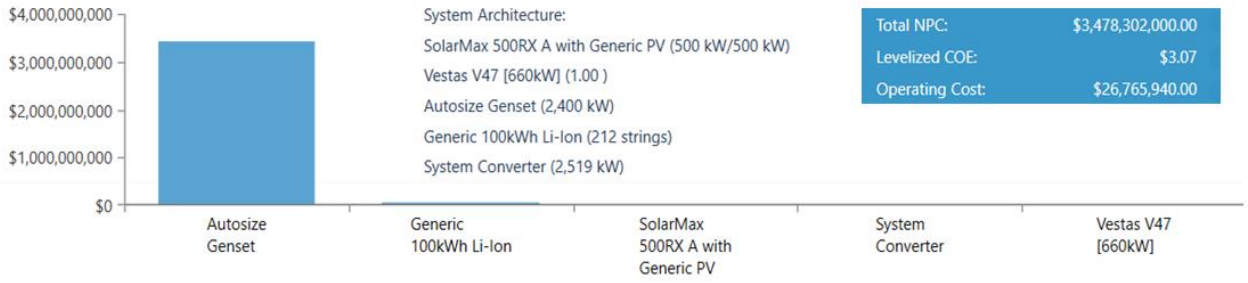
Sistem modellemesi yapıldıktan sonra her bir sistemin maliyetlerinin uygun şekillerde tespitinin yapılması gerekmektedir. Tablo 1'de sistem için düşünülen elemanların maliyetleri verilmiştir.

Tablo 1. Sistemlerin birim maliyetleri

Malzemeler	Sermaye Masrafı ($)	Yenileme Masrafı ($)	İşletme – Bakım Maliyeti ($/yıl)
Dizel Jeneratör (1 kVA)	200 $	160 $	3 $/saat
Rüzgâr Türbini (1 kW)	1000 $	1000 $	20 $
Güneş Modülleri (1 kW)	7000 $	7000 $	10 $
Batarya (Li-Ion) (100 kWh)	70.000 $	70.000 $	1.000 $
Çevirici (1 kW)	1000 $	1000 $	10 $

Architecture									Cost				System	
					500 kW PV (kW)	500 kW PV-Inv. (kW)	660 kW Rüzgar	Generator (kW)	100kWh Li-Ion	Converter (kW)	Dispatch	NPC ($)	COE ($)	Operating cost ($/yr)	Initial capital ($)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)
					500	500	1	2,400	212	2,519	CC	$3.48B	$3.07	$26.8M	$17.6M	8.93	2,001,424
							1	2,400	251	2,369	CC	$3.82B	$3.37	$29.4M	$18.8M	0	2,203,646
					500	500		2,400	219	2,402	CC	$3.93B	$3.47	$30.2M	$18.0M	0	2,257,781
								2,400	257	2,040	CC	$4.25B	$3.75	$32.7M	$19.1M	0	2,455,069
					500	500	1	2,400			CC	$8.51B	$7.50	$65.8M	$1.99M	13.5	2,097,678
							1	2,400			CC	$8.52B	$7.52	$65.9M	$490,000	7.78	2,216,411
					500	500		2,400			CC	$8.53B	$7.52	$66.0M	$1.98M	6.76	2,237,638
								2,400			CC	$8.55B	$7.54	$66.1M	$480,000	0	2,387,730

Şekil 6. Bölgenin şebekesiz olarak tasarlanan hibrit sisteminin modellenmesinin optimizasyon sonuçları

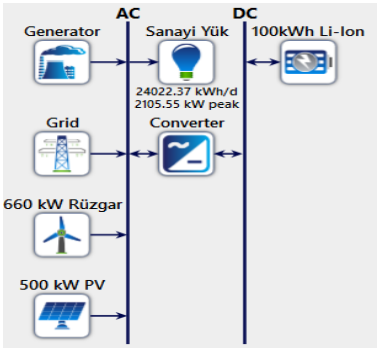


Component	Capital ($)	Replacement ($)	O&M ($)	Fuel ($)	Salvage ($)	Total ($)
Autosize Genset	$480,000.00	$9,898,266.14	$3,098,128,416.45	$310,530,259.79	($2,424,857.05)	$3,416,612,085.33
Generic 100kWh Li-Ion	$14,840,000.00	$66,413,071.10	$27,410,658.06	$0.00	($50,089,635.25)	$58,574,093.92
SolarMax 500RX A with Generic PV	$1,499,850.00	$0.00	$646,413.14	$0.00	$0.00	$2,146,263.14
System Converter	$755,589.70	$3,669,850.63	$0.00	$0.00	($3,508,342.94)	$917,097.39
Vestas V47 [660kW]	$10,000.00	$82,252.63	$64,647.78	$0.00	($104,471.67)	$52,428.74
System	$17,585,439.70	$80,063,440.51	$3,126,250,135.43	$310,530,259.79	($56,127,306.91)	$3,478,301,968.52

Şekil 7. Bölgenin şebekesiz olarak tasarlanan hibrit sisteminin toplam maliyet analizleri

Şekil 6'da şebekesiz sistemin optimizasyon sonucu verilmiştir. Bu analiz işleminde COE (Faydalı Birim Enerji Maliyeti) durumuna göre sistemler tasarlanarak listelenmiştir. Buna göre tüm kaynakların kullanılması durumu sistem için en uygun sonuçtur. Bu sistemde; 1 adet 500 kW PV paneli, 1 adet 660 kW'lık rüzgâr türbini, 2400 kW'lık dizel generatör, 2 adet 100 kWh'lık Lityum-Ion batarya ve 2519 kW'lık konvertör belirlenmiştir. Buna göre COE değeri $3.07, işletme maliyeti (Operating Cost) $26.8M (yıllık), ilk sermaye maliyeti $17.6M, 25 yıllık proje olarak düşünüldüğünde bu süre sonundaki maliyeti (NPC) $3.48B şeklinde olup yenilebilir enerji kaynaklarının kullanım oranı %8,93 idir. Bu oran oldukça düşüktür ve istenmeyen durumdur. Ayrıca yıllık yakıt kullanımı 2.001,424 litre olarak hesaplanmıştır.

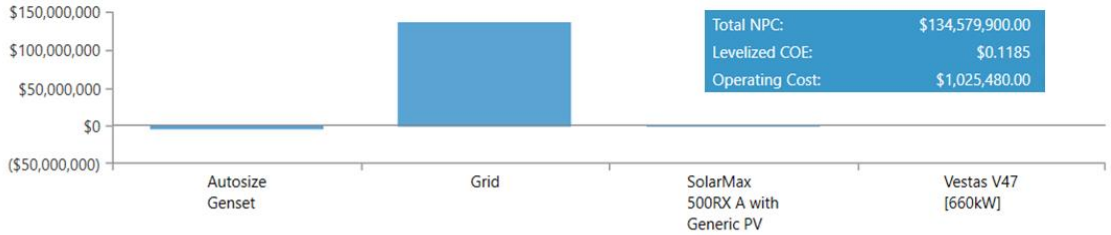
2.4. Bölgenin Şebekeli Hibrit Sistem Modellenmesi



Şekil 8. Bölgenin şebekeli olarak hibrit sisteminin modellenmesi

Architecture													Cost				System	
					500 kW PV (kW)	500 kW PV-Inv. (kW)	660 kW Rüzgar	Generator (kW)	100kWh Li-Ion	Grid (kW)	Converter (kW)	Dispatch	NPC ($)	COE ($)	Operating cost ($/yr)	Initial capital ($)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)
					500	500	1	2,400		999,999		CC	$135M	$0.118	$1.03M	$1.99M	19.4	0
					500	500	1	2,400	2	999,999	16.5	CC	$135M	$0.119	$1.03M	$2.13M	19.4	0
					500	500	1			999,999		CC	$139M	$0.123	$1.07M	$1.51M	19.4	0
					500	500	1		2	999,999	16.5	CC	$140M	$0.123	$1.07M	$1.65M	19.4	0
							1	2,400		999,999		CC	$147M	$0.129	$1.13M	$490,000	10.9	0
							1	2,400	2	999,999	16.5	CC	$147M	$0.130	$1.13M	$634,936	10.9	0
							1			999,999		CC	$152M	$0.134	$1.17M	$10,000	10.9	0
							1		2	999,999	16.5	CC	$152M	$0.134	$1.17M	$154,936	10.9	0
					500	500		2,400		999,999		CC	$153M	$0.135	$1.17M	$1.98M	8.49	0
					500	500		2,400	2	999,999	16.5	CC	$153M	$0.135	$1.17M	$2.12M	8.49	0
					500	500				999,999		CC	$158M	$0.139	$1.21M	$1.50M	8.49	0
					500	500			2	999,999	16.5	CC	$158M	$0.140	$1.21M	$1.64M	8.49	0
								2,400		999,999		CC	$165M	$0.146	$1.27M	$480,000	0	0
								2,400	2	999,999	16.5	CC	$166M	$0.146	$1.28M	$624,936	0	0
										999,999		CC	$170M	$0.150	$1.32M	$0.00	0	0
									2	999,999	16.5	CC	$170M	$0.150	$1.32M	$144,936	0	0

Şekil 9. Bölgenin şebekeli olarak tasarlanan hibrit sisteminin modellenmesinin optimizasyon sonuçları

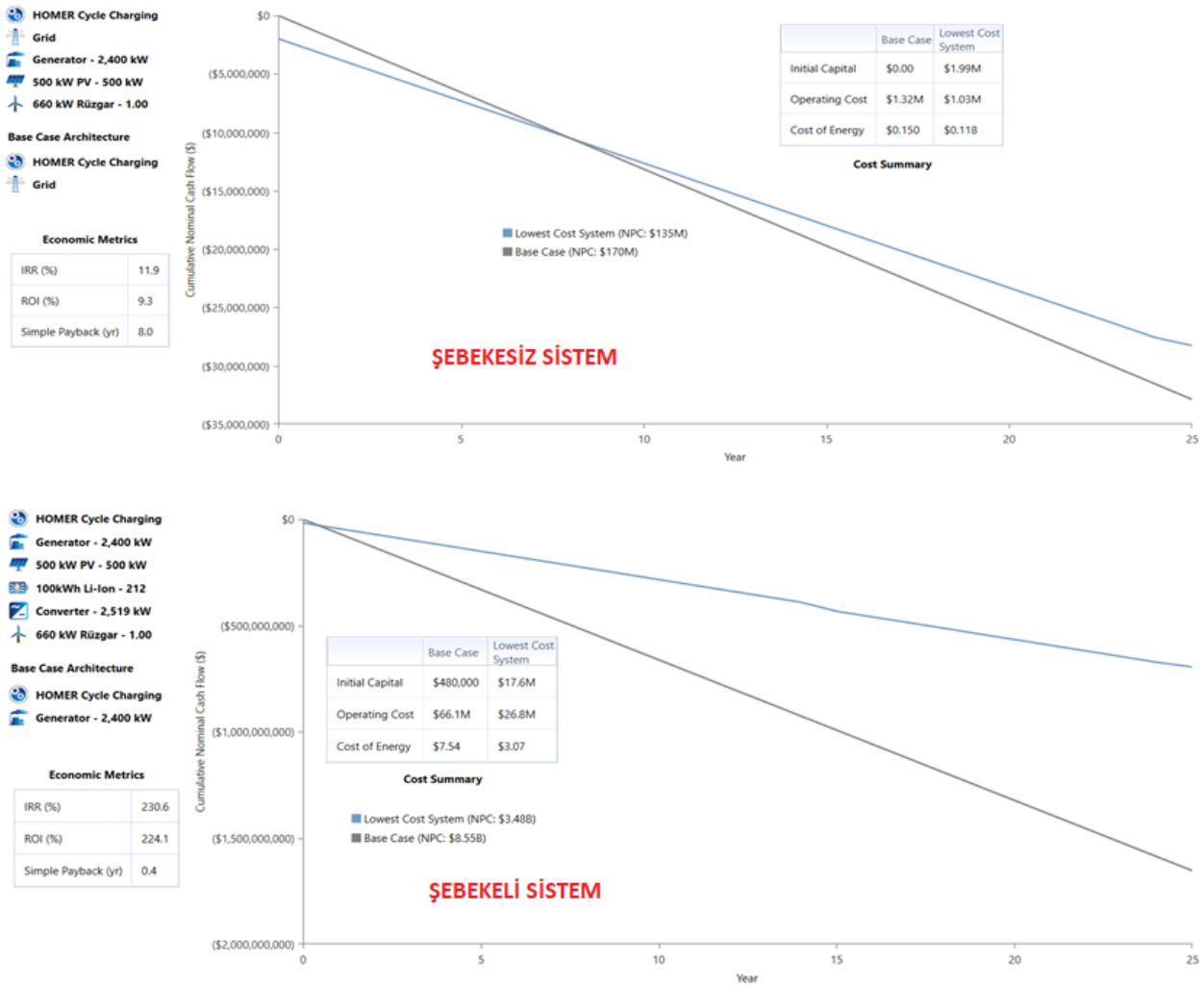


Component	Capital ($)	Replacement ($)	O&M ($)	Fuel ($)	Salvage ($)	Total ($)
Autosize Genset	$480,000.00	$0.00	$0.00	$0.00	($5,215,225.65)	($4,735,225.65)
Grid	$0.00	$0.00	$137,116,433.61	$0.00	$0.00	$137,116,433.61
SolarMax 500RX A with Generic PV	$1,499,850.00	$0.00	$646,413.14	$0.00	$0.00	$2,146,263.14
Vestas V47 [660kW]	$10,000.00	$82,252.63	$64,647.78	$0.00	($104,471.67)	$52,428.74
System	$1,989,850.00	$82,252.63	$137,827,494.52	$0.00	($5,319,697.32)	$134,579,899.84

Şekil 10. Bölgenin şebekeli olarak tasarlanan hibrit sisteminin toplam maliyet analizleri

Şekil 8'deki tasarımda Şekil 5'deki sisteme ilave olarak şebeke entegre edilmiş ve hesaplamalar yeniden yapılmıştır. Buna göre Şekil 9'da şebekeli sistemin optimizasyon sonucu ve Şekil 10'da bu sistemin toplam maliyet analizi verilmiştir. Bu analiz işleminde COE (Faydalı Birim Enerji Maliyeti) durumuna göre sistemler tasarlanmış ve listelenmiştir. Buna göre tüm kaynakların kullanılması durumu 2. sırada verilmiştir; ancak karşılaştırma yapılacağından bataryanın durumu dikkate alınmıştır. Bu sistemde; 1 adet 500 kW PV paneli, 1 adet 660 kW'lık rüzgâr türbini, 2400 kW'lık dizel generatör, 2 adet 100 kWh'lık Lityum-Ion batarya ve 16,5 kW'lık konvertör belirlenmiştir. Buna göre COE değeri $0.119, işletme maliyeti (Operating Cost) $1.03M (yıllık), ilk sermaye maliyeti $2.13M, 25 yıllık proje olarak düşünüldüğünde bu süre sonundaki maliyeti (NPC) $135M şeklinde olup yenilebilir enerji kaynaklarının kullanım oranı %19,4 idir. Bu oran düşük görülebilir; ancak şebekesiz sisteme nazaran yüksektir. Ayrıca yıllık yakıt kullanımı yoktur.

2.5. Şebekeli ve Şebekesiz Hibrit Sistemlerinin Karşılaştırılması



Şekil 11. Şebekesiz ve şebekeli sistemlerinin ömür süresindeki maliyet akış grafikleri

Şekil 11'de iki sistemin 25 yıl süresince oluşan maliyetlerin toplamının grafiği görülmektedir. Grafikteki iki çizginin ilki aranılan sistem modeli iken diğeri en son tespit edilen sistem modelidir. Görüldüğü üzere şebekeli sistemde bu iki eğri aralığı 25 yıl sonunda oldukça açılmışken diğerinde daha kısadır. Bu mesafenin geniş olması hesaplama aralıklarının oldukça genişliği durumu ortaya çıkarır. İki grafiğe göre şebekeli sistem oldukça ön plana çıkmaktadır ve daha ekonomik olarak belirtilmiştir.



Şekil 12. Şebekesiz ve şebekeli sistemlerinin en uygun optimizasyon sonucunun karşılaştırılması

Şekil 12'de bu sistemin optimizasyon sonucunun karşılaştırılması verilmiştir. COE değeri; şebekesiz $3.07 iken şebekeli $0.119 şeklindedir. Buna göre 25 kat oranında bir fark vardır ve şebekeli sistem ön plana çıkmaktadır. 25 yıl sonundaki net şimdiki maliyet (NPC) değeri; şebekesiz $3.48B iken şebekeli $135M idir. Şebekeli sistem, şebekesiz sisteme oranla 25 kat daha ekonomik bir gelir sağlayacaktır. Yenilebilir enerji kullanım oranı şebekesiz sistemde %8,93 iken şebekeli sistemde %19,4 şeklindedir. Şebekeli sistem daha yenilebilir enerji kaynaklarını sisteme dahil etmektedir. Şebekeli sistemde dizel yakıt maliyetinin olmaması da burada önemli etkendir.

3. SONUÇ

Bu çalışmada Bursa ili Gemlik ilçesinde yer alan sanayi bölgesinin elektrik yük ihtiyacına uygun olarak hibrit yenilebilir enerji sistemi tasarımı yapılmış ve bu tasarım işleminde HOMER yazılımı kullanılmıştır. Bu tasarımda şebekesiz ve şebekeli olup olmaması senaryolarına göre analizler gerçekleştirilmiş ve bu iki senaryolar birbirleri ile kıyaslanmıştır. İki sistem kıyaslandığında şebekeli sistemin önemli ölçüde etki ettiği görülmüştür. Günümüz şartlarında şebeke hatlarının evlere dağıldığı düşünülürse tercih edilme nedeni olmuştur. Şebekelerde elektrik kesilmesi neticesinde tüketiciler mevcut şartları (yani şebekesiz sistemi) kullanacaktır. Dolasıyla elektriğin gelmediği süre içeresinde mevcut kullanım oranından yaklaşık 25 kat daha fazla elektrik kullanımı oluşacaktır. Bu oran ciddi olduğundan şebekeli sisteminin önemi ortaya çıkmıştır. Ancak şebekesiz sistemin modellemesi de bölgede elektrik kesilmelerinde olabilecek etkileri öngörmede kullanılabilecektir. Ayrıca şebekeli sistemde yenilebilir enerji kaynaklarının kullanım oranının yüksek olması ve dizel generatörde yakıt kullanımına yeterince gereksinim duyulmaması (şebekeden elektrik temin edilmesi ve elektrik kesildiğinde elektrik üretilmesi) gibi nedenler de şebekenin ön plana çıkmasını sağlamıştır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, bir ilin ilçesinde yer alan sanayi bölgesini besleyecek bir hibrit sistem modellemesi HOMER yazılımında tasarlanmıştır. Bu tasarım işlemi şebekesiz ve şebekeli sistem şeklinde iki senaryo altında yapılmıştır. Tasarlama sürecinde bölgenin güneş, rüzgâr etkileri ve dinamik parametreleri hesaba katılmıştır. Gerekli maliyetler tespit yapılmış ve maliyet analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda şebekeli sistemin şebekesiz sisteme göre ekonomik maliyet noktasında olumlu manada fark atmıştır. Ayrıca dizel yakıt kullanmayarak çevreye olumlu katkı sunmuştur.

Bu çalışmadan yola çıktığımızda, şebekenin ulaşım ağının yaygın olmasını ele alırsak bölgeye şebekeli sistemli hibrit sistem yerleştirilmesi ile sanayi fabrikası kullandığı enerji maliyetini yenilebilir enerji kaynaklarından azaltabilecek ve çevreye vereceği zararı minimize edecektir. Ayrıca bir elektrik kesilmesi durumunda şebekesiz sistem modellemesinin kullanıcıya yaratacağı etkiler de düşünülebilecektir. Böylece kullanıcı her iki durumda neler kazanıp neler kaybedebileceğini bu iki durumla görebilecektir. Bunun sonucunda hibrit sistemlerinde şebekenin gerekliliği bu çalışma ile ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

Bursa Güneş Enerji Haritası, Kasım 2019 tarihinde http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/16.aspx adresinden alındı.

Bursa Rüzgâr Enerji Haritası, Kasım 2019 tarihinde https://www.enerjiatlasi.com/ruzgar-enerjisi-haritasi/bursa adresinden alındı.

BAYRAM, A. (2000), Nükleer Enerji ve Türkiye, *2000 GAP Çevre Kongresi Bildiriler Kitabı*, Şanlıurfa, s. 617-624.

Enerji Maliyeti, Nisan 2019 tarihinde https://www.enerjiportali.com/ocak-ayi-indirimli-elektrik-fiyatlari-belli-oldu/ adresinden alındı.

FARRET, FELIX A. (2006), Integration Of Alternative Sources Of Energy, *Wiley-Interscience*.

FROGGATT, A. (2000), The liberalisation of Europe's electricity markets – Is the Environment Paying the Price for Cheap Power?, *Greenpeace*, s. 13.

GIOUTSOS, D. M. (2016). Determination of Cost-Optimal Electricity System Configurations for the Transition to Sustainable Energy Systems on Islands, *Master Of Science Thesis*, For the degree of Master of Science in Sustainable Energy Technology (SET) at Delft University of Technology.

HABIB, M. A., SAID, EL-HADIDY S. A. M., AL-ZAHARNA (1999), Optimization Procedure Of A Hybrid Photovoltaic Wind Energy System, *Energy*, Vol. 24, 919-929.

HALİL, K., ÖZER, Z., ÖZSOY, H. D., AVCI, D. E. (2005), Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması, *III. Yenilebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, Mersin.

HOMER programı, Mart 2019 tarihinde https://www.homerenergy.com/ adresinden alındı.

MATTHEW, A., ERNEST, F. B. (2009), Feasibility Of Solar Technology Adoption: A Case Study On Tennessee's Poultry Industry, *Renewable Energy*, Vol. 34, 748-754.

ÖZCAN, H. (2009). Bir Hibrid Enerji Sisteminin Modellenmesi ve Analizi, *Yüksek Lisans Tezi,* İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Türkiye Enerji Üretimi, Kasım 2019 tarihinde http://www.enerji.gov.tr/enerjiuretimi.html adresinden alındı.

YILDIZ, M., BİNGÖL, F. (2017), Küçük ve Mikro Ölçekli Enerji Yatırımı İçin Hibrit Enerji Modeli, *IV. İzmir Rüzgâr Sempozyumu*, İzmir.

A POTENTIAL PHOTOSENSITIZER CANDIDATES FOR PDT: TETRAKIS (1,6-HEXANEDITHIOL) SUBSTITUTED DIHYDROXY SILICON(IV) AND OXO-TITANIUM(IV) PHTHALOCYANINES

Dr. Ömer Güngör
University of Kocaeli, Advanced Vacational School of Hereke Omer Ismet Uzunyol, Department of Chemistry Technology, Kocaeli, Turkey
omer.gungor@kocaeli.edu.tr

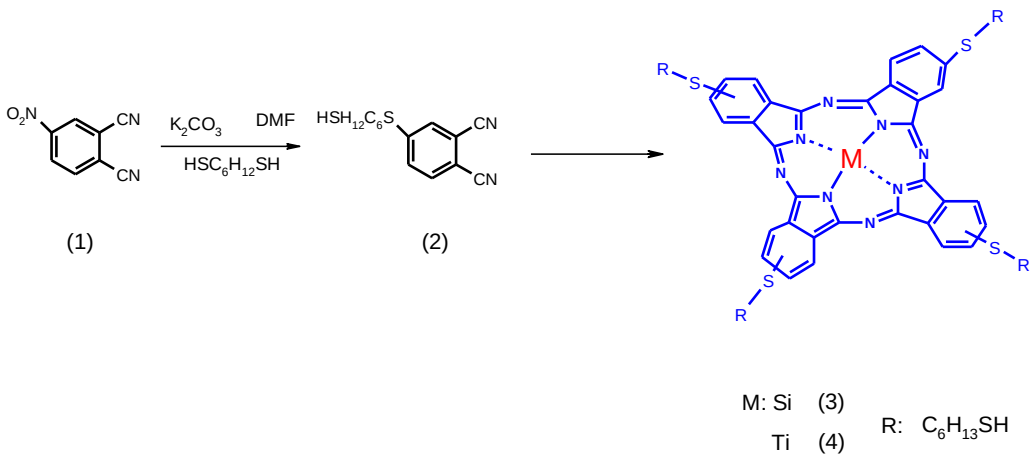
Abstract
Silicon and titanium phthalocyanines peripherally tetra substituted with 1,6-hexanedithiol were synthesized and is reported for the first time in this study. The new phthalocyanine derivatives were characterized using different spectroscopic techniques such as UV-Vis, ^{1}H-NMR, FTIR, mass and elemental analysis as well. Furthermore, the photophysical (fluorescence quantum yields and lifetimes) and photochemical (singlet oxygen generation) properties of the newly synthesized silicon and titanium phthalocyanines were investigated in DMSO solution.

Keywords: Silicon, phthalocyanine, PDT, photosensitizer

1. INTRODUCTION
Metallophthalocyanines (MPcs) constitute a class of 18 π-electron aromatic macrocycles that have been a focus of attention because of their exclusive properties. MPcs exhibit two major absorption bands: the Q band in the visible (red) region and the Soret band in the ultraviolet (UV) region of the electromagnetic spectrum. The substituted Pc derivatives are functional as active components in various processes driven by visible light (Dumoulin F. 2012) The importance of phthalocyanines in many fields, including chemical sensors, electrochromism, batteries, photodynamic therapy, semiconductive materials and liquid crystals is increasing rapidly as a result of newly synthesized compounds.

2. MATERIALS AND METHODS
1,3-diphenylisobenzofuran (DPBF), 1,8-diazabicyclo[5,4,0]undec-7-ene (DBU) and 1,6-hexanedithiol were obtained from Sigma Aldrich. Dimethyl sulfoxide (DMSO) was obtained from Fluka. Silica gel 60 for column chromatography and SiCl4 were purchased from Merck.

3. RESULTS and DISCUSSION
4-(1,6-hexanedithiol)phthalonitrile was prepared according to the literature procedures (Sharon Moeno et al., 2011). Synthesis of the new compounds is given in Scheme 1. Photophysical and photochemical parameters were calculated according to previous literature (Durmus M.et al., 2011)



Scheme 1. Synthesis of 1,6-hexanedithiol (R-SH) tetra substituted Dihydroxy Silicon(IV) and Oxo-titanium(IV) Phthalocyanines.

3.1. Synthesis and characterization

Tetrakis-2,(3)-[(1,6-hexanedithiol) phthalocyaninato]silicon(IV) (3)

A mixture of the 4-(1,6-hexanedithiol)phthalonitrile (1 g, 2.89 mmol) in pentanol (10 mL) was stirred at room temperature for 10 min. $SiCl_4$ (0.17 mL, 1.45 mmol) was added to this mixture and reuxed for 2 h and then it was cooled to room temperature. After cooling, the solution was mixed with n-hexane. The green solid product was precipitated and collected by filtration and washed with n-hexane. The crude product was purified by column chromatography using silica gel and eluting with chloroform.UV/vis (DMSO): _max nm; 691 (4.48), 628 (3.99), 345 (4.21). IR (KBr): υ_{max}/cm^{-1}; 3016 (aromatic C–H), 2990 (aliphatic C–H), 1422, 1411 (C=C), 1312 (C–H), 671 (C–S–C). ^{1}H NMR ($CDCl_3$) (δ : ppm): 7.65–7.63 (dd, 4H, Ar–H), 7.42–7.39 (dd, 4H, Ar–H), 6.91 (s, 4H, Ar–H), 4.21–4.09 (m, 48H, Methyl–H), not observed (s, 4H, S–H). Calc. for $C_{56}H_{64}N_8S_8Si$: C; 58.15, H; 5.58, N; 9.69, Found: C; 57.55, H; 5.53, N; 9.71. MALDI-TOF-MS m/z: Calc.; 1133.76 Found: 1155.35 $[M+Na]^+$ for $C_{56}H_{64}N_8S_8Si$.

Tetrakis-2,(3)-[(1,6-hexanedithiol) phthalocyaninato] titanium(IV) (4)

A mixture of 4-(1,6-hexanedithiol)phthalonitrile (0.5 g, 1.23 mmol), DBU (0.3 ml, 0.21 mmol) and titanium(IV) butoxide (0.15 ml, 0.44 mmol) in *n*-pentanol (2.5 ml) was refluxed and stirred under argon atmosphere for 8 h. The resulting green suspension was cooled. The crude product was precipitated by addition of *n*-hexane, collected by filtration and washed with hot hexane, ethanol and methanol. The crude green product was further purified by column chromatography over a silica gel using chloroform. UV/vis (DMSO): _max nm; 711 (4.46), 682 (4.02), 355 (4.36). IR (KBr): υ_{max}/cm^{-1}; 3030 (aromatic C–H), 2902 (aliphatic CH), 1445, 1423 (C=C), 1356 (C–H), 675 (C–S–C). ^{1}H NMR ($CDCl_3$) (δ : ppm): 7.54–7.51 (dd, 4H, Ar–H), 7.35–7.32 (dd, 4H, Ar–H), 6.83 (s, 4H, Ar–H), 4.09–4.05 (m, 48H, Methyl–H), not observed (s, 4H, S–H). Calc. for $C_{56}H_{64}N_8S_8Ti$: C; 58.31; H; 5.59, N; 9.71, Found: C; 58.28, H; 5.46, N; 9.65. MALDI-TOF-MS m/z: Calc.; 1153.55 Found: 1152.63 $[M]^+$ for $C_{56}H_{64}N_8S_8Ti$.

3.2. Photophysical and photochemical parameters

Aggregation quenches the electronic transferts required to generate the singlet oxygen and has therefore a negative effect on a photophysical point of view. This stacking tendency is particularly problematic with phthalocyanines, far more aggregating than other photosensitisers. Aluminum and silicon phthalocyanines are known to exhibit an enhanced efficacy due to a low aggregation. In this study, the aggregation behaviors of novel Pcs were investigated at different concentrations (Beer-Lambert law at concentrations ranging from 1.2 x 10^{-5} to 2.0 x 10^{-6} M) in DMSO. Novel Pc compounds didn't showed any aggregation at these concentration ranges in DMSO

Table 1. Absorption, excitation and emission spectral data for **3** and **4** in DMSO.

Compound	λ_{max}, (nm)	log ε	λ_{Ex}, (nm)	λ_{Em}, (nm)	Stokes shift Δ_{Stokes}, (nm)
3	691	4.48	688	695	7
4	711	4.46	710	718	8
SiPc[a]	672-701	4.71-4.47	672	678	6

λ_{max}: Absorption maximum, λ_{Ex}: Excitation maximum, λ_{Em}: Emission maximum.
[a]Data from Ref (Gülmez AD et al. 2017)

The photophysical and photochemical properties of the synthesized phthalocyanines (**3** and **4**) were investigated in DMSO. The newly synthesized silicon(IV) phthalocyanine (**3**) showed great singlet oxygen generation in DMSO when compared to compound **4**, Std-Si(IV) Pc. The silicon(IV) phthalocyanine (**3**) is little stable than the zinc(II) phthalocyanine (**4**) since it shows high photodegradation quantum yield values than the zinc(II) phthalocyanine (**4**) in DMSO.

Table 2. Photophysical and photochemical data for the **3** and **4** in DMSO.

Compound	Φ_F	Φ_d ($\times 10^{-4}$)	Φ_Δ
3	0.16	2.16	0.29
4	0.12	2.65	0.21
SiPc	0.44[e]	-	0.15[e]

[a]k_F is the rate constant for fluorescence. Values calculated using $k_F=\Phi_F/\tau_F$.
[e]Data from Ref, (Seotsanyana-Mokhosi et al. 2001)

4. CONCLUSION

The potential of these silicon(IV) and oxo-titanium(IV) phthalocyanines as a suitable photosensitizer for use in photodynamic therapy were determined through the investigation of the photophysical and photochemical properties. Photophysical and photochemical properties of new phthalocyanines were determined in DMSO. Both new phthalocyanines did not show any aggregation at different concentrations in DMSO. The newly synthesized phthalocyanines showed higher singlet oxygen generation than their unsubstituted SiPc. Both silicon(IV) and oxo-titanium(IV) phthalocyanine showed moderate stability against light irradiation which is important about their photosensitizer behavior.

REFERENCES

Moeno S, Antunes E, Nyokong T. 2011. Synthesis and photophysical properties of a novel zinc photosensitizer and its gold nanoparticle conjugate. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 222, 343–350.

Dumoulin F. 2012. Photosensitizers in Medicine, Environment, and Security. Chapter 1. Design and Conception of Photosensitisers. Editors: Tebello Nyokong and Vefa Ahsen. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. e-ISBN 978-90-481-3872-2

Durmus M, Yaman H, Gol C, Ahsen V, Nyokong T. 2011. Water-soluble quaternized mercaptopyridine-substituted zinc-phthalocyanines: Synthesis, photophysical, photochemical and bovine serum albumin binding properties. Dyes Pigments 91, 153-163.

Gülmez AD, Göksel M, Durmuş M. 2017. Silicon (IV) phthalocyanine-biotin conjugates: Synthesis, photophysicochemical properties and in vitro biological activity for photodynamic therapy. J. Porphyrins Phthalocyanines 21, 547-551.

Seotsanyana-Mokhosi I, Kuznetsova N, Nyokong T. 2001 Photochemical studies of tetra-2,3-pyridinoporphyrazines. J Photochem Photobiol A Chem 140:215–222.

EFFECTS OF POLYPROPYLENE MICROPLASTIC ON ZEBRAFISH DIGESTIVE SYSTEM; A LABORATORY MODELLING

Burak Gökçe
Ege University Faculty of Science, Department of Biology, Section of Zoology
burak_gokce@yahoo.com

Prof. Dr. Sema İşisağ Üçüncü
Ege University Faculty of Science, Department of Biology, Section of Zoology
sema.isisag@ege.edu.tr

Abstract
Environmental pollution caused by plastic waste is a growing global problem. Discarded plastic products and debris (microplastic particles) in the oceans detrimentally affect marine ecosystems and may impact human. 60-80% of marine litter represented by plastic debris. Plastic litter in environment usually break down into smal particles and these are called as microplastics and their dimensions are under five milimeters. They can easily accumulate in aquatic environments and cause harmful effects on aquatic habitats. Polypropylene (PP) is one of the plastic polymer with world wide usage and highest global production. Because of these facts, PP is the one of the most identified marine litter.
Our study it was aimed to investigate the effects of PP microparticles on zebrafish digestive system. For that purpose, zebrafish specimens were expose to four different (0.05, 0.1, 0.2, 0.4 ppm) PP concentrations during 96 hours. After exposure duration zebrafishes were disected and digestive system tissues were fixed with bouin. Tissues were prepared and stained according to routine histological procedure and examined under light microscopy. Expreiment groups compared with control groups and histopathological chances were reported.

Keywords: Polypropylene, microplastic, zebrafish, digestive system.

1. INTRODUCTION

Since the first commercial manufacture of plastics in the 1940s, plastic production and consumption have increased rapidly (Cole et al., 2011), with approximately 322 million tonnes (Mt) of plastic produced in 2015 (PlasticsEurope, 2016). Approximately 5 to 13 Mt of plastic waste entered the ocean in 2010 (Jambeck et al., 2015), where it will persist and accumulate (Barnes et al., 2009). One subgroup of plastic that has raised particular concern are microplastics (MPs), commonly defined as pieces of plastic smaller than 5 mm (Thompson, 2004; Arthur et al., 2009; Cole et al., 2011). MPs are now ubiquitous in the marine environment (Eriksen et al., 2014): their presence has been recorded near densely-populated areas, remote regions, and in different types of marine environments, such as beaches (Besley et al., 2017), estuaries (Leslie et al., 2013), surface water (Lusher et al., 2015) and deep sea sediment (Van Cauwenberghe et al., 2015).

Microplastics (MPs) are classified as primary microplastics and secondary microplastics. Plastic producs such as scrubbes in cleaning and cosmetic prodcts as well as manufactured pellets used in feedstock or plastic production are classified as primary sources (Gregory, 1996; Fendall and Sewell, 2009; Cole et al., 2011). Plastic fibers and fragments that are originated from breaking down of larger plastic items are named as secondary sources of plastic debris (Browne et al., 2011; Cole et al., 2011). It is believed that secondary sources of microplastic debris is main origin in aquatic environment (Hidalgo-Ruz et al., 2012) although our knowledge about the relative importance of variuos inputs is incomplete (Law and Thompson, 2014). Contaminant plastics are mainly consisted of Polystyrene (PS) and polyethylene – terephthalate (pet),Low density polyethylene (LDPE),high-density polyethylene (HDPE), polypropylene (PP), polyvinylchloride (PVC) (Duis and Coors, 2016). Polyethylene is probably the polymer you see most in daily life especially in grocery bags, shampoo bottles, children's toys, and even bullet proof vests. In our study it was aimed to investigate effects of polypropylene microplastic particles on zebrafish digestive system in histopathological perspective.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Zebrafish Maintenance

In order to avoid of complex interactions originated from female sex hormones, only males were used. Adult, male, healthy zebrafish (Danio rerio, 5-month-old and 0.29 ± 0.022 g in wet weight) were maintained at our laboratory in stable conditions: 15 L glass tanks→water temperature:24 ± 1 ºC at 14 hour light / 10 hour dark cycle. Specimens were acclimated in for 2 weeks before the experiment with feeding three times a day with commercial food. Fish were randomly divided into one control and three experimental groups that contains ten specimens.

2.2 Polypropylene Microplastic (PP-MPs)Exposure

PP-MPs were purchased from Micro Plastic Inc. (Philippines) and make sure that particle dimension below 50 µm. Experimental groups were exposed to three different concentrations (0.05, 0.1, 0.2 and 0.4 ppm) of PP-MPs for 96 hours. In order to gain a homogenous spreading, air aeration was used continuously in aquaria.

2.3 Histological Procedure

At the end of the exposition, fishes were anesthesized with MS 222 (1mg/L, Sigma). Digestive system tissues were dissected, fixed in Bouin solution, embedded in parafine, and sectioned by microtome (Baird-Tatlock) in 5µm thicknes. Slides stained with hematoxylene & eosine, were examined with light microscope and photographed (Zeiss Photomicroscope / Axiocam Digital Camera System).

2.4 Histomorphometrical Procedure

Mucosa layer thickness, villi lenght, villi widht, lamina propria thickness and tunica muscularis thickness values were also measured and calculated by Zeiss AxioVision SE64 Rel. 4.9.1 imaging system. Statistical calculations were performed with IBM SPSS 17.0 and Graphpad Prism 7 Softwares.

3. RESULTS

Histological findings were presented in figure 1. In control group intestine tissue was consist of mucosa layer, muscularis externa, serosa, submucosa , lamina propria and goblet cells (G) (Figure 1, A and B) In 0,05 ppm PP-MP, Hyperthropic goblet cells were observed first (Figure 1-C). Hypertrophic and hyperplasic mucosa layer, epithelial fusion in mucosa layer , infiltration and atrophy were observed in 0,1 ppm PP-MP exposure group (Figure 1-D). Fibrosis in submucosa layer, necrosis in mucosal epithelia, infiltration in mucosa and muscularis externa were observed significantly in 0,2 ppm PP-MP exposure group (Figure 1-E). and in high concentration (0,4 ppm PP-MP) Degeneration of villi structure hyperplasia in mucosal epithelia, infiltration in mucosa and muscularis externa were observed (Figure 1-F).

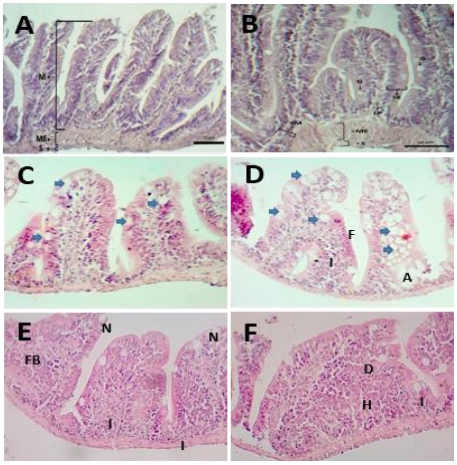


Figure 1: Histopathological evaluation; Control Group; M: mucosa, ME: muscularis externa, S: serosa, SM: submucosa, LP: lamina propria, G: goblet cells (A and B). 0,05 ppm PE-MP group; Hyperthropic and hyperplasic goblet cells (arrows) (C). 0,1 ppm PE-MP group; hypertrophic goblet cells (arrows) epithelial fusion in mucosa layer (encircled) (D). 0,2 PE-MP group; hyperthropic and hyperplasic goblet cells (arrows), necrosis in mucosal epithelia (N), infiltration in mucosa and muscularis externa (I) (E). 0,4 ppm PE-MP group; Hyperthropic and hyperplasic goblet cells (arrows), Fibrosis in submucosa layer (F), necrotic regions (N) (F).

In histomorphometcal measurements, mucosa layer thickness, villi lenght and lamina propria thicknes were increased according to ingreasing of concentration. Despite of that villi lenght were increased significantly (Figure 2).

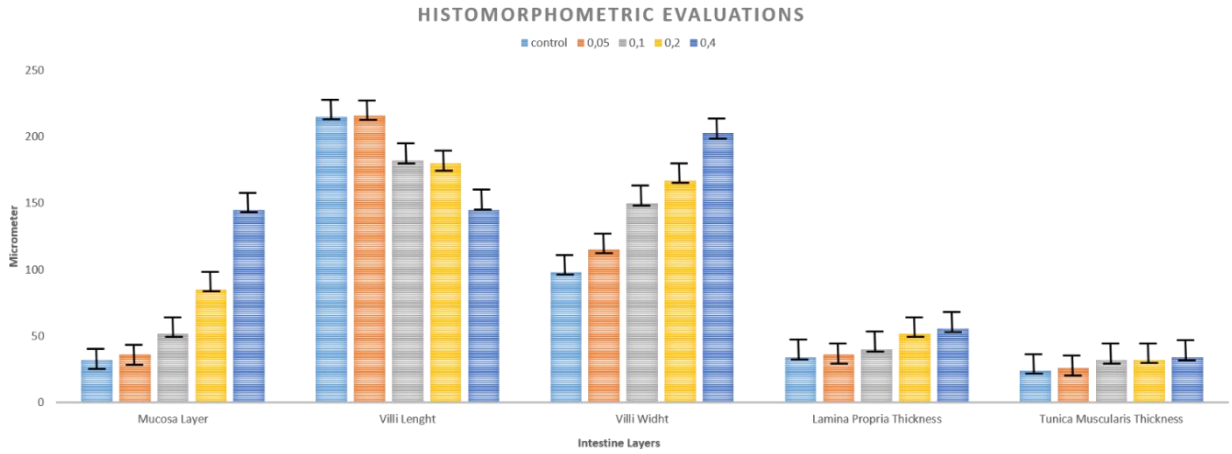


Figure 2: Histomorphometrical evaluations.

4. DISCUSSION

Teleost fishes are main model organisms for ecotoxicological research (Martyniuk et al., 2016; Rostam ve Soltani, 2016; Önen et al. 2016 and 2012). Microplastic pollution is becoming main problem fort he environment especially aquatic habitats. In this study understanding main effects of PP-MP in zebrafish model organism with controlled laboratory condiditons. Altought it has a growing concern in last decade, the effects of MPs on fish are investigated only in a few reports. Due to this situation it is very hard to discuss our findings comperatively. Microplastic ingestion appears to be common, in relatively small quantities, across a range of fish species irrespective of feeding habitat.In European sea bass, *Dicentrarchus labrax*, chronically exposition to microplastics by ingestion is caused some morphological changes altered from slightly to moderately (Peda et al., 2016). Our results are in accordance with these findings: the histopathological alterations were also noted mainly as inflamation and hyperplasia. Moreover, some necrotic areas were observed. Also, increasing damages can be evaluated as in parallel with increased concentration, as expected and noted before (Lu et al. 2016; Karami et al 2017). Our results are in accordance with these findings: the histopathological alterations were also noted mainly as inflamation and hyperplasia. Moreover, some necrotic areas were observed. According to our results it is clear that PP-MP particles are significantly harmful for digestive tissue.

5. CONCLUSION

In conclusion there is no doubt that digestive system of zebrafish was damaged from polypropylene microplastic particles in histopathologically. For understanding the effects of microplastic particles further investigations must be performed.

REFERENCES

Arthur, C., Baker, J., Bamford, H., 2009. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. Sept 9–11, 2008. NOAA Technical Memorandum NOS-OR & R-30. (49p).

Barnes, D.K.A., Galgani, F., Thompson, R.C., Barlaz, M., 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci. 364, 1985–1998.

Besley, A., Vijver, M.G., Behrens, P., Bosker, T., 2017. A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. Mar. Pollut. Bull. 114, 77–83.

Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R., 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. Environmental Science and Technology. 45 (21):9175-9179 .

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T.S., 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. Mar. Pollut. Bull. 62, 2588–2597.

Duis, K., Coors, A., 2016, Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. Environmental Science Europa. 28(1): 2.

Eriksen, M., Lebreton, L.C.M., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borerro, J.C., Galgani, F., Ryan, P.G., Reisser, J., 2014. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. PLoS One 9, e111913.

Fendall, L.S., Sewell, M.A., 2009. Contributing to marine pollution by washing your face: microplastics in facial cleansers. Marine Pollution Bulletin. 58 (8):1225-1228.

Gregory, M.R., 1978. Accumulation and distribution of virgin plastic granules on New Zealand beaches. N. Z. J. Marine and Freshwater Research. 12 (4):399-414.

Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R.C., Thiel, M., 2012. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. Environmental Science and Technology. 46 (6):3060-3075

Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. Science 347, 768–771.

Karami A, Groman DB, Wilson SP, Ismail P, Neela VK. 2017. Biomarker responses in zebrafish (Danio rerio) larvae exposed to pristine low-density polyethylene fragments. Environ Pollut. 223:466-475.

Law, K.L., Richard C. Thompson, R.C. 2014. Microplastics in the seas, Science, 345:6193, 144-145.

Leslie, H.A., van Velzen, M.J.M., Vethaak, A.D., 2013. Microplastic survey of the Dutch environment. Novel data set of microplastics in North Sea sediments, treated wastewater effluents and marine biota. IVM Institute for Environmental Studies (Report number R-13/11. 30pp).

Lusher, A.L., Tirelli, V., O'Connor, I., Officer, R., 2015. Microplastics in Arctic polar waters: the first reported values of particles in surface and sub-surface samples. Sci Rep 5, 14947.

Lu Y., Zhang Y., Deng Y., Jiang W., Zhao Y., Geng J., Ding L., Ren H. 2016 Uptake and Accumulation of Polystyrene Microplastics in Zebrafish (Danio rerio) and Toxic Effects in Liver. Environ Sci Technol. Apr 5;50(7):4054-60.

Martyniuk CJ, Doperalski NJ, Feswick A, Prucha MS, Kroll KJ, Barber DS, Denslow ND 2016. Transcriptional networks associated with the immune system are disrupted by organochlorine pesticides in largemouth bass (Micropterus salmoides) ovary. Aquatic Toxicology, 177: 405- 416.

Peda, C., Caccamo, L., Fossi M.C., Gai, F., Andaloro, F., Lucrezia Genovese, L., Perdichizzi, A., Romeo, T., Maricchiolo, G. 2016. Intestinal alterations in European sea bass Dicentrarchus labrax (Linnaeus, 1758) exposed to microplastics: Preliminary results. Environmental Pollution 212, 251-256p.

PlasticsEurope, 2016. Plastics – The Facts 2016. An Analysis of European Latest Plastics Production, Demand and Waste Data. http://www.plasticseurope.org/Document/

Rostam HAK, Soltani M 2016. The effect of chronic crude oil exposure on some hematological and biochemical parameters of juvenile Beluga (Huso huso Linnaeus, 1758). International Journal of Aquatic Science, 7(2): 73-86. ISSN: 2008-8019.

Thompson, R.C., 2004. Lost at sea: where is all the plastic? Science 304, 838. Van Cauwenberghe, L., Devriese, L., Galgani, F., Robbens, J., Janssen, C.R., 2015. Microplastics in sediments: a review of techniques, occurrence and effects. Mar. Environ. Res. 111, 5–17.

ÇEVRESEL CİDAR EZME İŞLEMİNİN DAİRESEL METALİK TÜPLERİN ENERJİ ABSORBE KABİLİYETİNE ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Muhammet Muaz Yalçın
Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği
myalcin@sakarya.edu.tr

Yaşar Kahraman
Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği
kahraman@sakarya.edu.tr

Kenan Genel
Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği
kgenel@sakarya.edu.tr

Özet
Eksenel yüke maruz metalik tüpler, yüksek enerji absorbe etme verimlilikleri nedeniyle birçok farklı sanayi dalında sıklıkla tercih edilmekte ve bu yapıların enerji absorbe kabiliyetinin (EAK) artırılmasına yönelik çalışmalar halen güncelliğini korumaktadır. Bu çalışmada, bölgesel olarak dayanımı artırılmış, özdeş geometrilere sahip ince cidarlı alüminyum ve çelik tüplerin eksenel yük altındaki deformasyon davranışları ve EAK deneysel olarak incelenmiştir. Tüp yapılardaki bölgesel dayanım artışı, çevresel cidar ezme (ÇCE) işlemiyle elde edilmiştir. ÇCE işlemi, metalik tüpte istenen bölgelerin özel tasarlanan bir cihaz yardımıyla dışarıdan radyal olarak ezilmesiyle gerçekleşmektedir. Ön deformasyona uğrayan bölgelerde dayanımı artışı (pekleşme) meydana gelmekte ve bu durum neticesinde tüp yapının EAK artırılabilmektedir. Absorbe edilen enerjinin herhangi bir takviye elemanı kullanılmadan sağlanması da ayrıca dikkat çeken bir husustur. Deney sonuçları irdelendiğinde, CÇE işleminin enerji absorbe değerini alüminyum tüplerde yaklaşık %23, çelik tüplerde ise yaklaşık %33 oranında artırdığı görülmüştür. Enerji artışlarına ek olarak, tüp yapıdaki deformasyonun CÇE işlemiyle yönlendirilebilmesi de bir diğer önemli durumdur.

Anahtar Kelimeler: cidar ezme, alüminyum, çelik, tüp yapı, enerji absorbe kabiliyeti

EXPERIMENTAL INVESITGATION OF THE ANNULAR-ROLLING PROCESS ON ENERGY ABSORPTION CAPABILITY OF METALLIC TUBES

Abstract
Metallic tubes, under axial loading, are frequently preferred in many different industries due to their high energy absorption efficiency. The studies to increase the energy absorption capacity (EAC) of these structures are still up to date. In this study, the deformation behavior and EAC of regionally pre-deformed identical thin-walled aluminum and steel tubes under axial loading were investigated experimentally. Regional strength increase in tubular structures was obtained by an annular rolling process (ARP). The ARP is carried out by radially crushing the desired areas of the metallic tube from the outside with the aid of a specially designed device. Strengthening (hardening) occurs in the pre-deformed regions and as a result, the EAC of the tube structure can be increased. It is also noteworthy that the increase in absorbed energy is provided without the use of any reinforcing elements. When the experimental results were examined, it was seen that the ARP increased the energy absorption value by approximately 23% in aluminum tubes and by 33% in steel tubes. In addition to energy increases, the deformation of the tubular structure can also be directed by the ARP.

Keywords: annular-rolling, aluminum, steel, tubular, energy absorption capability

1. GİRİŞ
Metalik tüpler dayanım/hafiflik oranının yüksek olması istenen özellikle havacılık ve otomotiv sektöründe sıklıkla kullanılmaktadır. Metalik tüpler üzerine yapılan çalışmalar 20. yy ikinci yarısına

tarihlense de hala güncelliğini korumaktadır. Bu kapsamda, metalik tüplerin deformasyon davranışları ve enerji absorbe etme kabiliyetleri üzerine yapılmış birçok çalışmaya (Alexander 1960; Baleh ve Abdul-Latif 2007; Al Galib ve Limam 2004; Pugsley ve Macaulay 1960; Tang, ve ark., 2013) ulaşmak mümkündür. Alexander (Alexander 1960), nükleer reaktörlerde yakıt tankı amacıyla kullanılan çelik tüplerin düşmesi neticesinde oluşan deformasyonu incelediği çalışma, bu alanda yapılmış en önemli ilk çalışmalar arasında yer almaktadır. Tüp yapıların absorbe ettikleri enerji değeri, tüp yapının geometrik özellikleri ile doğrudan alakalıdır. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda, enerji değeri üzerindeki temel etkenin cidar kalınlığı olduğu görülmüştür.

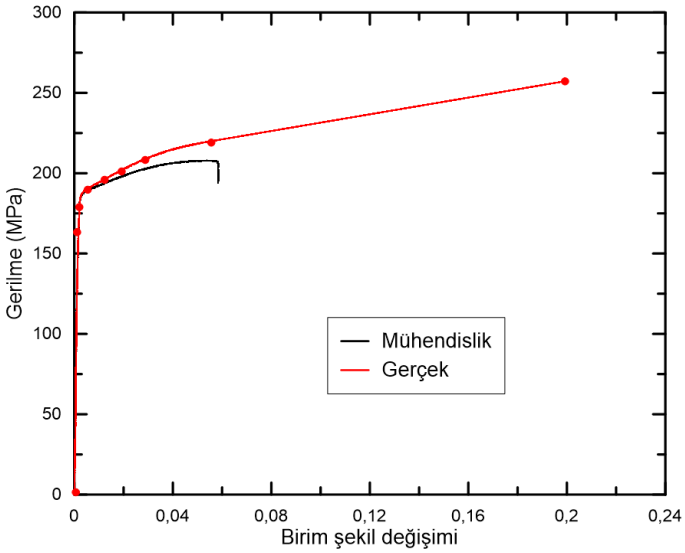
Tüp yapıların absorbe ettikleri enerji değerlerinin artırılması amacıyla içeriden farklı türlerdeki köpüklerle (Baroutaji ve ark., 2017; Guillow ve ark., 2001; Langseth ve ark., 1998; Santosa ve Wierzbicki 1999; Tarlochan ve ark., 2013), dışarıdan ise farklı elyaf türleriyle (Bambach 2010; Hatzigeorgiou ve Beskos 2005; Henningsgaard ve Yanchar 1998; Kim ve ark., 2014) takviye edilme durumlarına ait çok sayıda çalışmaya ulaşmak mümkündür. Bu çalışmalarda takviye elemanlarının absorbe edilen enerji değerini artırdıkları rapor edilmiştir. Ancak enerji artışına mukabil, takviye elemanlarının kullanılmasıyla tüp yapının ağırlığında da artış ortaya çıkmaktadır. Bu durum, birim ağırlık başına absorbe edilen enerji olarak tanımlanan (Reddy ve ark., 1988) özgül enerji absorbe etme kabiliyetinde, enerji değerindekiyle aynı oranda bir artışın ortaya çıkmasına mani olmaktadır. Hatta bazı durumlarda ÖEA değeri takviyesiz yapıdan daha düşük değerlerde de olabilmektedir. Bu kapsamda, ÖEA değerinin artırılması, tüp yapıların kullanıldığı çalışmalarda temel hedef olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, alüminyum ve çelik tüplerin absorbe ettikleri enerji ve ÖEA değerleri çevresel cidar ezme işlemiyle artırılmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Deneysel çalışmalarda, 58 mm çapa, 1,5 mm cidar kalınlığına sahip sırasıyla 34 mm ve 100 mm uzunlukta 6063-T5 serisi alüminyum alaşım tüpler kullanılmıştır. Alüminyum borular ekstrüzyonla imal edilmiş olmasına rağmen cidar kalınlığında farklılıklar olabilmekte ve bu durum deney sonuçlarında geniş bir saçılıma sebep olmaktadır. Bu nedenle tüplerde homojen cidar kalınlığının elde edilebilmesi amacıyla, boruların içinden ve dışından CNC freze ile talaş kaldırılmıştır (Şekil 1). Tüp yapının mekanik özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla, 5 kN kapasiteli Instron marka cihazda çekme deneyi gerçekleştirilmiştir. Daha hassas bir ölçüm yapılabilmesi amacıyla video ekstansometre kullanılmıştır. Tüp yapının mekanik özellikleri Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre tüp yapı, 188 MPa akma dayanımına ve 212 MPa çekme dayanımına sahiptir. Cidar ezme işlemi uygulanmış ve uygulanmamış tüm tüplerin eksenel ezilme deneylerinde 250 kN kapasiteli, hidrolik tahrikli bir pres kullanılmıştır. Deneyler 1 mm/s hızla gerçekleştirilmiş, deneylere ait kuvvet-deplasman verileri yaklaşık 6 veri/s olarak bilgisayara aktarılmıştır. Ayrıca tüm deneyler kamera yardımıyla kayıt altına alınmıştır.



Şekil 1. Alüminyum boruların içeriden ve dışarıdan talaş kaldırılma işlemi



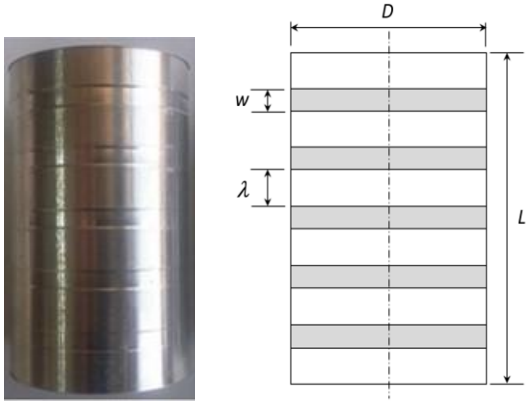
Şekil 2. 6063-T5 alüminyum alaşımı tüpün çekme deneyine ait gerilme-birim şekil değişimi eğrisi

2.1. Çevresel cidar ezme işlemi

Metalik tüplere ön deformasyon işlemi uygulanarak bölgesel dayanım artışı sağlamak prensibine dayanan çevresel cidar ezme işlemi, tüp yapının absorbe ettiği enerji değerini artırmaktadır. Cidar ezme işlemi Şekil 3'te verilen cihaz kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Cidar ezme işlemi, tüpün kendi ekseni etrafında dönen mil üzerine yerleştirilmesi sonrasında avare dönen diskin istenen oranda tüp cidarına bastırılması sonrasında tüpün kendi etrafında bir tam tur dönmesi sonucunda oluşmaktadır. Şekil 4'te cidar ezme işlemi uygulanmış tüp ve cidar ezme işlemine ait şematik durum verilmiştir. Bu işlemle, tüp yapının eksenel yük altında absorbe ettiği enerji değeri herhangi bir takviye elemanı kullanılmadan artırılmaya çalışılmaktadır.



Şekil 3. Çevresel cidar ezme işlemi uygulanan cihaz

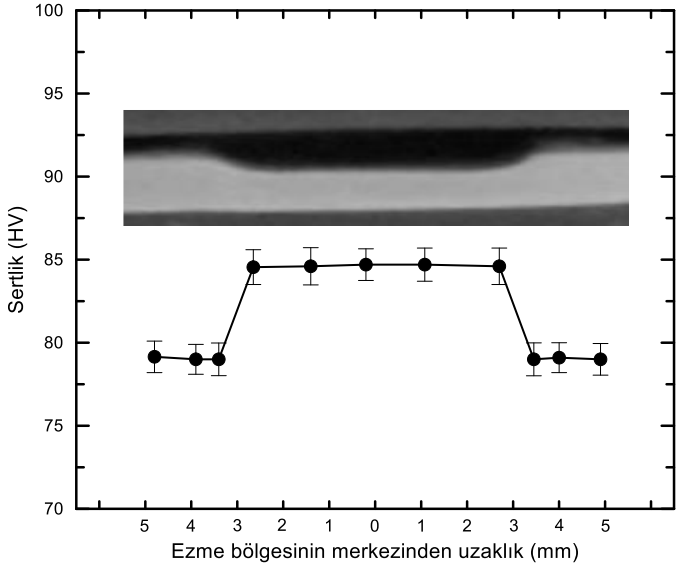


Şekil 4. Cidar ezme işlemi uygulanmış ile ezme işlemine ait şematik resim

3. SONUÇ

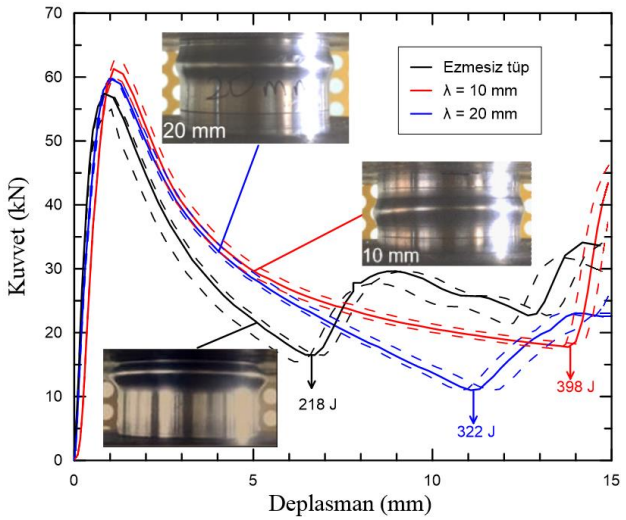
Bu bölümde herhangi bir işlem uygulanmamış ve çevresel cidar ezme işlemi uygulanmış tüp yapıların eksenel ezilme durumlarına ait deney sonuçları incelenmiştir. Çevresel cidar ezme işlemi uygulanması

durumunda tüp cidarının sertlik değerlerinde bir değişim ortaya çıkmaktadır. Şekil 5'te cidar ezme işlemiyle sertlik değerindeki değişim verilmiş, işlemsiz tüp cidarındaki sertlik değeri 78 HV değerinden 85 HV değerine çıkmıştır. Tüp cidarındaki sertlik artışı bu bölgelerde bir dayanım artışına neden olurken tüpün sünekliğinde (plastik deforme olmasında) ise düşüşe neden olmaktadır.

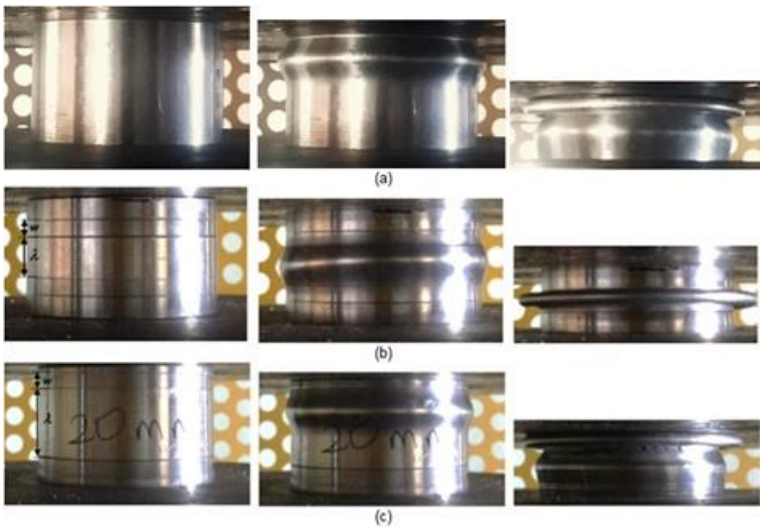


Şekil 5. Cidar ezme işlemiyle tüp cidarındaki sertlik değişmi

Cidar ezme işleminin tüp yapının deformasyon davranışına etkisinin daha detaylı görülmesi için öncelikle kısa tüplerin ezme işlemi geçekleştirilmiştir. Bu numunelerde ezme bölgeleri aralığı sırasıyla 10 mm ve 20 mm olan tüpler kullanılmıştır. Şekil 6'da bu numunelere ait kuvvet-deplasman eğrileri verilmiştir. Kuvvet eğrileri incelendiğinde cidar ezme işleminin ilk pik kuvvet değerini işlemsiz tüpe göre daha yüksek değerlere çıkardığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ilk katlanmanın sonlandığı alt kuvvet değerinin ezme işlemiyle sağa doğru ötelendiği görülmektedir. Ayrıca ezme işlemiyle tüp yapının katlanma başlangıcının ezme bölgelerinin tam ortasında oluştuğu görülmektedir. İlk katlanmanın sona erdiği durumda elde edilen enerji değerinin en yüksek değere 10 mm ezme aralıklı numunede ulaştığı anlaşılmaktadır. Bu grup numunelerin deformasyon aşamaları detaylı olarak Şekil 7'de verilmiştir. Bu kapsamda işlemsiz tüplerde üst uca çok yakın bir bölgede başlayan katlanmanın, ezme işlemiyle ezme bölgeleri arasına kaydığı görülmektedir. 10 mm ezme aralıklı tüpte katlanma ezme bölgelerinin tam orta noktasında başlamış ve deformasyon bu şekilde devam etmiştir. 20 mm aralıklı numunede ise katlanma yine ezme bölgeleri arasında ancak biraz daha üst kısımda oluşmuştur.

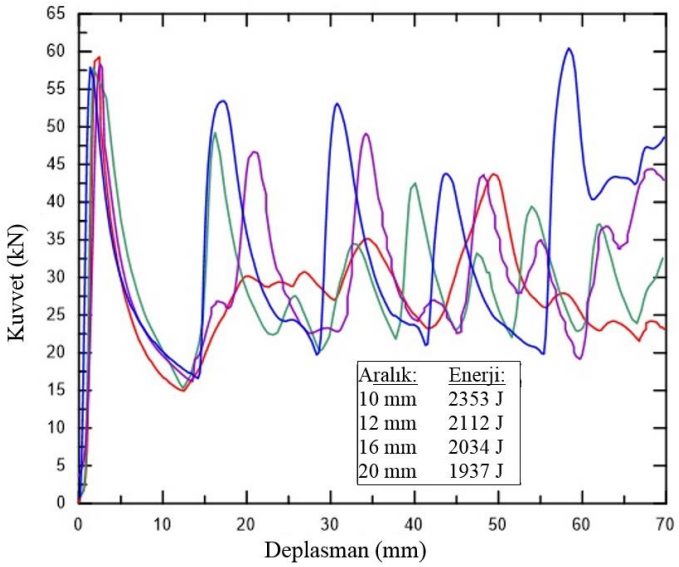


Şekil 6. Cidar ezme işlemi uygulanmış ve uygulanmamış kısa tüplere ait kuvvet-deplasman eğrileri



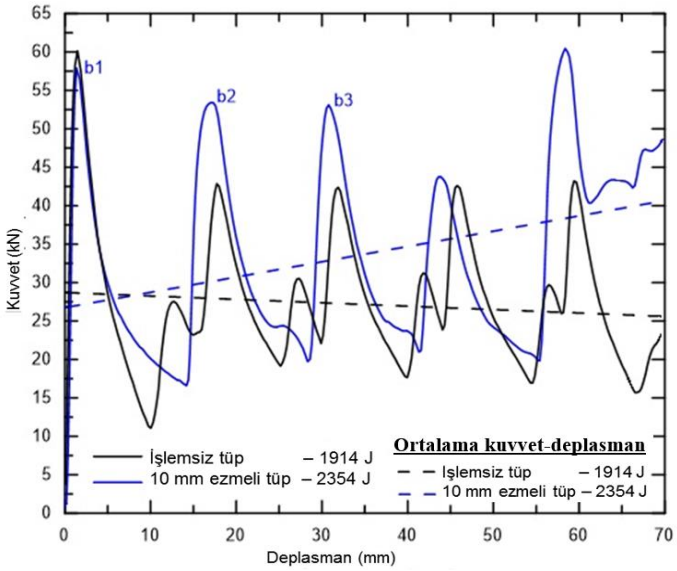
Şekil 7. a) işlem uygulanmamış, b) 10 mm ve c) 20 mm aralıklı kısa tüplerin deformasyon aşamaları

Uzun tüplerin kullanıldığı cidar ezme işleminde değişken parametre olarak farklı ezme aralıkları kullanılmıştır. Bu kapsamda, 10 mm, 12 mm, 16 mm ve 20 mm aralıklı cidar ezme işlemi uygulanmış tüplere ait kuvvet-deplasman eğrileri Şekil 8'de verilmiştir. Ezme aralığı azaldıkça üst kuvvet değerlerinin ilk pik kuvvete yaklaştığı görülmektedir. Ezme aralığı 12 mm ve 16 mm olan numunelerin ilk katlanmaların sonlandığı alt kuvvet değerine karşılık gelen deplasman değeri beklendiği üzere 10 mm ve 20 mm ezme aralıklı numuneler arasında gerçekleşmiştir. Absorbe edilen enerji değerlerinin azalan ezme aralığıyla artmış, en yüksek enerji ise 10 mm ezme aralıklı numunede, 2353 J olarak elde edilmiştir. Bu değer takviyesiz tüpe göre %23 daha fazla enerji absorbe edildiğini göstermektedir.

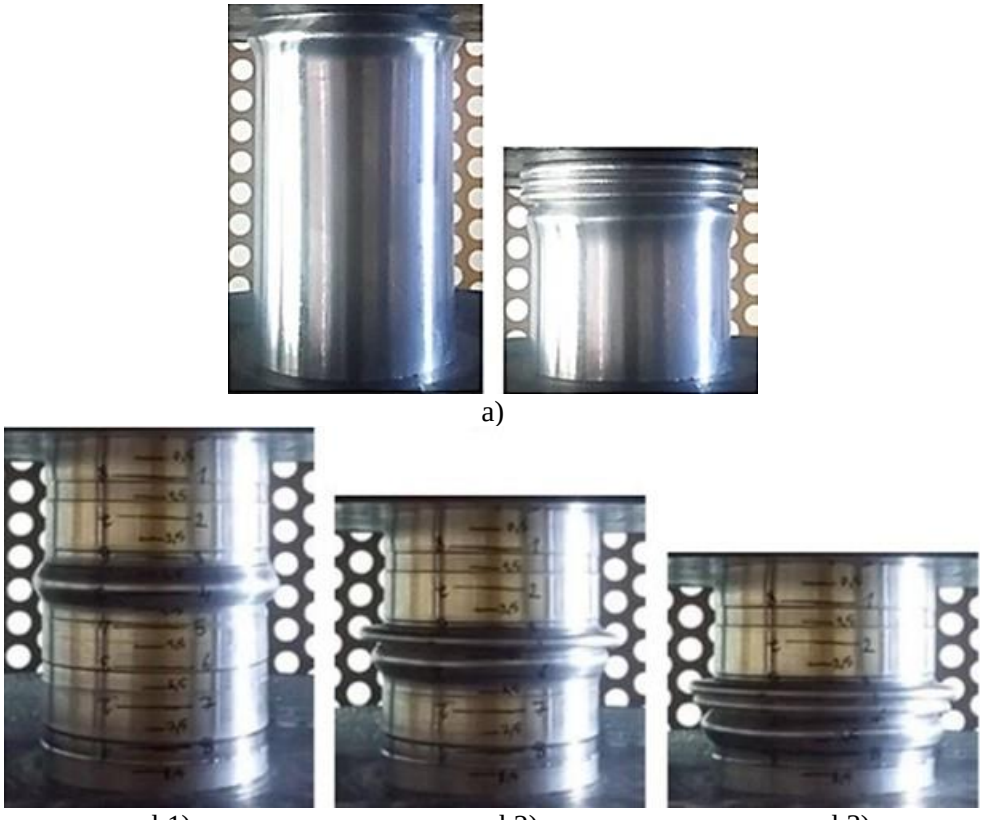


Şekil 8. Farklı ezme aralıklı tüplere ait kuvvet-deplasman eğrileri

Takviyesiz ve 10 mm ezme aralıklı tüplere ait kuvvet deplasman eğrileri, cidar ezme işleminin etkisinin daha detaylı bir şekilde görülebilmesi için Şekil 9'da birlikte verilmişlerdir. Grafik incelendiğinde cidar ezme işleminin, kuvvet karakteristiğini değiştirdiğini ve bu sayede enerji değerinin attığı açıkça görülmektedir. Bu durum, ***i)*** cidar ezme işlemiyle katlanma boyunun kısıtlanması, ***ii)*** cidar ezme ile dayanımı artmış bölgelerin katlanma sürecine katılması neticesinde oluşmaktadır. Cidar ezme işleminin ortalama kuvvet değerini de artırdığı, rampa etkisi olarak tanımlanabilecek bir durum ortaya çıkmaktadır. Grafikte gösterilen (b1-b3) üst kuvvet değerlerine karşılık gelen deformasyon aşamalarına ait görüntüler Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 9. 10 mm aralıklı cidar ezme uygulanmış ve uygulanmamış ve tüplere ait kuvvet-deplasman eğrileri



a)

b1) b2) b3)

Şekil 10. a) işlem uygulanmamış, b) 10 mm aralıklı ezme uygulanmış tüplerin deformasyon aşamaları

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada 6063-T5 serisi alüminyum tüplerin eksenel yük altındaki enerji absorbe etme kabiliyeti deneysel olarak incelenmiştir. Alüminyum ve çelik tüplere uygulanan cidar ezme işlemiyle, absorbe edilen enerji takviyesiz tüpe göre sırasıyla %23 ve %33 oranında artmıştır. Bu durum verimli bir enerji absorbe etme durumu için, birim ağırlık başına absorbe edilen enerji şeklinde tanımlanan özgül enerji absorbe etme kabiliyetinde de aynı oranda artış sağlanması anlamına gelmektedir. Bu artışların herhangi bir takviye elemanı kullanılmadan (tüp yapının ağırlığında herhangi bir artış olmadan) sağlanması da, cidar ezme işleminin önemini ortaya çıkarmaktadır. Son olarak, cidar ezme işleminin

pekleşme kabiliyeti iyi olan numunelerde, absorbe edilen enerjiye daha yüksek oranda katkı sunması beklenmektedir.

TEŞEKKÜR
Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 115M583 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Alexander, J.M. (1960), An Approximate Analysis of Collapse of Thin-Walled Cylindrical Shells under Axial Loading, *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics* 13(January 1959): 10–15.

Baleh, R, ve A Abdul-Latif. (2007), Quasi-Static Biaxial Plastic Buckling of Tubular Structures Used as an Energy Absorber, *Transactions of the ASME* 74: 628–35.

Bambach, M R. (2010), Axial Capacity and Crushing of Thin-Walled Metal , Fibre – Epoxy and Composite Metal – Fibre Tubes, *Thin Walled Structures*: 1–13.

Baroutaji, A., Mustafa S., Abdul Ghani O. (2017), On the Crashworthiness Performance of Thin-Walled Energy Absorbers: Recent Advances and Future Developments, *Thin-Walled Structures* 118(May): 137–63.

Al Galib, D., Limam, A. (2004), Experimental and Numerical Investigation of Static and Dynamic Axial Crushing of Circular Aluminum Tubes, *Thin Walled Structures* 42: 1103–37.

Guillow, S.R., Lu, G., Grzebieta, R.H. (2001) Quasi-Static Axial Compression of Thin-Walled Circular Aluminium Tubes, *International Journal of Mechanical Sciences* 43: 2103–23.

Hatzigeorgiou, G.D., Beskos, D.E. (2005), Minimum Cost Design of Fibre-Reinforced Concrete-Filled Steel Tubular Columns, *Journal of Constructional Steel Research* 61: 167–82.

Henningsgaard, A., Yanchar, C. (1998), Carbon Fiber Reinforced Steel Spaceframe Techniques, *SAE Technical Paper Series* (724): 1–10.

Kim, H.C., Dong K.S., Jung J.L., Jun B.K. (2014) Crashworthiness of Aluminum / CFRP Square Hollow Section Beam under Axial Impact Loading for Crash Box Application, *Composıte Structure* 112: 1–10.

Langseth, M., Hopperstad O.S., Hanssen A.G. (1998), Crash Behaviour of Thin-Walled Aluminium Members, *Thin Walled Structures* 32: 127–50.

Pugsley, A., Macaulay M. (1960), The Large-Scale Crumpling of Thin Cylindrical Columns, *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics* 13(1): 1–9.

Reddy, T.Y. (1988), Axial Compression of Foam-Filled Thin-Walled Circular Tubes, *International Journal of Impact Engineering* 7(2): 151–66.

Santosa, S., ve Tomasz W. (1999), Effect of an Ultralight Metal Filler on the Bending Collapse Behavior of Thin-Walled Prismatic Columns, *International Journal of Mechanical Sciences* 41(8): 995–1019.

Tang, Z., Shutian L., ve Zonghua Z. (2013), Analysis of Energy Absroption Chareacteristics of Cylindrical Multi-Cell Columns, *Thin Walled Structures* 62: 75–84.

Tarlochan, F. (2013), Design of Thin Wall Structures for Energy Absorption Applications: Enhancement of Crashworthiness Due to Axial and Oblique Impact Forces, *Thin-Walled Structures* 71: 7–17.

KARE DERİN ÇEKMEDE DP600 VE DP800 ÇELİĞİNİN SINIR ÇEKME ORANINI SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Nuri ŞEN
Düzce Üniversite / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği Bölümü
nurisen@duzce.edu.tr

İsa ÇOLAKOĞLU
Düzce Üniversite / Teknoloji Fakültesi / İmalat Mühendisliği Bölümü
icolakoglu@standardprofil.com

Özet
Sınırlı kullanıma sahip çift fazlı saclar şekillendirebilirliğinin geliştirilmesiyle birlikte otomobillerde kullanımı her geçen gün artmaktadır. Araç üreticileri ve şekillendirme konusu üzerine çalışan akademisyenler tarafından son zamanlarda yoğun bir şekilde çalışılmaktadır. Otomobil parça üretiminin yüksek maliyete sahip olması bize hem piyasayla rekabet edebilme hem de günceli yakalaya bilme adına sonlu elemanlar yönteminin (SEY) kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada sınır çekme oranı'nı (SÇO) etkileyen para metrelerden baskı plakası kuvveti ve sürtünme değerini optimize ederek her iki malzeme için SÇO belirlenmiştir. SEY çalışmalarından doğru ve güvenilir sonuçlar almak için gerçek otomobil parçasında kullanılan sac malzemelerden elde edilen mühendislik gerilim-gerinim eğrileri kullanılmıştır. Çalışmaların hedefi sınır çekme oranını geliştirerek, bu malzemenin otomobillerde kullanım oranını artırmaktır. Otomobillerde çift fazlı sacların kullanımının artmasıyla kaza anında daha güvenli araçlar tasarlanabilecektir. Bununla birlikte mevcut kullanılan saclardan daha ince sacların kullanılmasıyla araç gövde ağırlığı da azaltılmış olacaktır. Bu çalışmada, SEY çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan malzeme 1 mm kalınlıkta DP600 ve DP800 sac numune kare kalıpta derin çekme işlemi kullanılarak şekillendirilmiştir. SEY sonucunda SÇO DP600 için 1,97 DP800 için 1,92 olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: SEY, Kare Şekillendirme, yüksek mukavemetli çelikler, DP600 ve DP800

DETERMINATION OF LDR OF DP600 AND DP800 STEELS IN SQUARE TYPED DEEP DRAWING VIA FEM
ABSTRACT

Abstract
Dual-phase steel has been gaining attention thanks to their improvable formability which has a key role in the automobile industry. Recently, automobile manufacturers and academicians have been intensively working on the formability of new generation sheet metal materials. In order to reduce the high production costs of automobile components, to compete with other manufacturers and to catch up with innovation in the sector, FEM seems to occupy an important place. In this study, two main characteristic properties that have a significant effect regarding limit drawing ratio were extensively examined. To reach the reliable and precise results, actual stress-strain curves using originally used sheet metal was established and used in the experimental stages of this study. The main objective is to increase the use of dual-phase steels by enhancing the LDR of them. Fewer casualties, in the event of an accident by safer automobiles, can be provided with the increase in the use of double-phase steels in the body of cars. Additionally, it can be possible to fabricate lightweight cars owing to improved formability in respect to present grades of sheet metal. In this study, DP600 and DP800 sheet metal specimens with 1 mm thickness were employed to perform deep drawing through a square type mold set. Consequently, LDR results for DP600 and DP800 was obtained as 1,97 and 1,92, respectively.

Keywords: FEM, Square Forming, high strength steels, DP600 and DP800

1. GİRİŞ

Otomobil imalatında yoğun bir şekilde çalışılan önemli bir konu, daha hafif araçların üretilmesinin yanında çevreye daha az CO2 gazının yayıldığı araçlar üretmektir. Bunları gerçekleştirmek yüksek

mukavemetli çeliklerin kullanılmasıyla mümkün kılınmaktadır. Bu tür çeliklerin kullanılmasıyla parçalar daha uzun ömürlü ve kaza anında yaşam mahallini daha az hasar vereceği anlamına gelmektedir. Bu noktada, Çift fazlı çelik (DP), otomobil bileşenlerinin geliştirilmesi için önemli çözümler sunmaktadır. DP çelikleri, iki farklı teknikle üretilir. Birincisi, düşük alaşımlı çeliklerin, kritik bir sıcaklık bölgesinde, yani (α+γ) bölgesinde, düşük bir sıcaklığa (genellikle oda sıcaklığına) hızlı soğutma işlemiyle üretilir. Bir başka yol, çeliklerin östenitik sıcaklık bölgesinde haddeleme işlemi yapılır. Haddeleme işleminden sonra (a + γ) sıcaklık bölgesine kadar bir ısıtma aşaması kullanılır, ardından su verme işlemiyle üretilir[1, 2]. DP çelikleri, ultra yüksek mukavemetli (AHSS) çelik ailesi grubundadır. Bu çeliklere, yukarıda belirtilen iki yöntem uygulanarak iki fazlı bir yapı üretilir. Bu fazlardan birini eşsiz şekillendirme özellikleri sunan ferrit, diğerini ise dayanımı sağlayan martensit kombinasyonu otomobil üreticilerinin ve araştırmacılarının ilgisini çekmektedir[3]. Ayrıca DP çelikleri, martensitik oranın artmasıyla mukavemeti artan bir tür çeliklerdir [4]. DP çeliklerinin bu üstün özelliklerinden otomotiv endüstrisinde on yıllardır yaygın olarak tercih edilmektedir. Gelişmiş yüksek mukavemetli çeliğin kullanımı, yolcu güvenliğini önemli ölçüde artırmış ve daha faif araçlar üreterek yakıt tüketiminde düşüşe yol açmasının yanı sıra, çevreye daha az CO2 gazı salınımı salarak daha temiz ve yeşil alanların oluşmasına katkı sağlamaktadır[5]. Çok çeşitli DP tipleri vardır. Araştırmacıların üzerinde durdukları konu, yeni yöntemler geliştirerek DP çeliklerinin şekillendirebilirliğinin geliştirilmesi ve araçlarda kullanım oranlarının artırılmasıdır.

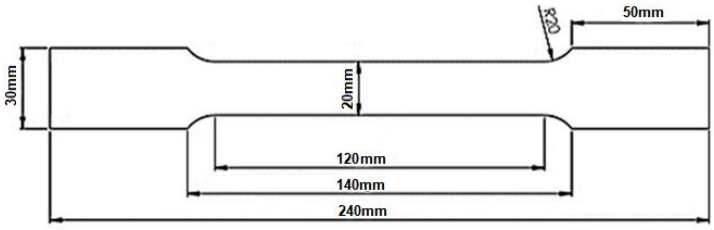
Derin çekme işlemi, iki eksenli düzleme sahip sac metallerin derin çekme kalıplarıyla preste matris boşluğuna çekerek, belirli profil ve derinliğe sahip üç boyutlu ürünler oluşturulması işlemi olarak tanımlanmaktadır. Bu şekillendirme yöntemi, sac metallerin şekillendirilmesinde kullanılan yüksek öneme sahip yöntemlerden biridir. Bu yöntem kare, karmaşık şekilli veya dairesel, parçaların üretiminde birçok faydalar sağlamaktadır. Başta otomotiv sanayii olmak üzere, dayanıklı ev aletleri, mutfak eşyaları ve iklimlendirme elemanları gibi birçok imalat alanında yaygın olarak tercih edilmektedir[6]. Sınır çekme oranı (SÇO), şekillendirilen ürünlerin kırılmadan, yırtılmadan ve hasara uğramadan şekillendirilen maksimum ilkel malzeme çapının zımba çapına oranı olarak ifade edilmektedir[7]. Şekillendirme yöntemiyle kare kaplar oluşturmak yuvarlak parçalara göre daha zor bir işlemdir. Sac numunenin çevreden merkeze doğru akışında köşelerdeki malzemenin şekil değiştirmeye karşı göstermiş olduğu direnci daha fazladır. Bunun sonucu olarak malzemenin kırışması ve kalıp boşluğunda kopma veya yırtılma gibi hasarlar oldukça fazla oluşmaktadır.

Bu çalışmada; SEY çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan malzeme 1 mm kalınlıkta DP600 ve DP800 sac numune kare kalıpta derin çekme işlemi kullanılarak şekillendirilmiştir. SEY sonucunda SÇO DP600 için 1,97 DP800 için 1,92 olarak elde edilmiştir. Kare derin çekilmiş kapların kalınlık ölçümleri yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Malzeme

Yeni araçların özellikle elektrikli araçların hem iç hem de dış aksamları karmaşık yapılardan oluşmaktadır. Bu yapıları imal etmek için ciddi makine parkuruna, güncel tezgâhlara ve akıllı imalat yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Aynı zamanda iş gücü ve yüksek oranda maddi güce ihtiyaç duyulmaktadır. Tasarım esnasında veya imalatta ortaya çıkacak hataların kayıpları büyük olmaktadır. Bu kayıpları en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için kalıp imalatına ve sac metal malzemeleri şekillendirme işlemine geçmeden önce daha henüz tasarım aşamasındayken özellikle sadece şekillendirmede kullanılan SEY kullanılmalıdır. Bu yöntemin kullanılmasıyla kalıp tasarımın doğruluğu, doğru sac malzemenin seçimi, deneme yanılma sayısının azaltılmış olacaktır. Aynı zamanda hem zaman hem de maliyet açısından önemli tasarruf sağlayacaktır. Çalışmada, ticari olarak temin edilmiş 1 mm kalınlığında olan DP600 ve DP800 sac malzeme kullanılmıştır. Çekme testi numunelerinin hazırlanmasında ısı girdisini önlemek için su jeti marifetiyle numuneler hazırlanmıştır. Çekme testlerinde kullanılan numunenin resmi şekil 1'de verilmiştir. 100 kN luk UTEST marka tek eksen çekme test cihazıyla elde edilen mekanik özellikler Tablo 1'de ve kimyasal bileşimleri ise Tablo 2'te verilmiştir.



Şekil 1. Çekme Testi Ölçüleri

Table 1. DP600 ve DP800 malzemelerine ait kimyasal bileşimi

Mekanik özellikler							
Malzeme	Deformasyon Hızı (S^{-1})	Deformasyon Sıcaklığı (°C)	Akma dayanımı (MPa)	Çekme dayanımı (MPa)	Uzama %	Malzeme izotropik kabul edilmiştir	Sürtünme
DP600	0,1	25	398.4	611	16	R=1	μ=0,03
DP800	0,1	25	594,2	805,1	10	R=1	μ=0,03

Tablo 2. DP-600 ve DP-800'ün kimyasal kompozisyonu

Malzeme	% Kimyasal Kompozisyon (wt.%)							
	C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	Ti
DP600	0,093	0,225	0,823	0,0123	0,0120	0,053	0,014	0,007
DP800	0,141	0,214	1,483	0,0106	0,0156	0,085	0,018	0,009

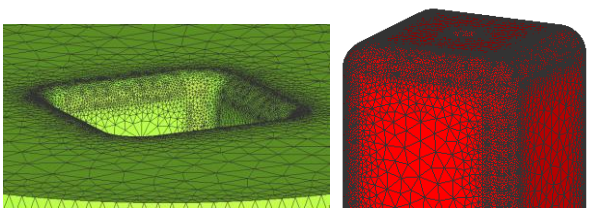
3. ANALİZ ÇALIŞMALARI

Sonlu elemanlar analizleri Simufact forming V16 programında yapılmıştır. Analiz çalışmalarına başlamadan önce, kalıp elemanlarının modellenmesinin ardından, çözümlemede kullanılacak olan sac malzeme modeli oluşturulmuş. SEY yönteminin doğruluk oranın yüksek olması SEY programına gerçek deneylerde kullanılacak olan malzemeye ait gerilme-gerinim grafiklerinin yanında elastisite modülü (E), Poisson oranı (ν) ve yoğunluğu (g) vb. değerlerinin tespit edilip girilmesine bağlıdır. Tablo 3'de analizlerde kullanılan sac malzeme için alınan E, ν ve g değerleri verilmiştir.

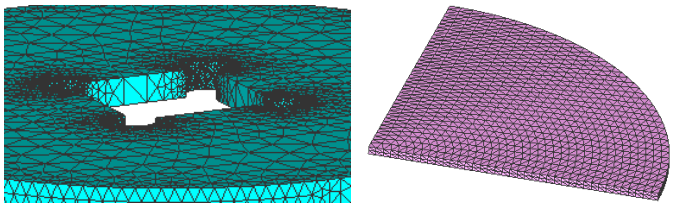
Tablo 3. Analizde kullanılan sac malzeme özellikleri

Yoğunluk (kg/m^3)	7850
Elastikiyet modülü (kN/mm^2)	200
Poisson oranı	0,3

Dişi kalıp, zımba, baskı plakası kuvveti ve sac malzeme için ağ yapıları oluşturularak analiz işlemi öncesi yapılması gereken işlemler tamamlanmıştır. Dişi kalıp ve zımbaya ait ağ yapıları Şekil 2'de, baskı plakası ve sac malzemeye ait ağ yapıları ise Şekil 3'de verilmiştir.

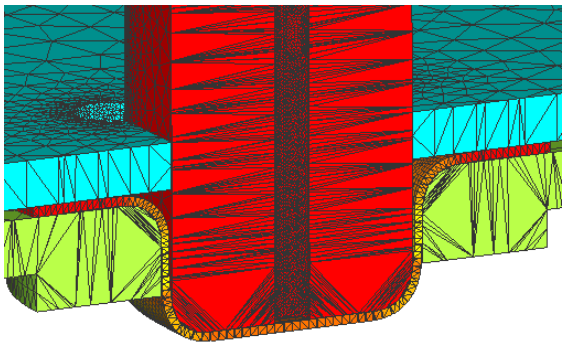


Şekil 2. Dişi kalıp ve zımbaya ait ağ yapıları



Şekil 3. Baskı plakası ve sac numuneye ait ağ yapıları

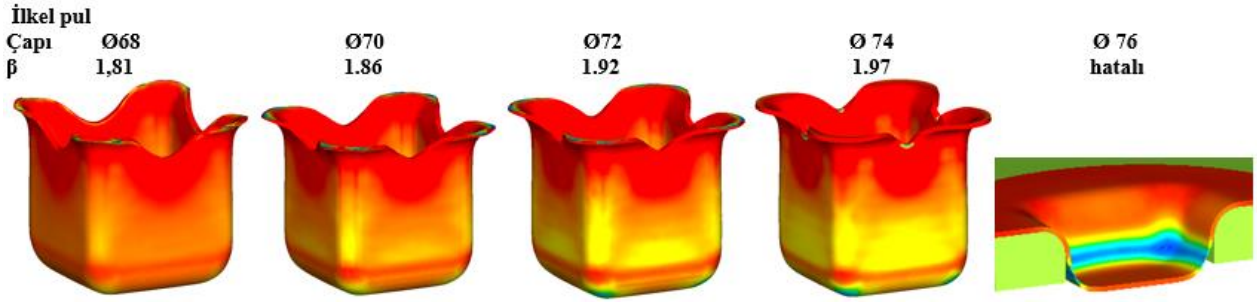
Ağ yapılarının oluşturulmasında, baskı plakası, zımba ve matrisin ağ yapıları oluştururken bu bölgelerdeki radyüslerde temasların daha hassas hesaplanması için radyüslü yüzeylerdeki ağ aralığı şekil 2 ve şekil 3 de de görüldüğü gibi hassaslaştırılmıştır. Sac malzemede ise ağ aralığı 0.699 mm olarak alınmıştır. Çalışmalarda, şekillendirme prosesi tek etkili preste kare derin çekme işlemine göre ayarlanmıştır. Kalıp prosesine ait ağ yapısı Şekil 4'de verilmiştir.



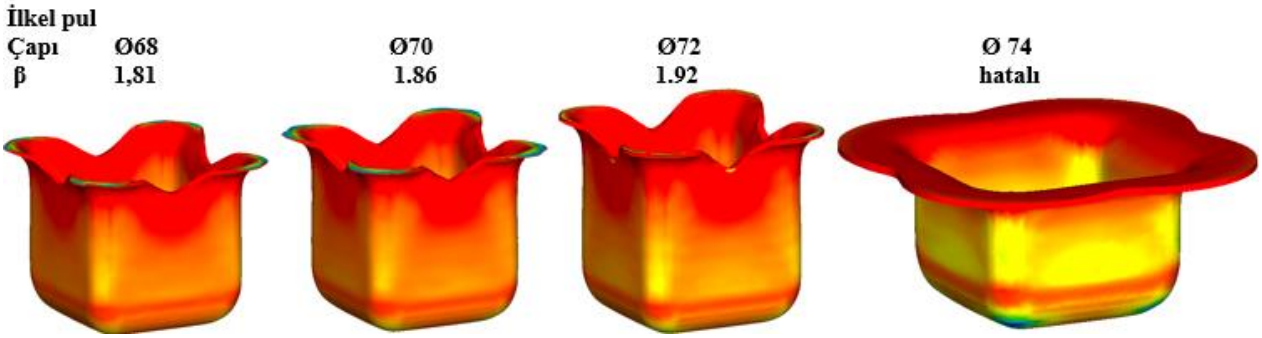
Şekil 4. Kalıp prosesine ait ağ yapıları

4. ANALİZ SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada kullanılan DP600 ve DP800 malzemeler Simufact forming V16 metal şekillendirme programı kullanılarak sayısal analiz çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan SEY analizleri sonucu elde edilen kare derin çekilmiş kaplardan DP600 Şekil 5'de ve DP800 Şekil 6'da verilmiştir. Yapılan bu analiz çalışmaları sonucunda SÇO belirlenmiştir. Şekillenme oranı β ile gösterilmiştir.

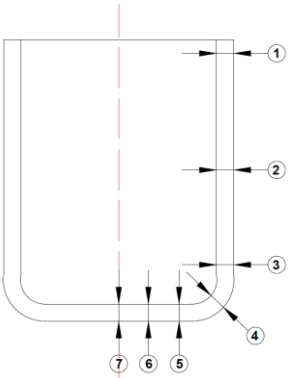


Şekil 5. DP600 kare derin çekilmiş kaplar

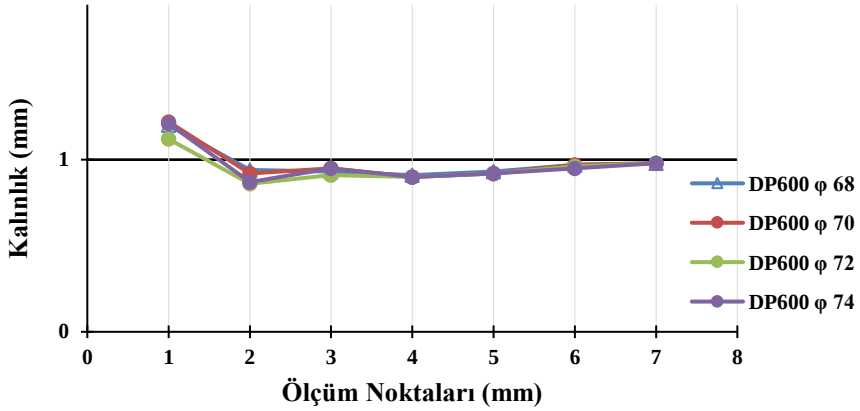


Şekil 6. DP800 kare derin çekilmiş kaplar

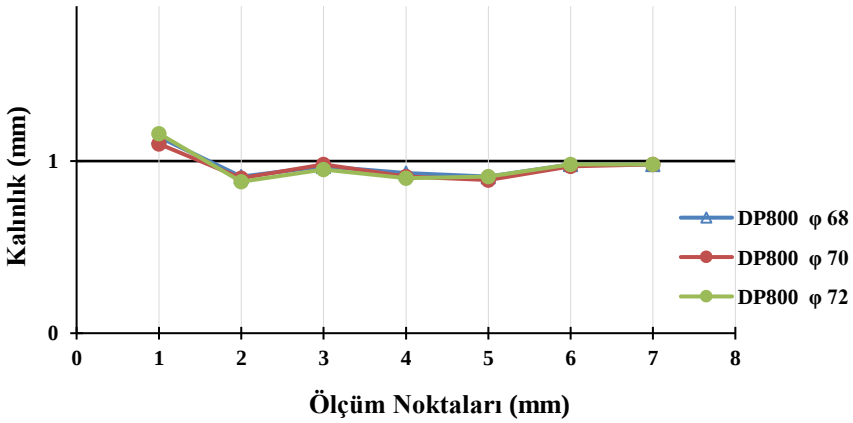
Analiz çalışmalarından elde edilen bu numunelerin kalınlık ölçümleri şekil 7'de belirtilen noktalardan ölçülmüştür. Kare kaplara ait kalınlık değişimleri DP600 için şekil 8'de ve DP800 için şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 7. Kalınlık değişimi ölçüm noktaları.



Şekil 8. DP600, t=1 mm kalınlığa ait kalınlık değişim grafiği.



Şekil 9. DP800, t=1 mm kalınlığa ait kalınlık değişim grafiği.

SEY yöntemiyle kare derin çekme sonucunda elde edilen kapların ölçüm grafikleri ve ölçüm sonuçları yorumlandığında, zımba kavisinin değdiği ve ona yakın olan yerlerin yanında 2 numaralı bölgenin de maksimum incelmenin olduğu yerler olarak görülmektedir. Bunun sebebi şu şekilde açıklanır. Malzemenin içe doğru çekilmesi işlemi tamamen zımba radiüsleri tarafından gerçekleştirildiği bunun yanında 2 numaralı bölgenin incelmesi ise sona doğru üst kısımlarda kalınlığın artması bir nevi malzemede çekme etkisi yapmasından dolayı incelmenin fazla olmasına sebebiyet vermektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Simufact forming V16 sac metal şekillendirme analiz programı kullanılarak 1mm kalınlığındaki DP600 ve DP800 çift fazlı sacların kare derin şekillendirilebilirlik simülasyonu yapılmıştır. Her iki malzemenin sınır çekme oranı belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, SÇO DP600 için 1,97 DP800 için 1,92 olarak elde edilmiştir. Kalınlık incelmesi sonuçlarına göre de kapların %20 den daha fazla incelme olmadan şekillendirildiği görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı, 2018.06.05.725 proje numaralı Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (DÜBAP) ile destekleyen Düzce Üniversitesi Rektörlüğüne teşekkür ederiz. Ayrıca Simufact forming V16 analiz programının lisanlanmasında yaptıkları destekten dolayı NETFORM Mühendislik Makina Metal San. ve Tic. Ltd. Şti., Mert AYGEN ve Ali Baran METE'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Shahriary MS, Koohbor B, Ahadi K, et al (2012) The effect of dynamic strain aging on room temperature mechanical properties of high martensite dual-phase (HMDP) steel. Mater Sci Eng A 550:325–332. https://doi.org/10.1016/j.msea.2012.04.082
2. Akay SK, Yazici M, Bayram A, Avinc A (2009) Fatigue life behavior of the dual-phase low carbon steel sheets. J Mater Process Technol 209:3358–3365. https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2008.07.038
3. Çavuşoğlu O, Gürün H (2014) Deformasyon Hizinin Dp600 Ve Dp780 Sac Malzemelerİ N Mekanİ K Özellİ Klerİ Ne Ve Derİ N Investigation of the Effects of Deformation Speed on the Mechanical Properties and Deep Drawing Process of Dp600 and Dp780 Sheet Metal. 29:777–784
4. Huh H, Kim SB, Song JH, Lim JH (2008) Dynamic tensile characteristics of TRIP-type and DP-type steel sheets for an auto-body. Int J Mech Sci 50:918–931. https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2007.09.004
5. Gerengi H, Sen N, Uygur I, Solomon MM (2019) Corrosion response of ultra-high-strength steels used for automotive applications. Mater Res Express 6:0865a6. https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab2178
6. Özek C, ÜNAL E (2012) the Effect of Die / Blank Holder Angles on Limit Drawing Ratio and Wall Thİ Ckness in Deep Drawing of Square Cups. J Fac Eng Archit Gazi Univ 27:615–622
7. ŞEN N (2016) Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknol Derg 4:293–304

DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Prof. Dr. Durmuş Kaya
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
durmuskaya@hotmail.com

Özet
Demir Çelik sanayi, imalat sanayisi içinde hem üretim kapasitesi, hem ekonomik değeri hem de diğer sanayi dallarıyla yakın ilişkiler içerisinde olması sebebiyle potansiyeli yüksek ve stratejik öneme sahip sektörlerin başında gelmektedir. Ülkemiz demir ve çelik üretiminde yıldan yıla artan bir ivme göstermektedir. Enerji tüketimi bakımından imalat sanayi içerisinde en büyük paya sahip olan demir çelik sektörü kaynak verimliliği açısından yüksek potansiyele sahip olduğu değerlendirilmektedir. Bu nedenle sektörde verimliliğin arttırılması; enerjide dışa bağımlılığının azaltılması ve çevrenin korunmasının yanında sektörün rekabet gücünün arttırılmasına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada Demir Çelik sektöründe enerji verimliliği açısından yapılabilecek iyileştirmeler araştırılmıştır. Bu amaçla endüstriyel kuruluşlarda gerçekleştirilen enerji verimliliği proje örnekleri ele alınmış, projeler için tasarruf miktarı, tasarrufun mali karşılığı, yatırım tutarı ve geri ödeme sürelerine ait bilgiler paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Demir çelik ve enerji, enerji verimliliği, enerji tasarrufu, enerji verimliliği, küresel ısınma

ENERGY EFFICIENCY IN THE IRON-STEEL SECTOR

Abstract
Iron and steel industry, both production capacity within the production, both economic value and close to relations with other industries is one of the sectors with high potential and strategic importance. Our country shows an increasing acceleration in iron and steel production from year to year. Iron and steel sector, which has the largest share in terms of energy consumption, ıt is considered to have high potential in terms of resource efficiency. Therefore, increasing efficiency in the sector; reduce foreign dependency to energy and will contribute to increasing the competitiveness of the sector as well as protecting the environment. In this study, the improvements that can be made in terms of energy efficiency in Iron and Steel sector were investigated. For this purpose, examples of energy efficiency projects carried out in industrial organizations were discussed, saving amount for project, financial equivalent of savings, investment amount and repayment periods were shared.

Keywords: iron-steel and energy, energy efficiency, energy-saving, global warming

1. GİRİŞ
Demir-çelik sektörü yıllık yaklaşık 24 EJ (24x1018 J) enerji tüketimi ile en çok enerji tüketen sektörlerden birisidir ve bu tüketim dünyanın toplam enerji tüketiminin %5'ine karşılık gelmektedir. Özgül enerji tüketimi açısından bakıldığında demir çelik sektörü enerji tüketimi 5.6-6.1 GJ/tcm değerindedir. Tesisler açısından bakıldığında ise demir çelik üretiminde en yüksek enerji tüketim payı %50-60'lık pay ile yüksek fırınlarındır. Bu durum, sektörde ciddi bir enerji tasarruf potansiyeli olduğunu göstermektedir. Sektörde enerji tasarrufu potansiyeli açısından en yüksek pay 1.2-1.5 ExzaJoule/yıl ile yüksek fırınlarındır. Bunu kok fırınları, haddehaneler ve çelikhaneler takip etmektedir.

1. Yüksek Fırınlarda Enerji Verimliliği Çalışmaları
Yüksek fırın prosesi, demirli malzemelerin içerisinde bulunan demir oksidin indirgenmesi sonucu sıcak maden oluşumu prosesine denir. Yüksek fırınlar çok büyük tesisler olup entegre demir çelik tesislerinin ana ünitesi pozisyonundadır. Hammaddeler, yüksek fırına şarj edilmeden önce cevher hazırlama sahasında stoklanır ve istenen özelliklerde harman yapılır. Demirli malzemeler, metalurjik kok ve cüruf yapıcı malzemeler yüksek fırına yukarıdan şarj edilir. Sıcak hava ise fırının alt kısmından

üflenir. Şarj edilen malzemeler proses esnasında fırın içerisinde aşağı doğru iner ve fırın haznesinde sıcak maden ve cüruf olarak ayrılırlar. Cüruf, yoğunluğundan dolayı üst tarafa; sıcak maden ise alt tarafa birikir. Fırına üflenen sıcak hava yüksek fırının karın kısmında metalurjik kok ve pülverize kömür ile reaksiyona girer ve karbon monoksit ve azot karışımından oluşan bir gaz oluşturur. Bu gaz, fırın içerisinde yükselirken fırının üst kısmından çöken hammaddeler ile reaksiyona girer. Fırın içerisinde yükselen bu gaz, proses sonucunda fırının üst kısmından atılır ve diğer proseslerde yakıt olarak kullanılmak üzere geri kazanılır. Bu işlem esnasında, demir içerikli malzemelerin kalınlığının fırının üst kısmından şarj edilen kokun kalınlığına oranı ve bunların radyal dağılımı kontrol edilir, böylece sıcak hava fırın içerisinden uygun radyal dağılımla geçebilir.

Yüksek fırınlarda enerji verimliliği çalışmalarında yapılabilecek enerji tasarrufları 3 kısımda incelenebilir: Soba baca gazı ısısının geri kazanılması ile elde edilebilecek tasarruf miktarı, Yüksek fırın iyileştirme projeleri ile elde edilebilecek tasarruf miktarları, Yüksek fırında proses esaslı elde edilebilecek tasarruf miktarları.

Yüksek Fırın İyileştirme Projeleri: Kok kuru söndürme tesisi, Tepe basıncı geri kazanım türbini (TRT), Sıcak madende kükürt giderme, Sıcak hava valfi kontrol sistemi, Çalışma kontrol sistemi, Fırın yükü dağıtım kontrolü, Yüksek fırına atık plastik enjeksiyon sistemi, Potaların ısıtılmasında rejeneratif börner kullanılması, Tüyer iç yüzeylerine seramik astar uygulanması, Yüksek fırın soğutma sistemi, Sobalarda seramik börner kullanılmasıdır.

Yüksek Fırında Proses Esaslı Elde Edilebilecek Tasarruf Potansiyelleri: Yüksek fırın yakma havasının oksijen ile zenginleştirilmesi, Sobalar yakma havasının oksijen ile zenginleştirilmesi, Yüksek fırın yakma havası sıcaklığının artırılması, Pülverize kömür enjeksiyonunun artırılması, Potalarda sıcak maden sıcaklığının korunması, Hammaddedeki kükürt miktarının azaltılması, Sinter miktarının artırılması, Pelet miktarının artırılması, Metalurjik kok külünün azaltılması, Metalurjik kok stabilitesinin artırılması, Metalurjik kok neminin azaltılması, Fırın yükü içerisinde +5 mm büyüklüğündeki malzeme oranının artırılması, Yakma havasındaki nem miktarının artırılması, Cüruf miktarının azaltılması, Cüruf yapıcı malzeme miktarının azaltılması, Alkali miktarının azaltılması, Silis oranının azaltılmasıdır.

2. Tav Fırınlarda Enerji Verimliliği Çalışmaları

İçerisine yerleştirilen ya da sürekli olarak yüklenen malzemeleri ekonomik bir şekilde ısıtmak suretiyle işlem sıcaklığına yükselten ve bu sıcaklıkta gerekli süre kadar tutan teknik ünitelere ocak ya da fırın adı verilmektedir. Tav fırınları; çeliklerin haddelenmesinde, hadde bandı üzerine yerleştirilen ve çeliklerin 1050 – 1300°C arasında sıcaklıklara ısıtılmasında kullanılan ve sürekli çalışan fırınlardır. Tav fırınlarında enerji verimliliği çalışmalarında yapılabilecek enerji tasarrufları şu şekilde sıralanabilir: Fazla havanın azaltılması, Reküperatörlerdeki sızıntı hava kayıplarının önlenmesi, Ekonomizer tesis edilmesi, Tufal kaybının azaltılması, FD ve ID fan motorlarında frekans konvertörü uygulaması ve Fırınlarda termal kamera ölçümleri sonucu belirlenen ısıl kayıpların giderilmesidir.

Bir Tav Fırınında yapılan çalışmalara ait bulgular aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

- Tespit edilen verim kayıpları; reküperatördeki ve reküperatör ile baca arasındaki hava kaçakları, tufal kayıpları ve baca gazı kayıpları olarak belirlenmiştir.
- Fırın yanma gazı ölçümlerinde karbon monoksit değeri sıfıra yakın okunmuştur. Bu nedenle bu fırında eksik yanma açısından bir problem görülmemiştir. Aynı zamanda; fırının optimuma yakın yanma havasıyla çalıştırıldığı tespit edilmiştir.
- Tav fırınında tufal kaybının azaltılmasıyla yapılacak tasarruf miktarı yaklaşık 350.000 USD, bu tasarrufu yapmak için gerekli yatırım maliyeti 530.000 USD geri ödeme süresi 18 aydır.

Haddehanede temiz hava (FD) fanında yapılan çalışmalarda, aynı anda fan motorunun çektiği güç ölçülmüş ve tespiti yapılan durumlar için ekonomik çözüm önerileri aşağıda verilmiştir.

- Mevcut klape ile fazla havanın azaltılması durumunda yıllık tasarruf miktarı yaklaşık 15.000 USD'dır.

- Mevcut klepe yerine frekans konvertörü ile motor devrinin düşürülmesi ile yapılacak enerji tasarrufu miktarı yıllık 550.000 kWh'tır. Bu tasarrufun parasal karşılığı yıllık yaklaşık 40.0000 USD'dır. Toplam yatırım maliyeti 20.000 USD ve geri ödeme süresi 6 ay'dır.

3. Kazanlarda Enerji Verimliliği Çalışmaları

Entegre tesise ait kazanlarında enerji verimliliği etüdü yapılmış ve potansiyel tasarruf alanları tespit edilmiştir. Bu etütle, buhar kazanlarında, kazan yüzeyleri, bacalar, yakma havası ve yanma gazına yönelik debi, sıcaklık, iletkenlik, nem gibi gerekli parametrelerin ölçümleri yapılarak, ölçüm sonuçları ile kazan girdi ve çıktıları hesaplanarak kazan verimlilikleri analiz edilmiş, bu analiz sonuçlarına göre de kazanlarda ne tür bir iyileştirme gerektiğine dair uygulama projeleri önerilmiştir. Çalışma sonucunda, yatırım gerektirmeden yaklaşık 1.000.000 USD/yıl, kısmi yatırımla ise 300.000 USD/yıl olmak üzere toplam 1.350.000 USD/yıl tutarında tasarruf potansiyeli belirlenmiştir.

4. Pompalarda Enerji Verimliliği Çalışmaları

Pompa istasyonunda mevcut pompa ve fanların verimliliklerinin etüdü çalışmasında, su pompalarında akışkan basıncı, debisi, sıcaklığı gibi pompa parametreleri ile akım, gerilim, güç ve güç faktörü gibi motor parametreleri ölçülerek, işletme çalışma şartları çerçevesinde pompaların uygun kapasite ve verim durumları tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, kısmi yatırımla yaklaşık 200.000 USD/yıl tutarında tasarruf potansiyeli belirlenmiştir.

5. Basınçlı Hava Sisteminde Enerji Verimliliği Çalışmaları

Kompresör ve basınçlı hava hatlarının verimliliklerinin etüdü çerçevesinde, fabrika genelinde çalışmakta olan kompresörlerden 100 kW ve üzeri motor güçlerinde olmak üzere, 20 adet kompresör ve hatlarında kompresör ve motor verimlerinin belirlenmesi, hava hatlarında sızıntı ve kaçakların tespit edilmesi çalışması yapılmıştır. Çalışma neticesinde, toplamda 100.000 USD/yıl tutarının üzerinde olmak üzere, her bir kompresör ünitesinde muhtelif tasarruf miktarları belirlenmiştir.

2. SONUÇ

Bu çalışmada Demir Çelik sektöründe enerji verimliliği açısından yapılabilecek iyileştirmeler araştırılmıştır. Bu amaçla endüstriyel kuruluşlarda gerçekleştirilen enerji verimliliği proje örnekleri ele alınmış, projeler için tasarruf miktarı, tasarrufun mali karşılığı, yatırım tutarı ve geri ödeme sürelerine ait bilgiler paylaşılmıştır. Çalışmalar kapsamında önemli miktarda iyileştirme ve tasarruf tespit edilen ünite ve ekipmanlar: yüksek fırınlarda enerji verimliliği çalışmaları, tav fırınlarda enerji verimliliği çalışmaları, kazanlarda enerji verimliliği çalışmaları, pompalarda enerji verimliliği çalışmaları, basınçlı hava sisteminde enerji verimliliği çalışmalarıdır. Söz konusu iyiliştirme ve tasarrufların hayata geçirilmesi ile; sektörde verimliliğin arttırılması; enerjide dışa bağımlılığının azaltılması ve çevrenin korunmasının yanında sektörün rekabet gücünün arttırılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Kılınç E., *Endüstriyel Fırınlarda Enerji Analizi Ve Verim Artırıcı Yöntemler*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 28-29, 35-36 (2012).

Xu, C. and Cang, D., *A Brief Overview Of Low Co_2 Emission Technologies For Iron And Steel Making*, Journal of Iran and Steel Research, International, 17 (3): 1-7 (2010).

Özdabak, A., *Demir Çelik ve Enerji*, Erdemir Bilim / Teknoloji Serisi, Rengin Basımevi**,** İstanbul (2004).

Topbaş, M. A., *Endüstri Fırınları*, (Cilt 1), Kurtiş Matbaası, İstanbul, (1991).

Kaya D., Ozturk HH., *Sanayide Enerji Yönetimi ve Enerji Verimliliği* - Uygulamalı Örneklerle, Umuttepe Yayınları, Mart 2014, Kocaeli.

Ozturk HH., Kaya D., *Kojenerasyon ve Trijenerasyon Tekniği*, Umuttepe Yayınları, Temmuz 2014, Kocaeli.

Trinks, W., Mawhinney, M. H., Shannon, R. A., Reed, R. J., Garvey, J. R., *Industrial Furnaces, (6^{th} Ed.)*, John Wiley and Sons, Inc., USA, (2004).

Mullinger, P., Jenkins, B., *Industrial and Process Furnaces*, Butterworth-Heinemann, UK, (2008).

Kaya D., *Açık ve Kapalı Eksenel Akışlı Pompa Çarklarının Pompa Performansına Etkisinin Deneysel Etüdü*, Mühendis ve Makina, 508:47-53, 2002.

Kaya, D., Eyidogan, M., *Energy Conservation Opportunities in an Industrial Boiler System*, J. Energy Engineering, 136(1), 18-25 (2010).

West, T., *From Mechanical to Electronic Control in Industrial Burners*, Technical Bulletin, Energy Technology and Control Ltd, (2002).

TAKVİYELİ ALÜMİNYUM SİLİNDİRİK TÜPLERİN EKSENEL YÜK ALTINDA ENERJİ ABSORBE ETME KAPASİTELERİNİN İNCELENMESİ

Muhammet Muaz Yalçın
Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği
myalcin@sakarya.edu.tr

Yaşar Kahraman
Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği
kahraman@sakarya.edu.tr

Kenan Genel
Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği
kgenel@sakarya.edu.tr

Özet
Metalik tüplerin içeriden ve dışarından takviye edilme durumları, enerji absorbe etme kabiliyetinin (EAK) artırılmasına yönelik çalışmalarda sıklıkla başvurulan yöntemlerdendir. Bu çalışmada da 6063-T5 alüminyum tüplerin, eksenel yük altında absorbe ettikleri enerji değerlerinin artırılması amacıyla farklı takviye yöntemleri deneysel olarak incelenmiştir. Bu kapsamda öncelikle tüplerin içeriden ve dışarıdan takviye durumları ayrı ayrı incelenmiş, sonrasında ise her iki takviyenin birlikte kullanıldığı duruma ait deneyler gerçekleştirilmiştir. İçeriden takviyede farklı yoğunluğa sahip PVC köpükler kullanılırken, dışarıdan takviyede cam elyaf kullanılmış ve takviyesiz tüpe göre absorbe edilen enerji değerinde, sırasıyla %19 ve %16 oranlarında artış sağlanmıştır. Bu artışın, tüp yapı ile takviye elemanları arasındaki etkileşimden kaynaklandığını söylemek mümkündür. Tüp yapının hem içeriden hem dışarıdan takviye edilmesi durumunda ise takviyesiz yapıya göre enerjinin %52 oranında artarak 3016 J değerine ulaştığı görülmüştür. Ayrıca, bu enerji değerinin içeriden ve dışarıdan yapılan takviyelerde elde edilen enerji artışlarının toplamından yaklaşık %10 daha yüksek olması, iki takviyenin birlikte kullanılması halinde, tüp yapı ile takviye elemanları arasındaki etkileşimden daha etkin bir şekilde yararlanıldığını göstermesi açısından oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: PVC köpük, cam elyaf, eksenel yük, alüminyum

INVESTIGATION INTO THE ENERGY ABSORPTION CAPACITY OF REINFORCED AL TUBES UNDER AXIAL LOADING

Abstract
Reinforcement of metallic tubes from inside and outside is one of the most commonly used methods for increasing the energy absorption capacity (EAC). In this study, the increase in absorbed energy of 6063-T5 aluminum tubes reinforced with different methods was investigated experimentally. In this context, firstly the internal and external reinforcements of the tubes were examined separately, and then the experiments where both reinforcements were used together were performed. While PVC foams with different density are used in the reinforcement from inside, glass fiber is used from outside reinforcement and the absorbed energy values compared to the base tube is increased by 19% and 16% respectively. This increase is due to the interaction between the tubular structure and the reinforcement materials. When the tube structure was reinforced both inside and outside, it was seen that the energy increased by 52% compared to the base tube and reached 3016 J value. It was also found that this value was about 10% higher than the sum of energy increases in the internal and external separately. This is important in terms of showing that the interaction that occurs when two supplements are used together plays a more effective role.

Keywords: PVC foam, glass fiber, axial loading, aluminum

1. GİRİŞ

Metalik tüpler hafifliğin ve dayanımın birlikte ön planda olduğu otomotiv ve havacılık gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Metalik tüplerin deformasyon davranışları ve enerji absorbe etme kabiliyetleri ile ilgili deneysel ve teorik çok sayıda çalışma yapılmıştır (Alexander 1960; Al Galib ve Limam 2004; Guillow ve ark., 2001; Mete ve ark., 2018; Singace ve ark., 1995; Yalçın ve ark., 2019). 1960 yılında Alexander (Alexander 1960) tarafından tüplerin deformasyon davranışlarının ve enerji absorbe etme kabiliyetlerinin teorik olarak incelendiği çalışma, bu alanda yapılan en önemli çalışmalardan biridir. Alexander, simetrik katlanma modelinde deforme olan metalik tüplerin ortalama kuvvet değerlerini çap ve cidar kalınlığına bağlı olarak veren bir denklem geliştirmiştir. Tüp yapıların enerji absorbe etme kabiliyeti, cidar kalınlığı daha baskın olmakla birlikte, tüp yapının çap ve uzunluğu gibi geometrik ölçülerine bağlıdır (Andrews ve ark., 1983). Bunların yanında kuvvetin uygulanma biçimi ve hızı ile hangi kesite sahip olduğu da enerji değerlerini etkileyen temel parametrelerdir (Cadoni ve ark., 2012; Zarei ve Kröger 2008).

Tüp yapıların absorbe ettikleri enerji değerlerinin artırılması amacıyla farklı takviye yöntemlerinin kullanıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu kapsamda yapılan bazı çalışmalarda (Lampien ve Jeryan 2018; Mozafari ve ark., 2015; Toksoy ve Güden 2005) farklı polimerik köpüklerle (PU, PS, PVC vb.) içeriden takviye edilmiş tüplerin enerji absorbe etme kabiliyetleri incelenmiş enerji absorbe etme değerlerinin köpük yoğunluğu ile orantılı olarak arttığı belirtilmiştir. Alüminyum ve çelik tüplerin PVC köpükle takviye edildiği bir diğer çalışmada, köpük takviyesinin çelik tüplerde enerji artışına sağladığı katkının alüminyum tüplere kıyasla verimsiz olduğu rapor edilmiştir (Alia ve ark., 2015). Absorbe edilen enerjilerin artırılması amacıyla uygulanan bir diğer takviye yöntemi de tüp yapıların dışarıdan farklı elyaf türleriyle (cam, karbon vb.) takviye edilmeleridir. Metalik tüplerin cam elyafla takviye edilmeleriyle ilgili yapılan çalışmalar (Cheol ve ark., 2002; Tanoğlu ve Taşdemirci 2007), takviye sonrasında tüp yapının dayanımına katkı sağlandığını ve ortalama kuvvet değerlerinin artırıldığını ortaya koymuştur. Dışarıdan yapılan takviyenin, bazı durumlarda tüp yapının katlanma modelini değiştirdiği, yapılan bazı çalışmalarda(Toksoy ve Güden 2005) rapor edilmiştir. Takviyeli yapıda sağlanan enerji artışının takviye elemanından kaynaklanan ağırlık artışından daha baskın olması şeklinde tanımlanan enerji verimliliği, birçok çalışmada (Andrew ve ark., 2015; Santosa ve Wierzbicki 1999) göz önünde bulundurulmuş, çelik tüplerin metalik köpüklerle, alüminyum tüplerin ise polimerik köpüklerle takviye edilmesi durumunda daha yüksek enerji verimliliği sunduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, takviyeli alüminyum tüplerin enerji absorbe etme kabiliyetleri ve deformasyon değişimleri deneysel olarak incelenmiştir. Takviye elemanlarınca, tüplerin enerji verimlilikleri artırılmaya çalışılmıştır.

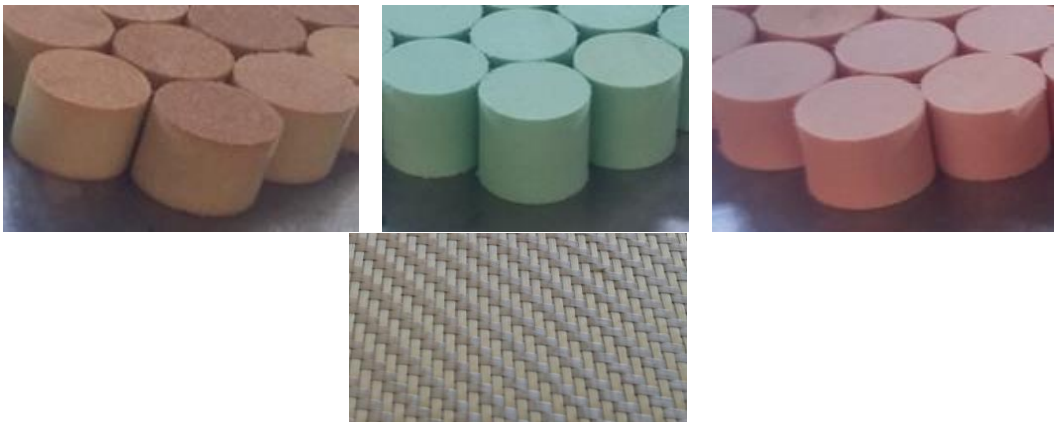
2. MATERYAL VE METOD

Deneysel çalışmalarda, 58 mm çapa, 1,3 mm cidar kalınlığına ve 100 mm uzunluğa sahip 6063-T5 serisi alüminyum alaşım tüpler kullanılmıştır. Tüp yapının mekanik özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla, 5 kN kapasiteli Instron marka cihazda çekme deneyi gerçekleştirilmiştir. Daha hassas bir ölçüm yapılabilmesi amacıyla video ekstansometre kullanılmıştır. Tüp yapının mekanik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre tüp yapı, 188 MPa akma dayanımına ve 212 MPa çekme dayanımına sahiptir.

Tablo 1: 6063-T5 alüminyum tüpün mekanik özellikleri

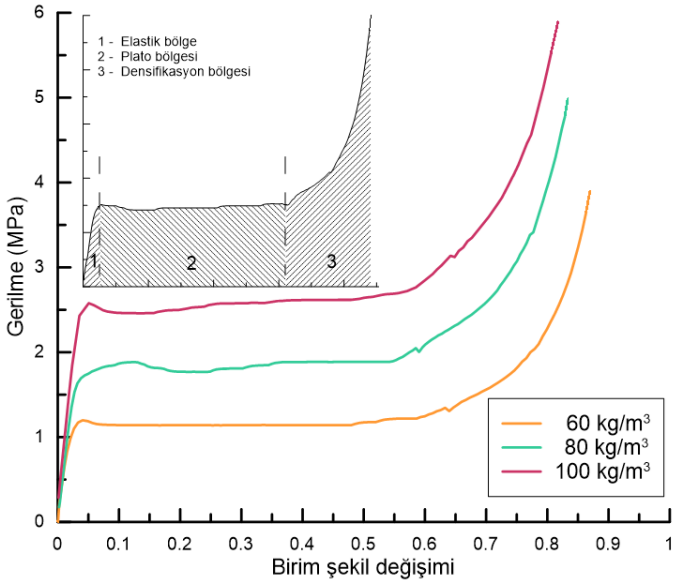
Elastiklik modülü (GPa)	Akma dayanımı (MPa)	Çekme dayanımı (MPa)	Poisson oranı	Yoğunluk (kg/m^3)
69	188	212	0,3	2700

Tüplerin içeriden takviye edilmesinde, sırasıyla 60 kg/m^3, 80 kg/m^3 ve 100 kg/m^3 yoğunluklara sahip kapalı gözenekli PVC köpükler kullanılmışken, dışarıdan takviye edilmesinde 200 gr/m^2 yoğunluğa sahip twill dokuma cam elyaf kullanılmıştır (Şekil 1).

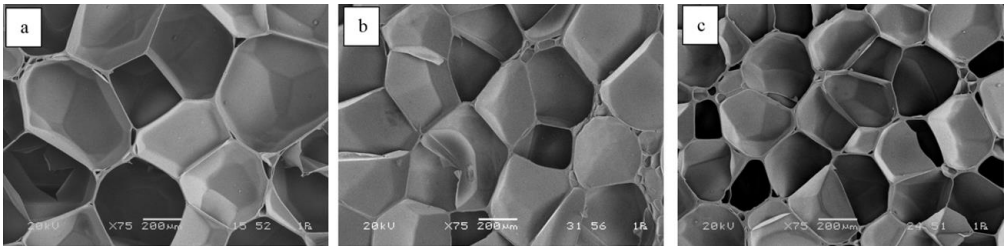


Şekil 1. Tüp yapıların takviye edilmesinde kullanılan PVC köpükler ve cam elyaf

PVC köpüklerin mekanik özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla basma deneyi gerçekleştirilmiş ve köpüklere ait gerilme-birim şekil değişimi eğrileri Şekil 2'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde, eğrilerin ***I:*** elastik, ***II:*** plato ve ***III:*** tam sıkışma şeklinde isimlendirilen üç ana bölgeden müteşekkil olduğu, köpüğün yük taşıma kapasitesinin ise özellikle plato bölgesine göre belirlendiği bilinmektedir. Basma eğrileri incelenen köpüklerin plato değerleri düşük yoğunlukludan yüksek yoğunlukluya, 1 MPa, 1,7 MPa ve 2,1 MPa şeklinde sıralanmaktadır. PVC köpüklerin yoğunluklarıyla hücre büyüklükleri arasındaki ilişkinin daha net ortaya konulabilmesi açısından taramalı elektron mikroskobu (SEM) yardımıyla alınan görüntüler Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 2. PVC köpüklerin basma deneylerine ait gerilme-birim şekil değişimi grafiği



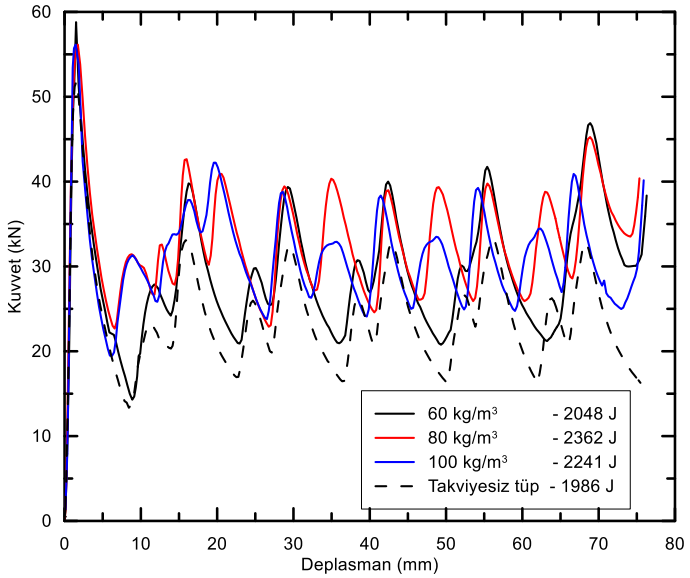
Şekil 3. a) 60 kg/m^3, b) 80 kg/m^3 ve c) 100 kg/m^3 yoğunluktaki PVC köpüklerin SEM görüntüleri

Takviyesiz ve takviyeli tüp yapıların eksenel ezilme deneyleri 250 kN kapasiteli, hidrolik tahrikli bir pres kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneyler 1 mm/s hızla yapılmış, deneylere ait kuvvet-deplasman verileri yaklaşık 6 veri/s olarak bilgisayara aktarılmıştır. Ayrıca tüm deneyler kamere yardımıyla kayıt altına alınmıştır.

Deneylerde kullanılan PVC köpükler geometrik hassasiyetin maksimum olabilmesi amacıyla CNC dik işleme merkezinde dairesel formda işlenmişlerdir. Köpükler ticari olarak 50 mm yüksekliğindeki plakalar olarak satışa sunulduğundan, her bir tüpün takviye edilmesinde iki adet köpük silindir kullanılmıştır. Dışarıdan takviye durumundaysa tüpler üç kat olacak şekilde cam elyaf sarılmıştır. Cam elyaf kumaşlar, fazla epoksi bulunmayacak ve ıslatma problemi de yaşanmayacak şekilde, ağırlıkça 100/40 oranına göre hazırlanan epoksi ve sertleştirici karşımı ile ıslatılmıştır. Cam elyaf sarılmış tüpler, maksimum verim alınabilmesi amacıyla, oda sıcaklığında 24 saat süreyle kürlenmeye bırakılmıştır.

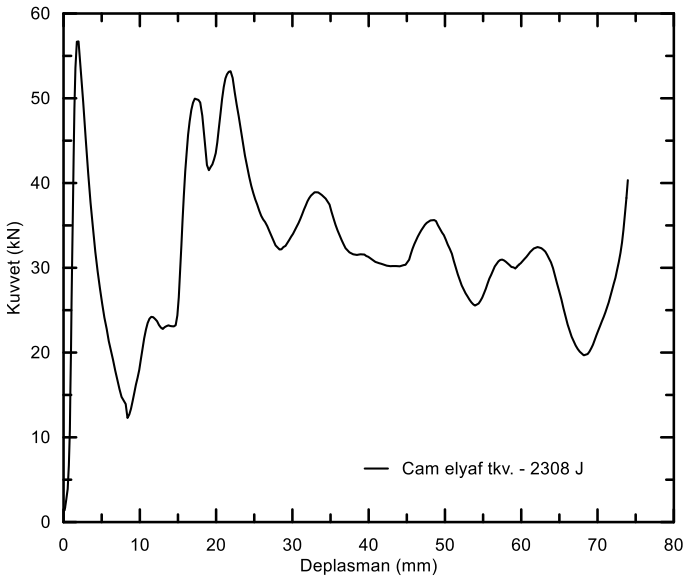
3. SONUÇ

Bu bölümde takviyesiz, sadece içeriden (PVC köpük), sadece dışarıdan (cam elyaf) ve hem içeriden hem de dışarıdan takviye edilmiş numunelerin eksenel ezilme deney sonuçları verilmiştir. Bu kapsamda, takviyesiz tüp ile farklı yoğunluktaki PVC köpüklerle içeriden takviye edilmiş numunelerin eksenel ezilme deney sonuçları Şekil 4'te verilmiştir. Grafikte kesikli çizgilerle gösterilen takviyesi tüpün belirli bir karakteristiğe sahip olduğu görülmektedir. Köpük takviyesiyle birlikte, tüp cidarının katlanma esnasında içeri yönlenmesine karşılık gelen alt kuvvet noktaları ile dışa yönlenmesine karşılık gelen kuvvet değerlerinin yukarı doğru ötelendiği görülmektedir. Köpük takviyesinin absorbe edilen enerji değerlerini artırdığı, ancak en yüksek enerjinin en yoğun köpük yerine orta yoğunluklu köpük takviyesinde 2362 J değerinde takviyesiz tüpten %19 daha fazla olarak elde edilmiştir. Bu durum köpükle tüp arasındaki etkileşimin bu köpükte optimum seviyede olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. Takviyesiz ve farklı yoğunluklu PVC köpük takviyeli tüplere ait kuvvet-deplasman eğrileri

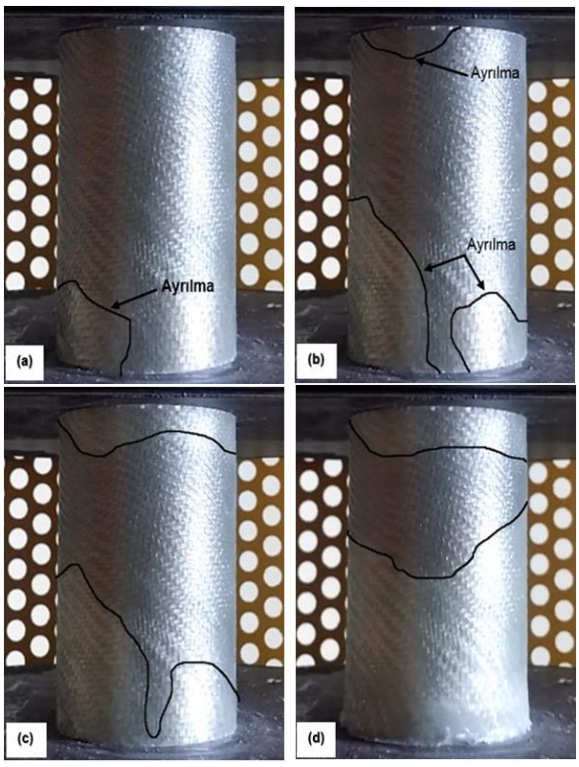
Tüplerin dışarıdan cam elyaf kullanılarak takviye edilme durumlarına ait kuvvet-deplasman eğrileri Şekil 5'te verilmiştir. Cam elyaf takviyesinin kuvvet karakteristiği üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu durum tüp cidarının katlanma sırasında dışarı yönlenmesinin takviye elemanınca kısıtlanması ve bu nedenle katlanma davranışının değişmesinin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Şekil 6). Elyaf takviyeli tüpün eksenel yük altında absorbe ettiği enerjinin takviyesiz tüpe göre %16 oranında artarak 2308 J değerine ulaştığı görülmektedir. Bu değer en yoğun köpük takviyeli tüpten daha yüksek bir enerji değeri sunmaktadır. Şekil 7'de verilen dışarıdan takviyeli numunenin deney sırasındaki görüntüleri incelendiğinde, cam elyaf kompozitin çok küçük deplasman değerlerinde tüp yüzeyinden ayrılmaya başladığı görülmektedir. Tüp-elyaf ara yüzeyindeki bu ayrılmalar (stress-whitining) cam elyaf daha çok tüp cidarının stabilitesine katkı sunduğu anlaşılmaktadır. Kuvvet eğrisinde ikinci katlanmaya karşılık gelen kuvvet değerinden sonraki düşüşü ara yüzeydeki bu ayrılmalara neticesinde oluştuğunu söylemek mümkündür.



Şekil 5. Dışarıdan cam elyaf takviyeli tüpün kuvvet-deplasman eğrisi

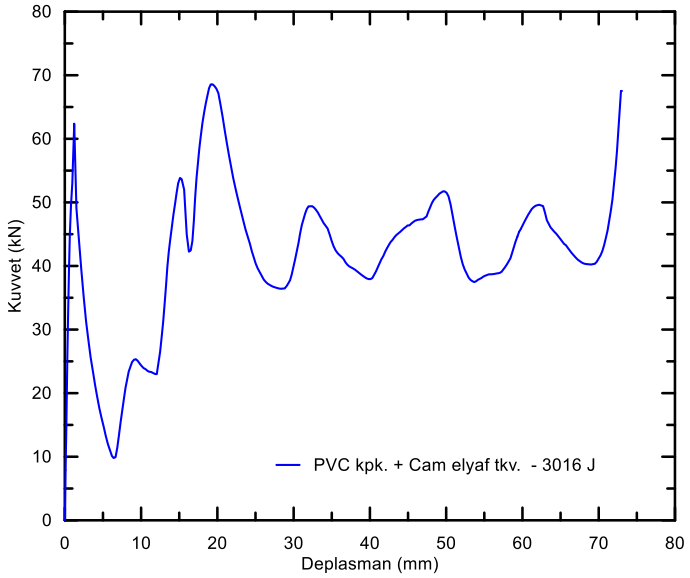


Şekil 6. Dışarıdan takviyeli tüpte katlanma davranışının değişimi



Şekil 7. Cam elyaf-tüp ara yüzeyinde meydana gelen ayrılma aşamalarına ait görüntü

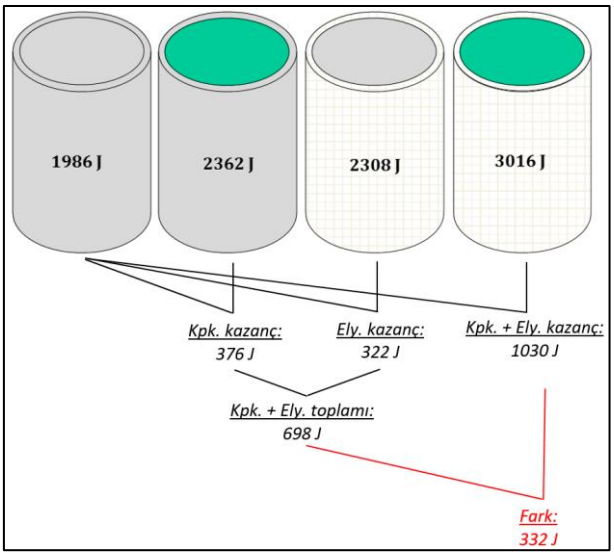
Son olarak alüminyum tüplerin hem içeriden hem dışarıdan takviye edilme durumları incelenmiştir. bu kapsamda yapılan deney sonucuna ait kuvvet-deplasman eğrisi Şekil 8'de verilmiştir. Grafikten kuvvet eğrisinin karakteristiğinin cam elyaf takviyeli numuneye benzediği sonucuna ulaşmak mümkündür. Ancak katlanma aşamalarına ait pik kuvvet değerleri, köpük takviyesiyle daha belirgin hale gelmektedir. Her iki takviyenin birlikte kullanılması, ilk pik kuvvet üzerinde ciddi bir etki oluşturmamakla birlikte, diğer kuvvet değerlerini yukarı doğru ötelediği anlaşılmaktadır. Özellikle ikinci katlanma safhasına karşılık gelen ikinci pik kuvvetin, PVC köpüğün etkisiyle, ilk pik kuvvet değerinin de üstüne çıktığı görülmektedir. Bu durum köpük takviyesinin elyaf ile birlikte daha yüksek bir etkileşim oluşturduğunu göstermektedir. Bu numunede absorbe edilen enerji, takviyesiz, içeriden takviyeli ve dışarıdan takviyeli tüplere göre sırasıyla %52, %28 ve %31 daha yüksektir. Dolayısıyla enerji absorbe edici bir sistem olarak, iki takviyenin birlikte kullanıldığı numunenin tercih edilmesi daha makuldür.



Şekil 8. İçeriden ve dışarıdan takviyeli tüp yapıya ait kuvvet-deplasman eğrisi

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada 6063-T5 serisi alüminyum tüplerin eksenel yük altındaki enerji absorbe etme kabiliyeti deneysel olarak incelenmiştir. Absorbe edilen enerjinin artırılabilmesi amacıyla, tüpler içeriden ve dışarıdan takviye edilmişlerdir. Farklı yoğunluktaki PVC köpüklerle yapılan takviyede en yüksek enerji orta yoğunluktaki köpükte elde edilmiştir. Dışarıdan yapılan cam elyaf takviyesinde ise tüp yapının katlanma davranışının değiştiği gözlenmiştir. Her iki takviye durumunda elde edilen enerji artışının, tüp cidarı ile takviye arasındaki etkileşimden kaynaklandığı anlaşılmış, bu etkileşimi artırmak için iki takviye birlikte kullanılmıştır. Bu etkileşim durumuna ait şematik resim Şekil 9'de verilmiştir. Buna göre, tüp yapının içerden ve dışarıdan takviye edilmesinde enerji değerinin, tüpün enerji değeri ile içeriden ve dışarıdan takviyede sağlanan 376 J ve 322 J değerindeki kazançların toplamı olan 2684 J olması beklenirken, 3016 J değerinde olmuştur. Bu değer, enerji kazançlarının cebirsel toplamından %13, takviyesiz tüpten ise %52 daha yüksektir. Dolayısıyla birlikte kullanılan takviye elemanlarının, birbirlerinin enerji artışına sundukları katkıyı da artırdığı sonucuna ulaşmak mümkündür.



Şekil 9. Tüp ile takviye elemanları arasındaki etkileşim neticesinde enerji değerindeki değişim

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TUBİTAK tarafından 115M583 numarasıyla desteklenen proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Alexander, J.M. (1960), An Approximate Analysis of Collapse of Thin-Walled Cylindrical Shells under Axial Loading, *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics* 13: 10–15.

Alia, R.A., Guan Z., Jones, N., Cantwell, W.J. (2015) The Energy-Absorption Characteristics of Metal Polymer Foams, *Journal of Sandwich Structures and Materials* 17(1): 74–94.

Xiuzhe A. (2015), Crashworthiness Design for Foam-Filled Thin-Walled Structures with Functionally Lateral Graded Thickness Sheets, *Thin-Walled Structures* 91: 63–71.

Andrews, K.R.F., England, G.L., Ghani, E. (1983), Classification of the Axial Collapse of Cylindrical Tubes under Quasi-Static Loading, *International Journal of Mechanical Sciences* 25(9): 687–96.

Cadoni, E., Luigi F., Daniele F. (2012), Strain Rate Behaviour in Tension of Austenitic Stainless Steel Used for Reinforcing Bars, *Construction and Building Materials* 35: 399–407.

Cheol, K. (2002), Axial Crush and Bending Collapse of an Aluminum/GFRP Hybrid Square Tube and Its Energy Absorption Capability, *Composite Structures* 57: 279–87.

Al Galib, D., Limam, A. (2004), Experimental and Numerical Investigation of Static and Dynamic Axial Crushing of Circular Aluminum Tubes, *Thin Walled Structures* 42: 1103–37.

Guillow, S.R., Lu, G., Grzebieta, R.H. (2001), Quasi-Static Axial Compression of Thin-Walled Circular Aluminium Tubes, *International Journal of Mechanical Sciences* 43: 2103–23.

Lampien, B.E., Jeryan, R.A. (2018), Effectiveness of Polyurethane Foam in Energy Absorbing Structures, *SAE Technical Paper Series* 1–18.

Mete, O.H., Yalcin, M., Genel, K. (2018), Experimental and Numerical Studies on the Folding Response of Annular-Rolled Al Tube, *Thin-Walled Structures* 127.

Mozafari, H. (2015), In Plane Compressive Response and Crushing of Foam Filled Aluminum Honeycombs, *Journal of Composite Materials* 49(26): 3215–3228.

Santosa, S., Wierzbicki, T. (1999), Effect of an Ultralight Metal Filler on the Bending Collapse Behavior of Thin-Walled Prismatic Columns, *International Journal of Mechanical Sciences* 41(8): 995–1019.

Singace, A.A., Elsobky H., Reddy, T.Y. (1995), On the Eccentricity Factor in the Progressive Crushing of Tubes, *International Journal of Solids and Structures* 32(24): 3589–3602.

Tanoglu, M., Tasdemirci, A., (2007), Effect of Aluminum Closed-Cell Foam Filling on the Quasi-Static Axial Crush Performance of Glass Fiber Reinforced Polyester Composite and Aluminum/Composite Hybrid Tubes, *Composite Structures* 81: 480–90.

Toksoy, K., Guden, M. (2005), The Strengthening Effect of Polystyrene Foam Filling in Aluminum Thin-Walled Cylindrical Tubes, *Thin Walled Structures* 43: 333–50.

Yalçın, M., Mete, O.H., Genel, K. (2019), Axial Crushing Behavior of Circular Aluminum Tubes, *Materials Testing* 61(8): 749–54.

Zarei, H.R., Kröger, M. (2008), Optimization of the Foam-Filled Aluminum Tubes for Crush Box Application, *Thin Walled Structures* 46: 214–21.

EFFECTIVE USE OFFRESHLY HARVESTED, FREEZ DRIED AND PROCESSED USE OF POMEGRANATE *(PUNİCA GRANATUM L.)* FRUITS IN PAKISTAN

Tahseen Fatima Miano
Department Of Food Engineering, Faculty Of Engineering, Erciyes University, 38039, kayseri, Turkey.
Institute of Food Sciences and Technology, Sindh Agriculture University, 70060, Tandojam, Pakistan.
Corresponding author Email: tahseenfm@yahoo.com

Abstract
This study is based on the effective use of freshly harvested, freeze, dried and processed use of pomegranate *(Punica granatum L.)* fruits in Pakistan, Locally pomegranate is known as Anar. Pomegranate is a seasonal fruit crop therefore, its rich in many macro and micro food nutritional components to food diet of consumer by eating this in any form it active the immune system in terms of antioxidant, nutritional therapeutic, wound healing, thirst quenching and appetite properties. Pomegranate arils were always hold by outré hard cover and inside the arils were separated by white albedo membrane which gives a protection to the seed of anar. However, studies have shown that pomegranate juice and arils are rich in total carbohydrates and sugars, proteins and amino acids and also have an abundant source of vitamin C 226.8mg, vit. K 44.2mg and folate 1.5mcg. In conclusion this study focus the health benefits of pomegranate as functional food ingredients in consumer diet to protect their health by consuming pomegranate as food supplement for health concerned.

Keywords: Pomegranate, antioxidant, vitamins, total carbohydrates.

1. Introduction

Pomegranate *(Punica granatum L.)* Anar locally called at Pakistan, it has been cultivated in small lands of Punjab, Khyber Pakhunkhaw Kpk as well as major regions of northern Baluchistan. Due to its availability according to the season so, it has very limited period of time to be consumed by the peoples. Mostly, when the fruit harvested (Celik and Ercisli, 2009) eaten as a fresh due to its crunchy juicy arils (Kufer *et al.*, 2005) sparks very beautifully. Now a days, trend for saving the fruit waste has been in great importance for this instance, freshly fruit were purchased by the locals and by the industries were processed in different food products (de Pascual-Teresa, Santos-Buelga and Rivas-Gonzalo, 2000) to save its nutritional value for health benefits. Therefore, major harvest is saved in the form of fresh (Jingjing and Qipeng, 2008) processed juice that could easily be available(Kader, 2006) in the local markets, another product that has also been available in the dried form of anar; pomegranate arils that usually dried (Karuppagounder *et al.*, 2009) in the sun by providing direct sun light. Furthermore, to preserve its nutrients, color, flavor it has been also frozen at -70 to -80 ^{o}C for more than a year. While, eating anar dried or fresh arils (dana) gives different mouth fresh taste as minimum acidic taste which also depends on the various verities that has been grown its acidic taste ranges between fresh pomegranate juice (Vardin and Fenercioğlu, 2003) have total acid percentage of 7.6-8.5 whereas % (Kaur and Kapoor, 2005)(Khorsandi, Yazdi and Vazifehshenas, 2009) the dried dana (arils) contains 5.6-6.8% (Khoshroo *et al.*, 2009) that are widely used in culinary (Kotwal, 2008) for appealing taste of food (Zafrilla, Valero and García-Viguera, 1998). Furthermore, the regular consumption of (anar) pomegranate arils were linked by means of health, its antioxidant value prevents the risk of cardiac, cancer syndromes, metabolic optimal body functions disorder and other diseases, as healthy as by the keeping body cells active and healthy (*Food Technology*, 2006). The phenolic compounds prevents the anti-inflammatory infections likewise, flavons, tannins helps in somehow to regulate digestive system(Gil *et al.*, 2000). However, studies have shown that pomegranate juice as nutraceuticals used as a functional food and arils are rich in total carbohydrates and sugars, proteins and amino acids and also have an abundant source of vitamin C 226.8mg, vit. K 44.2mg and folate 1.5mcg(Gokoglu, Topuz and Yerlikaya, 2009) compromised potential therapeutic properties. The main objective of this study was to understand the consumption of pomegranate (Vardin and Fenercioglu, 2009)as functional food ingredients for health benefits in consumer diet to protect their fitness by consuming pomegranate as food supplement (Yilmaz, Çelik and Isik, 2007) for health concerned(López-Rubira *et al.*, 2005).

2. Product Preparation

The pomegranate products preparation were briefly described as follows and their preservation methods as more common are;

2.1: Juice extraction from pomegranate arils

Pomegranate juice were extracted by using a mechanical blender or local screw type press machine (Janick, 2004)could be used without crushing the seeds of arils. The (anar) pomegranate juice was filtered and clarified by(Gil, Artes and Tomas-Barberan, 1996) cooking with flash pasteurizer at 75-85°C cooled(Ergun and Ergun, 2009), kept for settlement of impurities for 12 hours or more and strained and described in Figure 1. The clear juice was preserved by using chemical preservatives (Xiang *et al.*, 2008) and using transparent plastic bottles for freezing.

2.2: Sun drying of pomegranate arils

Pomegranate collected were peeled off by knife, then by the help of hand the anar arils were separated that were covered with albedo(Celik and Ercisli, 2009)(Blasco *et al.*, 2009) white membrane that was separated from the arils seeds of pomegranate then they were dried at sun by spreading them on the cloth at floor with in the direct sun light(Dean, 2004)t. They could also be dried in control conditions of hot air oven at 80 ^{o}C till arils became dried(García-Viguera and Zafrilla, 2001).

2.3: Freezing of pomegranate arils

Pomegranate arils which were cleaned and separated were packed in polyethylene bags were air tighten and kept in freezers under controlled -0 ^{o}C, for few months. In case of, pomegranate juice it was packed in plastic bottles and could be kept at -70 or above freeing temperature at laboratorial conditions.

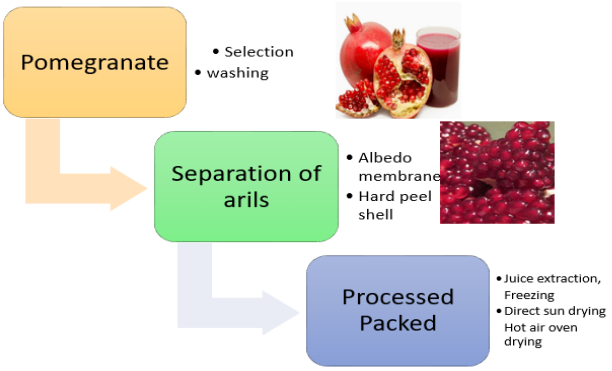


Figure.1. Flow process steps for pomegranate juice and arils.

3. Effect on nutritional

The products that were prepared for local as well as at industrial level were preserved according to the above discussed method. It has been before explained by the …. That the fresh pomegranate juice is a rich source of polyphenolic acid like ellagic acid, punicalagin and gallic acids presented in Figure.2 that gives them the red bright color to the juice due to the presence of phytochemicals as natural components,

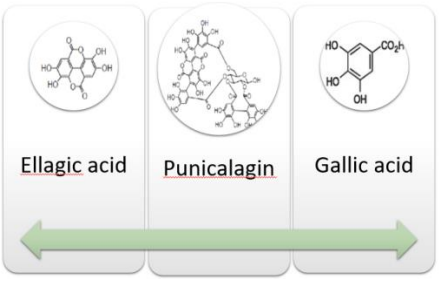


Figure.2. Chemical structure of some phenolic compounds.

The ratio of every components varies according to the different cultivars grown in the different region. Therefore, pomegranate juice varies in anthocyanin component (Alper, Bahçeci and Acar, 2005) that change the color of arils juice embedded in to the fine tissues membrane and also the fruit maturity level. Therefore a careful handling is needed during preservation and processing of pomegranate juice(Astruc *et al.*, 1996). Many studies were conducted to identified the polyphenolic content from pomegranate juice they suggested the different concentrations of ellagic acids , gallic 122.99, 36.79, 21.16 and 4.46 mg/100 g, as mean values, (Alper and Acar, 2004) elphinidin 3-glucoside (2.19-16.29 mg/L) respectively (Alighourchi, Barzegar and Abbasi, 2008). It has been also observed that during sun drying techniques the color changes from red to dark brown due to metabolic reactions but this process also retains the nutritional value of the pomegranate some percentage of heat resistant vitamins retained during drying in the product and some losses. Furthermore, some studies conducted on the freezing of arils resulted no any significant variation between the fresh arils juice and frozen arils which seems very crystal and fresh as they were kept at freeing temperature. In this study it has been concluded that the use of fresh pomegranate juice is much healthier to the consumer but also the use of dried arils have also great importance in the preparation of different cuisine, freezing techniques also now a days helping the consumer to retain the fresh taste of arils juice as resembled like fresh ones, that is to prevent the consumer from many diseases for a happy and healthy life due to its health promoting components.

References

Alighourchi, H., Barzegar, M. and Abbasi, S. (2008) 'Anthocyanins characterization of 15 Iranian pomegranate (Punica granatum L.) varieties and their variation after cold storage and pasteurization', *European Food Research and Technology*, 227(3), pp. 881–887. doi: 10.1007/s00217-007-0799-1.

Alper, N. and Acar, J. (2004) 'Removal of phenolic compounds in pomegranate juices using ultrafiltration and laccase-ultrafiltration combinations', *Nahrung - Food*, 48(3), pp. 184–187. doi: 10.1002/food.200200258.

Alper, N., Bahçeci, K. S. and Acar, J. (2005) 'Influence of processing and pasteurization on color values and total phenolic compounds of pomegranate juice', *Journal of Food Processing and Preservation*, 29(5–6), pp. 357–368. doi: 10.1111/j.1745-4549.2005.00033.x.

Astruc, N. *et al.* (1996) 'Studies on the diagnosis of hop stunt viroid in fruit trees: Identification of new hosts and application of a nucleic acid extraction procedure based on non-organic solvents', *European Journal of Plant Pathology*, 102(9), pp. 837–846. doi: 10.1007/BF01877053.

Blasco, J. *et al.* (2009) 'Development of a machine for the automatic sorting of pomegranate (Punica granatum) arils based on computer vision', *Journal of Food Engineering*, 90(1), pp. 27–34. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2008.05.035.

Celik, A. and Ercisli, S. (2009) 'Some physical properties of pomegranate cv. Eksinar', *International Agrophysics*, 23(3), pp. 295–298.

Dean, J. (2004) 'Dyes in mediaeval Europe. Part two: Yellow, blue, green and black', *Journal for Weavers, Spinners and Dyers*, (211), pp. 9–12.

Ergun, M. and Ergun, N. (2009) 'Maintaining quality of minimally processed pomegranate arils by honey treatments', *British Food Journal*, 111(4), pp. 396–406. doi: 10.1108/00070700910951524.

Food Technology (2006) 'Exhibits offer healthy insights', pp. 103–109.

García-Viguera, C. and Zafrilla, P. (2001) *Changes in anthocyanins during food processing: Influence on color*, *ACS Symposium Series*.

Gil, M. I. *et al.* (2000) 'Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10), pp. 4581–4589. doi: 10.1021/jf000404a.

Gil, M. I., Artes, F. and Tomas-Barberan, F. A. (1996) 'Minimal processing and modified atmosphere packaging effects on pigmentation of pomegranate seeds', *Journal of Food Science*, 61(1), pp. 161–164. doi: 10.1111/j.1365-2621.1996.tb14749.x.

Gokoglu, N., Topuz, O. K. and Yerlikaya, P. (2009) 'Effects of pomegranate sauce on quality of marinated anchovy during refrigerated storage', *LWT - Food Science and Technology*, 42(1), pp. 113–118. doi:

10.1016/j.lwt.2008.04.007.

Janick, J. (2004) *Genetic alterations associated with the origins of fruit culture*, *Acta Horticulturae*. doi: 10.17660/ActaHortic.2004.663.123.

Jingjing, L. and Qipeng, Y. (2008) 'A new method for ellagic acid production from pomegranate husk', *Journal of Food Process Engineering*, 31(4), pp. 443–454. doi: 10.1111/j.1745-4530.2007.00169.x.

Kader, A. A. (2006) *Postharvest biology and technology of pomegranates*, *Pomegranates: Ancient Roots to Modern Medicine*.

Karuppagounder, S. S. *et al.* (2009) 'Dietary supplementation with resveratrol reduces plaque pathology in a transgenic model of Alzheimer's disease', *Neurochemistry International*, 54(2), pp. 111–118. doi: 10.1016/j.neuint.2008.10.008.

Kaur, C. and Kapoor, H. C. (2005) *Antioxidant activity of some fruits in indian diet*, *Acta Horticulturae*. doi: 10.17660/ActaHortic.2005.696.99.

Khorsandi, F., Yazdi, F. A. and Vazifehshenas, M. R. (2009) 'Foliar zinc fertilization improves marketable fruit yield and quality attributes of pomegranate', *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(6), pp. 766–770.

Khoshroo, A. *et al.* (2009) *Pomegranate quality evaluation using machine vision*, *Acta Horticulturae*. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.818.51.

Kotwal, G. J. (2008) 'Genetic diversity-independent neutralization of pandemic viruses (e.g. HIV), potentially pandemic (e.g. H5N1 strain of influenza) and carcinogenic (e.g. HBV and HCV) viruses and possible agents of bioterrorism (variola) by enveloped virus neutralizing com', *Vaccine*, 26(24), pp. 3055–3058. doi: 10.1016/j.vaccine.2007.12.008.

Kufer, J. *et al.* (2005) 'Historical and modern medicinal plant uses - The example of the Ch'orti' Maya and Ladinos in Eastern Guatemala', *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 57(9), pp. 1127–1152. doi: 10.1211/jpp.57.9.0008.

López-Rubira, V. *et al.* (2005) *Development of new healthy products: Fresh processed pomegranate seeds*, *Acta Horticulturae*. doi: 10.17660/ActaHortic.2005.682.244.

de Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J. G. (2000) 'Quantitative analysis of flavan-3-ols in Spanish foodstuffs and beverages', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(11), pp. 5331–5337. doi: 10.1021/jf000549h.

Vardin, H. and Fenercioglu, H. (2009) *Study on the development of pomegranate juice processing technology; the pressing of pomegranate fruit*, *Acta Horticulturae*. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.818.54.

Vardin, H. and Fenercioğlu, H. (2003) 'Study on the development of pomegranate juice processing technology: Clarification of pomegranate juice', *Nahrung - Food*, 47(5), pp. 300–303. doi: 10.1002/food.200390070.

Xiang, L. *et al.* (2008) 'Effects of Season, Variety, and Processing Method on Ellagic Acid Content in Pomegranate Leaves', *Tsinghua Science and Technology*, 13(4), pp. 460–465. doi: 10.1016/S1007-0214(08)70074-9.

Yilmaz, Y., Çelik, I. and Isik, F. (2007) 'Mineral composition and total phenolic content of pomegranate molasses', *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 5(3–4), pp. 102–104.

Zafrilla, P., Valero, A. and García-Viguera, C. (1998) 'Stabilization of strawberry jam colour with natural colourants | Estabilización del color de mermelada de fresa mediante la adición de colorantes naturales', *Food Science and Technology International*, 4(2), pp. 99–105. doi: 10.1177/108201329800400204.

TEST SENARYO YAZMA AŞAMASINDA MODEL TABANLI TEST DENEYİMİ

Ayşe Betül Karagöz, Abdurrahman Akın
Kuveyt Türk R&D Center, Kocaeli, Türkiye
{ayse.karagoz, abdurrahman.akin}@kuveytturk.com.tr

Doç. Dr. Ahmet Zengin
Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye
azengin@sakarya.edu.tr

Özet
Günümüzde web uygulamalar, mobil uygulamalar oldukça yaygınlaşmış ve kullanımı artmıştır. Müşteri verilen hizmete aracısız ulaştığı için hataların tolere edilmesi zorlaşmıştır. Bankacılık, telekomünikasyon gibi güvenliğin de çok önemli olduğu sektörlerde rekabetin de artmasıyla birlikte ürünlerin, hizmetlerin hatasız çıkarılması zorunlu bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu bağlamda endüstride yazılım test süreçlerini iyileştirme, geliştirme çabaları artmıştır. Bu makalede Yazılım Test Süreçlerinde senaryo oluşturma aşaması ele alınmış, bir bankanın süreç iyileştirme sürecinde Model Bazlı Test deneyimi anlatılmıştır. İnternet Bankacılığı uygulamasında ekranlar seçilerek bu ekranlar için Model Tabanlı Test uygulaması ile test senaryoları oluşturulmuş, bu senaryoların ve manuel oluşturulan senaryolar için gereksinimleri kapsama oranları karşılaştırılmıştır. Model Bazlı Testte senaryo oluşturmanın avantajları, dezavantajları vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yazılım Test, Senaryo, Model Tabanlı Test, Deneyim, Banka

MODEL BASED TEST EXPERIENCE FOR SOFTWARE TEST SCENARIO GENERATION

Abstract
Nowadays, web applications, mobile applications have become widespread and usage has increased. Customers are the direct users of the and it ist difficult to expect tolerance for bugs. With the increased competition in sectors like banking and telecomunication where security is also important, delivering products and services without bugs is necessary. In this context, efforts to develop and improve the software testing processes in the industry have increased. In this paper, test case development stage in Software Testing Processes is discussed and experience to do this with Model Based Testing is explained. By selecting some screens in the Internet Banking application, test scenarios were created manually and automatically with Model Based Testing. The coverage of the requirements for these scenarios were compared. Advantages and disadvantages of automated test scenario creation with Model Based Testing are emphasized.

Keywords: Software Testing, Scenario, Model Based Test, Experience, Bank

1. GİRİŞ

International Software Testing Qualifications Board (ISTQB) Yazılım Test Türkçe Terimler Sözlüğüne göre, Model Tabanlı Test; Test edilen bileşen veya sistemi modelleyen test; örneğin güvenirlik büyüme modelleri, kullanım modellerini operasyonel profil olarak yada davranışsal modelleri karar tablosu veya geçiş diyagramı olarak modellemek gibi. Yine ISTQB'nin Yazılım Test Türkçe Terimler Sözlüğüne göre, Modelleme Aracı; Yazılım veya sistem modellerinin yaratılmasını, düzeltilmesini ve doğrulanmasını sağlayan bir araç.[Graham] anlamlarını taşımaktadır. [1]

Yazılım projeleri süreçlerinde projelerin artması ve büyümesi, projelerdeki iş bölümü ve uzmanlık alanlarını artırmış projede çalışan kişi sayısı da tüm bunlara paralel olarak fazlasıyla artmıştır. Bir veya iki kişi bir projenin tüm süreçlerini aylarca yürütürken teknoloji hızında artan ivme ile birlikte çok kişiyle projelerin çok kısa sürede çıkmasına olanak tanıyan sistemler, alt yapılar kurulmuştur. Projelerde temel düzeyde talep eden(müşteri), analist, yazılımcı ve test mühendisi şeklinde uzmanlık alanları oluşmuştur. Aynı projeye hizmet eden bu rollerin hem pratik hem çevik olmak hem de ortak

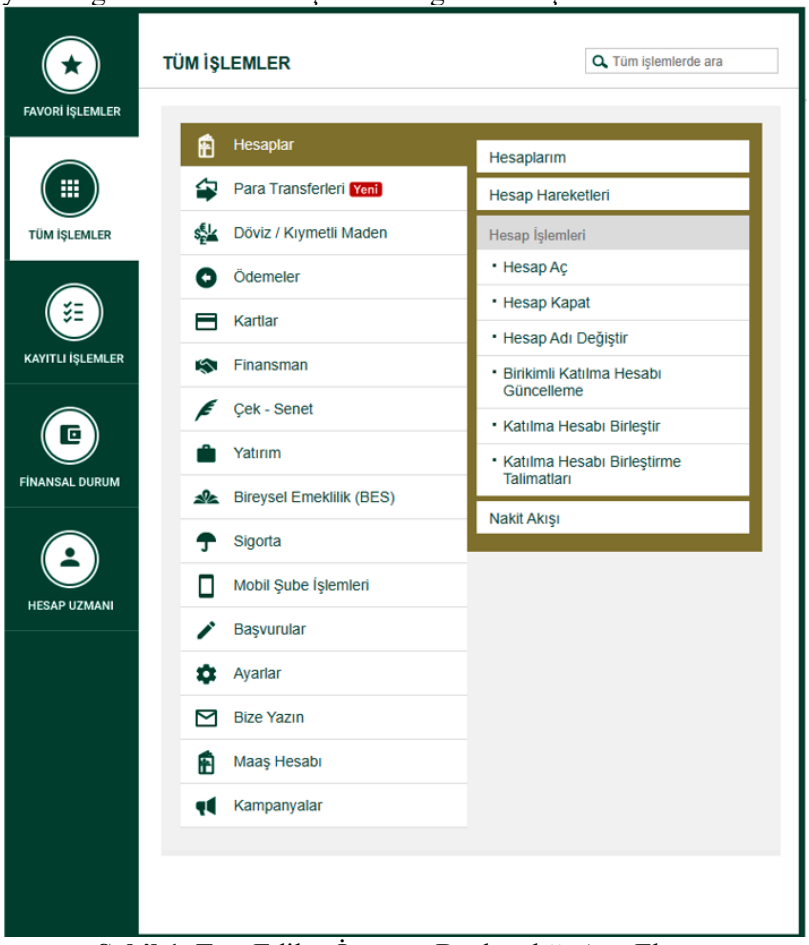
bir dil konuşması adına model odaklı süreçler oluşturmaya başlanmıştır. Yetmişli yıllardan bu yana model tabanlı test fikirleri de ortaya atılmış ve günümüze kadar gelişimi devam etmiş son on yılda özellikle otomasyon testlerinde kullanımın artmasıyla birlikte büyük önem kazanmış ve bu alandaki uygulamalar yeni versiyonlarıyla birlikte daha kullanılabilir ve ilgi görür hale gelmiştir. Anne Kramer, Bruno Legeard ve Robert V. Binder, (2012, 2016/ 2017) Model Tabanlı Test Kullanıcı araştırması yapmışlar ve bu araştırmaların analizlerini içeren makalelerinde Model Bazlı Testin kullanıcıların beklentilerini kısmi karşılıyor olsa da etkinlik ve verimlilik konusunda olumlu etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. [2]

2. TEST EDİLEN SİSTEM VE İHTİYAÇ ANALİZİ

2.1. Test Edilen Sistem

Kuveyt Türk Katılım Bankası A.Ş., Türkiye'de özel bir finansal (bankacılık) kurumudur. Banka, 1989 yılında Türkiye finans pazarında faaliyetlerine başlamıştır. Türkiye genelinde 414 şubesi bulunmaktadır ve müşterilere çok çeşitli finansal ürünler ve hizmetler sunmaktadır. 2016 yılsonu itibarıyla, banka yaklaşık 6.000 personel istihdam etmiştir [3].

Banka tarafında çalışan SUT, müşteriler tarafından kullanılan ana web uygulamasıdır. İnternet Şubesi anlamına gelen İnternet Şube (Türkçe) adıyla Türkçe ve İngilizce dillerinde kullanıcı ara yüzü sağlar. Uygulama, kişisel ve kurumsal bankacılık, örneğin para transferi, finansal raporları görüntüleme ve müşterilerin sahip olduğu farklı banka kartlarına erişim gibi tipik özellikler sunar. Kod tabanı boyutu açısından, uygulama yaklaşık 293 kaynak kod satısından oluşmaktadır(KLOC). Uygulamanın toplamda 162 GUI ekranı (sayfa) vardır. 2019 Ekim ayı itibariyle uygulamanın yaklaşık 180.000 aktif kullanıcısı ve aylık yaklaşık 1.6 milyon giriş yapan bir kullanıcı trafiği bulunmaktadır. Uygulamanın tüm menülerinin yer aldığı ana ekranı olan Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Test Edilen İnternet Bankacılığı Ana Ekranı

2.2. Mevcut Durum ve İhtiyaç Analizi

Bankacılık web uygulaması ilk kez 2007 yılında kurumsal ve bireysel müşterilerin kullanımına sunulmuştur. 2013/2014 yıllarında bugünkü tasarımı olan flat tasarımına geçilmiş ve ilk gününden bu yana değiştirilen özellikleri, yeni eklenen menü ve özelliklerle gelişimini sürdürmüştür. Sistemin yazılım ortamındaki değişikliklerle (ör. DBMS) başa çıkacak şekilde değiştirilmesi için ilk versiyonundan beri uyum bakımı yapılmıştır. Yeni veya değiştirilmiş özelliklerin uygulanması için iyileştirici bakım yapılmıştır. Düzeltici bakım hataları tespit etmek ve düzeltmekle ilgilenmiştir. Sonuncusu fakat en az olmayanı, yazılımın bakım kabiliyetini, güvenilirliğini arttırmak ve gelecekte refactoring gibi uygulamaları kullanmak gibi problemleri önlemek için önleyici bakım yapılmıştır. Dolayısıyla, uygulamadaki her bir bakım etkinliği, testi kaçınılamaz bir ihtiyaç haline getirdiği gibi işlevselliğini ve hızını artırma ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Uygulamanın kritikliği göz önüne alındığında, doğru ve kesintisiz işlevselliğinin çok önemli olduğu, banka olması sebebiyle güvenliğinin azami düzeyde olması gerektiği her geçen önemini artırmaktadır.

Genel olarak süreçleri ele almak gerekirse bir sistemin, uygulamanın veya genel manada bir yazılım projesinde ilgili iş biriminin talebi -müşterinin talebi ile birlikte gereksinim kapsam çalışmaları başlatılır. Kapsamın netleşmesi ile birlikte analist analizini metin olarak yazar ve iş birimi{müşteriden analiz onayı alır. Ardından eş zamanlı olarak yazılımcı geliştirmesini yaparken test mühendisi, iş birimi/ müşteri/ son kullanıcı senaryolarını yazar. Yazılımın bitmesi ile birlikte analist en temel düzeyde olumlu senaryoları test eder. Test mühendisi manuel olarak hazırladığı senaryolarını test eder ve hataları sisteme girer. Hataların yazılımcı tarafından çözümünün ardından tekrar testi yapılır ve test mühendisinin girdiği açık hata kalmayana dek bu hata süreci devam eder. Yapılan raporlamanın ardından geliştirme Kullanıcı Kabul Testine açılır. Talebi yapan ilgili iş birimi/müşteri hazırlamış olduğu senaryolar ile birlikte testlerini gerçekleştirir ve hataları sisteme girişi yapar. Buradaki hata süreci de tekrar testleri ile hata kalmayıncaya dek sürer. Kullanıcı Kabul Testinden sonra kullanıcı onayı ile birlikte geliştirme canlıya alınır. Burada yapılan test Kara Kutu Testidir. Kara Kutu testinde sistemin yapısına ve çalışmasına bakılmaksızın işleyişine, analizdeki gereksinimleri karşılaması test edilir. Bu test, entegrasyon ve kullanıcı kabul aşamalarının her birinde uygulanabilir [4]. Yazılım projeleri genel olarak çoğu yerde bu şekilde işler. Bu işleyişten da anlaşıldığına göre son kullanıcı, test mühendisi, analist, yazılımcı vb. tüm roller işlerini yaparken kendilerine analizi referans alırlar. Dolayısıyla analizin herkesçe anlaşılabilmesi projenin doğru yapılmasını sağlamaktadır. Doğru anlaşılmasının yanında sayfalarca süren bir metni okuyup anlamak, kaçırılan noktaları azaltmak oldukça zordur. Bu bağlamda bu süreci iyileştirmek ve daha hızlı hale getirmek adına ortak bir dil kullanımı yani modelleme devreye girmektedir. Herkesin anlayabileceği ve kullanabileceği, güncellemeye elverişli olan bir model uygulaması olarak Model Tabanlı Test ile gereksinimler üzerinden talebin grafiği çizilerek ortak bir dil kullanımı ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Ayriyeten çıkarılan senaryoları hızlı çıkarılması ana işlevleri hızlı test etmek adına önemli bir adımdır ve gerekliliktir. Modelden çok hızlı sürede otomatik olarak çıkarılan test senaryoları test süresini de oldukça kısaltacaktır.

3. TARTIŞMA

Mishra (2016) yazdığı makale çalışmasında resmi/formal tabanlı testi model tabanlı test ile karşılaştırmıştır. Karşılaştırma kriterleri olarak kullanmış olduğu metrikler bu çalışmaya göre daha genel düzeydedir. Bizdeki test uygulamaları resmi olamayan/ uygulama zorunluluğu olmayan kurallar, ınformal veya non-formal süreçleri içermektedir. Bu bakımdan yapılan bu karşılaştırma çalışmasına katkısı olmaktadır.

Dawoud (2014) Tracebility of in Model-based Testing adlı tez çalışmasında yapmış olduğu karşılaştırma metrikleri açısından bu makaleye yol gösterici olmuştur. Özellikle Model Tabanlı Testte gereksinimler konusuna değindiği kısımda modelin kapsama ve kullanılabilirliği açısından durumunu göstermiş ve verilerle ifade etmiştir.

Uygulama deneyimi içeren tüm yayınlar uygulama seçimi konusunda karar verilmesini kolaylaştırmış ve konunun farklı yönlerine vurgu yapılmasını ve daha gelişmiş seviyede bir çalışma yapılmasını sağlamıştır.

4. GRAPH WALKER DENEYİMİ VE SONUÇ

4.1. GraphWalker

Yapılan araştırma sonuçlarında Model Tabanlı Test uygulaması olarak GraphWalker'ın web bankacılık uygulaması için daha elverişli olacağı düşünülmüştür ve GraphWalker deneyimlenmiştir. GraphWalker, test durumlarının Sonlu Durum Makinelerinden(FSM) yapıldığı ve bir yıldıza (belirli bir tepe veya kenara en kısa yolu oluşturan) veya çeşitli durumları, kenarları, gereksinimleri kapsayan rastgele arama algoritması kullanan ve başka arama algoritmaları kullanan açık kaynaklı bir uygulamadır. GraphWalker kullanarak, sistem modeli ve gereksinimleri, kenarlar ve köşeler gibi grafik tabanlı bileşenlerde kolayca modellenebilir. Açık kaynak kodlu, örnekleri ile eksiksiz bir dokümantasyona sahip ve öğrenmesi ve kullanması kolay bir uygulamadır. Test Durumlarına karşılık gelen yolları otomatik olarak oluşturmak için yönlendirilmiş kenarları ve köşeleri kullanır. GraphWalker'ı seçmenin bir diğer önemli nedeni, web tabanlı internet bankacılığımız için test vakalarını otomatik olarak çalıştırmak için Selenium entegrasyonu olması da önemli bir özellik ve avantajdır.

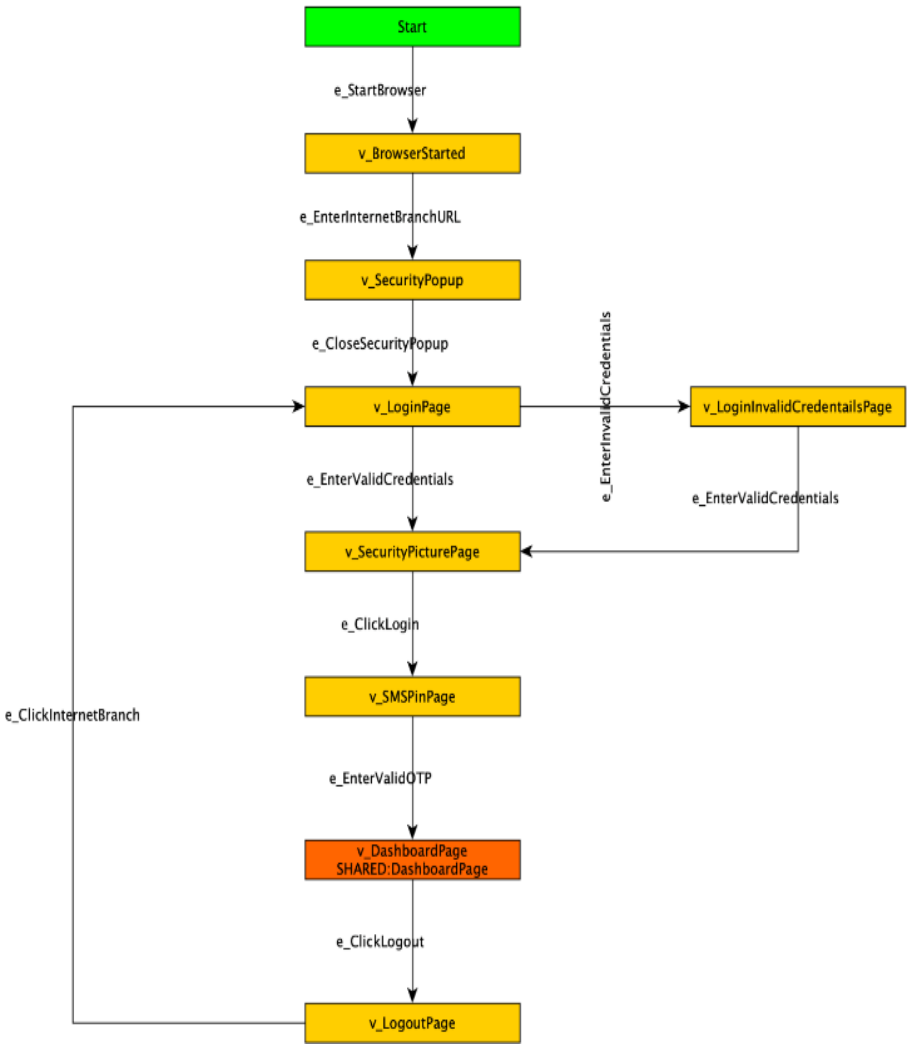
GraphWalker genellikle Sonlu Durum Makinelerden(FSM) çevrimdışı ve çevrimiçi test dizileri oluşturmak için bir araç konuşuyor. MBT'nin (Model Tabanlı Test) modeli anlayabilmesi için; uyulması gereken bazı basit kurallar var. Her grafiğin 'START'etiketli bir (ve yalnızca bir) köşesi olmalıdır. Bu, MBT'yi grafikteki başlangıç noktasını gösterir. Grafikteki her köşe bir isim içermelidir. Kenarların genellikle adları vardır, ancak bunlara sahip olmaları gerekmez. Ad, test yürütme motorunun gerektirdiği adlandırma kuralına uymalıdır. Etiketler, tepe veya kenarın adını temsil eder. Anahtar kelimeler bir köşe veya kenar etiketi içine yazılmıştır. Etikette kendi satırlarında bulunmaları gerekir, ancak ilk satırda değiller. Proje süresince, bir model tasarlamak için kullanılan açık kaynaklı bir araç olan yED adlı editör/grafik düzenleme aracı kullanılmıştır.

GraphWalker'daki model sonlu durumlu bir makine [FSM] kullanılarak yapılmıştır. Bir FSM (Sonlu Durum Makinesi), köşeleri birbirine bağlayan köşeleri (düğümleri) ve kenarları (okları) içeren bir modeldir. GraphWalker'ın kullandığı belirli standartlar vardır. Bu standartları kendi sitesinde yayınlayarak çeşitli örneklerle detaylandırmıştır. Bu çizim standartları genel olarak şöyledir:

- Bir model köşelerden(vertex) ve kenarlardan(edge) oluşur.
- Bir köşe, test edilen sistemdeki bir durumu temsil eder.
- Bir köşe tanımlanmış bir etikete sahip olmalıdır.
- Aynı adda birden fazla köşeye sahip olabilirsiniz.
- Bir kenar iki durum arasındaki geçişi temsil eder.
- Bir kenarın bir etiketi olabilir, ancak zorunlu değildir.
- Model, Başlat etiketli bir ve yalnızca bir köşeye sahip olmalıdır.
- Başlama tepe noktası, zorunlu bir etikete sahip bir ve sadece bir dış çizgiye sahip olmalıdır.
- Başlangıç tepe noktasının kenarları olmamalıdır. [5]

Son kullanım durumlarına bakıldığında GraphWalker'ın yakın zamanda kendi yazılım editörünü oluşturup uygulamaya dahil ettiği görülmüştür. [6]

Kenar, bir düğmeye, zaman aşımına, sunucu API'sine çağrı vb. Tıklanabilen bir geçiştir. Kenarın etiketi, test yürütme sırasında bir yönteme, işleve veya alt rutine göre eşlenir. En iyi uygulama, adı 'e_' ile başlatmaktır. Bunun nedeni, test yürütme aracındaki işlevi kenar olarak tanımanın daha kolay olmasıdır. Aynı isim modelde tekrar kullanılabilir. Bir köşe, bir tür oracle kullanarak doğrulanması mümkün bir tür devlettir. Bir köşe daima bir etikete sahip olmalıdır. Bir köşenin etiketi, test yürütme sırasında bir yönteme, fonksiyona veya alt rutine karşı eşlenir. En iyi uygulama, adı 'v_' ile başlatmaktır. Bunun nedeni, test yürütme aracındaki işlevi bir tepe noktası olarak tanımanın daha kolay olmasıdır.

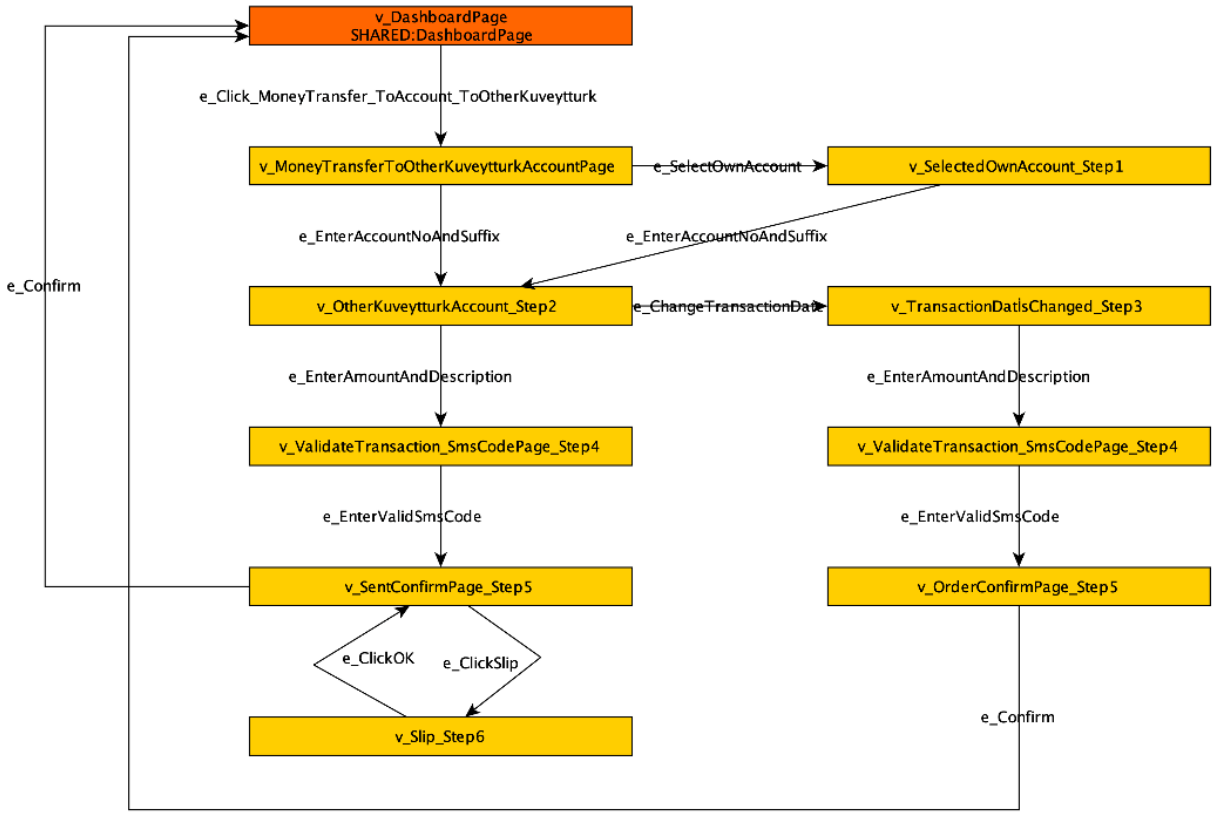


Şekil 2. Giriş Sayfası Modeli ve Test Durumu Oluşturma

4.2 Test Modellerinin Tasarlanması

Modellerimiz fonksiyon odaklı olup, karmaşık modellere sahip olmadan kolayca tasarlanmıştır. İnternet bankacılığı uygulamamızın farklı işlevlerinin nasıl modelleneceğini düşündük ve tartıştık. Bu tartışmalardan sonra modelleri tasarladık ve inceledik. Modelleri birleştirmek için küçük modelleri paylaşılan köşelerle kullanmaya çalıştık. Kenarlar, tıklatma, metin alanlarına girdi gönderme ve köşeler gibi işlemlerden sonraki sayfalardaki doğrulamalardır. Şekil 2'de bir örnek verilmiştir; e_CloseSecurityPopup bir tıklamayla açılır pencereyi kapatır ve v_LoginPage doğru sayfada olup olmadığımızı kontrol eder. Tüm kritik/ önemli pozitif yolları ve e_EnterInvalidCredentials gibi bazı önemli negatif yolları modele eklemeye çalıştık.

Modelleri kaydettikten sonra test senaryolarını GraphWalker'ın yolları olarak oluşturduk, bkz. Şekil 3. İnternet bankacılığı sisteminin tamamı için giriş yapmak/login olmak temel modelimizdir, çünkü internet bankacılığı uygulamamızdaki bir işlemi tetiklemek için herhangi bir müşterinin sisteme giriş yapması gerekmektedir. Modellenen sistemde, kontrol paneli sayfası diğer sayfalardan referans alınan ana sayfa olduğundan, SHARED olarak etiketlenmiştir. v_DashboardPage SHARED: DashboardPage, paylaşılan bir tepe noktasıdır ve yolları birleştirir.



Şekil 3. Para Transfer Modeli

E_ ile başlayan kenarlar, v ile başlayan eylemler ve tepe noktaları olarak uygulanır, e_EnterInvalidCredentials ve v_LoginInvalid Credentials Page gibi İnternet bankacılığının kritik fonksiyonlarından biri para transferi olduğundan, Şekil 3'te görülebilecek para transferi modelleri tasarlanmıştır.

4.3 Senaryoların Üretilmesi

GraphWalker'ın rastgele(random), yolları kapsama(coverage) için yüzdelik verebilme özellikleri vardır. Bu özellikleri ihtiyacınıza göre kullanarak daha etkin senaryolar oluşturulabilmektedir. Bu çalışmada random ve %100 kapsama özellikleri kullanılmıştır. GraphWalker, Login modeli çalıştırıldığında yanlış girilen şifreden sonra doğru şifrenin girildiği iki senaryoyu içeren 19 satır çıktı vermiştir. Bu 19 satırı GraphWalker 3.11-3.50 saniyede üretmiştir ve bu adımlar kopyalanabilir ve dokümante edilebilir özelliktedir. Aynı senaryo için oluşturulan manuel senaryo adımları 9-10 dk sürede oluşturulmuştur. Test senaryosu logini bilen bir test mühendisi tarafından oluşturulmuştur. Bilinmeyen bir uygulama için yazılan test senaryo adımları analize veya modele bakılarak çok daha uzun sürede oluşturulacaktır.

AKIN-MacBook-Pro:graphwalker akina$ java -jar graphwalker-cli-4.0.1.jar offline --start-element e_StartBrowser --model LoginModel.graphml "random(edge_coverage(100))" | jq -r '.currentElementName'
e_StartBrowser
v_BrowserStarted
e_EnterInternetBranchURL
v_SecurityPopup
e_CloseSecurityPopup
v_LoginPage
e_EnterInvalidCredentials
v_LoginInvalidCredentailsPage
e_EnterValidCredentials

v_SecurityPicturePage
e_ClickLogin
v_SMSPinPage
e_EnterValidOTP
v_DashboardPage
e_ClickLogout
v_LogoutPage
e_ClickInternetBranch
v_LoginPage
e_EnterValidCredentials
v_SecurityPicturePage

Tablo 1. Login Sayfası Manuel Oluşturulan Test Adımları

Aksiyon	**Beklenen Sonuç**
Tarayıcı butonuna basılır.	Tarayıcı başlamalıdır.
İnternet Bankacılık uygulaması bağlantısı girilir.	Güvenlik penceresi açılmalıdır.
Güvenlik penceresi kapatılır.	Giriş sayfası açılmalıdır.
Yanlış kullanıcı bilgileri girilir.	Yanlış giriş sayfası açılmalıdır.
Kullanıcı bilgileri girilir.	Güvenlik resmi gelmelidir.
Güvenlik resmi seçilir giriş butonuna tıklanır.	SMS şifre ekranı açılmalıdır.
SMS şifre girilir.	İnternet Bankacılığı açılmalıdır.
Çıkış butonuna tıklanır.	Çıkış sayfası açılmalıdır.
İnternet Bankacılığı butonuna tıklanır.	Giriş sayfası açılmalıdır.
Kimlik bilgileri girilir.	Güvenlik resmi sayfası açılmalıdır.

Para Transfer Modeli çalıştırıldığında ise uygulama 3.30-3.80 sn sürelerde 324 satır senaryo çıktısı vermiştir. Tablo 2'de oluşturulan senaryoların bir kısmını görebilirsiniz.

Tablo 2. Para Transfer Modelinden Otomatik Oluşturulan Senaryo Adımları

AKIN-MacBook-Pro:graphwalker akina$ java -jar graphwalker-cli-4.0.1.jar offline --start-element e_StartBrowser --model LoginModel.graphml "random(edge_coverage(100))" --model	
e_StartBrowser	e_EnterInvalidCredentials
v_BrowserStarted	v_LoginInvalidCredentailsPage
e_EnterInternetBranchURL	e_EnterValidCredentials
v_SecurityPopup	v_SecurityPicturePage
e_CloseSecurityPopup	e_ClickLogin
v_LoginPage	v_SMSPinPage
e_EnterInvalidCredentials	e_EnterValidOTP
v_LoginInvalidCredentailsPage	v_DashboardPage
e_EnterValidCredentials	v_DashboardPage
v_SecurityPicturePage	e_Click_MoneyTransfer_ToAccount_ToOtherKuveytturk
e_ClickLogin	v_MoneyTransferToOtherKuveytturkAccountPage
v_SMSPinPage	e_EnterAccountNoAndSuffix
e_EnterValidOTP	v_OtherKuveytturkAccount_Step2
v_DashboardPage	e_EnterAmountAndDescription
v_DashboardPage	v_ValidateTransaction_SmsCodePage_Step4
e_Click_MoneyTransfer_ToAccount_ToOtherKuveytturk	e_EnterValidSmsCode
v_MoneyTransferToOtherKuveytturkAccountPage	v_SentConfirmPage_Step5
e_EnterAccountNoAndSuffix	e_Confirm
v_OtherKuveytturkAccount_Step2	v_DashboardPage
e_ChangeTransactionDate	e_Click_MoneyTransfer_ToAccount_ToOtherKuveytturk
v_TransactionDatİsChanged_Step3	v_MoneyTransferToOtherKuveytturkAccountPage
e_EnterAmountAndDescription	e_EnterAccountNoAndSuffix
v_ValidateTransaction_SmsCodePage_Step4	v_OtherKuveytturkAccount_Step2
e_EnterValidSmsCode	e_EnterAmountAndDescription
v_OrderConfirmPage_Step5	v_ValidateTransaction_SmsCodePage_Step4
e_Confirm	e_EnterValidSmsCode
v_DashboardPage	v_SentConfirmPage_Step5
e_Click_MoneyTransfer_ToAccount_ToOtherKuveytturk	e_Confirm
v_MoneyTransferToOtherKuveytturkAccountPage	v_DashboardPage
e_EnterAccountNoAndSuffix	e_Click_MoneyTransfer_ToAccount_ToOtherKuveytturk
v_OtherKuveytturkAccount_Step2	v_MoneyTransferToOtherKuveytturkAccountPage
e_EnterAmountAndDescription	e_EnterAccountNoAndSuffix
v_ValidateTransaction_SmsCodePage_Step4	v_OtherKuveytturkAccount_Step2
e_EnterValidSmsCode	e_ChangeTransactionDate
v_SentConfirmPage_Step5	v_TransactionDatİsChanged_Step3
e_Confirm	e_EnterAmountAndDescription

5. SONUÇ

Manuel olarak çıkarılan test senaryoları ile model tabanlı testin çalıştırıldığı uygulamadan alınan senaryo oluşturma süresinde çok büyük fark verilerle ifade edilmiştir. Model Testte istenilen özelliklere göre senaryo çıkarılması çok esnek olmasa da daha hızlı yapılabilmiştir. Yazılı analiz metni olmadan sadece MBT grafiği ile manuel test senaryosu çıkarmak zor olmuştur. MBT grafiğinin yanında yazılı analiz metni ile manuel test senaryosu çıkarmak daha kolay olmuştur. Sadece analiz metni ile manuel test senaryosu çıkarıldığında ise süre biraz daha uzamış ve kaçırılan senaryo adımları olmuştur. Analiz oluşturulurken grafikteki çizimler daha detaylı hale getirilmiş ve eksik noktalar tamamlanmıştır.

Analiz/Gereksinimler açısından bakıldığında ise gereksinimler/analiz akışa göre adım adım yazılarak daha açık net hale gelmiştir. Model çizilmemiş analize göre kaçırılan noktalar, maddeler, özellikler oldukça azalmıştır. Bu noktada oluşturulan Model Tabanlı Test grafikleri hayli eksiksiz çizilmesi tüm süreçler açısından hayli önem kazanmıştır.

Grafikle birlikte ortak dil kullanımı, yapılacak geliştirmeler herkesin mutabık olması, aynı özellik ve geliştirmelere odaklanması büyük oranda sağlanmıştır. Bu da süreçte farklı anlam verme, düşüncelerden kaynaklı hata girişlerini, kapsam değişikliklerinin fark edilir derecede önüne geçmiştir.

Son olarak bir değişiklik sonucunda manuel süreçte test senaryo bakımı için analiz tekrardan gözden geçirilip testler düzenlenmesi gerekirken Model Tabanlı Test için modelin güncellendikten sonra senaryoları yeniden otomatik üretmek yeterli olmuştur. Bu test senaryolarının bakım maliyetini de ciddi oranda düşürmüştür.

Tablo 3. Sonuç Tablosu

	Manuel	**MBT Uygulaması**
Test Adımları Oluşturma Süresi (Bilinmeyen, yeni proje)	4 gün	4 gün
Test Adımları Oluşturma Süresi (Bilinen,Login Ekranı)	9-10 dk	3-3.5 sn.
Geliştirme süresi	8 gün	6,5 gün
Test senaryo bakımı	1 gün	2 saat
İş birimi(Talep Sahibi/Müşteri), Yazılımcı, Analist, Test Mühendisi arasında iş birliği, fikir birliği	Düşük	Yüksek
Analizlerin Anlaşılabilirliği	Düşük	Yüksek
Test Oluşturma Adam Gün Eforu	Yüksek	Düşük

6. TARTIŞMA VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Çıkarılan otomatik senaryolardaki e_ yani edge/kenar olan adımlar manuel test senaryosundaki 'Aksiyon' cümlelerine, v_ yani vertex/köşe olan adımlar ise manuel test senaryosundaki 'Beklenen Durum' cümlelerine denk gelmiştir. Kenar ve köşe isimlerine Aksiyon ve Beklenen Durum cümleleri yazılmak istenildiğinde oluşturulan model grafiğinin çok karmaşık hale geleceği ön görülmüştür. Bu bağlamda GraphWalker'a geliştirmeler eklenerek manuel olan testler için uygulanacak test adımları manuel test süreçlerinde olduğu gibi ürettirilebilir. Bu sayede 3-5 saniye gibi çok kısa sürelerde dokümante edilmiş manuel test senaryoları oluşturulabilir. Son Kullanıcının da bu grafiklerden test senaryoları üretmesi sağlanmalıdır. MBT başka projelerde de uygulanarak kapsam ve analiz süreçlerinde alınan verim verilerle tespit edilmelidir.

KAYNAKLAR

[1] YAZILIM TEST VE KALİTE DERNEĞİ (2014), Glossary (Türkçe), İstanbul: Tazılım Test ve Kalite Derneği

[2] BINDER V.R, LEGEARD B., KRAMER A(2014), Model-based Testing: Where Does It Stand?, ACM Queue, 13(1), 40-48

[3] KUVEYT TÜRK KATILIM BANKASI, 2018, *Annual Report,* 2019 tarihinde https://www.kuveytturk.com.tr/medium/document-file- 2317.vsf adresinden alındı.

[4] PATTON, R. (2005), *Software Testing*, United States: Pearson Education.

[5] GRAPHWALKER, 2019, *yed Model Syntaxs,* http://graphwalker.github.io/yed_model_syntax/ adresinden alındı.

[6]GRAPHWALKER, 2019, *GraphWalker, an open-source model-based testing tool,* https://graphwalker.github.io/ adresinden alındı.

LOCATION PROBLEM FOR PREVENTIVE HEALTH CARE FACILITIES

Doç.Dr. Mümtaz KARATAŞ
Milli Savunma Üniversitesi, Deniz Harp Okulu, Endüstri Mühendisliği Bölümü
mkaratas@dho.edu.tr

Şah Aslı KARATAŞ
Gebze Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü
sakaratas2018@gtu.edu.tr

Abstract
In this study we consider the problem of locating preventive health care facilities. Preventive health care facilities basically aim to minimize the risk of a serious illness and increase the probability of early diagnosis of serious health conditions. Preventive health care is considered the most efficient way to prevent disease in both developed and developing countries. Cancer screening programs, flu shots and blood tests are among the most well-known preventive health care services. Preventive health care location has attracted considerable attention from the operations research community over nearly two decades as one of the most important strategic issues in health care systems. In this study we presented the most prominent preventive health care location problems published since 2002.

Keywords: Facility location, preventive healthcare, location problems

1. INTRODUCTION

Preventive health care is considered the most efficient way to prevent disease and increase public health in developed and developing countries. The aim of preventive health care services is to minimize the risk of getting caught to a serious illness and increase the probability of early diagnosis. Cancer screening programs, flu shots and blood tests are among the most well-known preventive health care services. Preventive health care location has attracted considerable attention from the operations research community over nearly two decades as one of the most important strategic issues in health care systems.

Facility location problems basically consider optimally locating, relocating or expanding facilities, e.g. police stations, hospitals, retail branches, warehouses, schools, fire stations, bank branches, post stations, military installations, with respect to one or multiple objectives (Karatas et al. 2019). The academic research and study on location theory formally began with a study by Alfred Weber in 1909. Alfred Weber, known as one of the pioneers of location theory, minimized the total travel distance between customers and a single warehouse in his study (Weber 1929). Thereafter, numerous papers and books have dealt with facility location problems.

Research on determining locations of health care facilities began in early 60s. Hakimi (1964) introduced health care network design into location literature by representing the problem of location on a network for determining the location of police stations and hospitals. There have been many studies on healthcare network design since then. For more information on health care location problems, we refer the interested readers to Ahmadi et al. (2017). They listed review papers, focused on some specific types of health care location problems. Additionally, they present a general guideline with a review for readers to select and apply the methods for health care facility location. Their study provides an updated and comprehensive overview of methods and criteria to locate healthcare facilities. Though, many studies had been made regarding the determining location of health care facilities, The problem of locating preventive health care facilities is a relatively recent field of study in location science literature. In this paper we present the most prominent preventive health care location problems published since 2002.

The remainder of the paper is structured as follows. In Section 2 we present selected work on preventive health care location problems. Section 3 includes a mathematical programming model for locating preventive health care facilities. We conclude in section 4.

2. RELATED WORK

Verter and Lapierre (2002)'s paper can be considered the first of its kind published in this area. In their study, a mathematical model is designed to locate preventive health care facilities that maximize the level of participation to a cancer screening program. They specified a minimum workload limit for facilities to retain accreditation to ensure a sufficient quality of care. Additionally, the results of case studies on Georgia, USA, and Montreal, Canada are reported. Travel distance or travel time to a facility is considered as the only proxy to represent the accessibility of a facility.

In another study, Zhang et al. (2009) incorporated congestion into Verter and Lapierre (2002)'s participation modeling by using an M/M/1 queue method. They designed a nonlinear programming model so as to maximize the level of participation in a preventive health care facility network. Expected total time that comprises the travel, waiting, and service time is used as a proxy for accessibility of a preventive health care facility. A case study for determining the best locations for breast cancer screening centers in Montreal, Canada, is reported.

Afterwards, Zhang et al. (2010) presented a bi-level nonlinear optimization model for similar location problems. They constructed their model as an upper level and a lower level problem. The lower level problem determines the allocation of clients to preventive health care facilities and upper level problem is designed as a facility location and capacity allocation problem. They presented gradient projection method for the solution of lower level problem and a tabu search procedure for the upper level problem. An illustrative case study in Montreal, Canada, for determining the optimal location of breast cancer screening centers is presented as an application of their model.

Instead of deterministic choice models mentioned above, Gu et al. (2010) proposed a probabilistic choice model for the design of preventive health care facility networks. They presented a bi-objective model so as to maximize the level of participation to a preventive health care service. A new measure of accessibility is employed by combining the two-step floating catchment area method, distance factor, and the Huff-based competitive model. They presented an efficient interchange algorithm to determine optimal location of preventive health care facilities. In another study Zhang et al. (2012) analyzes the effects of client choice behavior in preventive healthcare studies. They developed two models as: "optimal-choice" and "probabilistic-choice" to model clients' choice behavior.

In their study Krohn et al. (2016) consider clients' utility functions to incorporate decision variables for waiting time and service quality. They develop a mixed-integer non-linear model formulation and its equivalent linearization and solve a number of numerical instances. Dogan et al. (2019) approach the problem of locating preventive health care facilities from a multi-objective perspective. They propose a strategic level multi-objective mixed integer linear programming model which ensures maximum participation and provide timely service to potential clients. The authors test their proposed model on a case study for Istanbul, Turkey.

3. MATHEMATICAL MODEL

Preventive health care facilities provide healthcare services which are different from other health care services. These services are usually defined based on detection and preventive programs with the following two key characteristics;

- Each center needs to have a minimum number of clients in order to retain accreditation.
- People have more flexibility as to when or where to receive services and might not refer to the closest preventive health care facility.

As a result, preventive health care facilities require a different location decision approach to incorporate these characteristics. The first characteristic can be satisfied by adding constraints in which each center has at least a minimum number of clients. The second can be managed by considering distance or waiting-time elasticity of demands. In this regard, by using the model proposed in Verter and Lapierre (2002), a preventive health care facility location problem can be formulated as follows:

We now present an optimization model for preventive health care facilities. The model is formulated with sets and indices, parameters, variables, objective function and constraints explained below.
Sets:

$i \in I$: set of nodes that represent the population zones (client points)
$j \in J$: set of nodes that represent candidate locations for PHC facilities

Parameters:

d_{ij} = travel distance/time between population zone i and candidate preventive health care location j
w_i = size of population at population zone i
λ_{ij} = The potential number of clients at population zone i who take services from a preventive health care at candidate location j, which is a function of d_{ij} and w_i
D_i = The maximum acceptable travel distance or time (the cover distance or time) from population zone i
p = The number of preventive health care facilities to be established.
$W_{\min}$ = The minimum required clients at an open preventive health care facility.

Decision Variables:

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{if a facility is open at site } j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if population zone } i \text{ is served by a facility at site } j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Formulation:

$$\max \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} \lambda_{ij} y_{ij} \tag{1}$$

subject to

$$\sum_{j \in J} x_j = p \tag{2}$$

$$\sum_{j \in J} y_{ij} \le 1, \; i \in I \tag{3}$$

$$\sum_{i \in I} \lambda_{ij} y_{ij} \ge W_{\min} x_j, \; j \in J \tag{4}$$

$$y_{ij} \le x_j, \; i \in I, \; j \in J \tag{5}$$

$$y_{ij} \in \{0, 1\}, \; i \in I, \; j \in J \tag{6}$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \; j \in J \tag{7}$$

The objective (1) maximizes the potential expected number of clients who take services from opened preventive health care facilities. Constraint (2) imposes that only p preventive health care facilities are to be opened. Constraints (3) stipulate that a population zone can only be served by at most one open

preventive health care facilities. Constraints (4) imposes that each open facility has a minimum number of clients. Constraints (5) stipulates that a population zone can only be served by an open preventive health care facility. Constraints (6) and (7) represent variable domains.

4. CONCLUSION

Preventive health care location problem and solution techniques have attracted considerable attention from many reserachers and practitioners as well as the operations research community over nearly two decades. In this study, we have presented the basics and history of the problem of locating preventive health care facilities. Upon discussing some of the prominent work which tackle the preventive health care location problems, we have presented a mathematical programming formulation.

REFERENCES

Ahmadi-Javid, A., Seyedi, P., & Syam, S. S. (2017). A survey of healthcare facility location. Computers & Operations Research, 79, 223-263.

Dogan, K., Karatas, M., & Yakici, E. (2019). A model for locating preventive health care facilities. Central European Journal of Operations Research, 1-31.

Gu, W., Wang, X., & McGregor, S. E. (2010). Optimization of preventive health care facility locations. International Journal of Health Geographics, 9(1), 17.

Hakimi, S. L. (1964). Optimum locations of switching centers and the absolute centers and medians of a graph. Operations research, 12(3), 450-459.

Karatas, M., Yakıcı, E., & Razi, N. (2019). Military Facility Location Problems: A Brief Survey. In Operations Research for Military Organizations (pp. 1-27). IGI Global.

Krohn, R., Müller, S., & Haase, K. (2016). Preventive health care facility location planning with quality–conscious clients. Technical report, Working paper.

Verter, V., & Lapierre, S. D. (2002). Location of preventive health care facilities. Annals of Operations Research, 110(1-4), 123-132.

Weber, A., (1929). Uber den Standort der Industrien (Alfred Weber's Theory of the Location of Industries), University of Chicago, 1929

Zhang, Y., Berman, O., & Verter, V. (2009). Incorporating congestion in preventive healthcare facility network design. European Journal of Operational Research, 198(3), 922-935.

Zhang, Y., Berman, O., Marcotte, P., & Verter, V. (2010). A bilevel model for preventive healthcare facility network design with congestion. IIE Transactions, 42(12), 865-880.

Zhang, Y., Berman, O., & Verter, V. (2012). The impact of client choice on preventive healthcare facility network design. OR spectrum, 34(2), 349-370.

MADEN SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Prof. Dr. Durmuş Kaya
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
durmuskaya@hotmail.com

Berkay Bayraktar
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
berkaybayraktar5@gmail.com

Doç. Dr. Özcan Atlam
Kocaeli Üniversitesi / Teknoloji Fakültesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
oatlam@hotmail.com

Özet
Türkiye; küresel anlamda mevcut ticareti yapılan 90 maden çeşidinden 77 sahip olup, maden çeşitliliği açısından 10. sırada bulunmaktadır. Dünyada 132 ülke arasında toplam maden üretim değeriyle 28.sırada yer alan Türkiye dünyadaki toplam bor rezervinin ise %74'üne sahiptir. Türk madencilik sektörünün 2023 yılı için 15 milyar USD ihracat hedefi bulunmaktadır. Bu hedefi hayata geçirebilmek için hammadde olarak ihraç edip işlenmiş ürün olarak ithal ettiğimiz modelin yerine katma değerli ürüne ağırlık veren ve üretimde de verimliliği esas alan yeni bir model geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Maden sektörü; genel olarak enerjinin en yoğun kullanıldığı sektör olma özelliğine sahiptir. Bu nedenle sektörde verimliliğin arttırılması; enerjide dışa bağımlılığının azaltılması ve çevrenin korunmasının yanında sektörün rekabet gücünün arttırılmasına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada maden sektöründe enerji verimliliği açısından yapılabilecek iyileştirmeler araştırılmıştır. Bu amaçla endüstriyel kuruluşlarda gerçekleştirilen enerji verimliliği proje örnekleri ele alınmış, projeler için tasarruf miktarı, tasarrufun mali karşılığı, yatırım tutarı ve geri ödeme sürelerine ait bilgiler paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: maden sektörü ve enerji, enerji verimliliği, enerji tasarrufu, enerji etüdü, küresel ısınma

ENERGY EFFICIENCY IN THE MINING SECTOR

Abstract
Turkey; has globally traded 77 of 90 mine types in the global sense and is ranked 10th in the mine variety. Turkey ranks 28th with a total value of mineral production among 132 countries in the world and has %74 boron reserves in the world. The Turkish mining sector has an export target of 15 billion USD for 2023. In order to realize this goal, it is necessary to develop a new model that focuses on the efficiency of production and on value-added product instead of a model that is exported as raw material and imported as processed product. In general mining sector is the most intensive sector in energy use. Therefore, increasing efficiency in the sector; will reduce foreign dependency to energy and contribute to increasing the competitiveness of the sector as well as protecting the environment. In this study, the improvements that can be made in terms of energy efficiency in Mining sector were investigated. For this purpose, examples of energy efficiency projects carried out in industrial organizations were discussed, saving amount for project, financial equivalent of savings, investment amount and repayment periods were shared.

Keywords: mining sector and energy, energy effienciency, energy saving, energy audit, global warming

1. GİRİŞ

Madenler ve yeraltı kaynakları 19. yüzyılda yaşanan sanayi devrimi ile birlikte giderek önem kazanmış, son yıllarda gelişen teknolojiyle birlikte endüstride ve inşaat, kimya, tarım, hayvancılık, imalat, makine gibi sayısız sektörde hammadde olma özelliği kazanmıştır. Mevcut maden

potansiyelinin iyi değerlendirilmesi, madenlerin ürüne dönüştürülüp ticaretinin yapılması bir ülkenin ekonomik kalkınmasına katkı sağlayacak unsurlardandır.

Madencilik faaliyetlerinin 2010 yılında yaklaşık 1,5 trilyon ABD doları değerinde bir pazar ve 10 milyar tonluk bir işleniş hacmine ulaştığı tahmin edilmektedir. Madencilik sektörünün en gelişmiş olduğu ülkeler olarak ABD, Kanada, Avustralya ve Çin göze çarpmaktadır. Bununla beraber maden çeşidine göre sektörde söz sahibi olan ülkeler değişebilmektedir. Türkiye, sahip olduğu zengin yeraltı kaynaklarıyla madencilik sektöründe önemli bir potansiyele sahiptir. Ülkemiz, dünyada ticareti yapılan 90 çeşit mineralden 77'sine ev sahipliği yapmaktadır. Önemli maden rezervlerimiz olarak mermer, doğal taşlar, bor mineralleri, krom, feldspat, sünger taşı, bentonit, perlit, kalsit ve trona göze çarpmaktadır. Ülkemizin madencilik alanında ihracat yaptığı başlıca ülkeler Çin, ABD, İtalya, Hindistan, İngiltere, Suudi Arabistan ve Rusya'dır. Maden sektörü; genel olarak enerjinin en yoğun kullanıldığı sektör olma özelliğine sahiptir. Bu nedenle sektörde verimliliğin arttırılması; enerjide dışa bağımlılığının azaltılması ve çevrenin korunmasının yanında sektörün rekabet gücünün arttırılmasına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada maden sektöründe enerji verimliliği açısından yapılabilecek iyileştirmeler araştırılmıştır. Bu amaçla endüstriyel kuruluşlarda gerçekleştirilen enerji verimliliği proje örnekleri ele alınmış, projeler için tasarruf miktarı, tasarrufun mali karşılığı, yatırım tutarı ve geri ödeme sürelerine ait bilgiler paylaşılmıştır.

1. Enerji Verimliliği Çalışmaları

Bir maden işletmesinde enerji verimliliğine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla işletmeye ait fanlar, pompalar, flotasyon motorları ve trafolarda ölçümler yapılmış, aydınlatma, basınçlı hava sistemi incelenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Ölçüm çalışmalarında her bir ekipman ve hat ayrı ayrı incelenerek, gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Tespit edilen, kayba neden olan noktalar, bu noktalardan ne kadar kayıp gerçekleştiği ve bu kaybın telafisi için gerekli yatırım ihtiyaçları ve fiyat bilgileri konusunda önerilerde bulunulmuştur.

1.1. Fanlarda Yapılan Çalışmalar

Çalışma yapılan galerilere taze hava sevkiyatı yapıp zararlı gazların dışarı atılması için fanlar kullanılmaktadır. Etüt kapsamında fabrikada bulunan fanların verimlilik analizinin yapılması amacıyla fanlarda emme ve basma basıncı, debi ve aktif güç ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm değerleri kullanılarak fanlara ait verim hesapları yapılmış ve sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Fanların verimleri ile ilgili hesaplamalar

Maden işletmesi	Akışkan Gücü (kW)	Sistem Verimi (%)
1 Nolu Fan	42.8	78.86
2 Nolu Fan	42.6	78,80
3 Nolu Fan	41,05	73,79
4 Nolu Fan	45,12	76,12
5 Nolu Fan	25,15	76,54
6 Nolu Fan	41,05	57,82
7 Nolu Fan	41,02	54,69

Tablo 1 de görüleceği üzere 6. ve 7. Nolu fanların verimlerinin düşük olduğu görülmüştür. Bu Fanların yüksek verimli fanlarda değiştirilmesi durumunda elde edilecek tasarruf miktarı 250.505,00 kWh/yıl'dır. Tasarrufun mali değeri 100.625 TL/yıl'lık mali tasarruf sağlanması mümkündür. Söz konusu fanların değişimi için gerekli yatırım bedeli 130.000 TL'dır. Bu uygulamanın basit geri ödeme süresi 1,3 yıl'dır.

1.2. Pompalarda Yapılan Çalışmalar

Bir maden işletmesinde kullanılan maden enjeksiyon pompasında debi ayarı by-pass vanasıyla yapılmaktadır. Maden enjeksiyon pompalarında by-pass vanası yerine frekans konvektörü uygulaması önerilmektedir. Çoklu pompa uygulaması ile bir adet frekans konvektörü aynı çıkış kollektörüne basan birçok (5-6 adet) pompayı kontrol edebilmektedir. Bu sayede hem

pompalar ilk devreye alınırken yumuşak kalkış sağlanmakta, hem de değişken debi kontrolü yapılarak enerji tasarrufu elde edilebilmektedir. Enerji tasarrufunun mali değeri 593,192 TL/yıl'dır. Yatırımın maliyeti 952.720 TL ve basit geri ödeme süresi ise 1,60 yıldır.

Fabrikada bulunan pompaların çalışma verimlerini incelemek amacıyla yapılan ölçümler neticesinde ve çeşitli pompa firmalarıyla yapılan görüşmeler sonucunda bazı pompaların verimlerinin iyi olduğu tespit edilmiştir. Bunun dışında 7 adet pompanın verimlerinin ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu pompaların yüksek verimli pompalarla değişimi ile enerji tasarrufu sağlanması mümkündür. Toplam 7 adet pompa değişimi ile yaklaşık 750.000, kWh/yıl'lık enerji tasarrufu sağlamak mümkündür. Tasarrufun mali değeri 301.875 TL/yıl'dir. Bu uygulama için yatırım bedeli 345.000 TL, yatırımın basit geri ödeme süresi 1,15 yıl'dır.

1.3. Basınçlı Hava Sisteminde Yapılan Çalışmalar

Maden işletmesinin Kompresör odasında, kırıcı katında, değirmenlerde, basınçlı hava ana dağıtım hatlarında, cell tanklarındaki enstrümanlarda, filtre kısımlarında ultrasonik sızıntı dedektörü ile yapılan ölçüm sonuçlarına göre 30 farklı noktada yaklaşık 151.000 kWh/yıl tasarruf potansiyeli belirlenmiştir. Bu kaçakların giderilmesi ile 61.000 TL/yıl enerji tasarrufu sağlamak mümkündür. Basınçlı hava sisteminde meydana gelebilecek sızıntı kaçaklarının kolayca tespiti ve basınçlı hava sisteminin periyodik kontrolü için sızıntı dedektörü alınması uygun olacaktır. Sızıntı dedektörünün yaklaşık maliyeti 12.000 TL tutarındadır. Amortisman süresi hesaplanırken sızıntı dedektörü için öngörülen maliyet, sızıntılardan kaynaklanan yıllık enerji sarfiyatına bölünerek bulunmuştur. Bu yatırımın geri ödeme süresi 0,19 yıl olarak hesaplanmıştır.

Aynı işletmenin; Kompresör odasının çevre havasından daha sıcak olduğu görülmüştür. Ayrıca sıcak yaz günlerinde güneş kaynaklı ısınmanın daha da etkili olacağı düşünülmektedir. Kompresörün emiş havasının sıcaklığının azaltılması kompresör veriminin artması anlamına gelmektedir. Bu noktadan bakıldığında kompresör sistemi verimini artırma imkânı bulunmaktadır. Kompresör emişlerinin dış ortama alınması bu sorunun en basit çözümüdür. Kompresör emişi bir kanal vasıtasıyla kompresör dairesi dışından yapılmalıdır. Bu önlemin alınmasıyla elde edilecek enerji tasarrufu 56.000 kWh/yıl'dır. Tasarrufun mali değeri 22.540 TL/yıl ve yatırım maliyeti 33.800 TL'dir. Yatırımın basit geri ödeme süresi 1,50 yıl'dır.

1.4. Değirmenlerde Yapılan Çalışmalar

Değirmenlerde yapılan incelemelerde en önemli problemlerden biri tıkanmaların olması ve bu durumun sürekli üretimi engellemesi olduğu görülmüştür. Özellikle yağmurlu günlerde yüklenen hammadde düzenli bir şekilde konveyör bantlara dökülmemektedir. Bu durum üretim ve enerji kayıplarına sebebiyet vermektedir. Gerek üretilen birim mamul başına enerji tüketiminin azaltılması gerekse işçi sağlığının korunması açısından maden ocaklarından getirilen hammaddenin yağmurdan en az etkilenecek şekilde stoklanması önem arz etmektedir. Ayrıca, üretilen mamul miktarının azalmaması ve üretimin sürekliliğinin sağlanması açısından stok sahalarının üzerinin kapatılarak hammaddenin yağışlardan korunması önerilmektedir.

İnce cevher silolarında oluşan bu tıkanmaları çözmek için basınçlı hava hortumu kullanıldığı gözlemlenmiştir. Tıkanmaları çözmede çok etkili olmayan bu sistemin hava hortumunun kalınlığından dolayı basınçlı hava tüketimi oldukça yüksektir. İşletme süresince tıkanıklıkların önüne geçilerek enerji verimliliği açısından bu tıkanıklıkların çözümünde bu yolun kullanılmaması önerilmektedir.

1.5. Aydınlatma Sisteminde Yapılan Çalışmalar

Bir maden işletmesinde; mevcut armatürlerin çok daha verimli olan LED armatürlerle değiştirilmesi enerji tasarrufu açısından büyük önem taşımaktadır. Yapılan hesaplamalarda mevcut armatürlerin çok daha verimli olan LED armatürlerle değiştirilmesi durumunda 315.500 kWh/yıl tasarruf sağlayacağı hesaplanmıştır. Yatırım maliyeti 123.880,00 TL'dir. Tasarrufun mali değeri ise 71.095,27 TL/yıl'dır. Basit geri ödeme süresi 1,74 yıl'dır.

2. SONUÇ

Bu çalışmada maden sektöründe enerji verimliliği açısından yapılabilecek iyileştirmeler araştırılmıştır. Bu amaçla endüstriyel kuruluşlarda gerçekleştirilen enerji verimliliği proje örnekleri ele alınmış, projeler için tasarruf miktarı, tasarrufun mali karşılığı, yatırım tutarı ve geri ödeme sürelerine ait bilgiler paylaşılmıştır. İncelenen başlıca tasarruf opsiyonları: Yüksek verimli fan kullanımı, pompalarda sürücü uygulanması, basınçlı hava sisteminde kaçakların giderilmesi, kompresör hava emişinin dış ortamdan alınması, değirmenlerde tıkanıklığın giderilmesi ve mevcut armatürlerin çok daha verimli olan LED armatürlerle değiştirilmesidir.

KAYNAKLAR

Kaya D., Ozturk HH., *Sanayide Enerji Yönetimi ve Enerji Verimliliği* - Uygulamalı Örneklerle, Umuttepe Yayınları, Mart 2014, Kocaeli.

Kaya D., Ozturk HH., *Kojenerasyon ve Trijenerasyon Tekniği*, Umuttepe Yayınları, Temmuz 2014, Kocaeli.

Madencilik Sektörü Ekonomik Araştırmalar Raporu, A&T Bank, Mart 2018.

Türkiye Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı, 2010

Balıkesir İli Maden Potansiyeline bir bakış, 2011, Güney Marmara Kalkınma Ajansı Raporu.

Amerikan İçişleri Bakanlığı, (2011). *Mineral Commodity Summaries. U.S. Geological Survey*. Can, A. (2010), *Balıkesir İlinin Maden Potansiyeli*, Maden Teknik Arama Balıkesir Bölge Müdürlüğü

ETİ Maden, (2009), Bor Sektör Raporu. ETİ MADEN.

İGEME, (2008), Endüstriyel Mineraller Dış Pazar Araştırması, İhractı Geliştirme Etüd Merkezi.
İGEME, (2008), Industrial Minerals, İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi.
İGEME, (2010), Natural Stones of Turkey, İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi

Türkiye Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı, (2010), Türkiye Madencilik Sektörü Raporu, Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Türkiye Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı.

RANDOMİZİNG LOW-RATE DDOS ATTACK FLOW PATTERNS TO DECEİVE DETECTİON METHODS

Mehmet ŞİMŞEK
Duzce University / Engineering Faculty / Computer Engineering
mehmetsimsek@duzce.edu.tr

Sinan TOKLU
Duzce University / Engineering Faculty / Computer Engineering
sinantoklu@duzce.edu.tr

Abstract
A variety of Distributed Denial of Service (DDoS) attacks named as Low-rate Distributed Denial of Service (LDDos) attacks exploit Transmission Control Protocol's (TCP) congestion control and avoidance mechanism. In contrast of traditional DDoS attacks; LDDoS attacks don't create huge amount of attack traffic. Instead, it generates periodic attack traffic at smaller rates. Therefore, they are similar to benign traffics and are more difficult to detect. In the literature, there are lots of different LDDoS attack types. Also, various defense methods have been developed. Basically, each detection method uses attack patterns to detect an LDDoS attack. If the pattern is intentionally disrupted while the effect of the attack remains the same; detection process will be harder. In this study, we randomized LDDoS attack patterns to make difficult to detection of attackers.

Keywords: low-rate TCP-targeted DDoS attacks, network security, TCP

1. INTRODUCTION

Low-rate Distributed Denial of Service (LDDoS) attacks are attack methods that disrupt the operation of TCP. An LDDoS attacker sends periodic small data packets to the victim. This behavior of more than one attacker causes the packet buffer overflow on the router. Therefore, legitimate TCP packets are also dropped and the congestion prevention mechanism of the TCP becomes active and the TCP sender reduces the data rate. As long as the attack continues, packets will be dropped and thus TCP sender will continue to reduce the data rate (Kuzmanovic and Knightly, 2006). Basically, a Low-rate Denial of Service (LDoS) attack has 3 attributes. These are Period of attack pulses (P), Width (W) of attack burst time and Amplitude (A) of attack. These parameters are shown in Figure 1. LDDoS attacks exploit TCP's timeout mechanism. If the packet queue of a router is overflowed at 1 second intervals; this will force all TCP connections to timeout. Such an attack will give the same damage as a classic DDOS attack because of a TCP connection's timeout period is about 1s.There are lots of LDDoS attack detection and prevention methods in the literature. The great majority of detection methods are based on pattern detection. Because of LDDoS attackers send periodic packets, the arrival times of packets to the victim router are regular. LDDoS detection methods use this pattern. In this study, we randomized the packet sending orders of the attackers. Thus, it is difficult to identify the attackers.

2. RELATED WORKS

We divided this section into 2 subsections. In the first part we mentioned LDDoS detection methods. In the second part, we talked about new attack methods.

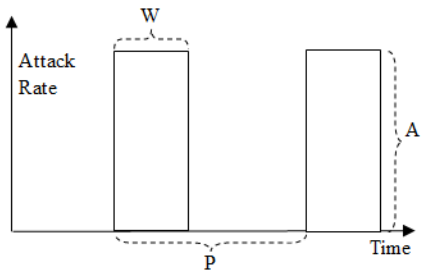


Figure 1. LDoS attack pattern

2.1 LDDoS Detection Methods

In (Bhuyan et al., 2015), it is mentioned that there is a similarity between the attacker flows. Based on this similarity, authors proposed a detection systems named as Partial Rank Correlation-based Detection (PRCD). In (Wu et al., 2013), LDDoS attacks are likened to small periodic signal pulses and TCP flows are likened to background noise. In the study, Duffing Oscillator was used to detect LDDoS attacks. Also, the authors say that, "chaos systems are sensitive to deterministic signals, such as periodic LDoS attacks". In (Şimşek, 2015), inter packet delay variation is used to differentiate LDDoS attacks from benign TCP flows. This approach is based on the periodicity of LDDoS attacks. In (Zhang et al., 2012), flows are classified according to their behavior in case of congestion. If a flow rushes up congestion, it is classified as an attacker. To do this, the packet queue of the router is periodically monitored. So, in essence, still it is a periodicity analysis. In (Bhuyan et al., 2015), several information metrics were evaluated for LDDoS detection. Each metric that examined is for identifying the pattern of attack. In the study, network flows were sampled at 5 min and 10 s intervals. For detailed mathematical analysis of LDDoS attacks, study (Luo et al., 2014) may be examined. There are two other methods (Toklu and Şimşek, 2018) (Şimşek and Şentürk, 2018) proposed in this field in recent years. In these methods, fast and effective new approaches to high-rate DDoS and low-rate DDoS attacks have been proposed.

2.2 New LDDoS Attack Methods

In (Li et al., 2016), the authors multiplexed LDDoS bots for multi-target attack scenarios. Bots are used to attack for other targets in the free time of an attack. So, the authors enhanced attack capabilities of a botnet. In (Yue et al., 2016), the attack period is set according to the time that the router's buffer is full. Thus, it allows more damage to the TCP with a shorter attack period. In (Luo and Yang, 2014), similarly attack period is set according to the TCP's behavior. Attackers launch new attack periods at slow start phase of TCP. So, victim router's buffer is congested.

3. RANDOMIZING ATTACK PATTERNS

In (Zhang et al., 2012), 4 basic LDoS attack pattern are defined. One of them is Attack bust Width Intensification (AWI). In AWI, when an attacker's period ends, the other starts immediately. The behavior of AWI is shown in Figure 2. As shown in Figure 2, the order of an attacker is same in all attack bursts. This makes the time of attacks regular for a particular attacker. For example, assume that Attacker 1 sends 10 packets in each burst time. We named these packets $P_1 \cdots P_{10}$ and we show the packets in a particular burst time as $W_n=\{P_1 \cdots P_{10}\}$. In the same way, we write the sending times of these packets for each burst time as $S_n=\{T_1 \cdots T_{10}\}$. Now we can say that the transmission times between consecutive packets are very close to each other. Namely, $T_2-T_1 \cong T_3-T_2$. Furthermore, the differences between the sending times of the packets in the same order in the consecutive burst times are approximately equal to the period. Namely, $((T_1 \in S_{(n+1)})-(T_1 \in S_n)) \cong P$. Most of the LDDoS detection methods we mentioned in Related Works use these patterns. The distortion of the pattern described above will affect the work of the detection systems negatively. Also, each burst time causes to buffer overflow on the victim router. Some of the detection methods like (Zhang et al., 2012) inspects the packets in the buffer during the congestion. Then it decides according to this inspection. For this purpose, we randomized the orders of attackers in the burst times. An exemplary attack pattern for 5 attackers is shown in Table 1. So that despite the distortion of the sending order of the packets, there will be no change in the square wave form of the attack.

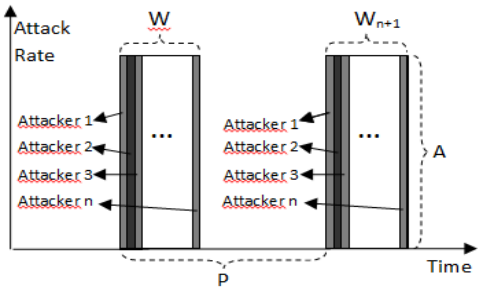


Figure 2. AWI LDoS attack pattern

Table 1. Randomized attack pattern

		Attack Burst Times			
Order of the attacks		W_1	W_2	…	W_n
	$Attacker_1$	1	3		5
	$Attacker_2$	3	2		1
	$Attacker_3$	2	5		4
	$Attacker_4$	4	1		3
	$Attacker_5$	5	4		2

This does not diminish the effect of the attack, makes it difficult to detect. It is enough to generate random numbers to randomize attacks. The generated random numbers are assigned to the attackers. A problem that can be encountered at this point is how to transmit the attack order to the attackers. Here, 2 approaches can be adopted. First, the attacking order generated by the computer that manages the botnet is distributed to the attackers before the attack. Second, the computer that manages the botnet sends the attacking order to the botnet instantaneously as an orchestra conductor. The advantages and disadvantages of the methods are beyond the scope of this study.

4. SIMULATIONS

We conducted a series of simulations to validate our assumptions. In the topology, there are 10 attackers, 1 benign user, 2 routers and 1 server. We created 2 scenarios for regular LDDoS attack and Randomized LDDoS attack. Attack periods P=1s, burst width W=200ms for each scenario. In regular LDDoS attack scenario, all attackers sends packets during burst time (W). So, attack rate selected as A=0,15Mbps per attacker. Totally, 1,5Mbps attack rate is obtained (from 10 attackers). In randomized LDDoS attack scenario we used AWI approach and we randomized the order of attackers. Therefore, attack rate selected as A=1,5Mbps per attacker. So the attack rates in both scenarios remained the same. Attackers uses Constant Bit Rate (CBR) as application and benign user uses FTP over TCP as application. Simulation time is 60s. Other details of the topology is shown in Figure 3.
To examine the effects of the attacks on TCP, we obtained the congestion windows' sizes during the time. The congestion window for TCP in regular LDDoS scenario is shown in Figure 4 and the congestion window for TCP in randomized LDDoS scenario is shown in Figure 5.

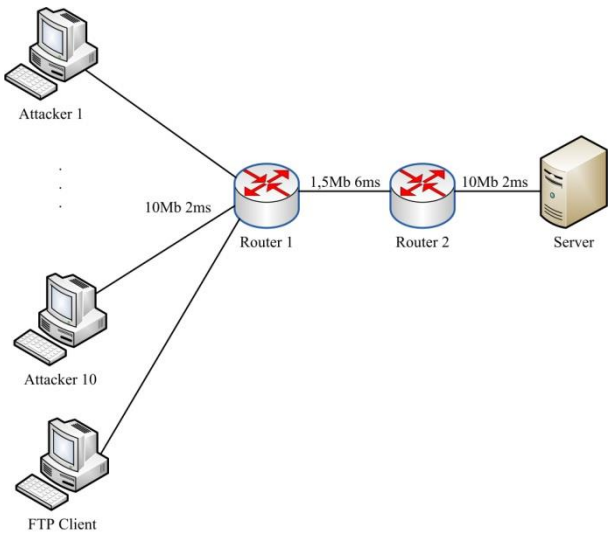


Figure 3. Simulation Topology

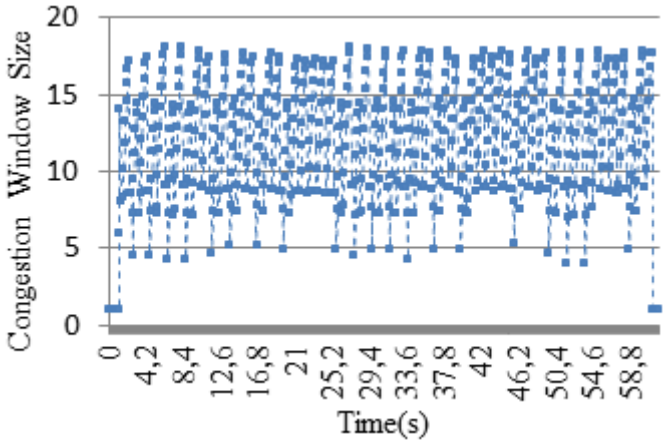


Figure 4. TCP congestion window in regular LDDos Attack Scenario

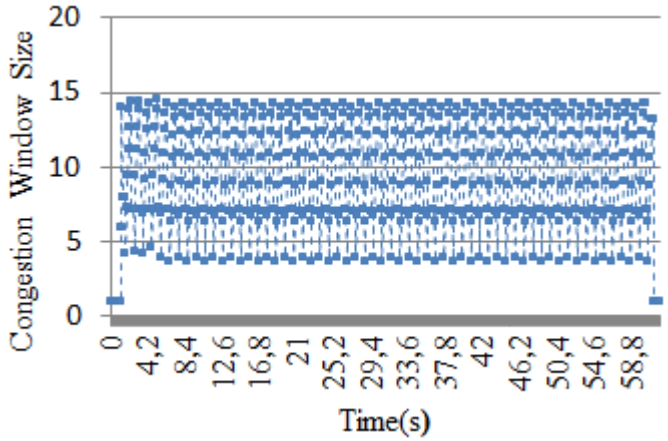


Figure 5. TCP congestion window in randomized LDDos Attack Scenario

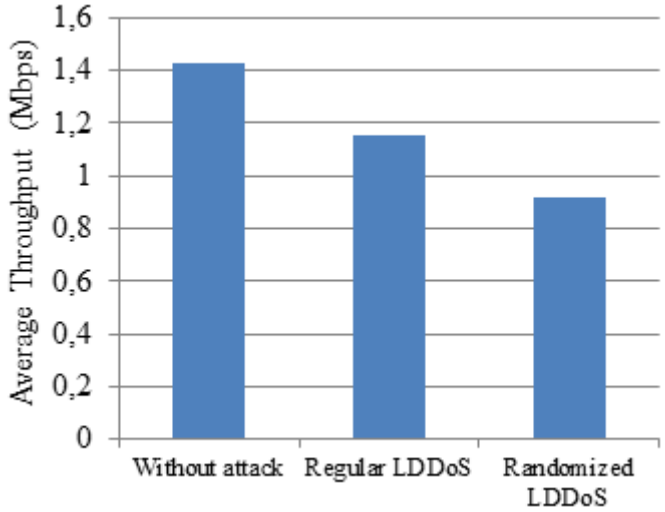


Figure 6. Average throughputs

The average throughputs of FTP connection that obtained from scenarios are shown in Figure 6. Without attack, throughput reached to 1,431 Mbps; under regular LDDoS attack it reached to 1,157 Mbps and under randomized LDDoS it reached to 0,918 Mbps. According to Figure 6, the randomized LDDoS attack caused more damage than the regular. The reason for this situation is not that randomizing the order of attacks. The difference is due to the AWI method. In regular and randomized attack scenarios the attackers reached to 0,287 Mbps average throughput. Additionally we obtained the differences between the receiving times of consecutive packets on the victim router. Thus, we can see

the effect of the randomization process on the router. The differences between the receiving times of consecutive packets for attacker 1 are shown in Figure 7 and Figure 8.

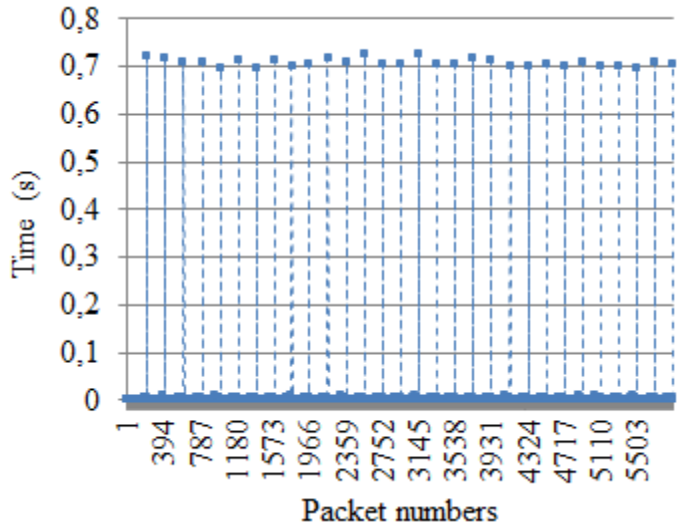


Figure 7. Differences between the receiving times of consecutive packets for regular LDDoS attack

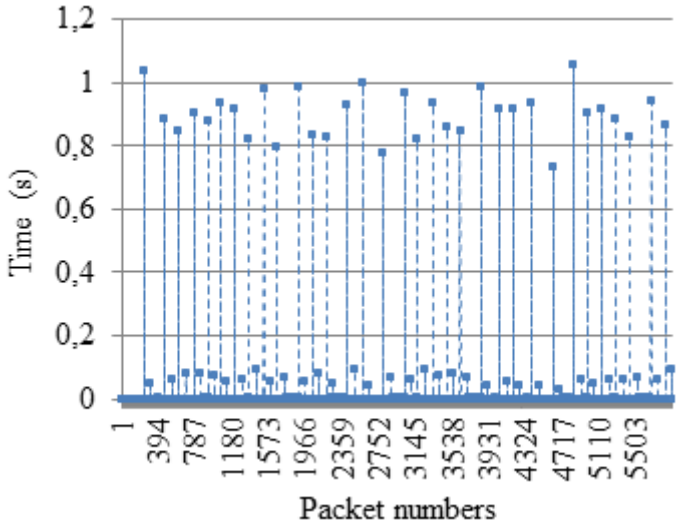


Figure 8. Differences between the receiving times of consecutive packets for randomized LDDoS attack

5. DISCUSSION

We showed the effects of randomization of the order of the attackers in the previous section. Experimental results validate our assumptions. As we mentioned before, there are lots of LDDoS detection methods in the literature and they use LDDoS attack's pattern to detect it. In this study, we did not try to show effects of the randomization process on LDDoS detection methods because of it is not practical to try all the methods. The effect of the randomization process will increase as the randomness increases. In fact, for the most ideal LDDoS attack pattern, the patterns of individual attackers must behave like TCP and they must take the square wave form (LDDoS attack form) when they are overlaid.

6. CONCLUSION

In this study, we randomized LDDoS attack pattern to make it hard to detect by LDDoS detection methods. In fact, the detection of LDDOS attack is recognizing a pattern. All studies in the literature try to detect the attack pattern. If the pattern of an attack is similar to pattern of a benign TCP traffic, the attack detection becomes more difficult. Randomizing the attack pattern can be considered as the simplest method of this. Based on the simulation results; literature review and also our forecast we can

say that, more advanced pattern finding methods will be needed for LDDoS detection in the near future.

REFERENCES

Kuzmanovic A. and Knightly E. W. 2006. Low-rate TCP-targeted denial of service attacks and counter strategies. IEEE/ACM Trans. Netw. 14(4), 683–696.

Bhuyan M. H., Kalwar A., Goswami A., Bhattacharyya D. K., and Kalita J. K. 2015. Low-Rate and High-Rate Distributed DoS Attack Detection Using Partial Rank Correlation. 2015 Fifth International Conference on Communication Systems and Network Technologies, 706–710.

Wu Z., Lei J., Yao D., Wang M., and Musa S. M. 2013. Chaos-based detection of LDoS attacks. J. Syst. Softw. 86(1), 211–221.

Şimşek M. 2015. A new metric for flow-level filtering of low-rate DDoS attacks. Secur. Commun. Networks. 8(18), 3815–3825.

Zhang C., Cai Z., Chen W., Luo X., and Yin J. 2012. Flow level detection and filtering of low-rate DDoS. Comput. Networks. 56(15), 3417–3431.

Bhuyan M. H., Bhattacharyya D. K., and Kalita J. K. 2015. An empirical evaluation of information metrics for low-rate and high-rate DDoS attack detection. Pattern Recognit. Lett. 51, 1–7.

Luo J., Yang X., Wang J., Xu J., Sun J., and Long K. 2014. On a Mathematical Model for Low-Rate Shrew DDoS. IEEE Trans. Inf. Forensics Secur. 9(7), 1069–1083.

Li H., Zhu J., Wang Q., Zhou T., Qiu H., and Li H. 2016. LAAEM: A Method to Enhance LDoS Attack. IEEE Commun. Lett. 20(4), 708–711.

Yue M., Wu Z., and Wang M. 2016. A New Exploration of FB-Shrew Attack. IEEE Commun. Lett. 20(10), 1987–1990.

Luo J. and Yang X. 2014. The NewShrew attack: A new type of low-rate TCP-Targeted DoS attack. 2014 IEEE International Conference on Communications (ICC), 713–718.

Toklu S. and Şimşek M. 2018. Two-Layer Approach for Mixed High-Rate and Low-Rate Distributed Denial of Service (DDoS) Attack Detection and Filtering. Arabian Journal for Science and Engineering. 43(12), 7923-7931.

Şimşek M., Şentürk A. 2018. Fast and lightweight detection and filtering method for low-rate TCP targeted distributed denial of service (LDDoS) attacks, Int J Commun Syst., https://doi. org/10.1002/ dac.3823

SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF AGGREGATION BEHAVIOUR OF NOVEL PHTHALOCYANINES, CONTAINING PARAMANYETIC METAL IONS

Volkan ÇAKIR
Giresun University/ Espiye Vocational School / Department of Property Protection and Security / Giresun, Turkey
volkan.cakir@giresun.edu.tr

Abstract
Phthalocyanines (Pcs) are the most particular macrocyclic derivatives because these compounds have noteworthy electrical, optical, catalytic and photochemical properties. Metal-free Pc has a ring cavity which more than 70 metallic and non-metallic ions can engage in it. In this study, the new peripherally and non-peripherally tetrasubstituted Co and Cu Pcs (**3a**, **3b**, **5a** and **5b**) were synthesized by cyclotetramerization of phthalonitrile derivatives (**3** and **5**). The newly synthesized compounds were characterizated by using IR, ^{1}H-NMR (only phthalonitriles), ^{13}C-NMR (only phthalonitriles), UV-Vis ve MS spectroscopic data. The aggregation behaviour of the new peripherally and non-peripherally tetrasubstituted Co and Cu Pcs (**3a**, **3b**, **5a** and **5b**) were investigated in different concentrations of DMSO. The effect of solvents and position of substituents on absorption spectra were studied in various organic solvents.

Keywords: phthalocyanine, cobalt, copper, peripherally, non-peripherally, aggregation.

1. INTRODUCTION

MPcs have several potential technological applications, including energy conversion, liquid crystal displays (Leznoff ve Lever, 1993), gas sensing (Bouvet, 2006) and electrocatalysis in fuel cells.
The solubility of PCs can be increased with functional groups such as crown ethers, alkyl, alkoxy, alkylthio, tertiary butyl groups and amide groups bound in the peripheral or non-peripheral benzene rings of the PCs structure (Bıyıklıoğlu and Çakır, 2014). PCs compounds generate high aggregation tendency due to the interactions between their 18 π-electron systems and aggregation is decrease the solubility of these compounds in many solvents. Aggregation affects photophysical, photochemical and electrochemical properties of phthalocyanines. Aggregation is highly depends on concentration, temperature, nature of the substituents, nature of solvents and complexed metal ions (Durmuş and ark., 2014). In this study, the novel peripherally and non-peripherally tetrasubstituted Co and Cu Pcs (**3a**, **3b**, **5a** and **5b**) were synthesized by cyclotetramerization of the new phthalonitrile derivatives . The aggregation behaviour of the complexes was investigated in different concentrations of DMSO. The effect of solvents and position of substituents on absorption spectra were studied in various organic solvents (chloroform, dichloromethane, DMF, DMSO and THF).

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

All reagents were obtained from commercial suppliers and all solvents were provided from Merck and freshly distilled. All reactions were conducted under a nitrogen atmosphere using a Schlenk system.

2.2. Equipment

The IR spectra were determined using a Perkin Elmer 1600 Fourier Transform-Infrared (FT-IR-ATR) spectrophotometer. Mass spectra were measured on a Agilent LC/MS-TOF spectrometer. Melting points were measured on a Barnstead electrothermal 9200 series digital apparatus. Electronic spectra in the UV–Vis region were recorded on a Thermo Scientific Evuluation Array Uv-Vis spectrophotometer, using 1 cm pathlength.

2.3. Methods

2.3.1. Synthesis

2.3.1.1. The synthesis of phthalonitrile compounds 3 and 5

4-Nitrophthalonitrile (**2**) (277 mg, 1.60 mmol) was dissolved in anhydrous DMF (10 mL) under nitrogen and compound **1** (500 mg, 1.60 mmol) was added. After stirring for 30 min, finely ground anhydrous K_2CO_3 (773 mg, 5.6 mmol) was added in eight portions over 2 h. The reaction mixture was stirred at 60 °C for 96 h under nitrogen. The end of the period the crude product was filtered washed

and dried in vacuo. The crude product was purified by passing through an aluminum oxide column using chloroform as eluent. Yield: 380 mg (% 54). Synthesized similarly to **5** from **1** (500 mg, 1.60 mmol) and **4** (277 mg, 1.60 mmol)**.** Yield: 350 mg (% 50). The synthesis route of **3** and **5** is shown in **Figure 1**.

2.3.1.2. The synthesis of metallophthalocyanines 3a, 3b, 5a and 5c

A mixture of compound **3** (150 mg, 0.48 mmol), equivalent amounts of related anhydrous metal salts [compound **3a**, $CoCl_2$ (31.2 mg, 0.24 mmol), compound **3b**, $CuCl_2$ (32.3 mg, 0.24 mmol)], dry n-pentanol (2.5 mL) and 1,8-diazabicyclo[4.5.0]undec-7-ene (DBU) (3 drops) was heated to 160 °C and stirred for 24h.The crude products were purified by aluminum oxide column chromatography. Yield: 60 mg (28%). Mp > 300 ºC for **3a**. Yield: 51 mg (24%). Mp > 300 ºC for **3b**. Synthesized similarly to **5a** and **5b** from **5**. Yield: 48 mg (22%). Mp > 300 ºC for **5a**. Yield: 36 mg (17%). Mp > 300 ºC for **5b**. The synthesis route of **3a**, **3b**, **5a** and **5b** is shown in **Figure 1**.

2.3.2. Aggregation studies

In this study, the aggregation behavior of the newly synthesized phthalocyanines (**3a**, **3b**, **5a** and **5b**) were examined in different solutions [DMSO, DMF, THF, toluene, chloroform and dichloromethane (concentration: $10x10^{-6}$ M)] (**Figure 2**) and at different concentrations ($12x10^{-6}$ M - $2x10^{-6}$ M) in DMSO using UV-Vis spectroscopy. The UV-Vis spectra of the synthesized phthalocyanines were measured in different solvents for determination of aggregation properties of these complexes in different solvents and selection of suitable solvent for their applications.

2.3.3. Tables and Figures

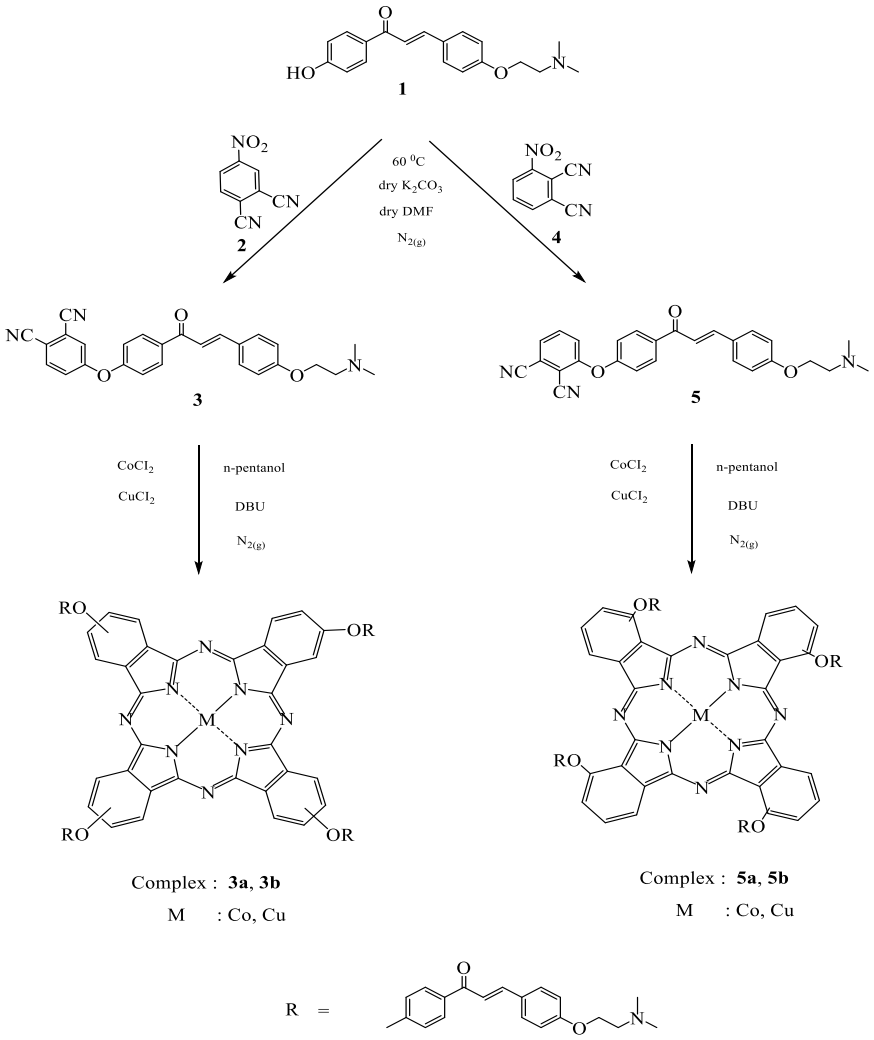


Figure 1. The synthetic route to compounds **3**, **5**, **3a**, **3b**, **5a** and **5b**

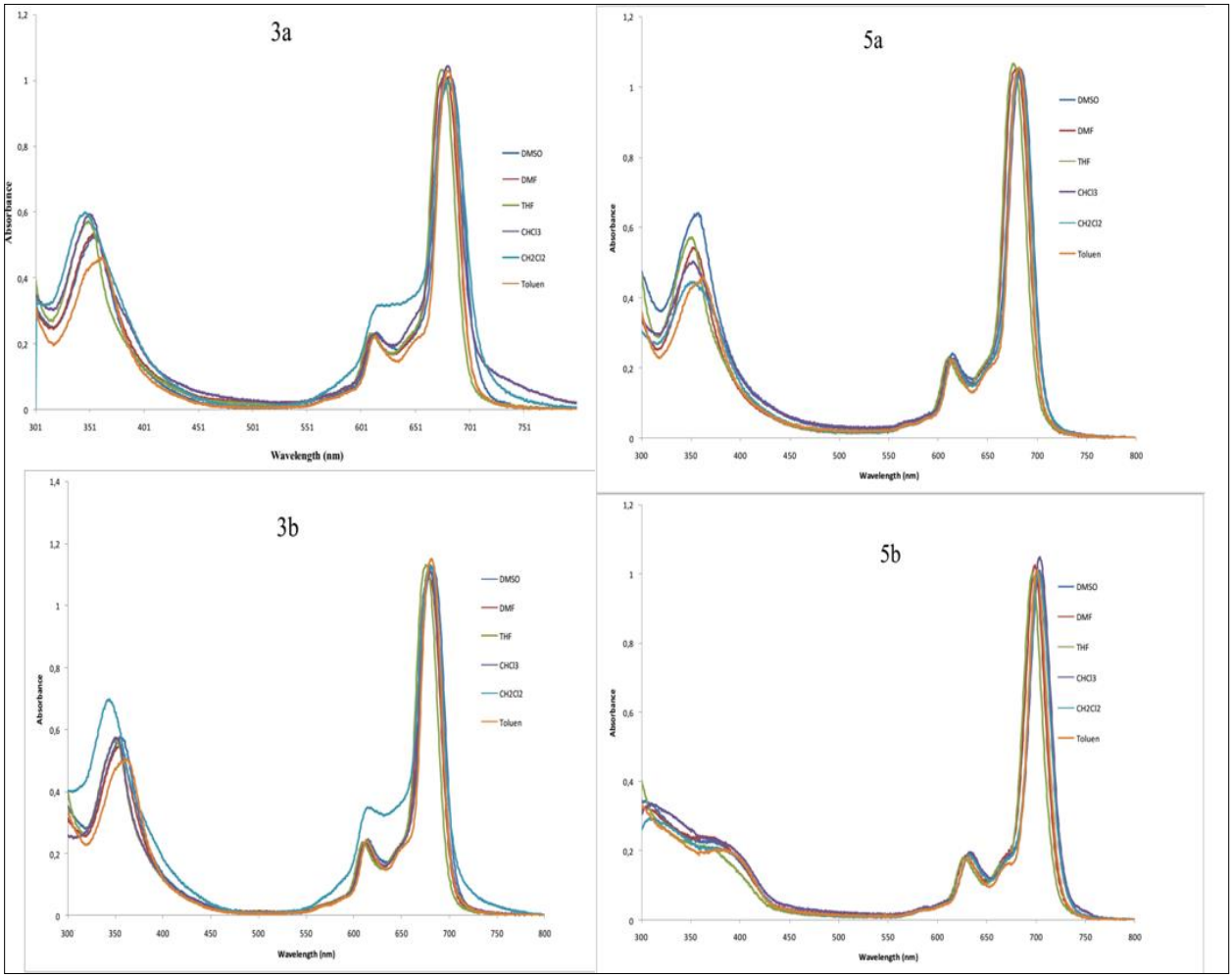


Figure 2. UV–vis spectrum of **3a**, **3b**, **5a** and **5d** in DMSO (concentration = 10 x 10^{-6} mol dm^{-3})

3. RESULTS

Reaction of compound **1** with 4-nitrophthalonitrile (**2**) and 3-nitrophthalonitrile (**4**) and K_2CO_3 in DMF led to formation of novel phthalonitrile derivates **3** and **5**, respectively (**Figure 1**). The crude products were purified by passing through an aluminum oxide column using chloroform as eluent. Reaction of compound **3** and **5** with metal salts ($CoCl_2$, $CuCl_2$) and a N-donor base DBU in n-pentanol led to formation of peripherally and non-peripherally tetrasubstituted Co and Cu Pcs (**3a**, **3b**, **5a** and **5b**), respectively (**Figure 1**). All phthalocyanines (**3a**, **3b**, **5a** and **5b)** were purified by column chromatography. They were obtained in good to adequate yields (28% for **3a**, 24% for **3b**, 22% for **5a** and 17% for **5b**). The pure compounds were characterized by IR, ^{1}H NMR, ^{13}C NMR, MS and UV-Vis spectral data. Aggregation behavior of the newly synthesized phthalocyanines (**3a**, **3b**, **5a** and **5b**) were examined in different solutions [DMSO, DMF, THF, toluene, chloroform and dichloromethane (C: 10x10^{-6} M)] and at different concentrations (C: 12x10^{-6} M - 2x10^{-6} M) in DMSO using UV-Vis spectroscopy.

4. DISCUSSION

The IR spectra of metallophthalocyanines (**3a**, **3b**, **5a** and **5b**) the disappearance of strong C≡N stretching vibration of **3** and **5** is an evidence for the formation of metallophthalocyanines (**3a**, **3b**, **5a** and **5b**). NMR measurements of the phthalocyanines **3a**, **3b**, **5a** and **5b** were precluded due to their paramagnetic nature (Bıyıklıoğlu and Kantekin, 2009). UV-Vis properties of phthalocyanines are central to their chemical and electrical properties and are governed by the 18 π system of the most inner ring. UV-Vis spectra consist of an intense absorption band in the visible region around 600–800 nm (Q band) and a generally weak band in the UV region at about 300–450 nm (Soret or B-band). The

electronic spectra of phthalocyanines **3a**, **3b**, **5a** and **5b** show the typical B and Q bands of symmetrical Pc. The mass spectrum of compounds **3**, **5**, **3a**, **3b**, **5a** and **5b** confirmed the proposed structures. The studied non-ionic phthalocyanines (**3a**, **3b**, **5a** and **5b**) did not form aggregates in DMSO, DMF , THF, Toluene and $CHCl_3$ solutions. On the other hand, **5a** and **5b** were found to be monomeric in CH_2Cl_2 but **3a** and **3b** showed aggregation in CH_2Cl_2 (**Figure 2**).

CONCLUSION

In conclusion, (E)-4-(4-(3-(4-(2-(dimethylamino)ethoxy)phenyl)acryloyl)phenoxy)phthalonitrile (**3**), (E)-3-(4-(3-(4-(2-(dimethylamino)ethoxy)phenyl)acryloyl)phenoxy)phthalonitrile (**5**) and MPcs: **3a**, **3b**, **5a** and **5b** have been synthesized for the first time in this study. Solvent effect (chloroform, dichloromethane, DMF, DMSO and THF) on the aggregation of these tetra-substituted Pcs (**3a**, **3b**, **5a** and **5b**) was determined. All Pcs (**3a**, **3b**, **5a** and **5b**) were found to be monomeric in chloroform, DMF, DMSO and THF. On the other hand **5a** and **5b** were found to be monomeric in dichloromethane but **3a** and **3b** showed aggregation in dichloromethane. Also, I have studied the aggregation behaviour of these new MPcs (**3a**, **3b**, **5a** and **5b**) in different concentration in DMSO. No aggregation was demonstrated in DMSO from concentration between $12x10^{-6}$ and $2x10^{-6}$ $mol.dm^{-3}$.

ACKNOWLEDGEMENTS

I am greatly indebted to The Research Fund of Giresun University (FEN-BAP-A- 101016-134, Project No: 101016-134) for the financial support of this work.

REFERENCES

Bıyıklıoğlu, Z. and Çakır, D. (2014), New electropolymerizable metal-free and metallophthalocyanines bearing {2,3-bis[3-(diethylamino)phenoxy]propoxy} substituents, *Dyes and Pigments*, 100, 150-157.

Bıyıklıoğlu, Z. and Kantekin, H. (2009), The synthesis , using microwave irradiation and characterization of novel, organosoluble metal-free and metallophthalocyanines substituted with flexible crown ether moieties, *Dyes and Pigments*, 80, 17–21.

Bouvet, M. (2006), Phthalocyanine-based field-effect transistors as gas sensors, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 384, 366-373.

Durmuş, M., Bıyıklıoğlu, Z., Kantekin, H. (2009), Synthesis, photophysical and photochemical properties of crown ether substituted zinc phthalocyanines, *Synthetic Metals*, 159, 1563–1571.

Leznoff, C.C. and Lever, A.B.P. (1993), *Phthalocyanines properties and applications*, New York: VCH Publisher.

TRANSVERS VE OBLİK OLEKRANON KIRIKLARINDA GERGİ BANDI UYGULAMASININ SONLU ELEMANLAR ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

Doç. Dr. Levent UĞUR
Amasya Üniversite, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölüm
leventozge@gmail.com

Doç. Dr. Arif ÖZKAN
Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakülte, Biyomedikal Mühendisliği Bölüm
arif.ozkan@kocaeli.edu.tr

Özet
Olekranon kırıkları, üst ekstremite lezyonlarının yaklaşık %10'unu oluşturan yaygın dirsek yaralanmalarıdır. Genel olarak transvers ve oblik gibi farklı kırık çeşitleri vardır. Bu çalışmanın amacı iki farklı olekranon kırık tipinde gergi bandı uygulamasının sonlu elemanlar yöntemi ile inceleyerek biyomekanik sonuçlarını belirlemektir. Bunun için 25 yaşında normal anatomiye sahip erkek sağlıklı hastanın bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak üç boyutlu olekranon modeli oluşturuldu. Solidworks® bilgisayar destekli tasarım yazılımı ile kırık hatları oluşturularak gergi bandı uygulaması tüm modellere uygulandı. Elde edilen modellerde kırık hattının stabiletesinin belirlenmesi için triseps kası kuvveti 160 N'luk olarak uygulandı. Kırık hattında meydana gelen mekanik davranışlar sonlu elemanlar analiz yöntemi ile non-lineer olarak incelendi. Analiz sonuçlarına göre maksimum interplanar translasyon miktarı oblik kırık hattında 0,489 mm olurken ve maksimim dönme açısı yine oblik kırıklı modelde 0,9303° olarak belirlendi. Farklı kırık türlerinde gergi bandı uygulamasının transvers kırıklarda satabiliteye katkısının daha iyi olduğu gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Transvers, oblik, Olekranon Kırıkları, Sonlu Elemanlar Analizi, Geri bandı uygulaması

EVALUATION OF TENSION BAND APPLICATION IN OBLIQUE AND TRANSVERSE OLECRANON FRACTURES BY FINITE ELEMENT ANALYSIS.

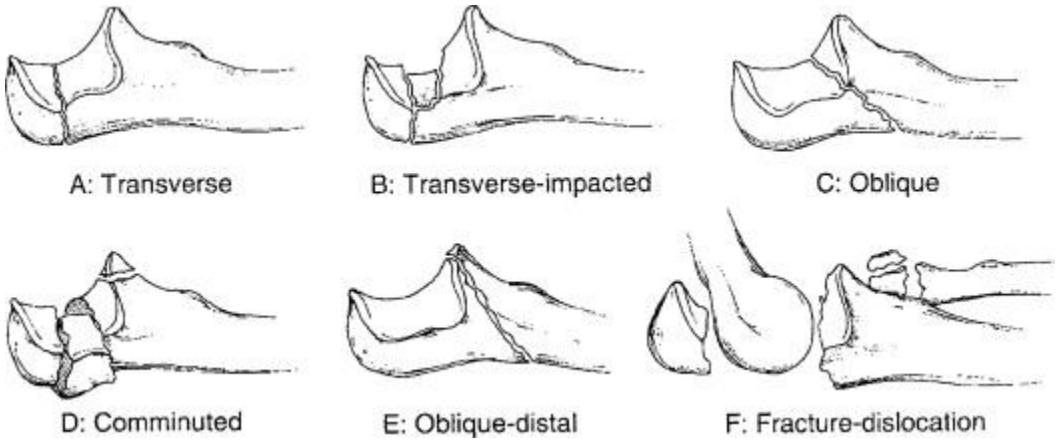
Abstract
Olecranon fractures are common elbow injuries that account for approximately 10% of upper extremity lesions. In general, there are different types of fractures such as transverse and oblique. The aim of this study is to determine the biomechanical results of two different olecranon fracture types by using finite element method. For this purpose, a three-dimensional olecranon model was created using computed tomography images of a 25-year-old male patient with normal anatomy. Fracture lines were created in Solidworks® computer aided design software and tension band application was applied to all models. Triceps muscle force was applied as 160 N to determine the stability of the fracture line in all models. The mechanical behavior of the fracture line was examined non-linearly by finite element analysis. According to the results of the analysis, the maximum amount of interplanar translation was 0.489 mm in the oblique fracture line and the maximum angle of rotation was 0.9303 ° in the oblique fracture model. It has been observed that the application of tension band in different fracture types has a better effect on satability in transverse fractures.

Keywords: Olecranon fracture; tension band wiring. finite element model

1-GİRİŞ

Yetişkinlerde nispeten yaygın olan olekranon kırıkları, basit yerinden çıkmayan kırıklardan dirseklerin karmaşık kırık çıkıklarına kadar değişen çeşitli yaralanmalar grubudur [1, 2]. Hepsi eklem yüzeyinin anatomik restorasyonunu gerektiren eklem içi yaralanmalardır [3]. Bunların sınıflandırılmasında Olekranon kırıkları için çoklu sınıflandırma sistemleri geliştirilmiştir, ancak hiçbiri yaygın bir şekilde kabul görmemiştir. Colton ve arkadaşları Birincisi, kırığın yer değiştirmesine ve karakterine dayanan

bir sistem geliştirmiştir [4]. Schatzker sınıflandırması şekil 1'de görüldüğü gibi kırılma paternine ve gereken iç sabitleme tipinin dikkate alınmasına dayanır [5].



Şekil 1. Olekranon kırıklarının Schatzker sınıflandırması [5].

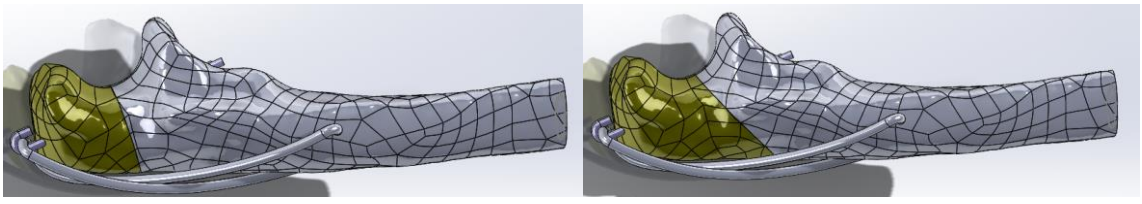
Gergi bantlı kablolama, plaka sabitleme, intramedüller vida sabitleme ve triceps ilerlemeli fragman eksizyonu da dahil olmak üzere çeşitli iç sabitleme yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Fiksasyon, dirsek ekleminin sertliğini önlemek için erken harekete izin verecek kadar güvenli olmalıdır. Kırılma paterni ve buna bağlı yaralanmaların değişkenliği nedeniyle, tüm kırıklar için tek bir tedavi yöntemi uygun değildir [3].

Bu çalışmanın amacı, yaygın olekranon kırıklarından olan Transvers ve oblik olekranon kırıklarında gergi bandı kablolama tekniğinin sonlu elemanlar yöntemi ile incelenerek kırık türlerine göre gergi bandı uygulamasının sonuçlarını değerlendirmektir.

2- Materyal Metod

Transvers ve oblik Olekranon kırık modelleri için 25 yaşında sağlıklı erkek hastanın sol dirsek BT görüntüleri Amasya Üniversitesi hastanesi arşivinden alınarak kullanıldı. BT görüntüleri MIMICS® (Materialise's Interactive Medical Image Control System/ Materialise NV, Belgium) yazılımı ile işlenerek olekranon modellendi. Elde edilen taslak modelde oluşan parlama (artifak) ve istenmeyen geometrileri düzenlemek için tersine mühendislik yazılımı olan Geomagic Studio 12.0'a (Geomagic, Cary, Kuzey Carolina, ABD) gönderildi ve ayrıntılı 3D katı modeller elde edilmiştir.

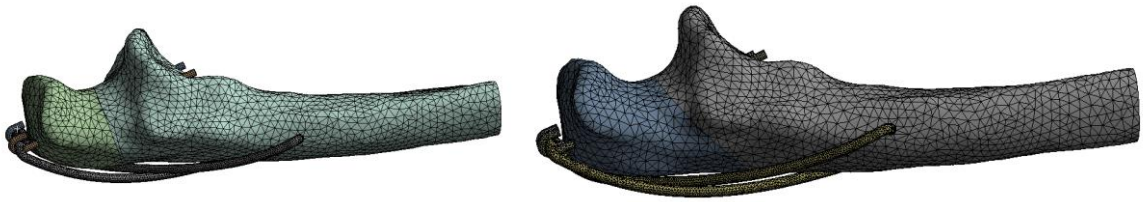
Olecranon model üzerinde SolidWorks® (Dassault Systems, USA) bilgisayar destekli tasarım yazılımı kullanılarak transvers ve Transvers ve oblik kırık hattı şekil 2'de gösterildiği gibi oluşturulmuştur.



A B

Şekil 2. A) Transvers kırık hattı B) Oblik kırık hattı

Modeller sonlu elemanlar analizi (SEA) için ANSYS Workbench (Version 19, Ansys Inc.,USA) programına gönderildi. Şekil 3'de gösterildiği gibi ağ yapısı elde edildi. Optimum sonuçlar için en uygun eleman boyutları olecrananda 1,5 mm, vida ve gergi bandında ise 0.25 mm olarak belirlendi. Modellerimiz ortalama olarak 1452337 node ve 989620 elementten meydana gelmektedir. Analizler Newton-Raphson metoduna göre non-lineer olarak yapılmıştır.



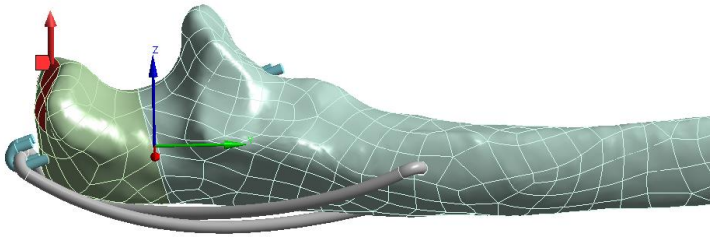
Şekil 2. Sonlu elemanlar modeli ağ yapısı.

Literatürde yer alan çalışmalara göre malzeme tanımlaması tablo 1'de gösterildiği gibi tanımlanmıştır. Daha önceki çalışmalara göre malzeme özelikleri izotropik olarak tanımlanmıştır [6, 7].

Tablo 2. Malzemenin mekanik özelikleri

	Young Modulus (GPa) (E) (MPa)	**Poisson Ratio (y)**	**Yoğunluk (kg/m^3)**
Kortikal Kemik	11	0.46	2000
Kirschner Teli	210	0.3	7800
Gergi Bandı	210	0.3	7800

Ansys programıda şekil 4'de görüldüğü gibi ulna distali sabit nokta olarak belirlendi. Proksimal koronoid çıkıntıya, triseps kasının 160 N'luk çekim kuvveti uygulandı [8]. Kırık hattında iki kemik arasında sürtünme katsayısı 0.4 vida ile kemik arasındaki sürtünme katsayısı 0.42 olarak belirlenmiştir [9].



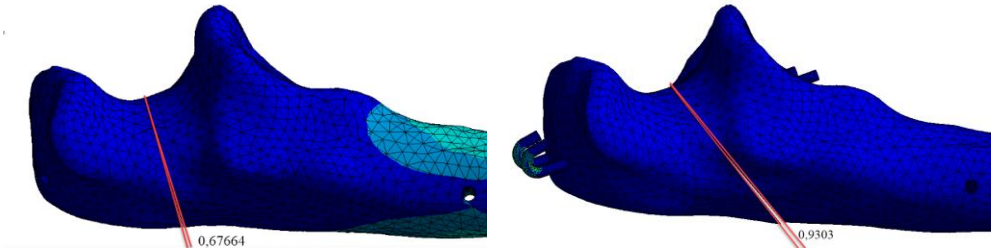
Şekil 3. Sonlu elemanlar azalizi sınır şartları.

3.Bulgular

Analizler sonucunda; ilk olarak kırık hattının maksimum interplanar translasyona, ikinci olarak interplanar rotasyon (açılma açısı ve burulma açısı) açıları incelendi. SEA sonuçları Tablo 2'de gösterilmektedir. Transvers kırık olan modelde interplanar translasyon 0,184 mm olurken, oblik kırıklı model'de 0,489mm olarak kaydedilmiştir. Interplanar Rotation hareketlerinden açılma açısı Transvers kırık model'de 0,67664° iken, oblik kırıklı model'de 0,9303°(şekil 4), burulma açısı Transvers kırık model'de 0,19437° iken, oblik kırıklı model'de 1,0907 derece olarak kaydedildi.

Tablo 3. Sonlu elemanlar analizi sonuçları

Modeller	**Interplanar Translasyon (mm)**	**Interplanar Rotation**	
		Açılma Açısı (°)	Burulma Açısı (°)
Transvers kırık	***0,184***	***0,67664***	***0,19437***
Oblik kırık	***0,489***	***0,9303***	***1,0907***



a b

Şekil 4. a) Transvers kırık hattı açılma açısı b) Oblik kırık hattı açılma açısı

4.Sonuçlar

Olekranon kırıklarının cerrahi tespiti, eklem stabilitesinin yanı sıra, eklem hareketinin daha erken dönemde sağlanması ve daha öngörülebilir iyileşme sağlamayı amaçlamaktadır. Gergi bandı tekniği, distraksiyon kuvvetlerini, enine ve kısa eğik kırılma düzenleri için en uygun olan sıkıştırma kuvvetlerine dönüştürür [10]. Bununla birlikte, olekranon kırılma paternlerinin tümü, gergi bandı kablolamasına uygun değildir; özellikle, olekranonun parçalanmış ve uzun oblik kırıkları, sıkıştırma kuvvetlerine dayanamamaktadır[10]. Prayson ve ark. gergi bandı tekniğinde aktif ekstansiyon hareketinde kırık hattında farklı bölgelerde açılanma olduğunu bildirmişlerdir [11]. Hutchinson ve ark. aktif ekstansiyon hareketinde eklem yüzünde daha az deplasman bulmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlar bu duruma katkı vermekte ve sonuçları ile aynı doğrultuda olmuştur. Sonuç olarak çalışmamızda yapılan analizler ile gergi bandı uygulamasının transvers kırık hattı olan olekranonun oblik kırık hattı olan olekranona göre daha iyi stabiliteyi sağladığı görülmüştür.

Teşekkür

Bu yayın FMB-BAP 15-0400 proje numaralı Amasya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından desteklenmiştir.

Kaynakça

1. Rettig, A.C., T.R. Waugh, and P.M. Evanski, *Fracture of the olecranon: a problem of management.* Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 1979. **19**(1): p. 23-28.
2. Horne, J. and T. Tanzer, *Olecranon fractures: a review of 100 cases.* The Journal of trauma, 1981. **21**(6): p. 469-472.
3. Hak, D.J. and G.J. Golladay, *Olecranon fractures: treatment options.* JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2000. **8**(4): p. 266-275.
4. Colton, C., *Fractures of the olecranon in adults: classification and management.* Injury, 1973. **5**(2): p. 121-129.
5. Browner, B.D., *Skeletal trauma: basic science, management, and reconstruction*. 2009: Elsevier Health Sciences.
6. Lysen, A.T., J.F. Gay, and L.S. King, *Use of Magnesium Alloys in Tension Band Wiring of Olecranon Fractures.* 2014.
7. Hermawan, H., D. Ramdan, and J.R. Djuansjah, *Metals for biomedical applications*, in *Biomedical engineering-from theory to applications*. 2011, InTech.
8. Hammond, J., et al., *Biomechanical analysis of a transverse olecranon fracture model using tension band wiring*. The Journal of hand surgery, 2012. **37**(12): p. 2506-2511.
9. Goffin, J.M., P. Pankaj, and A.H. Simpson, *The importance of lag screw position for the stabilization of trochanteric fractures with a sliding hip screw: a subject-specific finite element study.* Journal of Orthopaedic Research, 2013. **31**(4): p. 596-600.
10. De Giacomo, A.F., et al., *Outcomes after plating of olecranon fractures: a multicenter evaluation.* Injury, 2016. **47**(7): p. 1466-1471.
11. Prayson, M.J., et al., *Biomechanical comparison of fixation methods in transverse olecranon fractures: a cadaveric study*. Journal of orthopaedic trauma, 1997. **11**(8): p. 565-572.

AISI 1040 ÇELİĞİNİN DELİNEBİLİRLİĞİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE TAYİNİ

Doç. Dr. Levent UĞUR
Amasya Üniversite, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölüm
leventozge@gmail.com

Doç. Dr. Arif ÖZKAN
Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakülte, Biyomedikal Mühendisliği Bölüm
arif.ozkan@kocaeli.edu.tr

Özet
Talaş kaldırma operasyonlarının üçte birini oluşturan delme işlemi operasyonu imalat sanayisinde önemli yere sahiptir. Delme operasyonunda talaşın kapalı bir alanda oluşması ve talaş akışının sınırlı olmasından dolayı çeşitli zorluklar ile karşılaşılmaktadır. Bu gibi zorluklar enerji tüketimini, yüzey kalitesini, kesme kuvvetleri gibi parametreleri doğrudan etkilemektedir. Bundan dolayı işleme parametrelerinin araştırılması gerekmektedir. Bunların araştırılması için deneysel çalışması hem uzun zaman ayrıca yüksek maliyet gerekmektedir. Bundan dolayı sonlu elemanlar yöntemi ile kesme simülasyonları yapılarak işleme çıktıları tahmin edile bilebilmektedir. Bu çalışmada, imalat sanayisinde geniş kullanımı olan 46 HRC sertlikteki AISI 1040 çeliğinin sonlu elemanlar yazılımı olan ThirdWave Advantedge® ile delme operasyonu incelenmiştir. Delme operasyonu farklı kesme ve ilerleme hızı ile kaplamasız karbür matkap ile yapılmıştır. Analizlerde AISI 1040 malzemesinin delinmesinde kullanılan işleme parametrelerinin ilerleme kuvveti, üzerine etkileri incelenmiştir. Analizler sonucunda, ilerleme miktarı arttıkça ilerleme kuvveti arttığı, kesme hızının artmasıyla ise bu değerlerin azaldığı görülmüştür. Delme parametrelerinin optimizasyonu için sonlu elemanlar yönteminin önemli bir araç olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Delik Delme, AISI 1040, Sonlu Elemanlar Yöntemi, İtme Kuvveti

DRILLABILITY DETERMINATION OF AISI 1040 STEEL BY FINITE ELEMENT METHOD

Abstract
The drilling process, which constitutes one third of the stock removal operations, has an important place in the manufacturing industry. Due to the fact that the drilling operation occurs in a closed area and the chip flow is limited, various difficulties are encountered. Such difficulties directly affect parameters such as energy consumption, surface quality and cutting forces. Therefore, it is necessary to investigate the processing parameters. Experimental study is required both long time and high cost to investigate them. Therefore, cutting outputs can be estimated by finite element method. In this study, the drilling operation of AISI 1040 steel, which is widely used in manufacturing industry, with the finite element software ThirdWave Advantedge® of 46 HRc hardness was investigated. The drilling operation is made with uncoated carbide drill with different cutting and feedrate. In the analyzes, the effects of machining parameters used on drilling force of AISI 1040 material were investigated. As a result of the analysis, it was seen that the feed force increased with increasing amount of feed and these values decreased with increasing cutting speed. It has been found that finite element method can be used as an important tool for optimization of drilling parameters.

Keywords: Drilling, AISI 1040, Finite element method, Thrust force,

1. Giriş
Talaşlı imalatta delme operasyonu geniş çapta uygulanan, karmaşık işleme proseslerinden biridir. Bunun yanı sıra delme işlemi otomotiv sanayisinde toplam mekanik işleme proseslerinin %50'sini oluştururken, havacılık endüstrisinde bu oran daha yüksektir [1, 2]. Ayrıca, talaşlı imalatta harcanan sürenin %25'ini delik delme işlemi oluşturmaktadır [3].

Bu kadar yüksek oranda kullanılan operasyon olmasından dolayı ve delme işleminin kapalı bir alanda meydana gelmesinden dolayı bazı problemler meydana gelmektedir [4]. Gelişen teknoloji ile delme işlemindeki problemlerin çözümüne yönelik deneysel ve sonlu elemanlar analiz yöntemi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu sayede, deneysel çalışmalar ile elde edilmesi zor verilerin daha kolay tespit edilerek işleme tekniğinin geliştirilmesine olanak sağlanmaktadır [5].

Bu çalışmada, literatür incelendiğinde AISI 1040 paslanmaz çelik malzemenin deline bilirliği üzerine kapsamlı bir çalışmanın bulunmadığı belirlenmiştir. Bundan dolayı bu çalışmada AISI 1040 paslanmaz çelik malzemenin ThirdWave Systems AdvantEdge programı ile sonlu elemanlar analiz yöntemi ile deline bilirliği incelenmiştir. Delme operasyonu için seçilen parametrelerin ilerleme kuvveti ve sıcaklık üzerine değişimleri kaydedilmiştir.

2.Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, AISI 1040 paslanmaz çelik malzemesinin sonlu elemanlar yöntemine göre deline bilirliği incelenmiştir. Delme operasyonun nümerik analizleri (delme simülasyonları) Third Wave AdvantEdge yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. AISI 1040 paslanmaz çelik malzemenin bazı mekanik özellikleri sırasıyla Tablo 1'de verilmiştir [6].

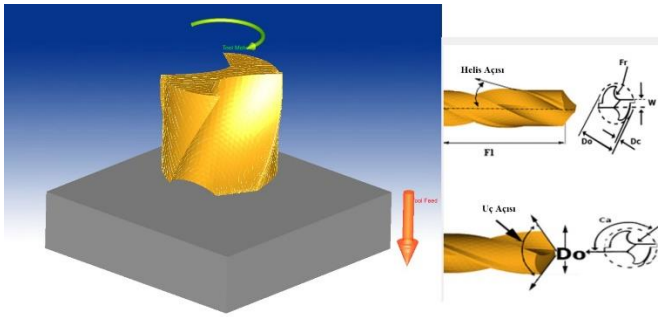
Tablo 4. Malzeme özelikleri

	Sertlik (Rockwell C)	*Yoğunluk (g/cm^3)*	*Poisson oranı*	*Young modülü (GPa)*	*Isıl iletkenlik katsayısı (W/mxK 100°C)*
AISI 1040	30	7.845	0.29	205	24,7

AISI 1040 paslanmaz çeliğin plastik deformasyon davranışının Johnson-Cook (JC) modeli tarafından tanımlandığı göz önüne alınmıştır. Kullanılan Johnson-Cook malzeme modeli Eşitlik 1'de verilmiştir. Bu malzeme modeli özellikle metallerin yüksek gerinim deformasyon hızının modellenmesi için uygun olup, genellikle adyabatik geçici dinamik analizlerde kullanılmaktadır. Sertleştirme, akma gerilmesinin σ0 olarak kabul edildiği izotropik sertleştirmenin belirli bir çeşididir [7-9].

$$\sigma^0 = (A + B(\varepsilon^\rho)^n \left(1 + C\ \log\left(\frac{\dot{\varepsilon}^\rho}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\right)\left(1 - \left(\frac{T - T_r}{T_m - T_r}\right)^m\right) \quad (1)$$

Analizlerde kullanılan iş parçasının boyutları 20x20x10 mm olacak şekilde tanımlanmıştır. Kesici takım Thirdwave Advantedge programı içerisinde yer alan standart iki ağızlı Ø8mm çapında, helis açısı 30° , uç açısı 135° ve boşluk açısı 9° olan karbür matkap uç seçilmiştir. Şekil 1'de Delme simülasyonlarında tanımlanan sonlu elemanlar modeli gösterilmiştir.



Şekil 1. Sonlu elemanlar modeli ve takım geometrisi

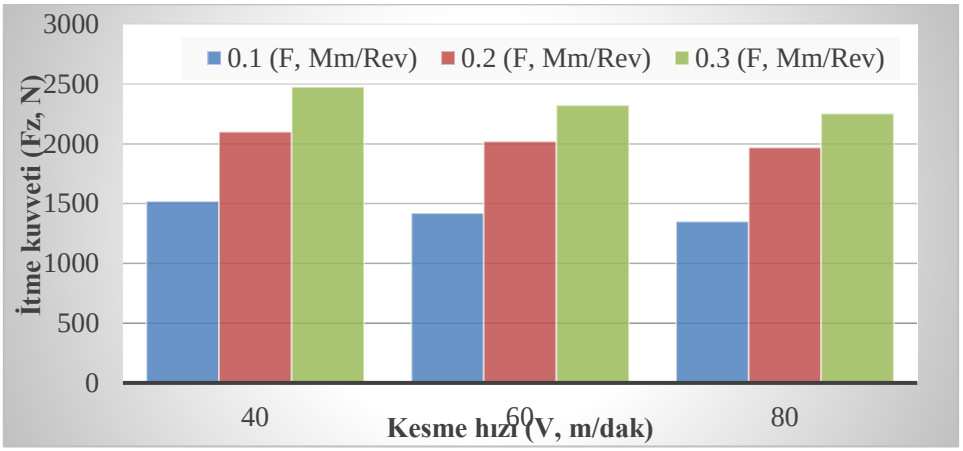
Kesme hızı ve ilerleme hızı parametreleri için üç farklı değer kullanılarak tablo 2'de gösterildiği gibi dokuz deney oluşturuldu. Sonlu elemanlar analizleri sonucunda AISI 1040 çeliğinin ilerleme kuvveti ve sıcaklığına göre deline bilirliği analiz edilmiştir.

Tablo 5. Deney tasarımı için veri setleri

Deney No	*Kesme Hızı (V, m/dak)*	*İlerleme Miktarı (F, mm/dev)*
1	*40*	*0.1*
2	*40*	*0.2*
3	*40*	*0.3*
4	*60*	*0.1*
5	*60*	*0.2*
6	*60*	*0.3*
7	*80*	*0.1*
8	*80*	*0.2*
9	*80*	*0.3*

3.Bulgular ve Tartışma

Belirlenen delme parametreleri sonucunda yapılan 9 adet Kesme parametreleri sonucunda, itme kuvvetleri ve sıcaklık değişimleri belirlenmiştir. Analizler sonucuna elde edilen kesme kuvvetlerinin kesme hızı ve ilerleme miktarına göre değişimleri şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Kesme parametrelerine bağlı olarak Fz'nin değişimi

Analiz sonuçları incelendiğinde Fz itme kuvvetinin 1358 ile 2474 N arasında değiştiği görülmektedir. En düşün Fz'nin 0.1 mm/dev ilerleme değerinde ve 80 m/dak'lık kesme hızında 1358 N olarak kaydediliştir. 0.3 mm/dev ilerleme ve 40 m/dak'lık kesme hızında ise 2474 N'luk en yüksek Fz değeri elde ediliştir. Analiz sonucunda elde edilen değerler doğrultusunda ilerleme kuvveti açısından ilerleme miktarının önemli bir kesme parametresi olduğu anlaşılmaktadır.

4.Sonuçlar

Bu çalışmada, Thirdwave Advantedge® programı kullanılarak sonlu elemanlar yöntemi ile AISI 1040 çelik malzemenin karbür takım ile delinmesi sonucunda ilerleme kuvveti ve takım sıcaklığı açısından sonuçları karşılaştırılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

- İlerleme miktarının artmasıyla birlikte ilerleme kuvveti (Fz) ve takım sıcaklıklarının (T) arttığı belirlenmiştir.
- İlerleme kuvveti en düşük değerlerinin 80 m/dak kesme hızında ve 0.1 mm/dev'de oluştuğu belirlenmiştir. Bu sonuç, özellikle çelik malzemelerin delinmesinde kesici takım ömrü açısından kesme hızının daha etkin bir parametre olduğunu göstermektedir.
- Sonlu elemanlar yöntemine göre yapılan kesme simülasyonları ile delik delme işlemlerinde oluşan kesme kuvveti ve sıcaklık gibi işlenebilirlik çıktılarının tahmin edilebileceği belirlenmiştir.

Kaynaklar

1. Han, R.D. and J. Wu. *Finite element simulation of drilling based on third wave systems AdvantEdge*. in *Key Engineering Materials*. 2010. Trans Tech Publ.
2. Meral, G., et al., *Multi-response optimization of cutting parameters for hole quality in drilling of AISI 1050 steel.* Arabian Journal for Science and Engineering, 2015. **40**(12): p. 3709-3722.
3. Tönshoff, H., et al., *Machining of holes developments in drilling technology.* Cirp Annals, 1994. **43**(2): p. 551-561.
4. Bayraktar, Ş., Y. Sıyambaş, and Y. Turgut, *Delik delme prosesi: bir araştırma.* Sakarya University Journal of Science, 2017. **21**(2): p. 120-130.
5. Su, Y., D. Chen, and L. Gong. *3D Finite element analysis of drilling of Ti-6Al-4V Alloy*. in *International Conference on Computer Information Systems and Industrial Applications*. 2015. Atlantis press.
6. Akkök, M., Acar, B., & Açmaz, E. (2013). Experimental analysis and wear modeling for mechanical components of a typical rail launcher. Wear, 306(1-2), 1-9.
7. Yan, H., Hua, J., & Shivpuri, R. (2007). Flow stress of AISI H13 die steel in hard machining. Materials & design, 28(1), 272-277.
8. Johnson, G.R.A.c.m.a.d.f.m.s.t.l.s., high strain rates, and high temperatures. Proc. 7th Inf. Sympo. Ballistics, 541-547.
9. Dorogoy, A., & Rittel, D. (2009). Determination of the Johnson–Cook material parameters using the SCS specimen. Experimental mechanics, 49(6), 881.

İNSAN HAYVAN ÇEVRE ARAYÜZÜNDEKİ ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ SORUNU VE TEK SAĞLIK YAKLAŞIMI

Dr. Öğr. Üyesi Rüştü Taştan
Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,
Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, Kocaeli, Türkiye
rtastan@kocaeli.edu.tr

Prof. Dr. Aynur Karadenizli
Kocaeli Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye
aynurk@kocaeli.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Ak Can
Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,
Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı, Kocaeli, Türkiye
ayse.ak@kocaeli.edu.tr

Özet

Son yarım yüzyılda artış gösteren ve çokyönlü zararları katlanarak büyüyen Antimikrobiyal Direnç (AMD), 21. yüzyılın en ciddi küresel sağlık tehdidine dönüşmüştür. Ekolojik ve Antropojenik faktörler kaynaklı zararlı etkiler serisi, sağlık sistemlerini ve enfeksiyonların sağaltım seçeneklerini küresel ölçekte değiştirmiştir. Devamında, İnsan Hayvan Çevre (İHÇ)-arayüzünde süregelen etkileşimlerin tetikledikleri AMD daha çok yaygınlaşmış ve küresel ekosistem sağlığı sorununa dönüşmüştür. Yaygınlaşan AMD, insan ve veteriner hekimliğinde yalnızca klinik düzeyde sağlığı tehdit etmekle kalmıyor; aynı zamanda, hayvancılık ekonomisinde devasa zararlara, İHÇ-arayüzünde öngörülemeyen biyotehditlere yol açıyor. Antibiyotikler hayvancılıkta, enfeksiyonların sağaltımında kullanılmakta; ayrıca endüstriyel tarımda diğer antimikrobiyal maddelerle birlikte 'anabolizan' olarak yemlere katılmaktadır. İnsanlığın süregelen bu tutumu, ekosistemde çapraz direnci tetiklemiş; AMD'i küreselleştirmiştir. Artan hızlı kentleşme, hazır gıda tüketimi, turizm ve seyahatler, kıtalararası canlı hayvan ticareti gibi Antropojenik faktörlerle "dirençlilik genleri" yeni alanlara taşınmaktadır. Genişleyen Çoklu-İlaç Direnci(ÇİD) olası çokyönlü sağlık risklerini tanımlanamaz kılmıştır. Tek Sağlık, insanlar, hayvanlar ve çevremiz için optimum sağlık elde etmek amacıyla yerel, ulusal, bölgesel ve küresel ölçekte çalışılan disiplinlerarası anlayış; ortak düşünce sistemidir. Çalışmanın amacı, İHÇ-arayüzünde süregelen AMD risklerini vurgulamak, Tek Sağlık farkındalığını artırmak, sonuçları güncel gelişmeler ışığında yorumlamaktır. AMD, küresel ölçekte sağlığı tehdit etmekte ve 21.yüzyılda en ciddi halk sağılığı sorununu oluşturmaktadır. Günümüzde, AMD'in çoklu potansiyel riskleri ve enfeksiyonların sağaltılamayacağı öngörüsü, klinik hekimlik uygulamalarından öte ekolojik dinamiklerden kaynaklanmaktadır. Son çeyrek yüzyılda tanımlanan AMD ve ÇİD'i 'antibiyotik dirençlilik genleri' ile yaygınlaşmakta, AMD'e bağlı ölümler artırmakta ve yakın gelecekte artacağı hesaplanmaktadır. Sonuç olarak, yanlış uygulamalar kaynaklı 'antimikrobiyal kalıntılı' gıdaların imhası devasa ekonomik kayıplara yol açmakta, 'gıda güvensizliği' ve sosyoekonomik tehditler büyümekte, "mucize ilaçlar" çağı kapanmaktadır. Varılan bu aşamada, 'Tek Sağlık' işlevselleştirilmez ve mesleklerarası işbirliği yaygınlaştırılmaz ise yakın gelecekte bugünden daha karmaşık sağlık sorunları oluşacağı ve mikroorganizmalar yüzünden çözümsüzlükler yaşanacağı kaçınılmazdır.

Anahtar Kelimeler: antimikrobiyal direnç, insan hayvan çevre arayüzü, antropojenik faktörler, Tek Sağlık, disiplinlerarası işbirliği

Antimicrobial Resistance Problem at the Human Animal Environment Interface and One Health Approach

Abstract

Antimicrobial Resistance (AMR) that has grown exponentially in the last half century, has become most serious global health threat of 21st Century. The series of side effects from ecological and anthropogenic factors have changed the health systems and treatment of infections globally. AMD, is triggered by interactions in the interface, has become more widespread, has become a global health problem. AMR spread, not only threatens health at the clinical level in human and veterinary medicine, but also causes enormous damage to the livestock economy and unpredictable biohazards at the interface. Antibiotics are used in animal husbandry, treatment of infections and industrial agriculture, are added to the feed as 'anabolic' together with other antimicrobial substances. The ongoing attitude of humanity has triggered cross-resistance in the ecosystem and globalized AMR. With anthropogenic factors as increasing urbanization, fast food consumption, tourism-travel, and transcontinental livestock trade, "resistance genes" are being moved to new areas. Multi-dimensional health risks cannot be identified because of MDR. 'One Health' is an interdisciplinary understanding, common thinking system, which is studied at local, national, regional and global-scale in order to achieve optimum health for people, animals and our environment. The aim of the study is point to the ongoing AMR risks at the HAE-interface, raise awareness of One Health and interpret results in the light of current developments. AMR threatens health on a global-scale and represents the most serious public health problem in the 21st century. Today, AMR's multiple potential risks and predictions and cure of treatments result from ecological dynamics, rather than clinical practice. AMR and MDR in the last quarter century, are becoming widespread with 'antibiotic resistance genes', increasing the mortality due to AMR. These resistances will increase in the near future. As a result, the destruction of 'antimicrobial residues' caused by misapplication leads to great economic losses, 'food insecurity' and socioeconomic threats grow, and the age of "miracle drugs" closes. Thus, if One Health is not functionalized and inter-professional cooperation is not spread, it is inevitable that more complex health problems will occur in the near future and that there will be no solution due to microorganisms.

Keywords: antimicrobial resistance, human animal environment interface, anthropogenic factors, One Health, interdisciplinary cooperation

1. GİRİŞ

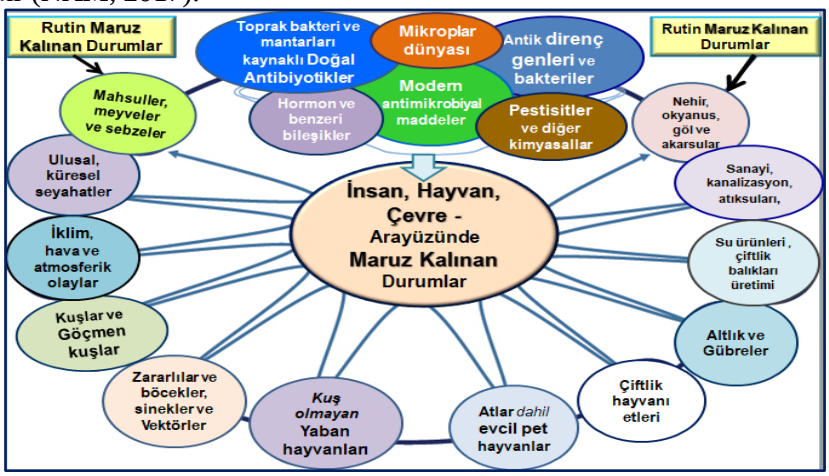
"İnsan türü, ***asla yenilmeyecek esnek bir düşman*** *olan mikrobik dünya ile savaşın ortasındadır".*
Dr. Anthony Fauci

Antimikrobiyal Direnç (AMD), son yarım yüzyılda artış gösteren, çokyönlü zararlı etkileri katlanarak büyüyen ve 21. yüzyılda en önemli küresel sağlık tehdidine ve hatta "küresel krize" dönüşmüş ciddi bir halk sağlığı sorunudur (WHO, 2014, Collignon ve McEven, 2019). Antimikrobiyal direncin toplum tarafından kolayca görülmeyen ve anlaşılmayan, sinsi, karmaşık bir sorun olması, ekosistemde yarattığı tehdidin boyutlarının anlaşılmasını engellemektedir. Dünya Bankası raporları (WB, 2017) ve AMD konusunda yapılan çalışmalara göre, gerçek şu ki, antibiyotiklere dirençli enfeksiyonlar genç, yaşlı, bağışıklık sistemi zarar görmüş kişiler dâhil, dünya genelinde neredeyse her 45 saniyede bir ölüme neden olmaktadır. Eğer sorunların kaynaklandığı nedenler ortadan kaldırılmaz veya gerekli önlemler alınmazsa bu oran her 3 saniyede bir ölüme yükseleceği öngörülmektedir. Uluslararası ve Ulusal ölçekli bilimsel raporlara göre bu kötü gidiş kontrol altına alınmazsa, 2050 yılına kadar dünyada çoğunluğu gelişmekte olan ülkelerde olmak üzere, 28 milyon insan "aşırı yoksulluk" içine itilmiş olacağı; yaklaşık 10 milyon insan sadece AMD'li enfeksiyonlar yüzünden ölmüş olacağı ve 100 trilyon dolarlık sağlık hizmeti maliyetleri olacağı vurgulanmaktadır (NAM, 2017, TÜBA, 2017, WB, 2017,). Benzer şekilde, bu sene yapılan uluslararası düzeydeki bilimsel toplantılar (IACG, 2019) ve ülkelerarası liderler zirvelerinde alının kararlar (Anon, 2019) bu küresel tehdidin boyutunu ve krizin sosyoekonomik derinliğini vurgulamaktadır. AMD, yalnızca insan, hayvan çevre (İHÇ)-arayüzünde süregelen sağlık sorunu olmaktan öte, gıda güvenliği, ekolojik ve ekonomik zararlarıyla, son çeyrek yüzyılın karmaşık sorunlarından biri haline gelmiştir (Lammie ve Hughes, 2016). Artış

eğiliminde olan ve süregelen bir dizi ekolojik ve antropojenik faktörler kaynaklı zararlı etkiler, sağlık sistemlerini ve enfeksiyonların sağaltım seçeneklerini küresel ölçekte değiştirmiştir. Devamında, İnsan Hayvan Çevre (İHÇ)-arayüzünde (Şekil-1) olagelen "Ortak Antimikrobiyal Direnç Ekosistemi" etkileşimlerinin tetiklediği AMD tehdidi son çeyrek yüzyılda çok yaygınlaşmış ve ekosistem sağlığı bakımından küresel krize dönüşmüştür (NAM, 2017, Graham, D.W. ve ark. 2019). Kontrolsüz, yanlış dozlarda ve/veya gereksiz veya fazla kullanım gibi nedenlerden dolayı yaygınlaşan AMD, insan ve veteriner hekimliğinde yalnızca "klinik düzeyde" sağlığı tehdit etmekle kalmamış; aynı zamanda, hayvancılık ekonomisinde devasa zararlara ve İHÇ-arayüzünde "öngörülemeyen" biyotehditlere yol açar olmuştur (Graham ve ark. 2019). Çoğunluğu antropojenik nedenlerden kaynaklanan AMD sorunu günümüzde, en az küresel iklim değişliği kadar sağlığa zarar vermekte ve İHÇ-arayüzündeki etkileşim dengelerini bozma potansiyelini korumaktadır. Bu çalışmanın amacı, İHÇ-arayüzünde süregelen AMD risklerini vurgulamak, insan ve veteriner hekimlikte klinik uygulamalar dışında "antimikrobiyallerin kullanımlarına bağlı risklere dikkat çekmek, AMD ve nedenleri konusunda 'Tek Sağlık' farkındalığını artırmak, saptanan sonuçları güncel gelişmeler ışığında yorumlamaktır.

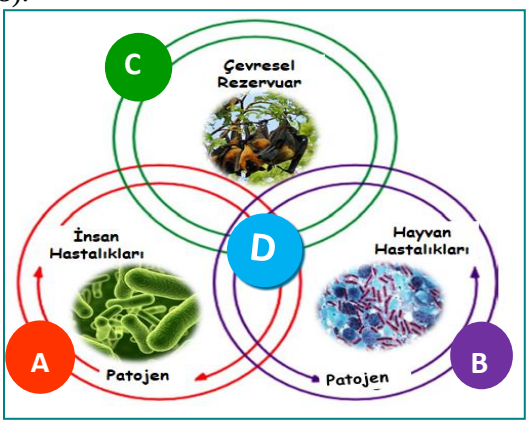
2. İNSAN HAYVAN ÇEVRE ARAYÜZÜ

Sürdürülebilir, güvenli, insan ve hayvan sağlığı ve gönenci, doğal çevreninin dengeli olmasından ayrı düşünülemez. Çünkü Rachel Carlson'ın değimiyle "insan, doğanın bir parçasıdır". (Atlas ve Maloy, 2014). Aynı zamanda, insan, hayvan çevre sağlığı birbirini sürekli etkileyen dinamik bir etkileşim içindedir (Şekil-2). İHÇ-arasındaki bu karşılıklı etkileşimde, bileşenlerden herhangi birinin etkinliğinin azaltılması veya dengenin bozulması, uzun zaman içerisinde enfeksiyonların ekolojik dinamiklerinin tetiklenmesi anlamına gelir. Bu bağlamda, özellikle Şekil-2'deki "karşılıklı etkileşimin" sürekliliği düşünüldüğünde, üç halkanın kesişim noktasında(D) olagelen devinim ekosistem sağlığını derinden etkilemektedir. Son yarım yüzyılda antropojenik nedenlerden kaynaklanan ekolojik ve klimatolojik "hastalık tetikleyicileri" ve onların ekosistemdeki yansımaları 21. yüzyılın hemen başlangıcında "Tek Sağlık" yaklaşımını gündeme getirmiştir (Atlas ve Maloy, 2014, Graham ve ark. 2019). Bu nedenle, literatürlerde (Asheolt, N. ve ark. 2018, Graham ve ark. 2019) İHÇ-arayüzü olarak tanımlanan ve doğada insan kontrolünün dışında sürekli olagelen, ekosistematik etkileşimlerin "doğal dengesinin" korunması, çevrenin kimyasallar ile kirletilmesi son derece önemlidir. Bilerek veya önceden farkında olunmadan insanlar tarafından doğrudan veya dolaylı olarak doğadaki "ekosistematik doğal dengenin" bozulması, süreç içinde hem enfeksiyöz hastalıklara (SARS, CCHF, WNV, Ebola, MERS, ZIKV vb.) ve hem de enfeksiyöz olmayan hastalıklara neden olan maddeler (mikroplastikler ve diğer *Endokrin Bozucu Kimyasallar* –bazı hormon ön maddeleri, insektisid / pestisid ilaçlar) kaynaklı risklere ve öngörülemeyen sağlık sorunlarına yol açmaktadırlar (WHO, 2012). İHÇ-arayüzünde olagelen AMD ile iklim değişikliğine bağlı aşırı yağışlar ve hayvansal ve kentsel atıkların karıştığı sel baskınlarının aracılık ettiği ADG'lerinin yayılması (Şekil-1), insan ve hayvan sağlığına sürekli ve sinsice tehdit oluşturduğu gibi sorunlar da bu kapsamın dışında düşünülmemelidir (NAM, 2017).



Şekil-1. Doğada insan, hayvan ve çevre arayüzünde dinamik etkileşim ve AMD'in meydana gelmesine yol açan "***O**rtak **A**ntimikrobiyal **D**irenç **E**kosisteminin*-OADE" oluşumu, işleyişi ve sürekliliği (NAM, 2017'*den uyarlanmıştır.)*.

Son yıllarda, artan iklim değişikliği, aşırı yağışlar ve sel baskınlarının *Yatay Gen Aktarımı*-YGA'na yol açan ADG'nin yayılmasının en önemli nedeni gösterilmektedir (NAM, 2017, Asheolt, N. ve ark. 2018).



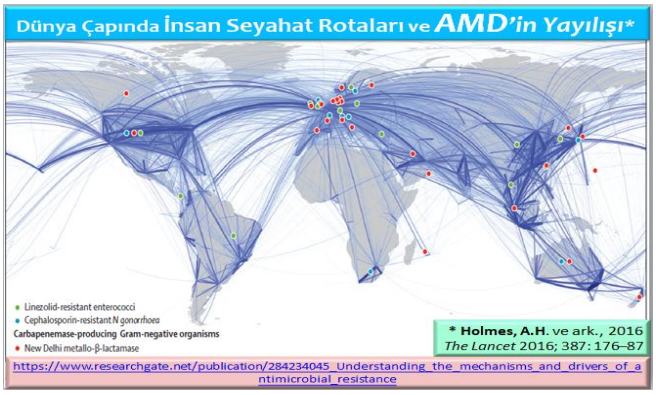
Şekil 2'deki bu düzenlemeye göre yeryüzünde insanların(A) ve hayvanların(B), enfeksiyon hastalık etkenleri ile yaşanılan doğal çevre(C), arasındaki karşılıklı ve sürekli etkileşim, şekilde görülen bu **üçlü bağlantı** dışında düşünülmesi olanaksızdır. (Atlas ve Maloy, 2014'den *uyarlanmıştır*).

Şekil-2. Doğada insan(A), hayvan(B) ve cevre(C) aravüzünde sürekli dinamik etkilesim.

Bu nedenle Şekil-2'deki "üçlü halkanın kesişim noktasında (D)" meydana gelen veya gelebilecek "karmaşık sağlık sorunları" disiplinlerarası yaklaşımı ve meslekleraras sorumluluk paylaşımını zorunlu kılmaktadır (Atlas ve Maloy, 2014).

2.1. Doğada Mikrobiyal Genetik Hareketlilik ve Yatay Gen Aktarımı -YGA

Doğal çevrede veya ekosistemde *Yatay Gen Aktarımı*(YGA)'nın, özgün adıyla *Horizontal Gen Trasfers*(HGT)'nin çok çeşitli faktörler nedeniyle sinsice oluşması, kontrolsüz genişlemesi AMD yayılımının en önemli ayağını oluşturmaktadır (Asheolt, N. ve ark. 2018). Bu ve benzer nedenlerle, yanlış tarımsal uygulamalar ve *besinlerle bulaşan patojenler*(FBP) ile kontamine olmuş hayvansal gıdalar YGA kaynaklı AMD için en önemli riskleri oluşturmaktadırlar (Oladeinde, A. ve ark., 2019). Günümüzde insanların hızlı ulaşım araçlarıyla kısa zamanda, dünyanın değişik bölgelerine kolayca seyahat etmeleri ve gıdaların ve/veya hayvanların, hayvansal ürünlerin taşınmaları "mikrobiyal genetik hareketliliği" ve aynı zamanda ADG'lerinin yaygınlaşmasını artırmaktadır (Şekil-3). Bu bağlamda, çoğunluğu antropojenik nedenlerden kaynaklanan mikrobiyal genetik hareketlilik, 21. yüzyılda küresel özellik kazanmış, sonuçta YGA mekanizmasıyla AMD'in yaygınlaşmasını artırmış ve ADG'lerinin küresel tehdit olmasını hızlandırmıştır (Holmes, A.H. ve ark. 2016). Bu yönüyle bakıldığında, artış eğiliminde olan turizm ve seyahatler sosyoekonomik yönden kazanç olmakla birlikte, yaygınlaşan AMD için küresel tehdit ve tetikleyici faktörler barındırdığı göz ardı edilmemelidir (Taştan, R., 2018).



Şekil-3. Dünya çapında seyahat rotaları ve antimikrobiyal direncin yayılmasında insan hareketlerinin önemi*. (Holmes, A.H, 2016'den alınmıştır)

Küresel ölçekte, ciddi halk sağlığı ve hatta ekosistem sağlığı tehdidi haline dönüşen Antimikrobiyal Direnç ile ilgili, son yıllarda disiplinlerarası paylaşımlar ve artan bilgi birikimi, ADG'lerinin kaynakları hakkındaki ekolojik bulgular, AMD'in karmaşık bir sağlık sorunu olduğunu vurgular niteliktedir (Şekil-4). Sağlık hizmetlerinde ve ilaç endüstrisinde teknolojik yeniliklerin yanında,

antropojenik faktörlerin (ormansızlaştırma, çevre/hava kirliliği, hızlı kentleşme, kentsel nüfus artışı vb.) ve 21. yüzyıl değişim dinamiklerinin hızı dikkate alınır ve Şekil-4'deki ADG'lerinin yayılması ve kaynaklarının çokluğu gözönünde bulundurulur ise; "küresel sağlık krizine" dönüşen AMD sorununun yalnızca tıp ve veteriner hekimlikteki "klinik uygulamalardan" kaynaklanmadığı anlaşılacaktır. Bu bağlamda, İHÇ-arayüzünde YGA konusu önemsenmeli ve tarım ve hayvancılık uygulamalarında "sinsice olagelen" ve zararlı etkileri geç anlaşılan AMD'in sosyoekonomik yönü de dikkate alınmalıdır. Benzer şekilde, içme sularının ve su kaynaklarının sağlıklı olması için su havzalarında kirlenmenin oluşmamasına önem verilmeli ve sürdürülebilir insan ve hayvan sağlığı bakımından doğanın korunmasına özen gösterilmelidir. Ekosistemde ilaç kalıntılarının artması, bitkilerin antibiyotiklerle kirletilmesi ve atık suların nehir ve su havzalarını kirletmesi YGA yoluyla AMD'in yayılmasında en önemli riskler olarak değerlendirilmektedir. Bu bakımdan, insan ve hayvan atıklarından çevreye saçılan antimikrobiyallerin, antibiyotiğe dirençli bakterilerin(ADB) ve antibiyotik direnç genlerinin (ADG'lerinin) serbest bırakılması, halk sağlığı üzerinde ciddi etkileri olan ve yaygınlaşan küresel bir sorundur (Ng, C. ve Gin, K.Y.H. (2019).



Şekil-4. Antimikrobiyal direncin çevresel kaynakları ve insanlara antimikrobiyal dirençlilik genleri (ADG)'nin, Yatay Gen Aktarımı (YGA) yoluyla ulaştırılması* (Asheolt, N. 2018'den uyarlanmıştır).

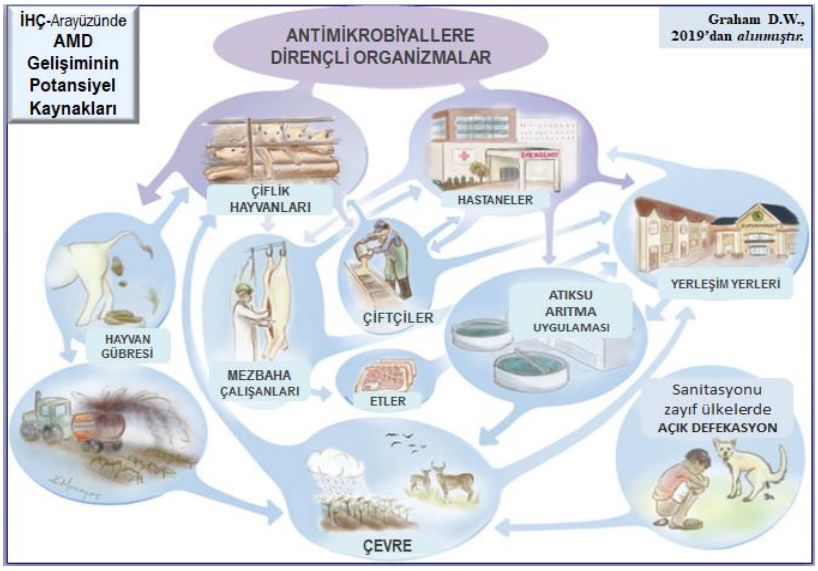
*Şekilde, kırmızı oklar ADG'leri için kritik kontrol noktalarını ve YGA için de aktif noktaları göstermektedir. AMD ve ADG'lerinin çevresel rezervuarları arasında içme suyu kaynakları (yeraltı suları, sığ yüzey suları), rekreasyon/banyo suyu kaynakları, tarımsal sulama ve kompost/gübre depolaması alanları, tarımsal arazi uygulamaları, göl, gölet alanları, sel baskıları ve taşkın suları, atık sularla sulanan yesil sebze ve bitkiler örnek verilebilir (Asheolt, N. 2018).

3. ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ: KÜRESEL KRİZE DÖNÜŞEN BİR SAĞLIK SORUNU

Literatürde Antimikrobiyal Direnç (AMD), kavramındaki "antimikrobiyal" *terimi* anlamsal olarak, çoğunlukla *patojen mikroorganizmaların* (bakteri, virüs, mantar veya protozoonların) üremesini veya gelişmesini inhibe eden veya patojenleri öldüren özelliklere sahip herhangi bir maddeyi (antibiyotik dâhil) ifade eder. Fakat "antimikrobiyal" terimi ile özel tanımlama yapılacaksa bakteriler için antibiyotik, virüsler için antiviral, mantarlar için antimikotik kavramları kullanılmaktadır. Bu terim, insan, hayvan ve bitki patojenleri bakımından farklı olmayıp, insan hekimliği, veteriner hekimlik veya tarımsal işlem ve uygulamalar için benzer etkiyi ifade eder (IOM, 2010). Bu nedenle, çalışmamızın genel eğilimle uyum sağlaması ve iletişim birliği oluşması için *AMD kavramı* çoğunlukla *antibiyotiklere dirençliliği* vurgulamak anlamında kullanılmıştır.

Eğer konuya bütünsellik içinde bakılıp, yukarıdaki kavramsal çerçeve dikkate alınırsa, küresel ölçekte "AMD sorununun" belkemiğini antibiyotikler oluşturmaktadır. Antibiyotikler başlangıçta (1940'larda) insan bakteriyel enfeksiyonlarının sağaltımında kullanılmaya başlamış ve 1950'lerden sonra da hayvan

sağlığı hizmetlerinde bakteriyel enfeksiyonların sağaltımında kullanıma girmiştir. Daha sonra çiftlik hayvanı yetiştiriciliğinin endüstrileşmesiyle birlikte, "proflaktik" amaçlı kullanım yaygınlaşmıştır (Mcewen, S.A., and Collıgnon P.J.,2017). Ayrıca endüstriyel tarımda, besi hayvancılığında diğer antimikrobiyal maddelerle birlikte 'anabolizan' olarak yemlere katılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar (Graham, D.W. ve ark. 2019) ve yayımlanan raporlar (NAM, 2017, IACG, 2019) göstermektedir ki, insanlığın süregelen bu tutumu, ekosistemde bakterilerde antibiyotiklere karşı çapraz direnci tetiklemiş; İHÇ-arayüzünde AMD'in yayılması, öngörülenin ötesinde artmış ve gerek insan sağlığı, gerek hayvan sağlığı ve gerekse gıda güvenliği bakımından riskler çoğalmış, sorun 21. yüzyılda küreselleştirmiştir. Genellikle "antropojenik faktörler" olarak ifade edilen artan hızlı kentleşme, hazır gıda tüketimi, turizm ve seyahatler, kıtalararası canlı hayvan ticareti gibi insan davranışları *antimikrobiyal dirençlilik genlerinin* (ADG'lerin) yeni alanlara taşınmasına, farklı ülkelerde ve/veya bölgelerde, hatta insan veya hayvanlarda aynı dirençlilik genlerine rastlanılmasına (Holmes, A.H. ve ark. 2016) yol açmış ve AMD'in tehdit boyutunu küresel krize dönüştürmüştür. Ekosistemde gerek ekolojik nedenlere bağlı YGA yoluyla, gerekse güvenli olmayan AMD yönetimi, kontrolsüz antimikrobiyal madde kullanımı gibi antropojenik tutum ve uygulamalardan kaynaklanan nedenlere (Şekil-5) bağlı olarak genişleyen Çoklu-İlaç Direnci(ÇİD), olası çokyönlü sağlık risklerini tanımlanamaz kılmış, sorun tahminlerin ötesinde küresel boyut kazanmış ve sağlığı tehdit eder düzeye ulaşmıştır (Lammie S.L. ve Hughes, J.M., 2016, Mcewen, S.A., Collignon P.J., 2017, Graham, D.W. ve ark. 2019, Djordjevic, S.P., and Morgan, B.S. 2019).



***** Şekil 5'de verildiği gibi "besi hayvanı üretim endüstrisi" ile et üretim işletmeleri, çevresel etkileşimler, gıda işleme ilişkileri ve hayvanların yetiştirilmesi sürecinde *anabolizan* amaçlı antimikrobiyal madde (ilaç) kullanımı dikkate alınırsa, AMD'i harekete geçiren faktörler bakımından İHÇ-arayüzünde son derece karmaşık ve birbirini etkileyen ilişikler olduğu anlaşılacaktır. (Graham D.W. 2019'dan *alınmıştır)*.

Şekli-5: Antimikrobiyal direnç için insanlar, evcil hayvanlar ve çevresel sistemler arasında potansiyel kaynaklar* (Graham, D.W. ve ark. 2019)

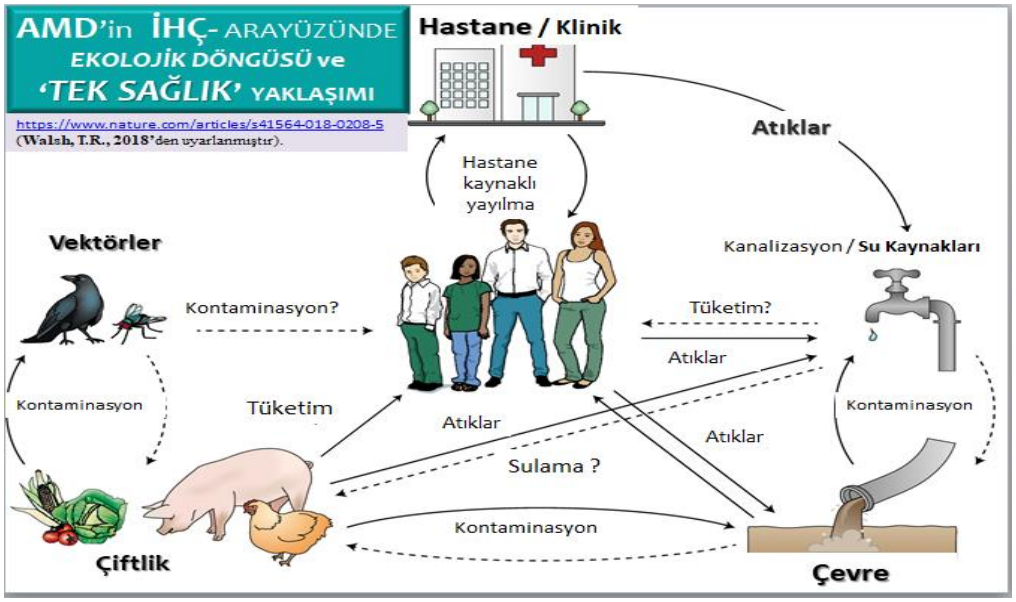
Yukarıda Şekil -5'de verildiği gibi, ekosistemde hayvansal ve tarımsal üretim ve hayvan yetiştirilmesi ve gıdaların işlenmesi sürecinde yanlış ve kontrolsüz uygulamaların AMD'e neden olduğu veya olacağı açıktır. Aynı zamanda, ADG'lerinin hayvansal atıklar ve fekal bulaş ile çevreye yayılması göz ardı edilemeyecek bir risk kaynağıdır. Hem şekil-5 ve hem de İHÇ-arayüzü dinamikler dikkate alınırsa, antibiyotiklere dirençli bakteriler ve ADG'lerin yaban hayvanları ve evcil hayvanlar arasında veya evcil hayvanlar ile insanlar arasında yayılması ciddi sağlık sorunudur. Benzer şekilde, insan atıklarının karıştığı atık sular ile evcil hayvan yemlerinin kirlenmesi ve bu yemlerle hayvanlarının beslenmesi veya otlakların kirlenmesi, hayvanların veya insanların kontamine materyal ile teması bu döngüyü hızlandırmakta ve AMD riskini sürekli hale getirmektedir (Asheolt, N. 2018, Graham, D.W. ve ark. 2019).

4. ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ ve TEK SAĞLIK YAKLAŞIMI

"Tek Sağlık, insanlar, hayvanlar ve çevremiz için en uygun sağlık elde etmek amacıyla yerel, ulusal, bölgesel ve küresel ölçekte çalışılan disiplinlerarası anlayış; ortak düşünce sistemidir (King, J.L., 2013, Schelling, E. ve Zinsstag, J., 2015). Tarihsel gelişim bakımından, gerçek anlamda 'Tek Sağlık'

düşüncesinin ortaya çıkışı, sağlık meslekleri arasında *disiplinlerarası yaklaşımın* kökeni 1850'lere kadar gitse de, bilim dünyasında kavramsal olarak gündeme gelişi 2004 ve "*Tek Sağlık*" adıyla disiplinlerarası/mesleklerarası stratejik planlaması ve gündem oluşturması ise 2008 yılına denk gelmektedir (AVMA, 2008, Evans, B.R. and Leighton, F.A. (2014). Bu bağlamda, Amerikan Tabipler Birliği –AMA ile Amerikan Veteriner Hekimler Birliği -AVMA'nin birlikte hazırladıkları "*Tek Sağlık: Yeni Bir Mesleki Zorunluluk*" başlıklı rapor (AVMA, 2008) son derece önemlidir. Rapor, sağlık sorunlarına bütüncül yaklaşım, sorunların çözümü için stratejik hedefler, konu içeriği disiplinlerarası/mesleklerarası yaklaşımı ve gelecek öngörüleri yönünden bir "ilk" olduğu kadar, aynı zamanda, geçmiş yanlışlardan kurtulmanın yollarını gösteren *tarihsel belge* olma niteliğini taşımaktadır.

Başta AMD olmak üzere, son yarım yüzyılın en önemli sağlık sorunları arasında, Çevre kirliliği, Gıda güvenliği, Biyogüvenlik ile, *Yeniçıkan Enfeksiyon Hastalıkları*nı –YEH ve/veya *Yeniçıkan Zoonotik Hastalıkları*-YZH tetikleyen, yanlış arazi kullanımı (anız yakma, ormansızlaştırma), nüfus artışı, hızlı ve çarpık kentleşme, artan küresel seyahatler ve ticaret, çevreci olmayan endüstriyel faaliyetler ve Küresel iklim değişikliği gibi devasa karmaşık sağlık sorunları tıp ve diğer *Sağlık Meslekleri Eğitimi*nde yenilenmeyi zorunlu kılan nedenlerin başında gelmektedir (Togami, E. ve diğ., 2018). Bu bağlamda, Rabinowitz ve arkadaşları (2017) 'Tek Sağlık' için "İHÇ-sağlığı arasındaki etkileşimlerin yanı sıra, YZH'lar, İklim değişikliğinin zararlı etkileri, AMD'e bağlı sağlık sorunları ve "insan-hayvan bağı" dâhil pek çok sağlık sorunlarını ele almak için *disiplinlerarası iletişim* ve *işbirliğine* olan ihtiyacı tanımlayan yeni bir kavramdır" vurgusu yapmaktadır. Eğer, AMD ve diğer *Karmaşık Sağlık Sorunlarına* yeni bir anlayışla bakılır ve çözüm arayışları yeni bir "değişim paradigması" olan 'Tek Sağlık' stratejik düşüncesi ile sürdürülürse; geçmiş hatalardan ders çıkarılmış, tekrarlanan "geleneksel" tutumlar, yanlışlar tuzağından sakınılıyor demektir. Çünkü 'Tek Sağlık' yaklaşımı, AMD sorununu yalnızca *insan sağlığı ve gönenci* yönüyle değil, aynı zamanda bütüncül bir çerçevede hayvan sağlığı ve refahını, çevre sağlığını ve ekosistemdeki İHÇ-arayüzünde (Şekil-6) olagelen doğal dengenin korunmasını vurgular ve koruyucu önlemlerin yaşama aktarılmasını önceler.



Şekil-6. Dış çevrede veya ekosistemde patojen mikroorganizmalar ve ADG'lerinin İHÇ- arayüzünde karşılıklı dinamik etkileşimleri ve karmaşık AMD sorununa Tek sağlık yaklaşımı (Walsh, T.R., 2018).

Şekilde AMD genlerinin insan, hayvan, çevrede dolaşımı, tarımsal uygulamalar ve klinik rezervuarları ile ilaçlara dirençli patojenler arasındaki karmaşık potansiyel etkileşim/bulaşma yolları verilmiştir. Kesik çizgiler, varsayılan bulaşma/etkileşim yollarını göstermektedir (Walsh, T.R., 2018'den *uyarlanmıştır*).

Soruna bu yönüyle bakıldığında, 'Tek Sağlık' yaklaşımı AMD tehdidi veya krizini ve benzer karmaşık sağlık sorunlarını ekolojik, sosyoekonomik, sosyopolitik, ekostratejik ve hatta "sağlık diplomasisi" yönüyle çözüme götürüyor demektir (Rabinowitz, P.M. ve ark. 2017). Tanımlanan bu hedefe ulaşmak, olagelen AMD sorunlarını sonlandırmak, insanların yanlış tutum ve davranışlarını değiştirmek ve sorumluluğun bilincinde sağlık çalışanlarını yetiştirmek için yaşamın her alanında 'Tek Sağlık' yaklaşımının yaygınlaştırılmasına ve "Tek Sağlık Eğitimi" ilkelerinin uygulanmasına öncelik verilmelidir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Son yarım yüzyılda, özellikle son 20-25 yıllık süreçte çokyönlü "küresel sağlık krizine" dönüşen AMD ile mücadelenin sürdürülebilirliğini sağlamak, günümüzde ve yakın gelecekte 10 milyonlarca insanın ölmesini önlemek ve dünyada "en az insanlar kadar hızlı dolaşan" ADG'lerinin daha fazla ekosistemi (insan, hayvan, çevre sağlığını) kirletmesine, yaşamı çokyönlü tehdit etmesine izin vermemek için her şeyden önce "paradigma değişimi" gerekmektedir. Aynı zamanda, bakım masrafları ve hastalık yükleri açısından sağlık ekonomilerine ve ulusal bütçelere devasa zarar veren AMD sorununun çözüme ulaştırılması ve mücadele yöntemlerine süreklilik kazandırılması için "yeni paradigmanın" –Tek Sağlık yaklaşımının- eyleme dönüştürülmesi ve teorik ve pratik uygulamalarda "birörneklilik", etkinlik ve yeterlilik sağlanması kaçınılmaz zorunluluktur. Bu nedenledir ki, öncül düşünsel kökleri 1850'lere dayanan (King L.J. 2013) fakat kavramsal varlığı 21. yazılın hemen başında (2002-2004'lerde) ortaya çıkan ve koruyucu, önleyici yöntem ve önermeleri bulunan, mesleklerarası ve/veya disiplinlerarası "işbirliği potansiyeli" yüksek olan 'Tek Sağlık' yaklaşımı sağlık sektörünün bütün bileşenlerinde içselleştirilmeli ve işlevselleştirilmeli ve sahip olduğu "potansiyeli" hiçbir önyargıya bakılmaksızın yaşama aktarılmalıdır. Bu çerçevede, öneriler bağlamında şunları söylemek olasıdır:

- Geçmişteki yanlış uygulama yaklaşımlarından dersler çıkarılmalı ve bilimsel çalışmalarda bireysel tutumlar veya geleneksel yaklaşımlar terk edilmelidir. Yeni akademik çalışmalarda, tekil disipliner yaklaşımlardan uzaklaşılmalı (*siloların dışına* çıkılmalı) ve karmaşık sağlık sorunlarını çözümlemek için bütünsellikle çalışan *yeni bilimsel paradigma anlayışı* öncelenmelidir.
- Günümüzde AMD sorunu, sağlık hizmetlerinde ve klinik uygulamalarda sadece klinik düzeyde meydana gelen *olgular serisi* olarak görülmemelidir. Tam tersine, son yarım yüzyılda olagelen ekolojik ve antropojenik değişimlerin tetiklediği ve ADG'lerinin İHÇ-arayüzünde oldukça fazla dolaştığı (Şekil-4) ve YGA ile sorunun giderek karmaşık boyut kazandığı küresel ölçekte (Şekil-3), doğrudan veya dolaylı şekillerde ekosistem sağlığını tehdit eden çoklu faktörler bütünü olarak düşünülmelidir.
- Son araştırmalar (King L.J. 2013, Lammie S.L. and Hughes, J.M. 2016, Rabinowitz, P.M. ve ark. 2017, Togami, E. ve ark., 2018) ve konuyla ilgili yazılmış kitaplarda (Mackenzie, J.S. ve ark., 2013, Atlas ve Maloy, 2014, Schelling, E. and Zinsstag, J., 2015, Mor, S.M., ve ark. 2019) AMD sorununun varlığının ve yaygınlığının temel nedeni olarak; geçmişte yaşanan mesleklerarası veya disiplinlerarası iletişimsizlikten ve herkesin kendi alnına kapandığı tekil yaklaşımlardan kaynaklanan bir karmaşık sorunlar bütünü olduğuna vurgu yapılmakatadır. Einstein'in değimiyle: "*Karşılaştığımız sorunlar onalara sahip olduğumuz zamanda ki, aynı düzede bilgilerle çözülemez*." Bu nedenle, çağımıza özgü AMD ve İklim değişikliği gibi karmaşık sağlık sorunları ancak, 21. yüzyıl değişim dinamiklerini doğru yorumlayan; ekosistemde sağlıklı yaşamı sürekli kılmak için, önleyici sağlık anlayışını bireylere ve topluma aktararak, hastalık ve salgınlardan korunmayı önceleyen Tek Sağlık yaklaşımıyla çözülebilir. Günümüz sağlık eğitimi süreçlerinde ve eğitim yönetimi planlamalrında geçmişin hatalardan ders çıkarılarak, öngörüsü zayıf, işlevsiz uygulamalardan vazgeçilmelidir.
- Küresel sağlik sorunlarından biri olan AMD tehdidini kalıcı ve kökten çözmek, koruyucu ve önleyici sağlık anlayışını uygulamaya koymak, ancak *Tek Sağlık Eğitimi* yaklaşımının güncellenmsi ve yaygınlaştırılması ile mümkündür. Bu hedefe ulaşmak ve hizmetlerde bütüncül tutum ve davranışlarda başarılı olmak için, önce temel eğitimde ve sonra *Sağlık Meslekleri Eğitimi*nin hemen her alanında bütüncül sağlık yaklaşımını yerleştirmek kaçınılmaz olmuştur. Bireyselliği önceleyen insan egosunu eğiterek, *insanın da doğanın bir parçası olduğunu* bireylere ve eğitimcilere anlatmak kaçınılmaz olmuştur. Bu çerçevede, geçmiş yanlışlarından kurtulmuş, günümüzün ve geleceğin hekimlerini, veteriner hekimlerini, diş hekimlerini, biyologlarını ve diğer

sağlık çalışanlarını bu bilinçte yetiştirmek için *Tek Sağlık* yaklaşımı içselleştirilmeli, işlevselleştirilmeli ve kurumsallaştırılmalıdır.

- Son çeyrek yüzyılda ve özellikle son 15 yılda tıpkı *doğal felaketler kadar* sorun haline gelen küresel AMD, Küresel İklim Değişikliği gibi karmaşık sorunlarının çözümü üzerine liderler (Anon, 2019a) ve/veya Sağlık ve/veya Tarım Bakanlıkları (Anonim, 2019b). düzeyinde alınan yönetsel kararların, bu kapsamdaki uluslararası toplantı bildirgelerinde vurgulananlar ve hedeflerin gerçek anlamda uygulanmaya konulabilmesi için; sağlık sorunlarının çözüm ortakları ve paydaşları harekete geçmelidir. Bu amaçla, yaşamsal eylem planları oluşturulmalı ve uygulamaya konulmalıdır. Tolumda sağlığı koruyucu ve gönenci artırıcı tutum geliştirmek, bu kapsamda *ortak toplumsal bilinç* oluşturmak, sivil toplum kuruluşları ve diğer paydaşlarla harekete geçirmek için, güncel iletişim kanalları kullanılarak, yerel (Taştan, R., 2019a) veya küresel ölçekte (Anonim, 2019c) toplumu eğitici bilimsel etkinliklere hız verilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.

Sonuç olarak söylenebilir ki; *Tek Sağlık* düşüncesini ve *Tek Sağlık Eğitimi*ni (Togami, E. ve ark., 2018, Taştan, R., 2019b) yaygınlaştırmakta ve uygulamakta geç kalmak, insani açıdan sosyoekonomik, sosyodemografik kayıplar, mikrobiyolojik açıdan geridönüşümü olanaksız mutasyonlar, bakteriyel genetik açıdan henüz tanımlanmamış yeni YGA'larına bağlı adı konulmamış enfeksiyonlar ve adı konulmamış ekosistem sağlığı sorunları ve maliyet açısından, daha büyük masraflı çalışmalar yapma zorunluluğu demektir.

KAYNAKLAR

1) ANONİM(2019a). G20 Osaka Summit. G20 Osaka Leaders' Declaration. https://www.g20.org/pdf/documents/FINAL_G20_Osaka_Leaders_Declaration.pdf Erişim: 30.10.2019

2) ANONİM (2019b). Okayama Declaration of the G20 Health Ministers October 19-20, 2019. https://g20-meeting2019.mhlw.go.jp/health/img/G20Okayama_HM_EN.pdf Erişim: 30.10.2019

3) ANONİM (2019c). *Fourth Annual Global "One Health Day*" November 3, 2019 https://www.onehealthplatform.com/one/events-overview/y-r-c-s/2019/all/all/all Erişim: 7.11.2019

4) ASHEOLT, N., PRUDEN, A., MILLER, J., RIQUELME, M.V. and MAILE-MOSKOWITZ, A. (2018). Antimicrobial Resistance: Fecal Sanitation Strategies for Combatting a Global Public Health Threat. *In:* J.B. Rose and B. Jiménez-Cisneros, (eds) Global Water Pathogen Project. http://www.waterpathogens.org/book/antimicrobal-resistance-fecal-sanitation-strategies-combatting-global-public-health-threat Erişim: 8.11.2019

5) ATLAS, RM, MALOY S. (2014). The future of One Health. *Microbiol Spectrum* 2(1):OH-0018-2012. doi:10.1128/microbiolspec.OH-0018-2012.

6) AVMA (American Veterinary Medical Association), (2008). *One Health- a New Professional Imperative*. June 15, 2008, Final Report. *https://www.avma.org/KB/Resources/Reports/Documents/onehealth_final.pdf* Erişim: 22.10.2019.

7) COLLIGNON. P.J. and McEWEN, S.A. (2019). One Health—Its Importance in Helping to Better Control Antimicrobial Resistance. *Trop. Med. Infect. Dis.* 4, 22; doi:10.3390/tropicalmed4010022

8) DJORDJEVIC, S.P., and MORGAN, B.S. (2019). A One Health genomic approach to antimicrobial resistance is essential for generating relevant data for a holistic assessment of the biggest threat to public health. *Microbiology Australia*, 10.1071/MA19021, 73-76.

9) EVANS, B.R. and LEIGHTON, F.A. (2014). A history of One Health. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz*.33(2), 413-420. https://pdfs.semanticscholar.org/c237/8b3cd6aaa43120c6c5527198a5a6c9f3aa49.pdf Erişim: 20.10.2019

10) GRAHAM, D.W. ve ark. (2019). Complexities in understanding antimicrobial resistance across domesticated animal, human, and environmental systems. *Ann. N.Y. Acad. Sci*. 1441: 17–30, doi: 10.1111/nyas.14036

11) HOLMES, A.H, ve ark. (2016). Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *Lancet*, Nov.18, 2015 http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00473-0

12) IACG on Antimicrobial Resistance (2019). *No Time To Wait: Securıng The Future From Drug-Resıstant Infections.* Report to The Secretary-General of The United Nations, April 2019.

https://www.who.int/docs/default-source/documents/no-time-to-wait-securing-the-future-from-drug-resistant-infections-en.pdf?sfvrsn=5b424d7_6. Erişim: 24.10.2019,

13) IOM (Institute of Medicine), (2010) *Antibiotic Resistance: Implications for Global Health and Novel Intervention Strategies:* Workshop Summary. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/12925.

14) KING L.J. (2013). Combating the triple threat: the need for a One Health approach. Microbiol Spectrum 1(1):OH-0012-2012.doi:10.1128/microbiolspec.OH-0012-2012. Erişim: 4.11.2019 *http://www.asmscience.org/content/journal/microbiolspec/10.1128/microbiolspec.OH-0012-2012*

15) LAMMIE S.L. AND HUGHES, J.M. (2016). Antimicrobial Resistance, Food Safety, and One Health: The Need for Convergence. *Ann. Rev. Food Sci. Technol.* 7:287–312. doi: 10.1146/annurev-food-041715-033251

16) MACKENZIE, JS, JEGGO, M, DASZAK P, RICHT JA. (edt.) (2013). *One Health: The Human-Animal-Environment Interfaces in Emerging Infectious Diseases: The Concept and Examples of a One Health Approach.* Springer. Erişim: http://www.springer.com/us/book/9783642368882

17) MCEWEN, S.A., COLLIGNON P.J. (2017). Antimicrobial resistance: a one health perspective. *Microbiol Spectrum* 6(2):ARBA-0009-2017.doi:10.1128/microbiolspec.ARBA-0009-2017.

18) MOR, S.M., WIETHOELTER, A.K., MASSEY, P., and EASTWOOD, K. (2019). One Health surveillance: monitoring health risks at the human–animal–environment interface In. Walton, M. (ed.) *One Planet, One Health.* pp. 179-2017. Sideny University Press.

19) NG, C., and GİN, K.Y.H. (2019). Monitoring Antimicrobial Resistance Dissemination in Aquatic Systems. *Water*, 11, 71; doi:10.3390/w1101007, www.mdpi.com/journal/water Erişim: 24.10.2019

20) NAM (National Academy of Medicine) (2017). Combating antimicrobial resistance: A One Health approach to a global threat: Proceedings of a workshop. Washington, DC: The National Academies Press. doi: https://doi.org/10.17226/24914.

21) OLADEINDE, A., COOK, K., LAKIN, S.M., ve ark., (2019). Horizontal Gene Transfer and Acquired Antibiotic Resistance in Salmonella enterica Serovar Heidelberg following In Vitro Incubation in Broiler Ceca. *Appl Environ Microbiol* 85:e01903-19. https://doi.org/10.1128/AEM.01903-19

22) O'NEILL, J. (2016), *Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and Recommendatıons.* https://amrreview.org/sites/default/files/160525_Final%20paper_with%20cover.pdf

23) RABINOWITZ, P.M., NATTERSON-HOROWITZ, B.J., KAHN, L.H., KOCK, R. VE MARGUERITE PAPPAIOANOU, M. (2017). Incorporating one health into medical education. *BMC Medical Education*, 17:45, https://bmcmededuc.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12909-017-0883-6 , Erişim: 8.11.2019

24) SCHELLING, E. and ZINSSTAG, J. (2015). Transdisciplinary Research and One Health. In Zinsstag J, Schelling E, Waltner-Toews D, Whittaker M, Tanner M, eds., *One Health: The Theory and Practice of Integrated Health Approaches.* CABI, London, pp 366-373.

25) SUGDEN, R., KELLY, R. AND DAVIES, S. (2016). Combatting antimicrobial resistance globally. *Nature Microbiology*, 1: 1-2. Doi: 10.1038/Nmicrobiol.2016.187

26) TAŞTAN, R., (2018). Yeniçıkan Enfeksiyon Hastalıkları ve Turizm Ekonomisine Etkileri. *İçinde*. Karacan, S. (ed.) *Turizm Okumaları-2* (pp.163-196), Kocaeli: Umuttepe Yayınları.

27) TAŞTAN, R. (2019a). '*Zoonotik Tehditlerden İklimsel Afetlere Tek Sağlık Yaklaşımı*' Konferansı. 7 Kasım 2019, KOÜ Kocaeli Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Umuttepe/Kocaeli. Erişim: 8.11.2019 *http://kshmyo.kocaeli.edu.tr/upload/etkinlikler/20-09-2019_11.23:07_200919071357d9cda.jpg*

28) TAŞTAN, R. (2019b). Tek Sağlık Eğitimi: 21. Yüzyıl Sağlık Meslekleri İçin Disiplinlerarası Yeni Bir Yaklaşım. (Çalıştay Konuşması). 5. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulları Çalıştayı, 18-20 Nisan 2019, Eskişehir. http://saglikcalistayi.com/program/ Erişim: 2.11.2019.

29) TOGAMI, E., GARDY, J.L., HANSEN, G.R., POSTE, G.H., RIZZO, D.M., WILSON, M.E. AND MAZET, J.A.K. (2018). *Core Competencies in One Health Education: What Are We Missing?* Erişim: 4.11.2019. *https://nam.edu/wp-content/uploads/2018/06/Core-Competencies-in-One-Health-Education-final.pdf*

30) TÜBA(Türkiye Bilimler Akademisi), (2017). "*TÜBA -İnsan ve Hayvan Sağlığında Akılcı Antibiyotik Kullanımı ve Antibiyotik Dirençlilik"* Raporu, Ankara.

31) WALSH, T.R. (2018). A one-health approach to antimicrobial resistance. *Nature Microbiol*. 3: 854–855. *www.nature.com/naturemicrobiology*

32) WB (World Bank), (2017). *Drug-resistant infections : a threat to our economic future*. Erişim: 31.10.2019 *http://documents.worldbank.org/curated/en/323311493396993758/pdf/final-report.pdf*

33) WHO (World Health Organization), (2012). State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals. https://www.who.int/ceh/publications/endocrine/en/ Erişim: 8.11.2019

34) WHO (World Health Organization), (2014). Antimicrobial Resistance: Global Report on Surveillance 2014.https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112642/9789241564748_eng.pdf;jsessionid=DB136156B19B6A213872EA74B9B5C997?sequence=1. Erişim: 30.102019

TRANSPORT OF MERCURY IONS ON THE BULK LIQUID MEMBRANE CONTAINING THE CALIX[4]ARENE DERIVATIVE

Dr. Ömer Güngör
University of Kocaeli, Advanced Vacational School of Hereke Omer Ismet Uzunyol, Department of Chemistry Technology, Kocaeli, Turkey
omer.gungor@kocaeli.edu.tr

Abstract
The present study describes the extraction properties of phthalonitrile substituted calix[4]aren which has cone conformation. New compound was used for Hg^{2+} transport in bulk liquid membrane (BLM) in the first time. The experimental data showed that new compound is a good carrier for Hg^{2+} transport through bulk liquid membrane (BLM).

Keywords: calixarene, heavy metal, Bulk liquid membrane, mercury

1.INTRODUCTION

Mercury and its compounds are one of important toxic contaminant because its affects environment even in small quantities and also because it has a tendency to concentrate in the living bodies (Katzung BG., 1987). Mercury is a commonly occurring environmental contaminant. This metal is so volatile that it can easily be exposed to the human environment. Also, mercury is easily absorbed through gastrointestinal tissues, respiratory and skin (Mendonça Fábrega F et al. 2007.). Mercury acts mainly on the nervous system (Antonio M. T, et al., 2003, Lidsky TI, et al. 2003, Max Roundhill D, et al. 2009). Moreover, mercury recovery is important from the economical point of view because it has a wide variety of applications such as electrodes for some types of electrolysis, fluorescent lamps, catalysts, batteries (Mendonça Fábrega F et al. 2007). In recent years, there are various techniques have been developed for mercury removal such as, liquid-liquid extraction, ion exchange, electrolysis and precipitation.

The mobile carrier contained in the bulk liquid membrane governs the selectivity and efficiency of the liquid membrane transport. Novel carriers have been explored to create selective separation systems. Macrocyclic ligands have attracted much attention as novel host compounds for ionic species in the recent years (Ersoz, M. 2007). In the present study, I was investigated the transport of mercury in the bulk liquid membrane (BLM).

2. EXPERIMENTAL

2.1. Chemicals and procedure

Solutions were prepared from analytical reagent-grade chemicals. Dichloromethane was used as organic diluent. Aqueous solutions were prepared with ultrapure water, which obtained from a Millipore Milli-Q Plus water purification system. The carrier (phthalonitrile substituted calix[4]aren) used in this study was synthesized according to the literature method (Güngör Ö. 2018). The molecular structure of the carrier used in the study is shown in Figure 1. Organic solution (membrane) was prepared by dissolving phthalonitrile substituted calix[4]aren in dichloromethane. The concentration of new compound in the membrane solution was $1x10^{-3}$ mol dm^{-3}. The pH was fixed at 4.00 ± 0.01 during the measure. Also pH value was measured at the beginning and at the end of the study.

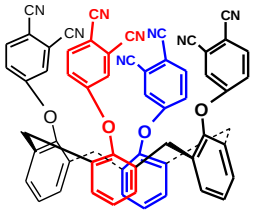


Figure 1. Phthalonitrile substituted calix[4]aren

2.3. Liquid membrane transport of Hg^{2+}

The experimental setup was a U-Type glass cell used for separating the two aqueous phases (Figure 3). The contact area between the aqua solution (donor and acceptor phase) and organic phase were 1.5cm^2. The aqueous feed solutions (10 cm^3) consisted of $Hg^{2+}2Pic^-$ ($1x10^{-5}$ mol dm^{-3}) adjusted to pH 4.0. The organic phase was stirred 170 rpm. The temperature of the U-Type glass cell contents was kept constant at 298K± 1 by placing the cell in a thermostated water bath.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Transport of mercury in bulk liquid membrane (BLM)

BLM has a significant role in separation science. BLM are widely used in many industries (e.g. wastewater treatment, food, biotechnology, pharmaceutical and environmental) because of economic advantages and efficiency. The mercury transport in liquid membranes includes two stages. The first stage, extracted of Hg^{2+} from an aqueous donor solution to the organic phase containing the new compound (membrane phase) and in the second stage, a re-extracted of the Hg^{2+} from the membrane to an aqueous acceptor phase (Figure 2). Moreover, the overall transport process includes also diffusion steps and complexation/decomplexation reactions at two independent and possible different interfaces (Ersoz, M. 2007).

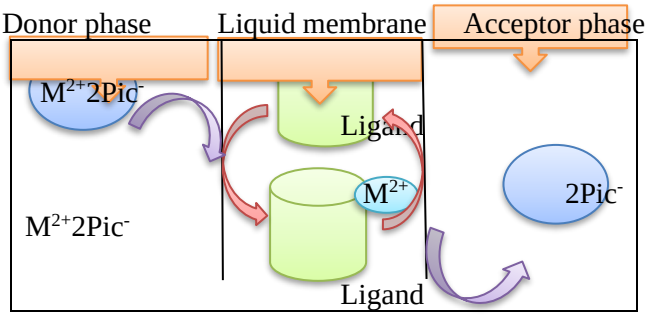


Figure 2. Mechanism of the ion pair mediated transport through liquid membrane

In the studies, the variation of Hg^{2+} concentration with time was directly measured in both acceptors (C_a) and the donor (C_d) divisions. The corresponding change of concentration in the membrane (C_m) can be getting from the material balance by considering reduced dimensionless concentrations.

$$R_d = \frac{C_d}{C_o}, \quad R_m = \frac{C_m}{C_o}, \quad R_a = \frac{C_a}{C_o} \tag{1}$$

Where, the material balance with respect to reduce dimensionless concentrations can be written as $R_d + R_m + R_a = 1$.

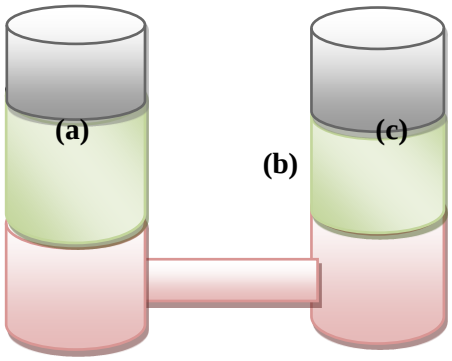


Figure 3. Experimental conditions detail and transport apparatus. (a) Donor phase (7 mL): $M^{2+}2Pic^-$, pH = 4.00 ± 0.01. (b) Membrane (Organic phase, 10 mL): Dichloromethane, Phthalonitrile substituted calix[4]aren. (c) Acceptor phase (7 mL): water, pH = 7.00 ± 0.01.

At zero time and at time intervals, samples (2 mL) were withdrawn from donor phase and acceptor phase. The change in concentration of Hg^{2+} was determined by a UV-Vis spectrometer. Afterwards, it was added to both sides of the membrane solutions immediately to maintain a constant volume in the

solutions. Experiments showed that there is no transport in the membrane phase without calixarene derivative.

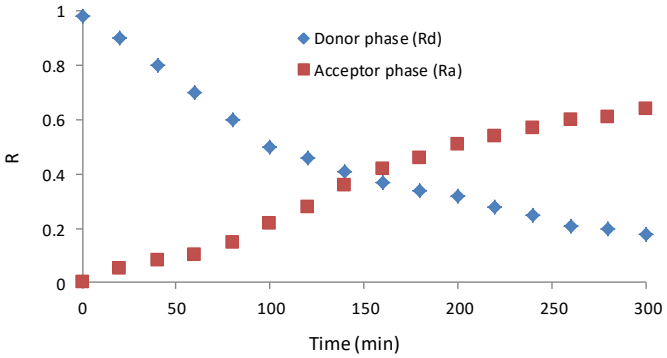


Figure 4. Time evolution of reduce concentration of $Hg^{2+}2Pic^-$ transported in donor and acceptor phases in BLM.

The concentration of Hg^{2+} in donor phase was decreased mono-exponentially with time, while increased exponentially in acceptor phase. Figure 4 show the time dependence of the reduced concentration of Hg^{2+} transported in the donor and the acceptor phase under optimal experimental conditions. The compound **3** showed faster transport percentage compared to previous studies, which calixarenes containing nitrile group as carriers (Gubbuk IH, et al., 2010, Gungor O. et al., 2005)). The transport of Hg^{2+} contain the interfacial reaction at the donor–membrane and membrane–acceptor interfaces, the mass transfer in the 'bulk' phase and in a surroundings of the interfaces (Ersoz, M. 2007). The diffusion of mercury along the diffusion layer in the immediate vicinity of the aqueous-membrane interface is due to complex between Hg^{2+} and functional group of new compound.

4. CONCLUSION

This study has been reported that calixarenes bearing phthalonitrile groups ideal carrier towards Hg in liquid-liquid extraction systems. It was found that calix[4]arene derivatives have the desired ability of selective extraction of Hg2+ ions. In addition to this, it is shown that this metal ion, which is harmful for nature, can be removed from water even at room temperature and at a low mixing speed.

REFERENCES

Antonio M. T, Corredor L, Leret M L. 2003. Study of the activity of several brain enzymes like markers of the neurotoxicity induced by perinatal exposure to lead and/or cadmium. Toxicology Letters 143, 331-340.

Ersoz, M. 2007. Transport of mercury through liquid membranes containing calixarene carriers. Advances in Colloid and Interface Science 134, 96-104.

Gubbuk IH, Gungor O, Alpoguz HK, Ersoz M, Yılmaz M. 2010. Kinetic study of mercury (II) transport through a liquid membrane containing calix[4]arene nitrile derivatives as a carrier in chloroform. Desalination 261, 157–161.

Güngör Ö. 2018. Liquid phase extraction of azo dyes by novel calixarenes bearing phthalonitrile and diiminoisoindoline groups. Sep. Sci. and Tech. 53, 896–902.

Gungor O, Memon S, Yilmaz M, Max Roundhill D. 2005. Synthesis of alkyl nitrile and alkyl benzonitrile derivatives of calix[4]arene and their polymer supported analogues: A comparative study in two-phase extraction systems. Reactive & Functional Polymers 63, 1–9.

Katzung BG. Basic and clinical pharmocology Appleton and Lange 3rd edn. 1987. 734–5. [Norwalk CT].

Lidsky TI, Schneider JS. 2003. Lead neurotoxicity in children: basic mechanisms and clinical correlates. Brain 126 5-19.

Max Roundhill D, Solangi IB, Memon S, Bhanger MI, Yilmaz M. 2009. The liquid–liquid extraction of toxic metals (Cd, Hg and Pb) by calixarenes. Pak. J. Anal. Environ. Chem. 10, 1-13.

Mendonça Fábrega F, BorgesMansur M. 2007. Liquid–liquid extraction of mercury (II) from hydrochloric acid solutions by Aliquat 336. Hydrometallurgy 87, 83-90.

PYTHON İLE NESNEYE YÖNELİK PROGRAMLAMA TEKNİKLERİ

Öğr. Gör. Mustafa OF
Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri
mustafaof@kocaeli.edu.tr

Özet
Nesne yönelik programlama (NYP), (Object Oriented Programming) bir yazılım programlama felsefesidir. Günümüzde birçok programlama dili tarafından desteklenmektedir. NYP yaklaşımından önce yazılan uygulamaların satır sayısı her geçen gün artmakta ve destek kapsamındaki bakımı oldukça zorlaşmaktaydı. Yazılım, dinamik olarak sürekli büyüyen bir yapıya sahiptir. Bu yüzden yazılımın üretilmesinden sonraki destek için bir maliyet ayırmak gereklidir. 1960'lı yılların sonlarına doğru ortaya çıkan bu yaklaşım uzun yıllar boyunca kullanılmıştır. Günümüzde halen kullanılmaya devam edilmektedir. Yazılımların karmaşıklığını ve destek adını verdiğimiz yenilenme işlemlerini daha kolay bir duruma dönüştürmüştür. Yazılımı daha güvenli olarak geliştirmeyi sağlamıştır. Günlük hayattaki nesne mantığına dayalı bir bakış açısı ile yazılıma yaklaşan bu felsefe, daha anlaşılabilir kodların oluşmasını sağlamıştır. Ayrıca bir takım çalışması içerisinde birden fazla programcının aynı projede çalışabilmesini sağlayan tekniklere sahiptir. Aynı kodların sürekli tekrarlanmasını azaltmıştır. Yazılımları modüler bir yapıya kavuşturmuştur. Büyüyen ama karmaşık olmayan yazılım satırlarının oluşmasını sağlamıştır. Bu çalışmada, nesneye yönelik programlama kavramının önemi vurgulanacaktır. Python programlama dili üzerinde NYP tekniklerinin nasıl kullanıldığına dair metotlar açıklanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Python, Nyp, Sınıf, Nesne

OBJECT PROGRAMMING TECHNIQUES WITH PYTHON

Abstract
Object Oriented Programming (Object Oriented Programming) is a software programming philosophy. Today it is supported by many programming languages. The number of lines of sotware applications written before the NYP approach was increasing day by day and the maintenance under the support was becoming more difficult. The software has a dynamically growing structure. Therefore, it is necessary to allocate a cost for the support after the production of the software. This approach, which emerged in the late 1960s, has been used for many years. It is still used today. It has made the complexity of the software and the renewal processes we call support easier. It has enabled the software to be developed more safely. Approaching to the software with an approach based on object logic in daily life, this philosophy has led to the formation of more understandable codes. It also has techniques that enable multiple programmers to work on the same project within a team work. It has reduced the repeated repetition of the same codes. The software has a modular structure. It has led to the growing but uncomplicated lines of software. In this study, the importance of object oriented programming concept will be emphasized. Methods of using NYP techniques on Python programming language will be explained.

Keywords: Python, Oop, Class, Object

1. GİRİŞ
Bilgisayarın donanım ve yazılımdan meydana geldiğini bir çoğumuz biliriz. Bilgisayarın yazılım olmadan 2 + 2'nin dört ettiğini bile hesaplayamayacağı bilinen temel bir gerçektir. Yazılım kısaca, bilgisayarın temel alt yapısına dayalı olarak yine birer yazılım olan programlama dilleri vasıtasıyla meydana getirilmiş makine dili adını verdiğimiz (İkili sayı sistemi) yapıya dönüştürülmüş uygulamalardır. Bilgisayarın temelinde elektronik bir alt yapı bulunduğu için bu yapının sayılara dönüşmesini sağlayan ikili sayı sistemidir. Eğer iki uç arasında bir gerilim varsa 1 değeri, yoksa 0 değeri elde edilir. Bu değerler farklı sayı sistemleri vb. yapılarla kullanabileceğimiz bir bilgisayar ara yüzüne dönüşmüş olur. Sanal dünyada kullandığımız çok sayıda yazılım bulunmaktadır. Yazılımların

mutfağında ise programlama dilleri ve programcılar bulunmaktadır. Programlama dili, kısaca bilgisayarın temel alt yapısına dayalı olarak kendisine has ifade veya komutlarla programcının yapmak istediklerini bilgisayara yaptırabilmeyi sağlayan yazılım topluluğudur. Birçok işlemin bilgisayar veya benzeri aygıtlar üzerinden yapıldığı günümüzde programcı veya yazılım uzmanı ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. 1991 yılında Guido Van Rossum tarafından ilk ortaya çıkarılan, Python programlama dili oldukça popüler bir programlama dilidir. Python, sunucu taraflı web uygulamaları, sistem betikleri (Script), matematiksel uygulamalar, veri tabanı uygulamaları, dosya uygulamaları veya genel amaçlı birçok ihtiyaca cevap verebilen öğrenilmesi kolay bir programlama dilidir. Stackoverflow adlı yazılım geliştiricilerin kodlarını paylaştığı sitenin 2019 yılında yapmış olduğu geliştiricilere yönelik yapmış olduğu ankete göre Pyhton, en çok tercih edilen diller arasında dördüncülüğe yerleşmiştir. Sıralama şöyledir;

1. JavaScript (%67 Kullanım)
2. HTML/CSS (%63)
3. SQL (%54)
4. Python (%41)

HTML/CSS bir işaretleme dili olduğunu ve Sql'in de bir veri tabanı sorgulama dili olduğunu kabul edersek Python burada ikinciliğe oynamaktadır. Python, güçlü bir programlama dilidir. Bu yüzden birçok temel yazılım felsefesine alt yapı sağlamaktadır. Nesneye yönelik programlama tekniklerini kullanarak daha yapısal uygulamalar geliştirmek mümkündür. Bu çalışmada Nyp teknikleri üzerinde durulacak ve Python ile Nyp teknikleri arasındaki bağ örneklerle anlatılacaktır.

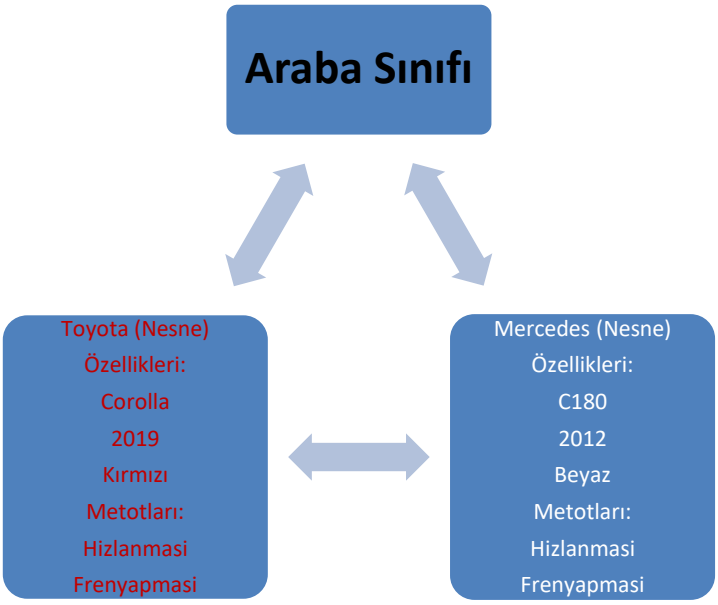
2. NESNEYE YÖNELİK PROGRAMLAMA

Nesneye yönelik programlama (OOP), programcıların bir veri yapısına, veri türüne ve ayrıca veri yapısına uygulanabilecek işlem türlerini (fonksiyonlarını) tanımladığı bir tür programlama yaklaşımı veya yazılım tasarımı anlamına gelir. Bu sayede, veri yapısı hem veri hem de fonksiyon içeren bir nesne haline gelir. Ek olarak, programcılar bir nesne ile bir diğeri arasında ilişkiler oluşturabilirler. Örneğin, nesneler diğer nesnelerden özellikleri devralabilir. Kodların birden çok tekrarı azaltılmış olur. Bu sayede satır sayısı azalmış ve kontrol edilebilirlik artmış olur. NYP teknikleri ile uygulama yazarken bazı temel bilgilere sahip olunması gereklidir.

2.1. NYP'NİN TEMEL KAVRAMLARI

Nyp'nin temelini sınıf (class) oluşturmaktadır. Temel olarak dört ilkeye sahiptir. Kapsülleme (Encapsulation), Soyutlama (Abstraction), Kalıtım (Inheritance), Çok Biçimlilik (Polymorphism).

Sınıf (Class): NYP'nin temelini temsil eder. Bir nesne şablonudur. Sınıf, kendisine ait olan farklı nesnelerin tüm ortak özelliklerini tanımlar. Günlük hayattaki karşılaştığımız nesnelerle yazılımdaki nesneler arasında bir benzetme kullanılmıştır. Sınıf, soyut bir kavramdır. Fakat sınıftan çoğalan nesne somut bir kavramdır. Bir sınıfın temel olarak özellikleri (Değişkenler) ve metotları (Fonksiyonlar) bulunur. Özellikler, sınıfı şekil olarak ortaya çıkarır. Metotlar sınıfa bir işlev katar. Örneğin bir Araba sınıfına ait model, yıl, renk vb. özellikleri olabilir. Hızlanması, Fren yapması ise bir fonksiyon olarak ele alınmaktadır. Sınıflardan türeyen nesneler, türemiş oldukları sınıfın tüm üyelerini almış olurlar. Bu sayede kod tekrarlaması azaltılmış olur. Sınıftan istenildiği kadar nesne türetilir. Sınıflar, referans türler grubuna üye oldukları için belleğin öbek (Heap) kısmında saklanırlar. Belleğin yığın (Stack) kısmında ise sadece adresleri saklanır.



Şekil 1. Araba sınıfı ve nesneleri

Kapsülleme (Encapsulation): Herhangi bir nesnenin metotlarını, verilerini diğer nesnelerden gizleyerek ve aynı zamanda erişimini sınırlandırarak hatalı kullanımdan koruyan bir kullanım şeklidir. Kapsülleme bir veri gizleme tekniğidir. Sınıfa ait bir üyenin erişimi temel olarak üç şekilde yapılır. Public: Herkese açık. Private: Sadece o sınıfa özel. Protected: Miras alınan ve miras almış sınıfa özel. Public dışındaki kullanımlarda bir kapsülleme söz konusudur. Daha dikkatli ve güvenli bir kod yazımı meydana gelir.

Soyutlama (Abstraction): Nesnelerin ve prosedürlerin ortak özelliklerini seçme (çıkarma) işlemi. Birden fazla programcının ortak çalışma sürecinde temel bir yapı üzerinden hareket edilmesini kolaylaştırır. Temelde karar verilen metotların boş olarak tanımları oluşturulur. Farklı programcılar, aynı metot ismini kendilerine göre geliştirebilirler. Bu sayede çoklu yazılım geliştirme kolaylaşmış olur.

Kalıtım (Inheritance): Nesneye yönelik programlamada en önemli kavramlardan biri mirastır. Kalıtım, bir sınıfı başka bir sınıf olarak tanımlamamızı sağlar. Bu aynı zamanda kodları tekrar kullanmak için bir kolaylık sağlar ve uygulama süresini hızlandırır. Örneğin Şekiller isimli bir sınıfa ait olan bazı özellik ve metotları farklı bir sınıf olan Dörtgen sınıfında kullanmak mümkündür. Bu sayede Dörtgen sınıfına yeni üyeler (Özellik ve Metot) eklenebilir ve Şekiller sınıfının üyelerinden de yararlanılmış olur.

Çok Biçimlilik (Polymorphism): Polimorfizm kelimesi birçok biçime sahip olmak anlamına gelir. Nesneye yönelik programlama yaklaşımında, polimorfizm genellikle "bir arayüz, çoklu fonksiyonlar" olarak ifade edilir. Polimorfizm statik veya dinamik olabilir. Statik polimorfizmde, bir işleve verilen cevap derleme zamanında belirlenir. Dinamik polimorfizmde çalışma zamanında karar verilir. Kalıtım ilkesi ile yakından ilgilidir.

Kalıtım, kodun yeniden kullanılabilirliğine izin verir. Polimorfizm ise, farklı formda bir fonksiyonun ortaya çıkması demektir. Kalıtım ile polimorfizm arasındaki temel fark, kalıtımın halihazırda var olan kodun bir programda tekrar kullanılmasına izin vermesidir. Polimorfizm, hangi fonksiyonun hangi formun çağrılacağına dinamik olarak karar vermek için bir mekanizma sağlar.

Kalıtım ve polimorfizm, miras kavramını uygulayan sınıflara uygulandığı için birbiriyle ilişkili kavramlardır.

Tablo 1. Kalıtım ve Polimorfizm arasındaki fark

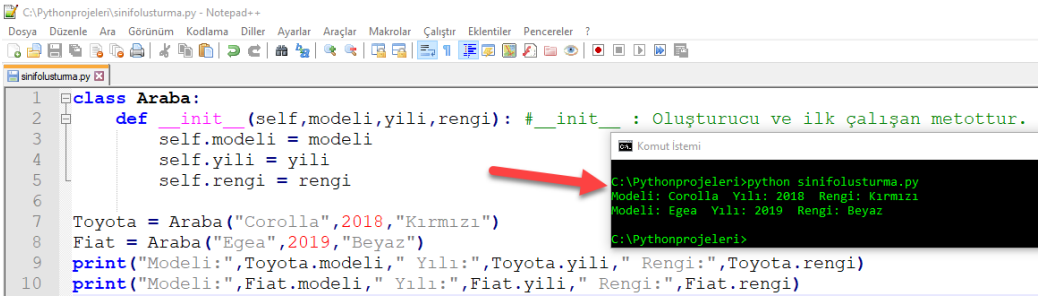
Kalıtım (Inheritance)	Çok Biçimlilik (Polymorphism)
Kalıtım, sınıflara uygulanır.	Polimorfizm ise metotlara/fonksiyonlara uygulanır.
Kalıtım, üyelerini daha önceden var olan bir sınıftan türeten yeni bir sınıf oluşturarak meydana getirir.	Polimorfizm, çoklu formlarda tanımlanabilen bir ara yüzdür.
Kalıtım, türetilmiş bir sınıfın temel sınıfta tanımlanan öğeleri ve metotları kullanmasına izin verdiği için, türetilmiş sınıfın, bu öğeleri veya metodu tekrar tanımlamasına gerek duymaz, böylece kodun yeniden kullanılabilirliğini arttırdığını ve dolayısıyla kodun uzunluğunu azalttığını söyleyebiliriz.	Polimorfizm, bir nesnenin hem derleme zamanında hem de çalışma zamanında ne tür bir metodu çağırmak istediğine karar vermesini mümkün kılar.
'Masa' sınıfı, yapı itibariyle 'mobilya' sınıfının özelliklerini devralabilir.	'calisma_masasi' sınıfı 'rengi_ayarla()' metoduna sahip olabilir ve 'yemek_masasi' sınıfı da 'rengi_ayarla()' metoduna sahip olabilir. Böylece çağrılacak rengi_ayarla() metodunun hangi biçimine hem derleme zamanı (Compile Time) hem de çalışma zamanında (Run Time) karar verilebilir.
Kalıtım, tek kalıtım, çoklu kalıtım, çok düzeyli kalıtım, hiyerarşik kalıtım ve hibrit kalıtım olarak sınıflandırılabilir.	Polimorfizm metot aşırı yükleme (Overloading) ve metot baskın gelme (Overriding) olarak sınıflandırılır.

3. PYTHON PROGRAMLAMA DİLİNDE NYP KULLANIMI

Güçlü bir programlama dili olan Python, Nyp tekniklerine sahiptir. Diğer dillerden farklı olarak daha kolay bir kullanımı bulunmaktadır. Nyp'nin getirmiş olduğu tüm artı özelliklere sahip olan bir programlama dilidir. Uygulamaları çalıştırabilmek için öncelikle Python.org adresindeki "Download" bölümünden işletim sistemine uygun olan derleyici/yorumlayıcı paketinin indirilmesi gereklidir. Bu çalışmada işletim sistemi olarak Windows 10 kullanılmıştır. Editör olarak PyCharm editörü kullanılabilir. Py uzantılı olan bir Python programını çalıştırmak için en düşük özellikli bir editör bile yeterlidir. Bu çalışmada Notepad++ editörü ile uygulamalar geliştirilmiştir. Python paketlerinin kurulumunu yaptıktan sonra aşağıdaki gibi Windows işletim sistemi komut satırında sürüm kontrolü yapılabilir.

C:\ python --version
Python 3.8.0 (Sürüm bilgisi görünürse paketler yüklüdür.)
Örnek uygulamaların kodları ve çalışmış halleri aşağıda gösterilecektir.

Sınıf Oluşturma ve kullanımı:



Şekil 2. Araba sınıfının oluşturulması ve kullanılması

__init__ fonksiyonu, oluşturucu metottur. Nesne ilk oluştuğu anda çalışan metottur. Nesne adını yazdıktan sonra sınıf adını ve gerekli ise parametrelerini yazmak yeterlidir. Nesne oluşturulmuş olur.

VWPassat = Araba("Passat",2011,"Gri")

"self" isimli parametre, çalışılan sınıfı temsil eder. Diğer dillerdeki "this" kelimesinin benzeridir.

self.isim = isim

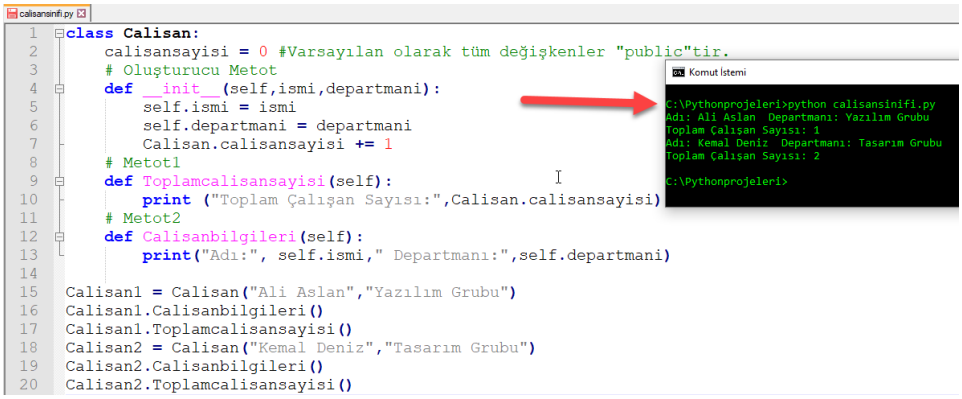
Oluşturulan nesneyi silmek için "del" metodu kullanılır. Bu metot, nesneyi bellekten atacaktır.

del Toyota

Sınıf içeriği boş olmamalıdır. Ancak herhangi bir içeriği yoksa “pass” ifadesi kullanılır.
class Calisan:
pass

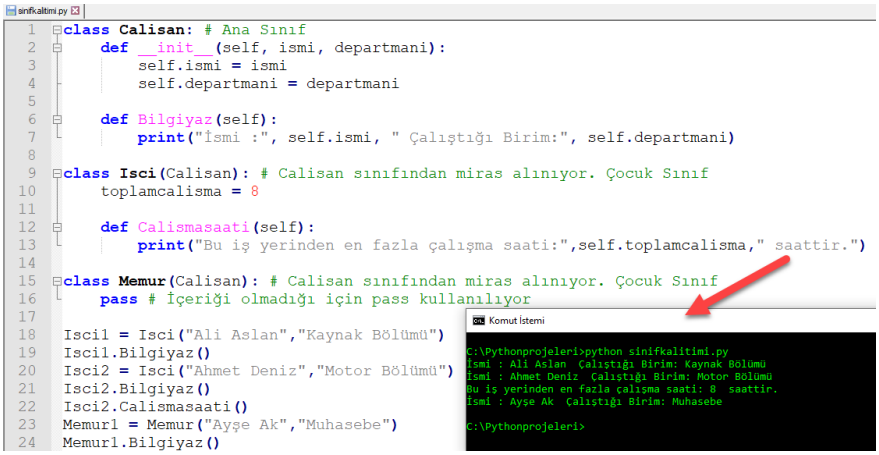
Yukarıdaki örnekte diğer dillerde bulunan public, private ve protected erişim belirleyicilerinden herhangi biri kullanılmamıştır. Bir Python sınıfındaki tüm üyeler varsayılan olarak herkese açıktır. Herhangi bir üyeye sınıf ortamının dışından erişilebilir. Yani public’tir.
Python'un bir değişken değişkeni korumalı (protected) yapma kuralı, ona bir “_” ön eki eklemektir. Bu, bir alt sınıftan gelmediği sürece erişilmesini engeller.
self._isim = isim
self._numara = numara

Benzer şekilde, bir değişken ismine önceden eklenmiş bir çift alt çizgi “__” onu özel (private) kılar. Sınıf dışından erişilmeme konusunda güçlü bir sınırlama koyar.
self.__ogrenciadi = ogrenciadi
self.__bolumu = bolumu



Şekil 3. Sınıf ve metot oluşturma

Kalıtım:
Kalıtım, tüm metotları ve özellikleri başka bir sınıftan miras alan bir sınıf tanımlamamızı sağlar. Ana sınıf, temel sınıf olarak da adlandırılan miras alınan sınıftır. Çocuk sınıf ise ana sınıftan üyeleri devralan sınıftır.



Şekil 4. Üst sınıftan miras alma

super() isimli metot yardımı ile ana sınıfın adını kullanmak zorunda değiliz. Otomatik olarak metotları ve özellikleri üst öğesinden miras alır. Çocuk sınıfın oluşturucu metodunda üst sınıfın metotlarını çağırırken üst sınıfın ismi yerine super() metodu kullanılabilir.

supermetodu.py

```
1  class Sekil: #Ana sınıf
2      def __init__(self, genislik, yukseklik):
3          self.genislik = genislik
4          self.yukseklik = yukseklik
5
6      def Bilgiyaz(self):
7          print("Genişlik:", self.genislik, " Yükseklik:", self.yukseklik)
8
9      def Alanibul(self):
10         alan = self.genislik * self.yukseklik
11         print("Alanı:", alan, " metrekare")
12
13 class Dortgen(Sekil): #Çocuk sınıf
14     def __init__(self, genislik, yukseklik):
15         super().__init__(genislik,yukseklik) #Üst sınıfın metodu çağrılıyor
16
17 Dortgen1 = Dortgen(5,10)
18 Dortgen1.Bilgiyaz()
19 Dortgen1.Alanibul()
```

```
Komut İstemi

C:\Pythonprojeleri>python supermetodu.py
Genişlik: 5  Yükseklik: 10
Alanı: 50  metrekare

C:\Pythonprojeleri>
```

Şekil 5. super() metodunun kullanımı

4. SONUÇLAR

Bir programlama dilini öğrenmek artık bir yabancı dil öğrenmek kadar ihtiyaç haline gelmiştir. Detaylı yardım içeriklerinin bulunduğu İnternet ortamında bunu yapabilmek hiç de zor değildir artık. Yabancı dil öğrenirken en çok çekilen sıkıntı gramer kurallarına ağırlık verilmesidir. Ne kadar çok gramer kuralına bağlıysanız o kadar zor yabancı dil konuşma yeteneğine sahip olursunuz. Programlama dilleri için de aynı şey söylenebilir. Katı kuralları olan ve çalışmayan yazılımlar, programlama dili öğrenmeye olan isteği köreltmektedir. Bu açıdan Python dili öğrenilmesi kolay bir programlama dilidir. Yardım kaynakları bol, kaynak kodları açık, kütüphanesi büyüyen bir dildir. Nesne yönelimli programlama tekniklerini kullanarak yazılan her bir uygulama ileriye dönük ve büyüyen bir uygulama haline gelebilecektir. Python, Nyp konusunda oldukça esnek bir yapıya sahiptir. Bu çalışmada sonuç olarak dışarıdan oldukça zor görünen Nyp yaklaşımlı bir uygulamanın aslında o kadar da zor olmadığı örneklerle ispat edilmiştir. Belli başlı konulara riayet edildiği sürece Nyp yaklaşımlı temel bir Python uygulamasını yazmak için iki dakika bile yeterlidir. Bir ülkedeki eğitim harcamalarının yabancı lisan öğrenimine harcanan oranı ile programlama dilleri için ayrılanı kıyasladığımızda farkın oldukça yüksek olduğu göze çarpacaktır. En azından her bir üniversite öğrencisi Python dili ile bazı temel işlemleri yapabilecek kadar bilgiye sahip olması gerekmektedir. Programlama dilini öğrenirken analitik düşünme yeteneğinin çok fazla kullanıldığı bir gerçektir. Günlük hayata da yansıyan bu sonuç özellikle gençlerimizin ilerideki hayatlarını da şekillendirebileceğini rahatlıkla söyleyebiliriz.

KAYNAKÇA

OF M., ÇAKIR B., Python Programming Language, International Science and Technology Conference, July 18-20, 2018 Paris,France

Stackoverflow Developer Survey Results 2019, https://insights.stackoverflow.com/survey/2019, (Erişim Tarihi: 01.12.2019)

OOP – Object Oriented Programming, https://www.webopedia.com/TERM/O/object_oriented_programming_OOP.html, (Erişim Tarihi: 01.12.2019)

Difference Between Inheritance and Polymorphism, https://techdifferences.com/difference-between-inheritance-and-polymorphism.html, (Erişim Tarihi: 01.12.2019)

Polymorphism, https://www.tutorialspoint.com/csharp/csharp_polymorphism.htm, (Erişim Tarihi: 06.12.2019)

Python Tutorial, https://www.w3schools.com/python/python_classes.asp, (Erişim Tarihi: 12.12.2019)

Python Tutorial, https://www.tutorialsteacher.com/python, (Erişim Tarihi: 12.12.2019)

PyCharm, https://www.jetbrains.com/pycharm/, (Erişim Tarihi: 12.12.2019)

Notepad++, https://notepad-plus-plus.org/downloads/, (Erişim Tarihi: 12.12.2019)

SINTERING BEHAVIOUR AND CHARACTERIZATION OF A NEW CERAMIC MATERIAL PRODUCED BY SLIP CASTING

Assist.Prof.Dr. Nermin Demirkol
Kocaeli University, Degirmendere Ali Ozbay Vocational School, Ceramic, Glass&Tile Department
nermin.demirkol@kocaeli.edu.tr

Şebnem Acar
Kocaeli University, Faculty of Fine Arts, Ceramic Department
sebnemacar80@gmail.com

Minel Cebir
Kocaeli University, Degirmendere Ali Ozbay Vocational School, Ceramic, Glass&Tile Department
minellcebirr@gmail.com

Derya Cebir
Kocaeli University, Degirmendere Ali Ozbay Vocational School, Ceramic, Glass&Tile Department
deryacebir71@gmail.com

Abstract
Slip casting is a ceramic forming technique for the mass production of ceramics, especially for shapes not easily made on a wheel. Its greatest advantage is that an exact shape can be repeated hundreds of times. In this study, a new ceramic material produced by slip casting was prepared with 40 vol.% solid content. Cylindrical rod shape test specimens were prepared by slip casting to determine density, water absorption, firing shrinkage and strength. Casting kinetic of slurry was determined. After casting, the specimens were sintered at 900, 950 and 1000 °C, seperately. Density, water absorption, firing shrinkage, bending strength of all samples were determined. The samples were also analyzed by SEM to determine microstructural properties. Results showed that sample sintered at 1000 °C has reached highest density, firing shrinkage, bending strength and lowest water absorption values. Some glaze recipes were applied on to this new ceramic material sintered at 1000 °C. This new improved ceramic will be an ideal material for industrial and artistic applications.

Keywords: slip casting, sintering, characterization, ceramic.

1. INTRODUCTION

Slip casting of clay wares is generally conceded to have originated somewhere between the years 1700 and 1740. Alumina was the first non-clay material to which slip casting was applied. It was documented in a patent by Count Schwerin, published in 1910 (Hampton, 1991).

Slip casting has several advantages, compared to other methods, with the most important one being the perfect homogeneity of pore distribution in the structure. It can bring green bodies higher mechanical strength compared with dry pressing and cold isostatic pressing (CIP) (Sun et al. 2019). Slip casting is known to be a cost effective method, with rather easy scalability and hardly any pollution. It is considered as the simplest technique for shaping ceramic objects (Shafeiey et al. 2017 and Kingery et al. 1976). The method, also, helps in making a number of exact replicas of certain model, such as crucibles (Hameed, 2012). Porous plaster molds are commonly used for production of ceramic via slip casting method. Casting process depends on various factors including cake transferability and size distribution of porosities in the plaster of Paris mold. Casting properties of the ceramic material depend on its mineralogical composition and also on the concentration of water-soluble salts (Gholomi and Khakpour, 2019 and Gal'perina et al. 1974). The rheological characteristics of the ceramic slip are primary factors that affect the properties of the sintered ceramic materials (Somton et al. 2019).The method includes the preperation of suspension where the ceramic powder is mixed with a liquid, proper dispersant, and possibly further additives (such as plasticizers and ant, foaming agents) so that a well-dispersed, non-agglomerated ceramic slurry can be obtained (Hameed, 2012).

There are many researches related to slip casting of ceramic materials and ceramic raw materials. Hameed (2012) investigated slip casting of kaolin clay with grog content between 10 wt.%-60 wt.%. Solid rectangular bars and crucible shape parts were casted, dried and sintered at 1200-1400°C. The shrinkage, density, porosity, water absorption, and the modulus of rupture were measured on the solid samples. It was found that increasing grog content to 60 wt.% helps to decrease the drying shrinkage to less than 2% from to 6% but increase porosity and water absorption by a factor of 6.

Tiryaki et al. (2014) investigated the effects of density and viscosity in slip casting. In their study the slip preperation for different densities taking from sanitaryware production and their viscosity changes according to the density and thickness variation related to the time was investigated. Density, viscosity, thickness time and speeds were determined for these slips. Liu et al. (2019) worked on In-Ga-Zn-O (IGZO) ceramics by slip casting. This study investigated the relationship between the phase composition of sintered IGZO ceramics and sintering temperatures. The IGZO ceramics with high density and low resistivity are successfully synthesized in air atmosphere with uniform grain size distribution.

Demirkol et al. (2017) worked on a new ceramic raw material called Kastamonu mud. 40 vol. % solid content slip was used for all cast samples used in their study. Kastamonu mud alone and containing 20 wt.% and 30 wt.% clay were shaped by slip casting method using plaster mold. Samples were sintered at 1050, 1100 and 1150°C sintering temperatures. Density, firing shrinkage and water absorption of samples were determined. It was concluded that this material with the addition of clay can be used as a new ceramic raw material due to its suitable technological and rheological properties at 1150°C sintering temperature. The aim of this study is to produce a new ceramic material with optimum mechanical strength and technological properties for industrial and artistic applications.

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, clay, quartz and potassium feldispar were used as starting raw materials. Na_2SiO_3 was used as a defflocculant and plaster of Paris mold was used for shaping slip casted ceramic samples. Table 1 exhibits the chemical analysis of used clay. Chemical analysis of clay was performed by XRF analysis at Karabuk University.

Table 9. Chemical Analysis of Used Clay

Element	%wt.	Element	%wt.
SiO_2	60,46	K_2O	2,56
Al_2O_3	33,15	CaO	0,50
P_2O_5	0,10	TiO_2	1,67
SO_3	0,17	Fe_2O_3	1,27
NiO	0,01	Rb_2O	0,02
SrO	0,07	ZrO_2	0,02

Commercially available Acumer 9420 (Rohm and Haas Comp. France) electrolyte was used to stabilize the ceramic mixture. Table 2 shows the properties of Acumer 9420 electrolyte. In order to prepare 1 kg of batches appropriate amounts of starting materials were weighed and wet mixed/milled for 24 h in a porcelain pot containing alümina balls. After mixing/milling, slurry was transferred to the plastic container and oven dried at ≈110ºC. Then, slip containing 40 vol.% ceramic mixture was prepared and poured into the plaster mold which had 80 mm length and 10 mm in diameter for measuring bending strength and 50 mm in diameter and ≈3.5 mm thick for measuring density, firing shrinkage, water absorption values.

Table 10. Properties of Acumer 9420 Electrolyte

Characteristic Properties	Acumer 9420
Chemical Nature	Polycarboxylate
Class	Sodium Salt
Mean Molecular Weight (MW)	3500
Total Solid Content (%)	≈42.5
pH (25ºC)	≈8
Bulk Density (25ºC)	≈1.3

Both discs and cylindirical bars were sintered at temperatures from 900 to 1000ºC with soaking times of 1 h, in the Ozmak kiln, to see how the materials densify. The densities after sintering were determinedwith Archimed's method. The firing shrinkages were determined by measuring the diameter of discs before and after sintering. The water absorption of the sintered discs was measured by a water displacement method. The bending strength of sintered specimens were measured with an electronic universal tester (Instron Ltd.) by a three-point bending test. The number of samples used varied between 8 and 10 for each sintering temperature. The crystalline phases present in the sintered samples were identified by XRD and SEM techniques.

3. RESULTS

A new ceramic material with optimum technological properties and mechanical strength was produced and characterised. The results are compared with the results available in the literatüre for traditional ceramic materials produced by slip casting. To understand the densification behaviour, specimens of a new ceramic material sintered in the temperature range from 900 to 1000ºC with 50ºC intervals. The values of density and firing shrinkage were given in Figs. 1and 2. As the sintering temperature increases, density and firing shrinkage increases. To investigate the extent of densification in the sintered body, the apparent porosity, which is considered as the water absorption capasity of material is measured. Fig.3 shows the variation in water absorption with sintering temperature. As shown in Fig.3, water absorption of the material sintered at 1000ºC becomes 13,29%. Demirkol et al. (2017) added 30 wt.% clay to Kastamonu mud and sintered it 1050ºC. They obtained 11,9% water absorption value. In this study, when we increase the sintering temperature from 1000 to 1050ºC, we can approximately reach to this value because of less porosity.

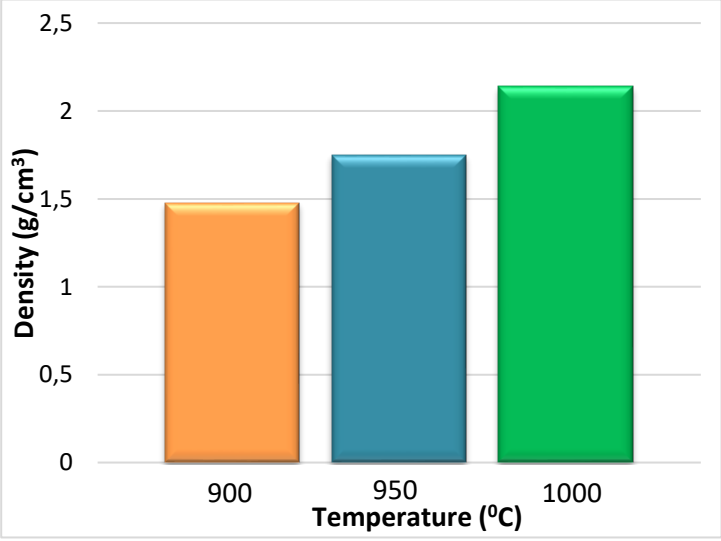


Figure 24. Density graphic of a new ceramic material sintered at different sintering temperature.

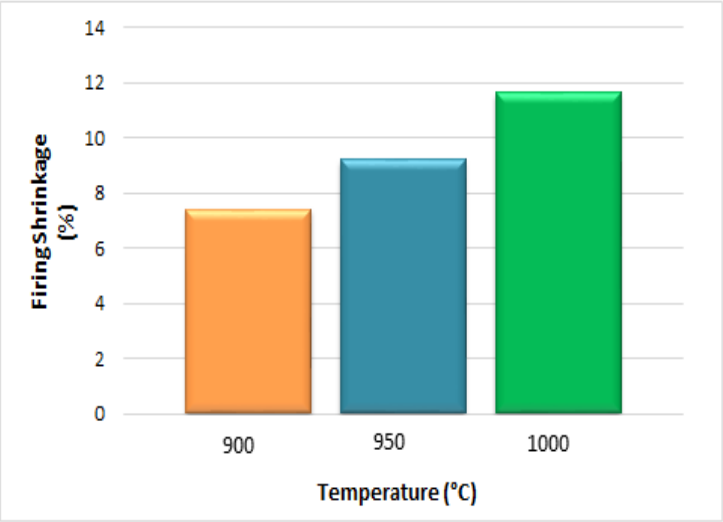


Figure 25. Firing Shrinkage graphic of a new ceramic material sintered at different sintering temperature.

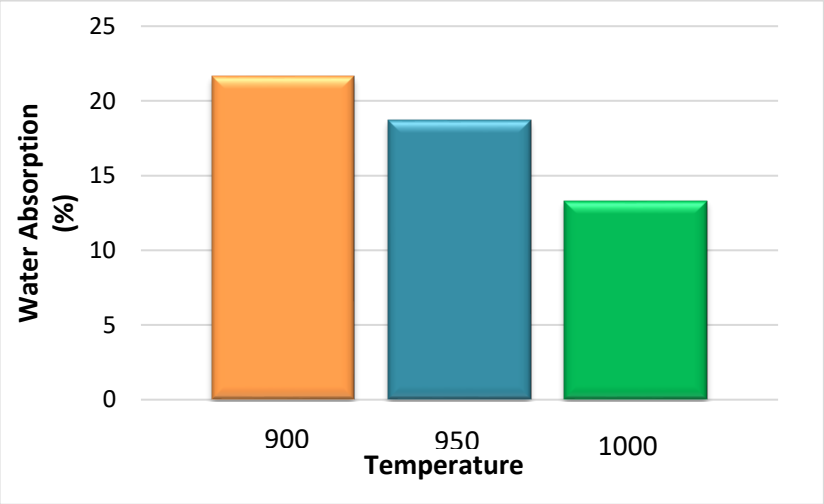


Figure 26. Water Absorption graphic of a new ceramic material sintered at different sintering temperature.

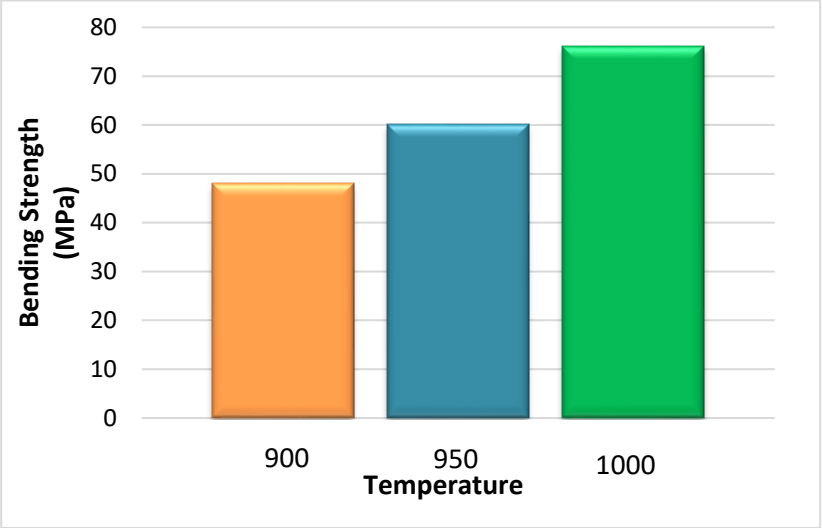
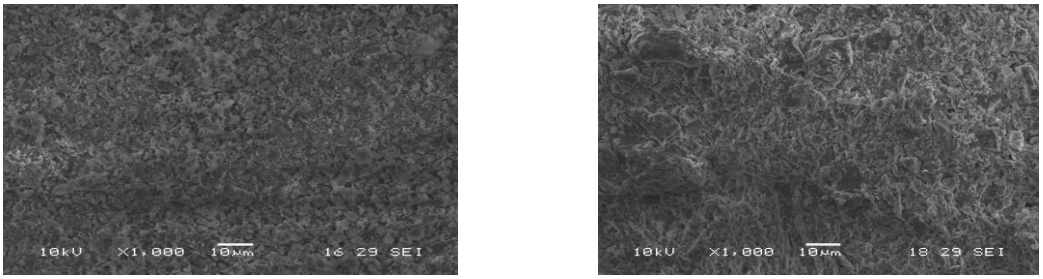


Figure 27. Bending Strength graphic of a new ceramic material sintered at different sintering temperature.

As seen in Fig.4 bending strength of a new ceramic material increased with increasing sintering temperature due to good compaction. The highest density, firing shrinkage and bending strength values were obtained with a new ceramic material sintered at 1000°C as 2,14 g/cm^3, 11,6% and 76 MPa. Figure 5 exhibits the SEM micrographs of a new ceramic material sintered at 900 and 1000°C. Grain growth was occured with the sample sintered at 1000°C. More aluminium silicate phases shown in Fig.5b with dark color was obtained by the sample sintered at 1000°C.



(a) (b)

Figure 28. SEM micrographic of a new ceramic material sintered at (a) 900°C (b) 1000°C sintering temperatures.

Fig.6 shows the glazed new ceramic material. A new ceramic material sintered at 1000°C as a biscuit firing was glazed with an artistic recipe shown in Table 3. 3 wt.% FKR 520 Laubgrün pigment obtained from Hobi Ceramic Company was added to glaze recipe given in Table 3. Then it was sintered at 1000°C as a glaze firing. Glaze-body interaction is very good as seen in Fig.6. Ceramic glazes must be compatible for ceramic materials (biscuit body) with different , chemical and physical properties, melt at different temperatures, have specific end properties, therefore there are innumerable different compositions of glazes (Lesniak et al. 2018). Used glaze recipe was compatible with the new ceramic material sintered at 1000°C.

Demirkol and Samancı (2019) prepared the glaze recipe given in Table 3 with 3 wt.% black copper oxide and applied it to the Greek red mud body. Interaction between ceramic body and glaze was very good similar to this study.

Table 3. Used Glaze Recipe for a New Ceramic Material

% Weight	Raw Material	% Weight	Raw Material	% Weight	Raw Material
46.64	Borax	22.32	Ulexite	3.09	Titanium Dioxide
11.87	Sodium Feldspar	6.03	Lithium Carbonate	10.05	Quartz

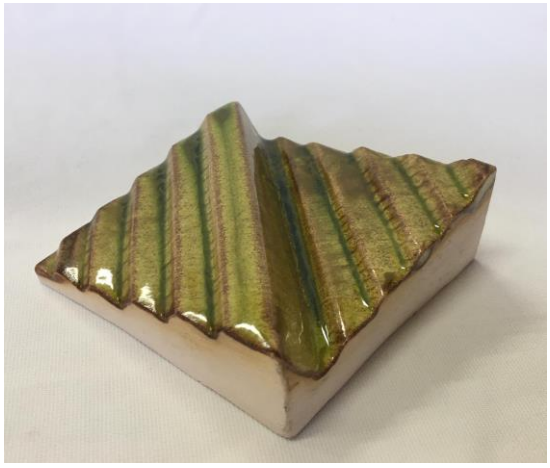


Figure 29. Glazed new ceramic material.

4. DISCUSSION

Density, firing shrinkage and bending strength of a new ceramic material increased with increasing sintering temperature similar to Ten et al. (2010)'s study. A new this ceramic material sintered at 1000 °C has many good technological and physical properties compared with literature. Demirkol et al. (2017) added 30 wt.% clay to Kastamonu mud. 11,9 % water absorption value was obtained with the sample sintered at 1050°C. In this study, water absorption value of the new ceramic material sintered at 1000°C was obtained as 13,29%. If we increase the sintering temperature above 1000°C, it is clear that we will reach approximately this value. Glaze act as smooth, relatively thin glassy coating of ceramic body which is effectively bonded to its substrate. One of the main reason for the use of glazes as surface coatings of ceramic materials is their aesthetic aspects (Kavanovà et al. 2017). In this study, interaction between glazes and ceramic bodies was very good similar to the study of Kavanovà et al. (2017)'s.

5. CONCLUSION

The presented work is focused on sintering behaviour and characterization of a new ceramic material produced by slip casting. The findings of this study are concluded as follows:

1. Density, firing shrinkage and bending strength values of slip casted a new ceramic material increased with increasing sintering temperature.
2. The highest density, firing shrinkage and bending strength values were obtained with a new ceramic material sintered at 1000°C as 2,14 g/cm^3, 11,6% and 76 MPa.
3. Water absorption values of a new ceramic material decreased with increasing sintering temperature because of decreasing porosity. The lowest water absorption value was obtained with the sample sintered at 1000°C as 13,29%.
4. Ceramic body and glaze interaction is very good. The glaze adheres to the ceramic body easily.
5. Different kinds of industrial and artistic glaze applications to this new ceramic material studies are going on.

REFERENCES

Demirkol N, Yavuz P and Yılmaz O 2017. A new ceramic raw material: Kastamonu mud. Journal of Turkish Ceramic Federation 52, 114-119.

Demirkol N and Samancı V 2019. Sintering Properties of Slip Casted Greek Red Mud Bodies. Nevsehir Journal of Science and Technology 8 (IMSMATEC Special Issue), 71-77.

Gal'perina MK and Makhsudova MT 1974. Casting properties of slips based on Tankerissk clays containing a large amount of chloride, Steklo Keram. No:2, 16, 302-305.

Gholomi M and Khakpour Z 2019. Manufacturing of new potential plaster molds for slip casting of alumina nanoparticles. Journal of Australian Ceramic Society 55, 633-637.

Hampton JHD 1991. Experimental and theoretical studies of the filtration of ceramic suspensions. Chapter 2: Literature Review. PhD Thesis, McGill University, Department of Civil Engineering and Applied Mechanics, 4, Canada.

Kavanovà M, Klouzkovà A and Klouzek J 2017. Characterization of the Interaction between glazes and ceramic bodies . Ceramics-Silikàty 61(3), 267-275.

Kingery WD, Rowen HK, Uhlman DR 1976. 2Introduction to Ceramics" 2nd edit. New York, John Wiley.

Lesniak M, Partyka J, Gajek M and Sitarz M 2018. FTIR and MAS NMR study of the zinc aluminosilicate ceramic glazes. Journal of Molecular Structure 1171, 17-24.

Liu Y, Shu Y, Zeng X, Sun B, Liang P, Zhang Y, Qiu C, Yi J and He J 2019. Study on the sintering behaviour and characterization of the IGZO ceramics by slip casting. Int. J. Appl. Ceram. Technol. 16, 585-594.

Shafeiey A, Enayati MH, Alhaji A 2018. The effect of slip casting and spark plasma sintering (SPS) temperature on the transparency of $MgAl_2O_4$ spinel. Ceramics International 44, 3536-3540.

Somton K, Laoratanakul P and McCuiston R 2019. Effect of Binder content on the Slip Rheology and Green Properties of Slip Cast Alumina. Key Engineering materials 798, 177-181.

Sun X, Wu H, Zhu G, Shan Y, Xu J, Li J, and Olevsky EA 2019. Direct coarse powder aqueous slip casting and pressureless sintering of highly transparent AlON ceramics. Ceramics International https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.10.219.

Ten JG, Orts MJ, Saburit A and Silva G 2010. Thermal conductivity of traditional ceramics. Part I: Influence of bulk density and firing temperature. Ceramics International 36, 1951-1959.

Tiryaki V, Cukurluoglu H, Coskun ND and Uz V 2014. The Effects of Density and Viscosity in Slip Casting. AKU J. Sci.Eng. 14 OZ5728, 194-201.

YENİDEN KULLANILABİLİR KULLANICI ARAYÜZÜ OLUŞTURMA: REACT ÖRNEĞİ

Öğr. Gör. Mustafa OF
Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri
mustafaof@kocaeli.edu.tr

Özet
React, hızlı ve etkileşimli kullanıcı ara yüzleri oluşturmak için kullanılan bir JavaScript kütüphanesidir. 2011 yılında Facebook tarafından geliştirilmiştir. Şu anda kullanıcı ara yüzleri oluşturmak için en çok kullanılan JS kütüphanesi durumundadır. React, Kullanıcı ara yüzleri oluşturmak için kullanılan en iyi 3 kütüphane arasında (React, Angular ve Vue) en çok ilgi çekici olanıdır. React, bellekte bir Sanal DOM (Virtual DOM) meydana getirir. Web tarayıcısının DOM (Document Object Model) yapısını doğrudan değiştirmek yerine, DOM yapısında değişiklikler yapmadan önce, gerekli tüm işlemleri yerine getiren sanal bir DOM meydana oluşturur. React, yalnızca değiştirilmesi gerekli olan yerleri değiştirir. Bu durum, ortaya hızlı bir uygulama çıkmasına sebep olur. Bu çalışmada, React çerçevesi anlatılacaktır. Yeniden kullanılabilir bir kullanıcı ara yüzü meydana getirilecek ve nasıl kullanılacağı ayrıntılı olarak örnek kodlarla açıklanacaktır.

Anahtar Kelimeler: React, Angular, Vue, Kullanıcı Arayüzü

CREATING A REUSABLE USER INTERFACE: REACT EXAMPLE

Abstract
React is a JavaScript library that is used to create fast and interactive user interfaces. Developed by Facebook in 2011. It is currently the most widely used JS library for creating user interfaces. React is among the top 3 libraries used to create User interfaces (React, Angular, and Vue). React creates a Virtual DOM in memory. Instead of directly modifying the DOM (Document Object Model) structure of the web browser, it creates a virtual DOM that performs all necessary operations before making changes to the DOM structure. React only replaces places that need to be changed. This results in a quick application. In this study, React framework will be explained. A reusable user interface will be created and explained in detail by example codes on how to use it.

Keywords: React, Angular, Vue, User Interface

1. GİRİŞ

JavaScript, olaya dayalı, işlevsel, genel veya özel amaçlı bir programlama dilidir. Web tarayıcıların yorumlayabildiği bir dildir. Web tarayıcılar, istemci tarafında kullanıldıkları için JavaScript başlangıçta yalnızca istemci tarafında kullanılmaktaydı. Fakat şimdi, JavaScript sunucu taraflı bir programlama dili olarak da kullanılmaktadır. Kısa bir cümleyle özetlemek gerekirse JavaScript, Web ortamının dilidir. Bu dile olan rağbetin artmasıyla çeşitli JavaScript çerçeveleri (Framework) kullanılmaya başlandı. Geliştiricilerin çoğu bu çerçevelere yoğun bir ilgi gösterdiler.

JavaScript çerçevesi, programcıların işlevleri daha kolay kullanabilmeleri için JavaScript'te yazılmış birer kütüphanedirler. Altyapıları, web sitelerinin tasarımı için daha uyumludur ve bu nedenle, web sitesi geliştiricilerinin çoğunun ilgisini çekmiştir. JavaScript çerçeveleri, JavaScript ile çalışmayı daha kolay ve sorunsuz hale getiren bir araçtır. Birçok JavaScript çerçevesi geliştirilmiştir. Aşağıda 2019 yılında en çok kullanılan çerçevelerin isimleri bulunmaktadır.

1. Angular
2. React
3. Vue.js
4. Ember.js
5. Meteor

6. Mithril
7. Node.Js
8. Polymer
9. Aurelia
10. Backbone.js

Bu çalışmada kısa zamanda oldukça popüler olan React hakkında bilgiler verilecektir. React ile uygulama geliştirme adımları anlatılacaktır.

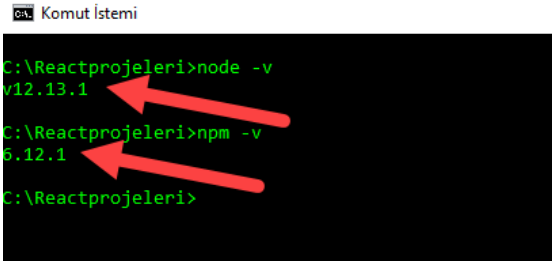
2. REACT

Facebook tarafından oluşturulan React çerçevesi, kısa sürede popülerlik kazanmıştır. Öncelikle Facebook sayfalarının ihtiyacı için tasarlanmıştır. Daha sonra Facebook'un Instagram'ı satın almasıyla daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Sayfalardaki beğen tuşu vb. anlık bir dönüş isteyen işlemlerin daha hızlı tepki vermesi ihtiyacı sonucunda böyle bir çerçeve ortaya çıkartılmıştır. Facebook, kendi sayfalarında kullandığı bu teknolojiyi herkesin kullanımına sunmuş ve oldukça fazla ilgi görmüştür (https://reactjs.org). Hatta rakibi olan Angular.js ve Ember.js'nin kullanım oranlarına kısa sürede ulaşmayı başarmıştır. İlk olarak 2011 yılında Facebook sayfalarında kullanıldı. Facebook yazılım mühendisi Jordan Walke tarafından oluşturuldu. 2013 yılında herkese açık hale getirildi. Güncel sürümü V16.12.0'dır. React, trafiği yoğun olan web sayfalarının dinamik kullanıcı ara yüzünü geliştirmek ve çalıştırmak için kullanılır. Sanal bir DOM (Document Object Model) kullanılmasını sağlar. DOM, standart bir nesne modeli kurarak programlama dillerinin HTML içerikleri ile hızlı ve uyumlu bir şekilde çalışabilmesini sağlar.

React, bellekte bir Sanal DOM (Virtual DOM) oluşturur. React, Web tarayıcısının DOM bilgisini doğrudan değiştirmek yerine, tarayıcının DOM bilgisinde değişiklikleri yapmadan önce, gerekli tüm işlemleri gerçekleştiren bellekte sanal bir DOM meydana getirir. Yalnızca değişmesi gerekli olanları bulur ve değiştirir. Bu da hızına hız katar. React, EcmaScript 6'yı kullanır. ECMAScript, JavaScript'i standartlaştırmak için geliştirilmiştir. ES6, ECMAScript'in 6. versiyonudur, 2015 yılında yayınlanmıştır ve ECMAScript 2015 olarak da bilinir.

2.1. REACT KURULUMU

React kullanmaya başlamak için sistemde Node.Js ve Npm (Node Package Manager-Node Paket Yöneticisi) kurulu olması gerekmektedir. Node.js, açık kaynak kodlu, sunucu tarafında çalışan ve ağ bağlantılı uygulamalar için ortaya çıkartılmış bir çalıştırma ortamıdır. Node.js uygulamaları genelde istemci taraflı script dili olan JavaScript kullanılarak geliştirilir. https://nodejs.org/en/download/ adresinden güncel sürümü işletim sistemine uygun olarak indirilir. Npm sayesinde Node paketleri sisteme indirilip kurulabilir. Bu sayede birçok hazır kütüphane çok kolay ve hızlı bir şekilde sisteme kurulabilir. Kurulum yapıldıktan sonra test için aşağıdaki komutlar kullanılır. Bu çalışmada uygulamalar Windows 10 işletim sisteminde geliştirilmiştir. Komut satırına geçilerek aşağıdaki komutlar uygulanır. (Komut istemi: cmd.exe)



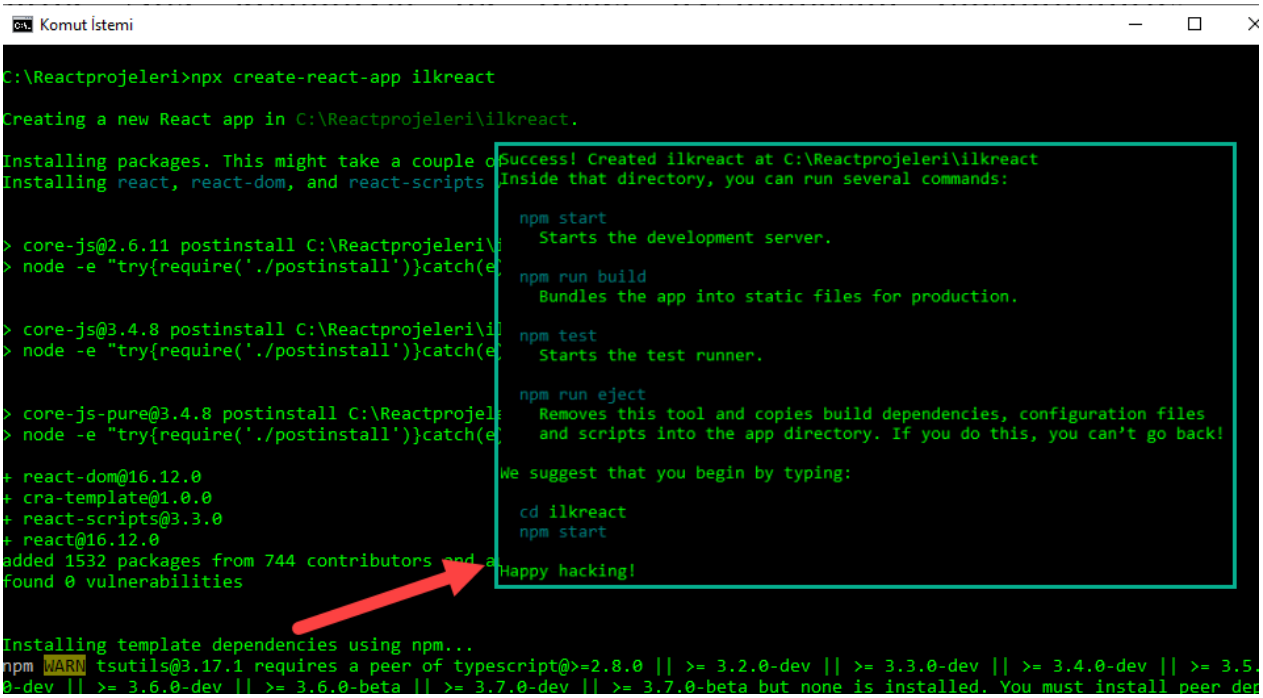
Şekil 1. Node.js ve Npm sürüm testi

Npm kurulumu aktif edildikten sonra sıra geldi React uygulamalarını hazırlayan paketin yüklenmesine. Bu paketin adı "create-react-app"dir. Aşağıdaki gibi kurulumu yapılır.
npm install -g create-react-app



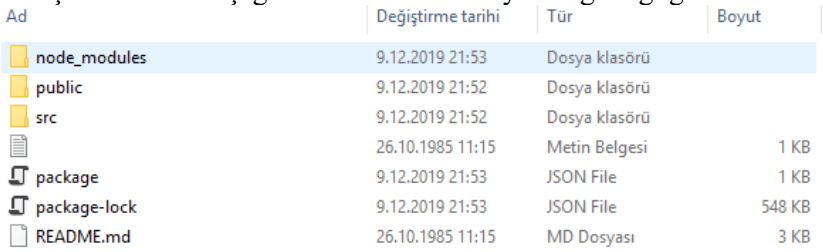
Şekil 2. Npm ile create-react-app kurulumu

Kurulum tamamlandıktan sonra artık Npx komutuyla ilk React uygulamasını oluşturabiliriz. Uygulamamızın adı "ilkreact" olsun. Komut uygulandıktan sonra gerekli olan dosyalar bulunulan klasörde yani bu örneğe göre "c:\Reactprojeleri" içerisinde oluşturulur.
npx create-react-app ilkreact



Şekil 3. React uygulamasının oluşturulması

"ilkreact" klasörü oluştuktan sonra aşağıdaki klasörlerin meydana geldiği görülmektedir.



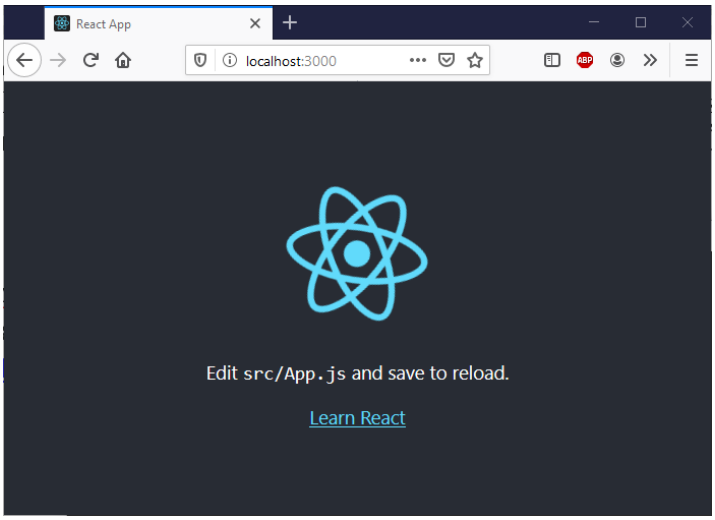
Şekil 4. "ilkreact" klasörünün içeriği

2.2. REACT UYGULAMASINI ÇALIŞTIRMA

Npm ve Npx ile kurulum işlemleri bittikten sonra React uygulaması için dosya ve klasörler oluşturulacaktır. Uygulamayı çalıştırmak için öncelikle React uygulamasının olduğu klasöre geçilir. Örneğe göre aşağıdaki gibi bir komut yazılmalıdır.

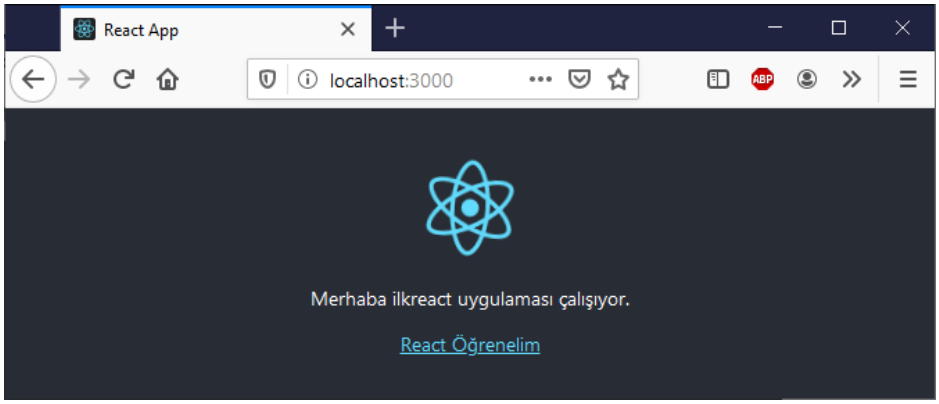
cd c:\Reactprojeleri\ilkreac

daha sonra komut satırından “npm start” yazılarak uygulamanın başlatılması sağlanır. Web tarayıcısı açılır ve adres satırında sunucu olarak dinlenilen 3000 numaralı port gözükür. Eğer tarayıcı açılmazsa elle açılarak adres satırına http://localhost:3000 yazılır.



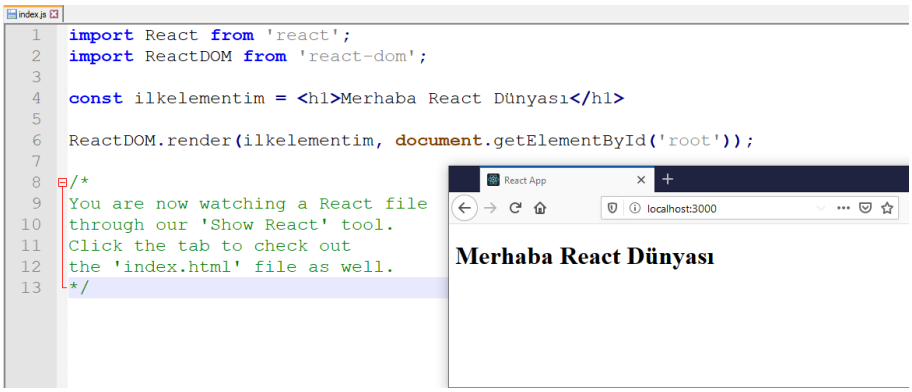
Şekil 5. 3000 numaralı porttan dinlenilen React uygulaması

İlk açılan sayfa için ilkreact klasöründeki “src” ve altındaki “App.js” isimli dosya bir editörle açılarak istenilen değişiklikler yapılır. Sayfa tazelenerek yeni hali elde edilmiş olur.



Şekil 6. src/App.js dosyasındaki değişikliklerden sonraki görüntü

src klasöründe bulunan index.js dosyası aşağıdaki gibi değiştirilebilir. Sonuç web tarayıcısında gözükecektir. Bu dosyada yapılan değişiklik tazelenmeye gerek kalmadan sayfada etkisini gösterecektir.



Şekil 7. index.js dosyasında yapılan değişiklikler ve çalışmış hali.

public klasörü içerisinde durağan dosyalar ve yardımcı dosyalar bulunmaktadır. Örneğin index.html. Aşağıdaki gibi React kütüphanesinin bir CDN (Content Delivery Network) adresinden faydalanıp kullanabiliriz.



Şekil 8. Bir CDN üzerinden React kullanımı

3. SONUÇLAR

JavaScript çerçevelerinden biri olan React, oldukça hızlı bir şekilde tepki veren bir çerçevedir. Artık web sayfaları ihtiyaçlara bağlı olarak çok hızlı olması gereken birer uygulama haline geldiler. İstemci-Sunucu mimarisine bağlı olarak çalışan web sayfalarında hızı arttırmak o kadar da kolay değildir. Geliştiricinin aynı zamanda Ajax (Asynchronous JavaScript and XML) teknikleri ve JavaScript kodları ile bu işlemleri yapması gereklidir. Bu durum geliştiriciye ayrı bir yük bindirmektedir. İşte tam burada React karşımıza çıkmaktadır. EcmaScript 6'yı kullanarak gelişmiş kod yapısını desteklemektedir. Her geçen gün çekiciliği artmaktadır. Sonuç olarak bu çalışmada React'in kurulumu ve ilk örneklerin geliştirilmesi anlatılmıştır. JavaScript çerçevelerinin etkin bir şekilde web programcılığı alt yapısında yoğun bir şekilde kullanılmaya başladığına dikkat çekilmiştir. React çerçevesinin bir web projesi olarak nasıl oluşturulabildiği örneklerle izah edilmiştir.

KAYNAKÇA

HUDSON P., (2016) Hacking With React, https://leanpub.com/hackingwithreact/

10 Best JavaScript Frameworks to Use in 2019, https://hackr.io/blog/10-best-javascript-frameworks-2019, (Erişim Tarihi: 8.12.2019)

React Tutorial, https://www.w3schools.com/REACT/, (Erişim Tarihi: 8.12.2019)

React Tutorial, https://www.tutorialspoint.com/reactjs, (Erişim Tarihi: 8.12.2019)

Node.Js, https://nodejs.org/en/, (Erişim Tarihi: 6.12.2019)

React, https://reactjs.org, (Erişim Tarihi: 9.12.2019)

React Cdn Bağlantıları, https://tr.reactjs.org/docs/cdn-links.html, (Erişim Tarihi: 8.12.2019)

BİLGİSAYAR PROGRAMLAMA DİLLERİNİN ÖĞRENİLMESİNDEKİ TEMEL KAVRAMLAR

Öğr. Gör. Mustafa OF
Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri
mustafaof@kocaeli.edu.tr

Özet
Programlama dili, programcının belirli bir düzende oluşturulmuş bir algoritmayı (İş Akışı) ifade etmek için kullanılan bir komut veya ifadeler topluluğudur. Programlama dilleri, bilgisayara hangi işlemleri yapacağını anlatmayı sağlayan komut veya fonksiyonlara sahiptir. Alt seviye, orta seviye ve yüksek seviye olmak üzere üçe ayrılırlar. Yüksek seviyeli programlama dilleri konuşma diline çok yakın komut veya fonksiyonlara sahiptir. Bu yüzden öğrenilmesi daha kolaydır. Örneğin C#.Net (C Sharp) veya Visual Basic.Net. Alt seviye diller bilgisayarın makine diline (İkili sayı sistemi) çok yakın dillerdir ve bu dillerde program yazmak oldukça zordur. Fakat çok hızlı çalışırlar. Orta seviyeli diller hem alt seviye hem de yüksek seviye özelliğini taşırlar. Örneğin C++ Programlama dili. Bir dili öğrenmeye başlarken öncelikle niçin kod yazılması gerektiğinin belirlenmesi gereklidir. Daha sonra geliştirilecek uygulamanın algoritması ya kâğıt üstünde veya zihinde netleşmesi gerekir. Sonraki adımda ise hangi programlama dili seçilecek buna karar verilir. Genel amaçlı bir uygulama geliştirmek için yüksek seviyeli bir dil olan C# seçilebilir. Küçük uygulamaları geliştirerek işe başlanması iyi olacaktır. Kod yazımı sırasında hatalar meydana gelebilir. Fakat sabırlı bir şekilde hataların çözülmesi gereklidir. Eğitim video'larını takip ederek öğrenmeye devam edilebilir. Mümkünse seçilen programlama dili ile ilgili kurslar alınmalıdır. Bu konuda yönlendirici olacak bir eğitmen edinilmesi çok önemlidir. Başkalarının yazdığı örnek kodların incelenmesi, dil öğrenimini oldukça etkileyecektir. Yeni bir şeyleri geliştirebilmenin hazzını programlama dilleri öğrenerek kolayca elde edilebileceği unutulmamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Programlama Dilleri, Makine Dilleri, Algoritma, C#.Net, Visual Basic.Net, C++ Programlama Dili

BASIC CONCEPTS OF LEARNING COMPUTER PROGRAMMING LANGUAGES

Abstract
A programming language is a set of commands or expressions used by the programmer to express an algorithm (Workflow) created in a specific order. Programming languages have commands or functions that tell the computer what to do. They are divided into three levels as lower level, middle level and high level. High-level programming languages have commands or functions very close to the spoken language. So it is easier to learn. For example C # .Net (C Sharp) or Visual Basic.Net. Low-level languages are very close to the computer's machine language (binary number system) and it is very difficult to write programs in these languages. But they work very fast. Intermediate languages are both low and high level. For example C ++ Programming language. When starting to learn a language, it is necessary to first determine why code should be written. The algorithm of the application to be developed later needs to be clarified either on paper or in the mind. The next step is to decide which programming language to choose. A high-level language, C #, can be selected to develop a general-purpose application. It would be good to start by developing small applications. Errors may occur during code writing. But it is necessary to solve the errors patiently. Learning can be continued by following the training videos. If possible, courses related to the selected programming language should be taken. It is very important to get a trainer to be a guide. Examining sample codes written by others will greatly affect language learning. It should be noted that the pleasure of developing something new can be easily achieved by learning programming languages.

Keywords: Programming Languages, Machine Languages, Algorithm, C # .Net, Visual Basic.Net, C ++ Programming Language

1. GİRİŞ

Gittikçe sanallaşan ve dijital hale dönüşen bir dünyaya doğru hızla gidiyoruz. Bilgisayarlar ve dolayısıyla bilgisayar yazılımları günlük yaşantımızın her anında karşımıza çıkmakta. Firmalar, ürünlerine erişim hizmetlerinin kalitesini arttırmak için geliştirmiş oldukları yazılımların reklamlarını duyurarak daha geniş kitlelere ulaşmak arayışındalar. İnternet'in hayatın her noktasına girmesi sonucunda hizmetlere hem Web hem de Mobil ortamlardan erişim vazgeçilmez hizmetlerin başında gelmektedir. Bahsedilen bu tür işlerin tamamı yazılımlarla yapılmaktadır. Yazılımları geliştirildiği ortam, programcıların kullandığı bilgisayar programlama dilleri adı verilen kendisi de bir yazılım grubudur. Ticari anlamda yazılımın gücünü, dünyada en çok kullanılan işletim sistemi (Operating Systems) ve çeşitli yazılımların geliştiricisi olan Microsoft'un kurucusu ve sahibi Bill Gates'in kişisel servetinin 146 milyar dolar olması durumu yeteri kadar açıklamaktadır. Bu çalışmada bilgisayar programlama dillerinin önemine vurgu yapılarak tanımı yapılacak ve bir dilin öğrenilme noktasındaki incelikleri tartışılacaktır.

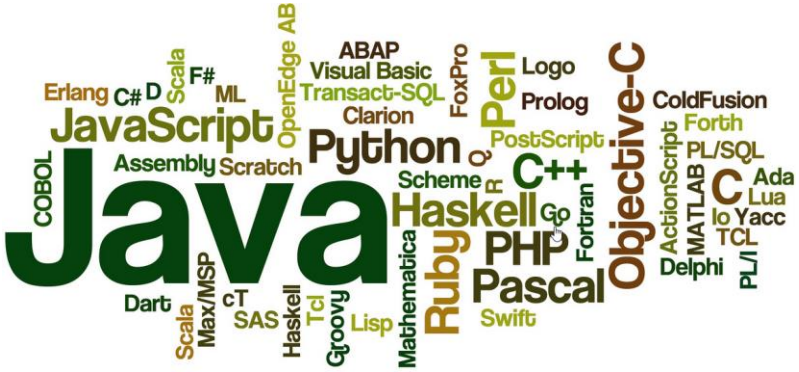
2. PROGRAMLAMA DİLLERİ

Programlama dili, programcının belli bir algoritmayı ifade etmek için kullandığı standartlaşmış bir yazım şeklidir. Bir programcı komutları yazmak için farklı programlama dilleri kullanabilir. Programlama dilleri, programcının bilgisayara hangi veri üzerinde işlem yapacağını, verinin nasıl depolanıp iletileceğini, hangi koşullarda hangi işlemlerin yapılacağını tam olarak anlatmasını sağlar. Şu ana kadar 2500'den fazla programlama dili yapılmıştır.

Programlama dilleri insanların algı seviyesine yakın durumuna göre 3 gruba ayrılır.
Alt seviye programlama dilleri: Makine koduna oldukça yakın programlama dilleridir. Makineye yani donanıma hâkimiyeti yüksektir. Bu programlama dillerini bilen kişilerin mikro işlemciler hakkında bilgi sahibi olması gereklidir. (Makine dili, Assembly programlama dili). Alt seviye programlama dilleri ile program yazmak insan algı seviyesine uzak olduğu için biraz daha zordur.

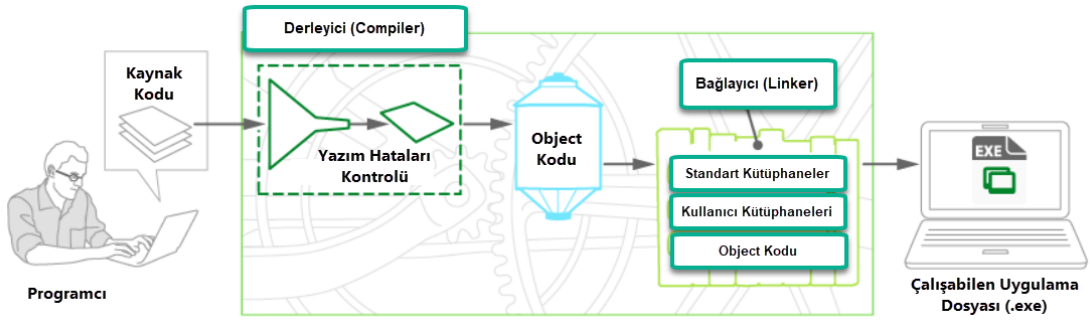
Orta seviye programlama dilleri: Oldukça esnek olan bu diller hem üst hem alt seviye programlama yapabilirler. Alt seviye dillere oranla biraz daha anlaşılır haldedirler. İki seviye ile iletişimde bulunması, tercih sebebini arttırır. Daha kolay kod yazma imkânı doğurur. Deyimleri günlük hayattaki kelimelere yakındır. (C programlama dili, C++ programlama dili)

Yüksek seviye programlama dilleri: Olay yönlendirmeli (Events Driven) programlama dilleri olarak da adlandırılırlar. Hızlı ve etkin programlama dilleri bu gruptadır. (Visual Basic.Net, C#.Net, Pascal, Delphi) Diğer programlama dillerine kıyasla daha kolay öğrenildiği ve uygulandığı için yeni başlayanlara en uygun diller üst seviye programlama dilleridir. Yüksek seviyeli programlama dillerinin bir kısmında programın çalışabilmesi için makine diline dönüştürülmesi gerekir. Bu işlem için ilgili yüksek seviyeli dilin derleyicisi kullanılır. Böylece yüksek seviyeli programlama dili ile yazılmış olan kaynak program, makine dilindeki hedeflenen uygulamaya dönüştürülür. Kaynak programın içeriğinin değiştirilmesi belirli şartlarda mümkün olabilir, fakat derlenmiş olan programın içeriğine tam olarak erişim imkânı yoktur. Ters mühendislik metotları ile derlenmiş uygulamaların bir kısmı geri döndürülebilir.



Şekil 4: Dünden bugüne kadar gelmiş birçok programlama dilleri

Aşağıdaki şekilde bir Microsoft Windows işletim sisteminde kendi başına çalışabilen makine diline dönüşmüş bir uygulamanın derleme ve bağlama aşamaları gösterilmektedir.



Şekil 5: Microsoft Windows işletim sisteminde kendi başına çalışabilen bir uygulamanın oluşturulma evresi

2.1. Assembly Programlama Dili

Assembly programlama dilini 3 kelime ile tanımlayacak olursak bunlar; GÜÇLÜ, HIZLI ve KÜÇÜK olurdu. Bu demek oluyor ki aynı programı Assembly dili ile ve C++ programlama dili ile yaparsak, iki programın boyutlarına baktığımızda Assembly ile yazılan daha kısa olduğunu görürüz, aynı zamanda mikroişlemciyi ve hafızayı daha verimli kullandığı için Assembly dilinde yazılan program diğerlerine nazaran daha güçlü olacaktır, son olarak Assembly dilinde yazılan program diğerine oranla çok daha hızlı çalışır.

Son zamanlarda mikroişlemcilerin hızları GHz'ler (Giga Hertz) mertebesine çıktığından Assembly dilinin en büyük özelliği olan hızlılığı artık pek popüler değildir. Kullanıcıya, 2GHz hızındaki bir CPU da hemen hemen her uygulama aynı hızda çalışıyor gibi görünür. Buna rağmen C gibi yüksek düzey programlama dilleri ile hazırlanan büyük projelerde işlemciyi çok fazla meşgul edecek olan kod bölümleri Assembly rutinleri çağrılarak yapılmaktadır.

Assembly programlama dili genellikle şu amaçlar için kullanılmaktadır.

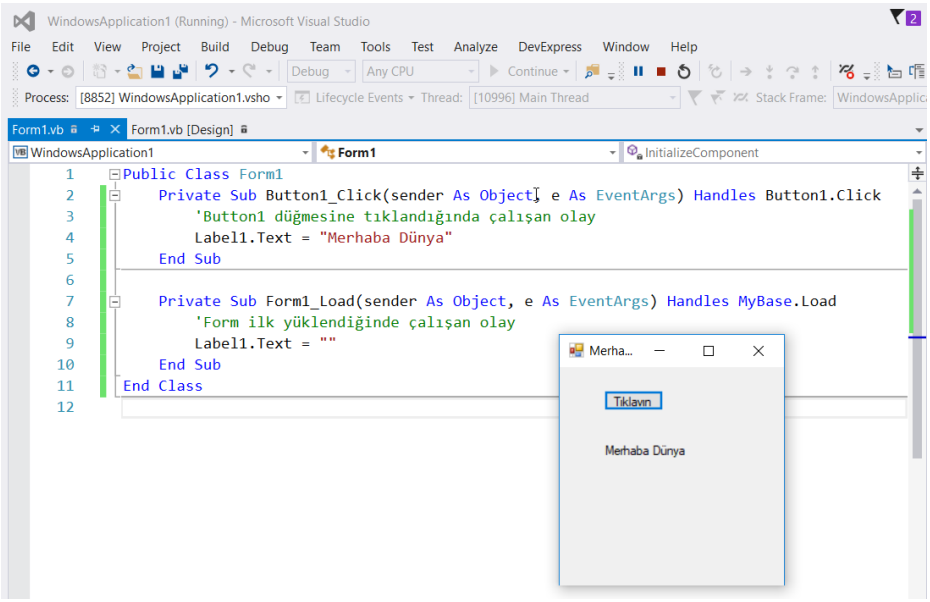
- Bilgisayar donanımına kolay ve hızlı erişmek için,
- Aygıt sürücüleri (Device Driver) yazmak için,
- Yongalara (Chip) program yüklemek için (PIC, Microcontroller gibi...)
- İşletim sistemlerinin yapımında (OS),
- Şifre kırma ve Hacking işlemleri için,
- Virüs programları yazmak için,

```
Title Yazi Programi
dosseg
.model small
.stack 100h
.data
my_message db 'Selam!',0dh,0ah, '$'
.code
main proc
          mov ax,@data
          mov ds,ax
          mov ah,9
          mov dx,offset my_message
          int 21h
          mov ax,4C00h
          int 21h
main endp
end main
```

Şekil 6: Ekrana bir yazı yazan Assembly kod örneği

2.2. Visual Basic.Net Programlama Dili

Görsel programlama dillerinden biti olan Visual Basic 'in en son sürümüdür. Görsel programlama dilleri, programcıya büyük kolaylıklar sağlamıştır. Bu özelliğe ilave olarak Microsoft'un ortak çalışma çatısı olan .Net Framework'a üye olması sayesinde .Net kütüphanesinin tüm imkânlarından faydalanmıştır. Kütüphaneler, içerisinde birçok fonksiyonu barındıran yapılardır. Halen API olarak ta anılırlar (Application Program Interface). Programlama dili dünyasına 1980'li yıllarda adım atanlar genelde Basic (Beginners All Purpose Instruction Code) veya GWBasic programlama dili ile tanışmışlardır. VB.NET ise bu alışkanlığı güçlü kütüphaneleri ile devam ettirmiştir. VB.NET ile program geliştirmek için iyi bir geliştirme ortamı olan Visual Studio'nun ücretsiz sürümünü yani Community sürümünü şu adresten indirebilirsiniz. https://www.visualstudio.com/tr/



Şekil 7: Visual Studio geliştirme ortamında VB.NET ile yazılmış örnek kod

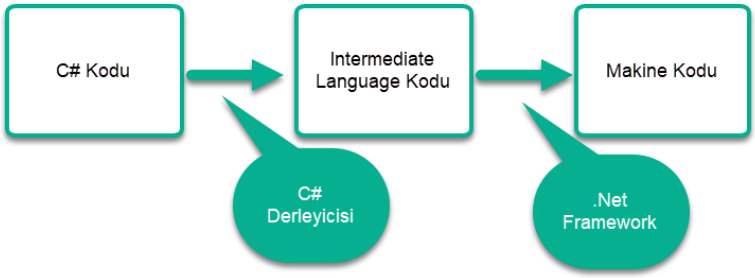
2.3. C Sharp (C#) Programlama Dili

C# Microsoft tarafından geliştirilmiş olan bir programlama dilidir. C++ ve Java dillerine benzer yönleri fazladır, fakat C# dilinin bu benzerliği yanında farklı yönleri çoktur. Örneğin C#, C++'dan farklı olarak tamamı ile nesne yönelimli programlama yaklaşımına sahiptir. Java'dan farklı olarak ise C#'ta gösterici (pointer) kullanılabilir. Böylelikle eski yazılım bileşenleriyle uyumlu bir şekilde çalışılabilir.

C#' Programlama dili ile şunları yapabilirsiniz:

- Konsol uygulamasını oluşturma
- Windows sistemlerinde çalışan uygulama geliştirme
- Web ortamında çalışan ASP.NET uygulaması geliştirme
- Web servisleri yazma
- DLL yazma

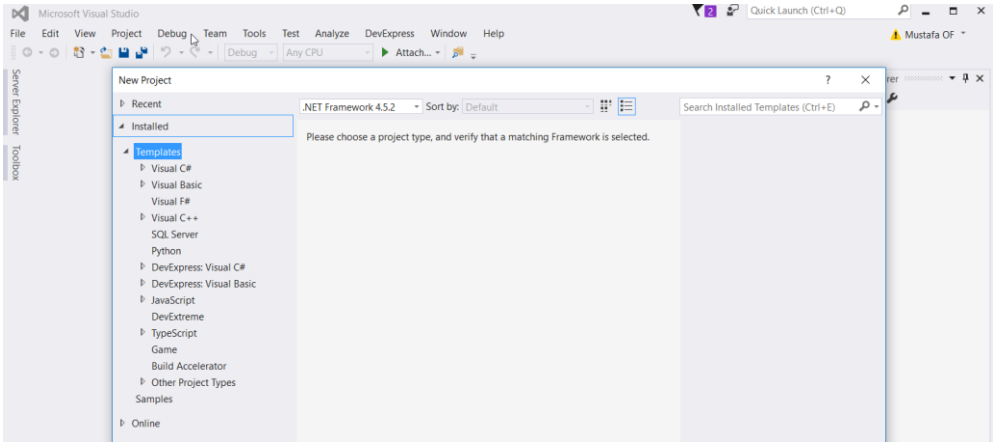
C# kodları, C++ veya Visual Basic'ten farklı olarak hedef olarak makine koduna derlenmez. Önce IL (Intermediate Language) dediğimiz bir ara koda derlenir. Bu derlenen ilk kodun dosyasına Assembly denir ve uzantısı exe'dir. Bu dosya çalıştırılmak istendiğinde ise .Net Framework harekete geçer ve IL kodu makine koduna dönüştürür, böylelikle artık kodu bilgisayar anlayabilir. Sistemde .Net Framework çatısının kurulu olması gerekir, çünkü .Net Framework IL kodu bilgisayarın anlayabileceği koda çevirir. .Net Framework, oluşturduğu makine kodlarını geçici bir süreliğine belleğe koyar, eğer aynı kodlar tekrar çalıştırılmak istenirse tekrar IL koddan makine koduna dönüşüm yapmak yerine bu belleğe kaydettiği makine kodlarını kullanır. Bu sebeple program ilk başlangıçta yavaş çalışabilir fakat daha sonraki çalışmalarda epey hızlanacaktır. (Algan, 2007)



Şekil 8: C# kodunun makine koduna dönüştürülmesi

3. PROGRAM GELİŞTİRMEYE NEREDEN BAŞLANMALI

Analitik düşünme yeteneği olan herkes bir programcı adayıdır. İşe öncelikle programlama dili seçimi ile başlanmalıdır. Yüksek seviyeli dillerden VB.NET veya C#.NET biri seçilerek işe başlanabilir. Öncelikle iyi bir Programlama dili IDE (Integrated Development Environment) ortamı yani geliştirme ortamı edinerek başlanabilir. Visual Studio bu anlamda iyi bir seçim olacaktır. Ücretsiz sürümü olan Visual Studio Community, internetten rahatlıkla indirilebilir. Bu ortam sayesinde hem masaüstü, web ve bazı ilavelerle mobil uygulama geliştirilebilir.



Şekil 9: Visual Studio Community yeni proje geliştirme ekranı

3.1. Program Yazarken Nelere Dikkat Edilmeli

Bir programlama dilini kullanarak uygulama geliştirirken aşağıdaki kurallara dikkat edilmesinde büyük yarar vardır. (OF, 2006)

- IDE (Inegrated Development Environment) adı verilen uygulama geliştirme ortamları kullanılmalı. Birçok özelliği öğrenilmeli. Örneğin Visual Studio, çok güçlü bir uygulama geliştirme ortamıdır.
- Değişken, metot vb. yapıların isimlendirmelerinde genel kurallara uyulmalı. İngiliz alfabesinin dışında bir karakter kullanılmamalı, noktalama işaretleri kullanılmamalı, boşluk karakteri kullanılmamalı. Sayı ile başlamamalı. Çok uzun ve çok kısa olmamalı. Niçin kullanıldığını belirten bir isim olmalı. Örnek: birimfiyati, hizsabiti
- Kodların başlangıç ve bitiş blokları, birbiri ile uyumlu olmalı. Dikey olarak aynı hizada olmalarına özen gösterilmeli. Açıklama satırları ile başlangıç ve bitiş blokları birbirleri ile bağlanmalı.

  Örnek C# :

```
ab = 5;
while(ab<10)
        {
                ab++;
                Console.WriteLine("Sayaç :" + ab + "\n");
        }//while bitişi
```

- Yazılan birçok kodun başlangıcı ve sonuna yorum yani derlemeye tabi olmayan açıklama satırları konulmalı. Bu açıklamalar daha sonra kodlar değişirken çok işe yarayacaktır.
  Örnek C# : tutar = adet * birimfiyat; //Tutar, ürün adeti ile birim fiyatının çarpımına eşittir.
- Dikey olarak bakıldığında içe doğru ve dışa doğru girintiler kullanılmalı. Bu sayede bir kod bloğunun nerede başlayıp nerede bittiğini görmüş oluruz.
  Örnek C# :

```
for(int i=0; i<5; i<5)
        {
                Console.WriteLine(i);
                Console.WriteLine("\n");
        }
```

- Değişken tipleri seçiminde uygun aralıklara uyulmalı. Örneğin müşterinin yaş bilgisini tutmak için bir değişken tipi seçerken bir insan yaşının alabileceği bir sayısal aralıkta değişken tipi seçilmeli.
  Örnek C# :
  int musteriyasi=45;//Burada int tipi -2147483648 – 2147483647 aralığında bir sayı alabilir. Yaş için çok büyük. Bunun yerine
  sbyte musteriyasi = 45; //sbyte tipi -128 ile 127 arasında bir değer alabilir.
- Büyük ölçekli projeler geliştirildiğinde ve bir kod bloğunun birden fazla yerde kullanılması gerektiğinde mutlaka NYP (Nesne Yönelimli Programlama) teknikleri kullanılmalı. Bu sayede kod satırları daha da azalacak ve bakım işlemleri çok daha kolaylaşacaktır.
  Örnek C# :

```
public class Selam{
        public void SelamVer(string kime)
        {
                Console.WriteLine("Merhaba" + kime);
        }
}
```

  Class ve metodun kullanımı

```
Selam selam1=new Selam();
Selam1.SelamVer("Mustafa");//Konsol ekranına "Merhaba Mustafa" yazacaktır.
Selam1.SelamVer("Ahmet Eren");//Konsol ekranına "Merhaba Ahmet Eren" yazacaktır.
```

- Hata yakalama deyimleri kullanılarak çalışma zamanı hataları (Run Time Errors) kontrol altına alınmalı. Örneğin C# programlama dilinde try-catch blokları kullanılarak hata kontrol altına alınabilir.
  C# Kodu

```
try     {
                //Hata oluşturabilecek kod veya kodlar
        }
catch   {
                //Hata oluştuğunda çalıştırılacak kodlar
        }
```

- Uygulamanın çalışabildiği donanım sayısı arttı. Şimdilerde İnternet ortamında ve Mobil ortamda çalışmasını istediğimiz birçok yazılım bulunmakta. Bu yüzden uygulamaların taşınabilir olma durumuna göre yazılım geliştirme yapılmalıdır.

4. SONUÇLAR

Program geliştirmek sanıldığı kadar zor bir olay değildir. Analiz yeteneği olan ve bilgisayar dünyasına yabancı olmayan herkes bir uygulama geliştirebilir. Bir şeyi geliştirmenin vermiş olduğu haz duygusunu yaşayabilir. Yüksek seviyeli programlama dilleri ile işe başlama çok daha mantıklı olacaktır. İyi bir geliştirme ortamını (IDE) kullanarak bir uygulama (Application) ortaya çıkarmak çok basittir.

Günümüz dünyasında programcı ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Programcılık, gelir getirisi yüksek olan bir meslek haline gelmiştir. Bu makalede programcılığa nasıl ve nereden başlanacağını ve hangi noktalara dikkat edilmesi gerektiği anlatılmıştır.

KAYNAKÇA

C# Note For Professionals, http://www.goalkicker.com, Stack Overflow Documentation, 2019

Programlama Dilleri Ve Özellikleri, http://www.robotiksistem.com/programlama_dilleri_ozellikleri.html, Erişim Tarihi 08.12.2017

Assembly Programa Dili Ve Diğerleri, http://www.csharpnedir.com/articles/read/?id=436, Erişim Tarihi 08.12.2019

Programlama Temelleri, http://etralibela-61.blogspot.com/2013/09/programlama-temelleri.html#.WZ6MaSlLdPY, Erişim Tarihi 04.12.2019

Visual Basic Programlama Dili, https://docs.microsoft.com/tr-tr/dotnet/visual-basic/programming-guide/language-features/, Erişim Tarihi 09.12.2019

Visual Studio, https://www.visualstudio.com/tr/, Erişim Tarihi 09.12.2019

C Sharp Programlama Dili/C Sharp hakkında temel bilgiler, https://tr.wikibooks.org/wiki/C_Sharp_Programlama_Dili/C_Sharp_hakk%C4%B1nda_temel_bilgiler,Erişim Tarihi 08.12.2019

OF M., Programlama Dilleri Ders Notları, Kocaeli Meslek Yüksekokulu, 2006

İKİ ALANLI TERMİK GÜÇ SİSTEMİ YÜK FREKANS KONTROLÜNDE PID DENETLEYİCİNİN SİMBİYOTİK ORGANİZMALAR ARAMA ALGORİTMASI İLE TASARIMI

Prof. Dr. Nihat ÖZTÜRK
Gazi Üniversitesi/Teknoloji Fakültesi/Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
ozturk@gazi.edu.tr

Doç. Dr. Emre ÇELİK
Düzce Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi/Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
emrecelik@duzce.edu.tr

Zümre Yenen
Düzce Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi/Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
zumreyenen@gmail.com

Özet
Bu makalede iki alanlı termik bir güç sisteminin oransal-integral-türev (PID) denetleyici ile yük frekans kontrolü sağlanmıştır. PID denetleyici parametrelerinin en uygun değerlerinin belirlenmesi için simbiyotik organizmalar arama algoritmasından (SOAA) faydalanılmıştır. SOAA tabanlı PID denetleyici kullanılarak frekans ve birimler arasındaki bağlantı hattından akan güçteki salınımlar azaltılmaya çalışılmıştır. Güç sistemi modeli Matlab/Simulink ortamında hazırlanmış, algoritma Matlab/M-file ortamında kodlanmıştır. Optimizasyon sürecinde ITAE kriteri amaç fonksiyonu olarak kullanılmıştır. Önerilen yaklaşımın performansını test etmek için elde edilen sonuçlar literatürdeki Bakteriyel Besin Arama Optimizasyonu (BBAOA), Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO), Genetik Algoritma (GA) ve hibrit BBAOA ve PSO (hBBAOA-PSO) tabanlı PI denetleyici sonuçları ile aynı koşullarda karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalı benzetim sonuçlarından önerilen SOAA ile ayarlanan PID denetleyicinin sistemin dinamik cevabını önemli derecede iyileştirdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İki alanlı termik güç sistemi, yük frekans kontrolü, PID denetleyici, simbiyotik organizmalar arama algoritması

DESIGN OF PID CONTROLLER IN LOAD FREQUECY CONTROL OF TWO-AREA THERMAL POWER SYSTEM USING SYMBIOTIC ORGANISMS SEARCH ALGORITHM

Abstract
In this paper, load-frequency control of a two-area thermal power system is realized by a proportional-integral-derivative (PID) controller. To determine the optimal values of PID controller parameters, symbiotic organisms search (SOS) algorithm has been benefitted. By using the SOS based PID controller, it is tried to minimize the oscillations in area frequency and tie-line power between two areas. The studied power system model is established in Matlab/Simulink and the algorithm is coded in Matlab/M-file environment. ITAE criterion is used as the objective function during the course of optimization. To test the performance of advocated approach, results obtained are compared to the reported bacteria foraging optimization algorithm (BFOA), particle swarm optimization (PSO), genetic algorithm (GA), hybrid BFOA and PSO (hBFOA-PSO) tuned PI controller results under identical conditions. It is found from the comparative simulation results that the proposed PID controller tuned by SOS algorithm improves the system dynamic response significantly.

Key Words: Two-area thermal power system, load frequency control, PID controller, symbiotic organisms search algorithm

1. GİRİŞ

Bir bölgenin veya bir ülkenin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak üzere o yerin bütün elektrik santralleri, trafo merkezleri ve aboneleri arasında kurulmuş olan sisteme enterkonnekte sistem denir.Enterkonnekte güç sistemin kontrol edilmesinin amacı, güç sistemini optimum çalışma durumunda tutmaktır.Bütün enerji üretim merkezleri sisteme ve birbirine senkronize bir şekilde bağlıdır. Bundan dolayı her bir sistem aynı frekansa sahiptir.Güç sistemlerinde, güç kalitesini belirleyen en önemli iki parametre frekans ve gerilimdir. Güç sistemlerinin kararlı bir şekilde çalışabilmesi için uluslararası sınırla içinde (UCTE için 49,2-50,8 Hz) daha önceden belirlenmiş sabit frekans değerinde (Türkiye için 50 Hz) ve üretilen ile tüketilen güç dengesinin sağlanmış olması gerekmektedir [1].Bir güç sisteminin kararlı çalışabilmesi için frekans sabit kalmalıdır.Güç sisteminin sabit frekansta çalışabilmesi ise güç dengesiyle mümkün olur.Frekansı etkileyen en önemli parametre ise aktif güçtür.Üretilen güç ile tüketilen güç arasında üretilen enerji fazla ise frekans artacak, tüketilen enerji fazla ise frekans değeri azalacaktır [2].

İki veya daha fazla enterkonnekte güç sistemlerinde sistem frekansında meydana gelen değişimlerin kontrol edilmesi ve bağlantı hatlarındaki yüklenmelerin çizgilendirilmiş değerler içinde kalacak şekilde generatörlerin aktif güç çıkışlarının ayarlanması yük frekans kontrolü (YFK) veya otomatik üretim kontrolü (OÜK) olarak adlandırılır [3]. YFK'nin amacı bu değişkenlerin negatif etkilerini ortadan kaldırmaktır.YFK iki tane de göreve sahiptir. Birinci görevi frekansı belirli bir nominal değere ayarlamak ve generatörlerin aktif gücünü değiştirerek istenen değerlerde, kontrol alanları arasında güç alışverişini sağlamaktır.İkinci görevi ise çalışma maliyetlerini minimum yapmak için üretimdeki gerekli değişimi birimler arasında paylaştırmaktır [4].YFK ile sistemin gerilim ve frekansı ayarlanmış olur.Böylelikle sistemin güç kalitesi artmış olur.Güç sistemlerinde YFK için yaygın kontrolör olarak PID denetleyiciler kullanılır. En uygun PID parametrelerinin belirlenmesi için birçok çalışma vardır. Her geçen gün optimizasyon yöntemleri geliştirilmektedir. Örneğin makalede kullandığımız optimizasyonlar şu şekildedir; 1975'te GA, biyolojik süreci modelleyerek fonksiyonu optimize eden evrimalgoritmaları modeller, 1995'te sunulan PSO algoritması, kuşların sürü davranışını modeller [5], 2002'de BBAOA, bir bakterinin en düşük enerji ile besin arama işlemini modeller [6], 2013'te hBBAOA-PSO algoritması, hibrit olarak bir bakterinin en düşük enerji ile besin arama ve kuşların sürü davranışını modeller, 2014'te ise SOAA, yaşamlarını sürdürmek ve çoğalmak için ekosistemdeki organizmalar tarafından benimsenen simbiyotik etkileşim stratejilerini taklit etmesini modeller.

Bu çalışmada iki alanlı termal bir güç sisteminde frekansı kontrol eden PID denetleyicparametrelerinin (K_p,K_I ve K_d) en uygun değerlerinin belirlenmesi için etkin ve yeni bir optimizasyon yöntemi olan SOAA algoritması önerilmiştir. SOAA ile elde edilen PID denetleyici kazançları SOAA, GA, PSO, BBAOA, hBBAOA-PSO ile belirlenmiş ve performansları karşılaştırılmıştır. SOAA ile elde edilen sistem cevaplarına bakıldığında diğer optimizasyon tekniklerine göre daha iyi sonuçlar alındığı görülmüştür.

2.GÜÇ SİSTEM MODELİ

İki veya daha fazla kontrol bölgesine sahip güç sistemlerinde, YFK generatör ünitelerinden istenile aktif güç çıkışlarının sağlanması yolu ile frekans kontrolüne yardımcı olduğu gibi, bölgeler arasındaki güç alışverişinin arzu edilen değerler arasında tutulmasını sağlar[7]. YFK'de sürekli değişen sistem yüküne üretilen gücün adepte edilmesi gerekir. Bu adapte işlemine de hız regülasyonu adı verilir. Enterkonnekte güç sistemlerinde YFK, birincil (primer) frekans kontrolü (BFK), ikincil (sekonder) frekans kontrolü (İFK) ve üçüncül (tersiyer) frekans kontrolü (ÜFK) olmak üzere üçe ayrılır. BFK, elektrik enerjisinin eşit olmaması durumunda, yani güç dengesinin bozulması sırasında frekanstaki değişme ve sapmaları kabul edilebilir belli sınırlar içinde tutmasıyla frekansın kararlılığı sağlanır. İFK, BFK'da kontrol altına alınan sorunları, yani kalıcı durum hatasının optimum seviyeye getirildiği kontrol işlemidir. Genel olarak BFK probleme acil ve geçici bir müdahele iken, İFK tam anlamıyla bir müdehaledir denebilir. ÜFK ise başka frekans bozulması durumunda yeterli İFK rezervine sahip olabilmek için generatörlerin güçlerini arttırıp/azaltarak veya kontrollü yük atarak yapılan kontrol aşamasıdır. Şekil 1'de iki alanlı termik bir güç sisteminin blok diyagram modeli gösterilmektedir. Blok diyagramdaki kullanılan sembol ve kısaltmalar Tablo 1'de verilmiştir.Alan kontrol hatası (AKH), frekans ve bağlantı hattının güç değişimi ile belirlenmiş bir kontrol işaretidir. Birinci alan ve

ikinci alan için AKH (1) ve (2) no'lu denklemlerle,B*1* ve B*2* bölgelerin frekans yönelim faktörü ise ve (3) ve (4) no'lu denklemlerle ifade edilirler. Birimi p.u.MW/Hz'dir.

$$AKH1 = \Delta Ptie + B1.\Delta f \quad (1)$$
$$AKH2 = \Delta Ptie + B2.\Delta f \quad (2)$$
$$B_1 = \frac{1}{R_1} + D_1 \quad (3)$$
$$B_2 = \frac{1}{R_2} + D_2 \quad (4)$$

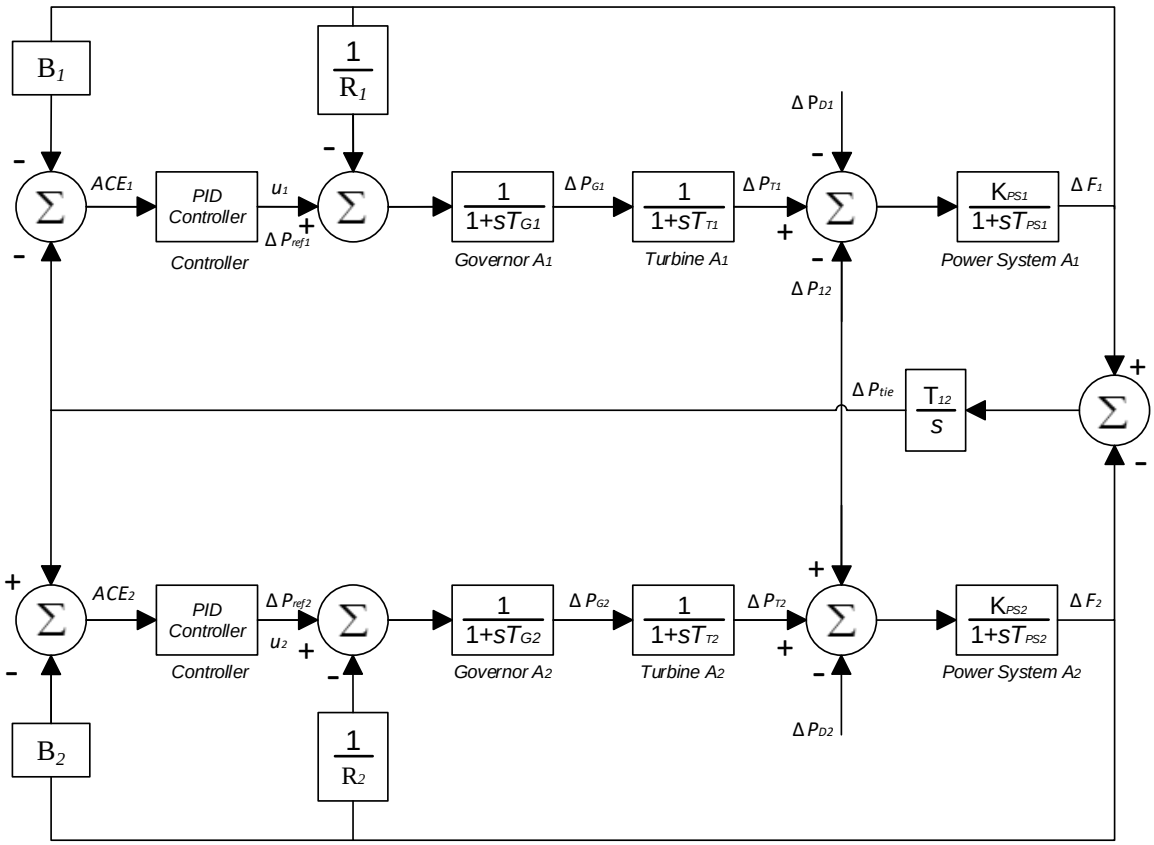
Tablo 1: Kullanılan Sembol ve Kısaltmalar

R: Hız regülasyonu(Hz/MW)
ΔP_L: Yük artışı(MW)
D: Yük Sönüm Sabiti(MW/Hz)
T_T: Buhar türbini için türbin zaman sabiti(sn)
T_g: Buhar türbini için hız regülatörü zaman sabiti(sn)
T_{12}: Hattın senkronize edici momentkatsayısı
Δf_i: i. Bölgedeki frekans değişimi(Hz)
K_{pi}: i.bölgedeki generatörün transferfonksiyonukazancı (Hz/MW)
Tpi :i.bölgedeki generatörün zaman sabiti (sn)
ACE:Alan Kontrol Hatası
K_I:İntegral sabiti
K_P:Oransal sabit
K_D:Türev sabiti
B_1 *ve* B_2: 1. ve 2.bölgenin frekans yönelim faktörü
$U_i(t)$: Kontrolvektörü
$K_{p,i}$: i.bölge için oransalkazanç
$K_{i,i}$: i.bölge için integralkazancı
ΔP_{TIEi}:i.bölgeiçinbağlantıhattıyükakışdeğişimi(MW)

Kullanılan Parametreler: P_R=2000 MW, P_L=1000 MW, f= 60 Hz, B_1=B_2= 0.425 pu.MW/Hz, R_1=R_2=2.4 Hz/pu., T_{G1}= T_{G2}= 0.03 s, T_{T1}=T_{T2}= 0.3 s, K_{PS1}=K_{PS2}= 120 Hz/pu.MW, T_{PS1}= T_{PS2}= 20 s; T_{12}= 0.545 pu.

Sistemdeki ΔP_L'lik bir güç değişimi sonucunda frekans sapması denklemi ve güç değişim denklemi (5) ve (6) no'lu denklemlerle ifade edilirler. Şekil 2'deki sistem modelindeki her bir bloğun transfer fonksiyonu aşağıdaki gibidir. Regülatör=Governor ve Türbin=Turbine transfer fonksiyonu (7) ve (8) no'lu denklemlerde, bağlantı hattı ve güç sistemi transfer fonksiyonu (9) ve (10) no'lu denklemlerde verilmiştir:

$$\Delta f = \frac{-\Delta P_{L1}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+D_1+D_2} \quad (5)$$
$$\Delta Ptie = \frac{-\Delta P_{L1}(\frac{1}{R_2}+D_1)}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+D_1+D_2} \quad (6)$$
$$Gg_1(s) = Gg_2(s) = \frac{1}{1+sT_G} \quad (7)$$
$$GT_1(s) = GT_2(s) = \frac{1}{1+sT_T} \quad (8)$$
$$GT_I(s) = \frac{T_{12}}{s} \quad (9)$$
$$Gps_1(s) = Gps_2(s) = \frac{K_g}{1+sT_G} \quad (10)$$



Şekil 1.İki Alanlı Termik Güç Sistemi

3. PID KONTROLÖR

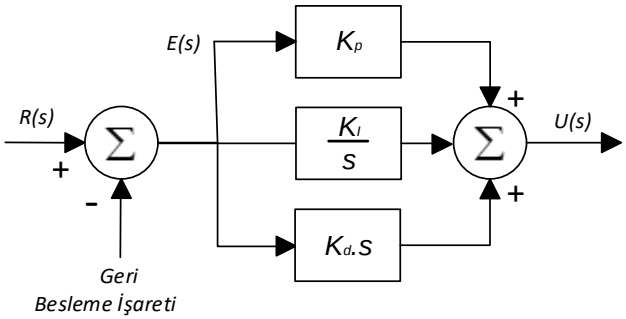
YFK sisteminin iyi bir şekilde tasarlanması, AKH yaklaşımlarının sıfıra inmesini gerektirir. Bunun içinde bir denetleyiciye ihtiyaç vardır. Kontrolörün ve sistemin genel yapısı Şekil 2'de gösterilmektedir. PID kontrolör ilgili güç sisteminin dinamik davranışını incelemek için kullanılır. PID denetleyicinin oransal, integral ve türev kazancı olmak üzere sistem üzerinde üç tane etkisi vardır. Oransal kazanaç, kontrolcü çıkışına hatanın belirli bir 'kazanç' değeri ile çarpımı kadar etki gösterir. Integral kazanç, kontrolcü çıktısında kontrol işlemi başladığı andan etkinin hesaplandığı ana kadar geçen tüm anlardaki hatanın toplamına orantılı olarak etkisini gösterir. Kontrol edilecek sistemin çıkışı ile PID kontrolörün girişi olan referans değerin farkı hata (e) olarak hesaplanır. Kontrolörlere hata girişleri, (11) ve (12) no'lu denklemlerde verilen ilgili alan kontrol hatalarıdır (AKH).PID denetleyicinin etkin çalışması için, farklı alanların AKH'ları bir giriş olarak kabul edilir ve kontrol edilen çıktı iki alan içinde (13) ve (14) no'lu denklemlerde tanımlanır. Bu makalede, her iki alandaki kontrolörlerinde aynı olduğu kabul edilmiştir ve dolayısıyla parametrelerde birbirine eşit olur. (K_P=K_{P1} =K_{P2} , K_i=K_{i1} =K_{i2} , K_d= K_{d1} =K_{d2})

$$e_1(t) = AKH_1 = B_1.\Delta f_1 + \Delta P_{tie} \quad (11)$$

$$e_2(t) = AKH_2 = B_2.\Delta f_2 + \Delta P_{tie} \quad (12)$$

$$u_1 = K_{P1}.AKH_1 + K_{I1}\int AKH_1 + Kd\frac{dAKH1}{dt} \quad (13)$$

$$u_2 = K_{P2}.AKH_2 + K_{I2}\int AKH_2 + Kd\frac{dAKH2}{dt} \quad (14)$$



Şekil 2. PID Kontrolörün genel yapısı

4. AMAÇ FONKSİYONU

BBAOA, PSO, GA ve hBBAOA-PSO, SOAA gibi optimizasyon teknikleri belirlenen optimizasyon problemini minimize etmek için gereken parametreleri bulurlar. Bu yüzden PID kontrolör parametrelerinin optimizasyonu için bir fonksiyon tanımlamak gerekir. Tanımlanan bu fonksiyona "amaç fonksiyonu" denir.Genel olarak literatürde kontrol tasarımında göz önünde bulundurulan dört tür amaç fonksiyonu vardır. Bu çalışmada (15) no'lu denklemde önerilmiş zaman ağırlıklı mutlak hatanın integrali (Integral Time-weighted Absolute Error (ITAE)) amaç fonksiyonu kullanışmıştır..

$$f\ (\text{ITAE}) = J1 = \int_0^{t_{sim}} (\mid \Delta f_1 \mid + \mid \Delta f_2 \mid + \mid \Delta \text{P}_{\text{tie}} \mid).t.dt \tag{15}$$

5. SİMBİYOTİK ORGANİZMALAR ARAMA ALGORİTMASI (SOAA)

SOAA, 2014 yılında Cheng ve Prayoga tarafından geliştirilen bir tekniğidir. Popülasyon tabanlı, doğadan ilham alan, arama işlemini ekosistem adı verilen rasgele oluşturulan başlangıç popülasyonu ile başlayan, stokastik bir optimizasyon tekniğidir. Ekosistemdeki her bir çözüme organizma denir. Farklı türler arasındaki bu güven ilişkisine 'simbiyoz' denir. SOAA bir organizmanın ekosistemde hayatta kalmak için benimsediği simbiyotik ilişkiden esinlenerek geliştirilmiştir. Bu ilişkiler sırayla mutualizm, kommensalizm, ve parazitizmdir [8]. Her bir faz organizmanın hareketine ve başka bir organizmanın yerine geçip geçmeyeceğine karar verir [9]. Mutualizm fazı; iki farklı türün karşılıklı yarar sağladıkları , kommensalizm fazı; iki organizmadan birinin yarar gördüğü diğerinin ise olumlu olumsuz etkilenmediği, parazitizm fazı ise; iki organizmadan birinin zarar diğerinin yarar gördüğü simbiyotik ilişkiyi gösterir. Tüm fazların tamamlanmasıyla ilk iterasyon tamamlanmış olur ve belirtilen sonlandırma değerine ulaşıncaya kadar sıradaki iterasyonu almaya devam eder. [10]'de SOAA'ya ait genel blok diyagramı gösterilmiştir.

6. BENZETİM SONUÇLARI

Önerilen SOAA ve benzer güç sistemi modeli için PSO, GA, BBAOA, hBBAOA-PSO-ITAE ve hBBAOA-PSO-J yöntemlerinin optimize edilmiş PID kontrolör parametreleri Tablo 2'de verilmiştir. Bu değerleri kullanarak Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6 optimizasyon sonuçları elde edilmiştir.

Tablo 2. Kontrolör Parametreleri

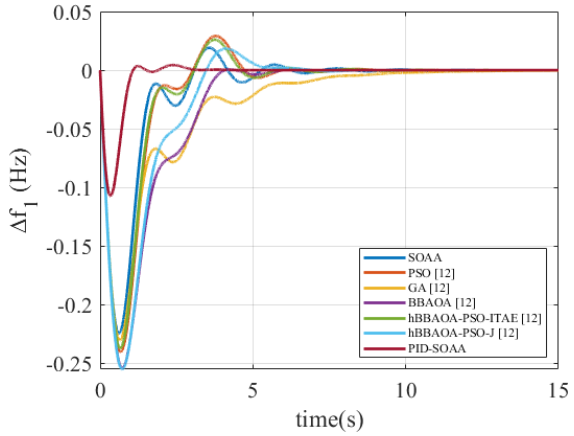
	SOAA	**PSO [12]**	**GA [12]**	**BBAOA[12]**	**hBBAOA-PSO-ITAE[12]**	**hBBAOA-PSO-J [12]**	**PID-SOAA**
K_p	-0.2328	-0.3597	-0.2346	-0.4207	-0.3317	-0.4383	1.2456
K_i	K_i=0.5	0.4756	0.2662	0.2795	0.4741	0.3349	2.0000
K_d	---	---	---	---	---	---	0.3454
ITAE	0.9427	1.2142	2.7475	1.8379	1.1865	1.4933	0.128049

1. **Durum;** 1. alanda kademeli yük ve frekans değişimi:

Sistemde t=0 s'de 1. alan %10 yükte, 2. alan yüksüzken 1. alandaki frekans değişiminin (Δf_1) dinamik cevapları Şekil 3'te verilmiştir. Tablo 2'de karşılaştırma yaptığımız optimizasyon sonuçları, Tablo 3'te ise durumlardaki optimizasyonların yerleşme zamanları yer almaktadır.

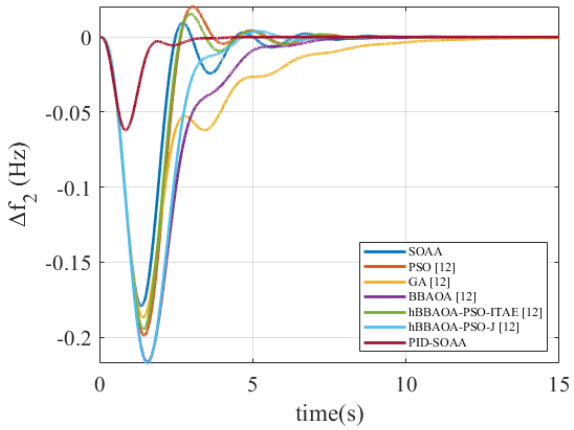
Tablo 3. Optimizasyonların Yerleşme Zamanları

	SOAA	**PSO [12]**	**GA [12]**	**BBAOA[12]**	**hBBAOA-PSO-ITAE [12]**	**hBBAOA-PSO-J[12]**	**PID-SOAA**
$\Delta f_1(s)$	6.951	5.719	10.18	5.582	6.186	5.493	2.792
$\Delta f_2(s)$	6.891	6.603	11.18	7.168	6.473	5.619	2.953
$\Delta P_{tie}(s)$	5.581	4.834	9.459	6.56	4.076	4.723	2.57



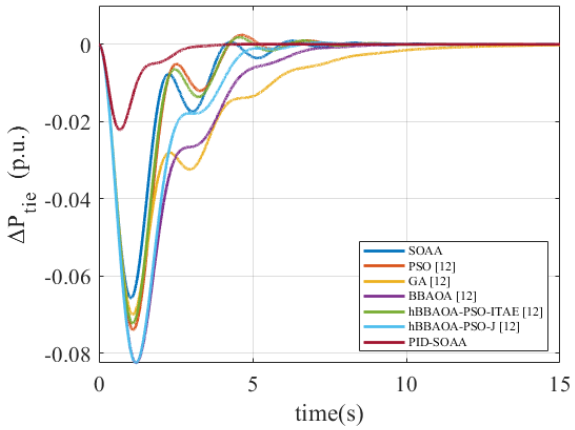
Şekil 3.%10 yükteki 1. Alan ile 1. Alanın Frekans Değişimi

Tablo 2'den yararlanarak sistemin 2. alandaki frekans değişiminin (Δf_2) dinamik cevapları Şekil 4'te verilmiştir.



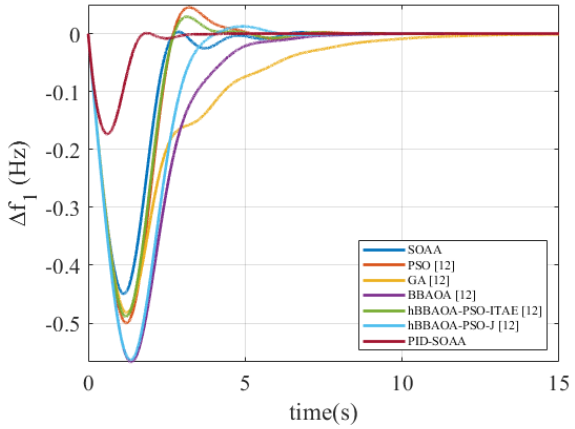
Şekil 4.%10 yükteki 1. Alan ile 2. Alanın Frekans Değişimi

Tablo 2'den yararlanarak sistemin yük akış değişiminin (ΔP_{tie}) dinamik cevapları Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5.%10 yükteki 1. Alan ile Yük Akış Değişimi

2.Durum; Her iki alanda da kademeli frekans değişimi;
Sistemde t=0 s'de 1. alan %10 yükte , 2. alan da %20 yükteyken 1. alandaki frekans değişiminin (Δf_1) dinamik cevapları Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6.%10 yükteki 2. Alan ile Frekans Değişimi

7. SONUÇ

Bu çalışmada iki alanlı termik enterkonnekte bir güç sisteminin güç sistemindeki yük frekans kontrolü (YFK) PID kontrolör kullanılarak incelenmiştir. İncelenen bu system SOAA optimizasyon yöntemi kullanılarak Matlab/M-file ortamında kodlanmış ve Matlab/Simulink ortamında da güç sistem modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan güç sistemine SOAA tabanlı PI, PSO, GA, BBAOA, hBBAOA-PSO-ITAE ve hBBAOA-PSO-J optimizasyon yöntemlerindeki elde edilen parametreler uygulanarak SOAA tabanlı PID'den elde edilen parametreler ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda SOAA tabanlı PID'de elde edilen parametreler sistem frekansındaki salınım ve bozulmaları daha aza düşürmüştür. SOAA tabanlı PID kontrolör kullanılan sistemin dinamik cevabının yerleşme zamanı, aşım miktarı gibi performans kriterleri bakımından diğer optimizasyon yöntemlerine kıyasla daha iyi olduğu görülmüştür.

KAYNAKÇA

[1] Yalçın E., ÇAM E. , VARDAR T., LÜY M., 2013, PID Kontrolör ile İki Bölgeli Güç Sistemlerinde Yük Frekans Kontrolünün İncelenmesi,International Journal of Engineering Research and Development, Vol.5, No.2, June 2013

[2]Özdemir M.T., Yıldız S., 2016, Yüksek Gerilimli Doğru Akım Bağlantı Hattının Çok Bölgeli Güç Sisteminde Yük Frekans Kontrolüne Etkileri, Konferans bildirisi, Güç Sistemleri Konferansı-Cıgre Türkiye, Kocaeli.

[3] Ramakrishna, K.S.S., Bhatti, T.S., 2007. Sampled-data Automatic Load Frequency Control of a Single Area Power System with Multi-source Power Generation, Electric Power Components and Systems, Vol. 35, No. 8, s 955- 980

[4] KARYEYEN A., 2009, Çok Bölgeli Elektrik Güç Sistemlerinde Optimum Yük Frekans Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

[5] Kennedy, J,, Eberhard, R.C. (1995). Particle swarm optimization. In: Proceedings of IEEE international conference on neural networks, Piscataway, NJ, USA, 1942–1948.

[6] Passino, K.M. (2002). Biomimicry of bacterial foraging for distributed optimization and control. IEEE Control Syst Mag ; 22:52–67.

[7]AKALIN KURT G., 2000, Güç Sistemlerinde YükFrekans Kontrolü, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

[8] S. Banerjee, S. Chattopadhyay, "Power optimization of three dimensional turbo code using a novel modified symbiotic organism search (MSOS) algorithm", Wireless Pers Commun, 92(3), 941 – 968, 2017

[9]Çelik E., Öztürk N., 2017, Doğru Akım Motor Sürücüleri için PI Parametrelerinin Simbiyotik Organizmalar Arama Algoritması ile Optimal Ayarı, Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt: 10, Sayı: 3, Temmuz 2017

[10] ChengM.-Y., Prayogo D.,2014,Symbiotic Organisms Search: A new metaheuristic optimization Algorithm, Computers and Structures 139 (2014) 98–112

[11] Naidu, K., Mokhlis, H., & Bakar, A. H. A. (2014). Multiobjective optimization using weighted sum artificial bee colony algorithm for load frequency control. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 55, 657-667.

[12] Panda S.,B. Mohanty, P.K. Hota,2013,Hybrid BFOA–PSO algorithm for automatic generation control of linear and nonlinear interconnected power systems, Applied Soft Computing 13 (2013) 4718–4730

[13] E.S. Ali, S.M. Abd-Elazim, Bacteria foraging optimization algorithm based load frequency controller for interconnected power system, Electr. Power Energy Syst. 33 (2011) 633–638.

EISENIA FETIDA TÜRÜ TOPRAK SOLUCANLARININ KİMYASAL GÜBRE KULLANILMIŞ TOPRAKLAR ÜZERİNE ETKİSİ

Cengiz Erdoğan
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Çevre Mühendisliği Bölümü
cengizzerdogan@gmail.com , 175101006@kocaeli.edu.tr

Doç. Dr.Ercan ARPAZ
Kocaeli Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Çevre Mühendisliği Bölümü
ercanarpaz@msn.com , earpaz@kocaeli.edu.tr

Özet
Tarımsal faaliyetler neticesinde toprağın yapısında azalan maddelerin dengelenmesi amacıyla belirli periyotlarda gübre takviyeleri yapılmaktadır. Bu gübreleme işlemi çiftçiler tarafından geçmişten gelen deneyimler ve alışkanlıklar göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Çiftçilerin tarımsal faaliyetlerini yürüteceği toprağın yapısı hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması yanlış uygulamalara yol açmaktadır. Toprağın analizi yapılmadan, geçmiş tecrübelere dayalı kimyasal gübreleme faaliyetleri toprağı iyileştirmekten ziyade kirletici etki yaratmaktadır. Yanlış uygulamalar sonucu toprakta biriken kimyasal gübreler toprak tuzluluğunun artmasına, Ağır Metal birikimine, yeraltı sularında Nitrat kirliliğine, Ötrofikasyona ve topraktaki canlı mikroorganizmaların zarar görmesine neden olmaktadır. Bu çalışmamızda, Eisenia Fetida türü toprak solucanlarının uzun yıllar kimyasal gübre kullanılmış topraklar üzerine etkisi araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal Gübre, Toprak Solucanları, Eisenia Fetida, Verimlilik, Toprak Analizi, Toprak kirliliği.

THE EFFECT OF EISEIA FETIDA TYPE SOIL WORMS ON CHEMICAL FERTILIZED SOIL

Abstract
Fertilizer supplements are made at regular intervals in order to compensate for the decreasing substances in the soil structure as a result of agricultural activities. This fertilization process is carried out by farmers considering the past experiences and habits. The fact that farmers do not have sufficient information about the structure of the land on which they will carry out their agricultural activities leads to wrong practices. Without the analysis of the soil, chemical fertilization activities based on past experience create a polluting effect rather than improving the soil. Chemical fertilizers accumulated in the soil as a result of misapplication cause soil salinity, Heavy Metal accumulation, Nitrate pollution in groundwater, Eutrophication and damage to living microorganisms in the soil. In this study, the effect of Eisenia Fetida type earthworms on chemical fertilizer used soil for long years was investigated.

Keywords: Chemical Fertilizer, Earthworms, Eisenia Fetida, Productivity, Soil Analysis, Soil Pollution.

1. GİRİŞ

Tarımsal topraklar, bitkilerin yetişme evresinde gereksinim duydukları tüm besin maddelerinin bitkiler tarafından bünyelerine alınması ve erozyon gibi doğal etkenlerden kaynaklanan sebeplerle zamana bağlı olarak azalmakta ve besin maddeleri yönünde fakirleşmektedir. Bu fakirleşme, bilinçli gübreleme, toprağın düzenli olarak işlenmesi ve sulanması gibi faaliyetler sonucunda iyileştirilebilir. Bu verimliliğin devam ettirilebilmesi için, zamanla eksilen besin maddelerinin tekrar toprağa kazandırılması, bir başka deyişle gübrelenmesi gerekmektedir (Kılıç ve Korkmaz, 2012). Gübreleme ile Toprağın verimliliği, bitkilerin gelişerek mahsul verebilmeleri açısından ihtiyaç duydukları makro (N, P, K, Ca, Mg, S) ve mikro (Fe, Zn, Mn, B, Cu, Mo, Cl) besin elementlerinin yeterli ve uygun oranlarda bünyesine alabilmesi sayesinde artış gösterebilmektedir. (Karaman, Brohi, Müftüoğlu,

Öztaş, ve Zengin, 2007) Bilinçsizce ve aşırı dozda nitrat azotu içeren kimyasal gübrelerin kullanılması sonucu bileşimindeki nitrat toprakta sulama ve yağmur suyu gibi etkenlerle yıkanıp derinliklere doğru hareket eder ve yeraltı sularına karışabilmektedir. Yapılan bazı çalışmalara gore kimyasal gübrelerin topraktaki etkileri kısa dönemde kendini etmemekle beraber uzun dönemde kirletici etki göstermektedir. Bunun nedeni olarak toprağın yapısı gereği güçlü bir tamponlama değerine sahip olması, dolayısıyla kirletici parametleri filter görevi görerek bünyesinde biriktirmesi olarak gösterebiliriz. Bu kirleticiler zamanla bitki besin maddelerinnin köklerinden başlayarak bünyelerinde birikmekte, toksik özellik göstermekte ve bu bitki besin maddeleri ile beslenen insane ve hayvanlarda olumsuz bir etki yaratmaktadır. Azot ve potasyum oranı yüksek olan kimyasal gübreler toprağın pH'sını arttırarak yetiştirilecek olan bitkilerin verimini etkilemektedir. (Savci, 2011)

2. KİMYASAL GÜBRELER VE ÜLKEMİZDE KULLANIMI

Kimyasal gübreler genelde üç çeşit gübre olarak sınıflandırılır: Azotlu Gübre, Fosforlu Gübre ve Potasyumlu Gübre. İçlerinde azotlu gübreler (N) hem uluslararası alanda hem de ülkemizde en çok kullanılan çeşittir. Günümüzde gelişen bilim ve teknoloji sayesinde gübre çeşitlerinde artış meydana gelmektedir. Bu sebeple bir sınıflama ihtiyacı doğmuştur. Günümüzde çoğunlukla bu gübreler Kimyasal gübre ve Organik Gübreler olarak belirtilmiştir (Şahin, 2016). Bu gübrelerin bilinçsizce kullanımı, toprak analizi yapılmadan veya aşırı dozda uygulanmaları toprağın yapısını bozmaktadır. (Kılıç ve Korkmaz, 2012)

Tablo 1. Ülkemizde son 10 yılda kullanılan kimyasal gübre miktarı (Erişim:29/10/2019)

Kimyasal gübre kullanımı (Ton/Yıl) 2009-2018	**Kullanılan gübre** - Fertilizer used	**Azotlu (%21 N)** - Nitrogen (21% N)	**Fosforlu (%17 P_2O_5)** - Phosphorous (17% P_2O_5)	**Potaslı (%50 K_2O)** - Potash (50% K_2O)
2009	10278731	6730852	3416978	130901
2010	9592752	6397089	3028666	166997
2011	9074308	5995500	2882296	196512
2012	10148982	6817217	3129299	202466
2013	11415756	7542247	3662099	211410
2014	10694543	7107106	3353104	234333
2015	10777779	7077214	3437368	263197
2016	13925448	9028793	4660032	236623
2017	13089074	8401087	4438096	249891
2018	10567457	7272531	3063902	231024

2. TOPRAK SOLUCANLARININ TOPRAK KİRLİLİĞE ETKİSİ

2.1. Toprak Kirliliği

Toprak kirliliğini kısaca yapısındaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerindeki deformasyonlar olarak tanımlayabiliriz. Toprağın tamponlama özelliği sayesinde filtre görevi görerek yapısındaki kirleticileri absorbe eder ve sonrasında oluşabilecek hava ve su ekosistemindeki kirliliği de önleyebilmektedir. Toprağın kirlenmesinde tarımsal faaliyetlerde kullanılan böcek öldürücü pestisitlerin, kimyasal gübrelerin, evsel ve endüstriyel nitelikli atıkların, arıtma çamurlarının topraklarla teması ve araçların emisyonlarının etkisi büyüktür. Bu kirleticilerin bir kısmı toprakta ayrışarak kaybolabilirken, bir kısmı ayrışamadığı için topraktan giderilemez ve kirletici etki yaratır. Bunlara örnek olarak yoğunluğu 5 gr/cm3 den büyük olan ağır metalleri söyleyebiliriz. Kirleticiler tarımsal faaliyetler sonucunda üretilen mahsullerde, bu mahsullerden veya tarım alanlarından beslenen hayvanların etinden sütünden insanlara ulaşarak sağlığına da etki etmektedir. Bu kimyasallar, topraktaki canlıları da olumsuz etkilemekte, toprak flora ve faunasını bozmaktadır. Toprak için önemli bir organizma grubunu oluşturan toprak solucanlarının da azalmasına sebebiyet vermektedir. (Taciroğlu, B., Kara E. Ve Sak, T. 2016)

2.2. Toprak Solucanları ve Önemi

Toprak solucanları toprağın içerisinde farklı katmanlarda yaşarlar. Bu katmanları üç gruba ayırırsak yüzeye yakın yaşayan türler Epijeik, yüzeyden 20-30 cm derinde yaşayan endojeik ve yaklaşık 100 cm ve daha derinlerde yaşayan türler olarak sınıflandırabiliriz. Bu türleri yüzeydeki ve toprağa işlenmiş organik maddelerle beslenirler. Epijeik türler genellikle dağlık bölgelerde yerdeki yaprakların oluşturduğu katmanlarda yaygın olarak görülür. Anesik ve Endojeik türler ise tarım alanlarında, çayır gibi otlak alanlarda yaygın bulunurlar. Avustralya'da yapılan çalışmalarda Nisan-Ekim arası nem oranı yüksek aylarda toprağın üst katmanı 0-10 cm'lik tabakada, Kasım-Mart arası daha az nem oranına sahip aylarda 20-30 cm'lik tabakada oldukları belirlenmiştir.

Toprak Solucanları karanlık ve yağmurlu havalarda, yağmur suyunun toprağın altındaki galerilerini suyla doldurması ve bu nedenle yeterli oksijen alamaması öngörüsüyle sudan yüzeye kaçma eğilimi gösterirler. Ancak çok zayıf ışıklar ve kırmızı ışık haricinde üzerlerine ışık gelmesi durumunda toprağa geri kaçarlar. Vücutlarındaki nemli yapıyı sağlayan solöm denilen bir sıvı salgılayarak vücutlarındaki kurumayı önlerler. Kış aylarında yada soğuk ortamlarda toprağın derinlerine ilerlerler ve birbirlerine sarılarak bir yumak oluştururlar ve bu sayede dış ortamın olumsuz koşullarına direnç gösterirler. Toprak solucanları, çürüyebilen organik maddeler ile beslenirler. Bunların dışında topraktaki Nematoda larvası ve Acarina, Collembola gibi mikroskobik canlılarla da beslenebilir. Solucanlar besinleri doğrudan ağızlarından alırlar ve toprağın organik olan humus kısmını tüketirler. Tükettikleri besinlerin sindirilebilir kısımlarını soğururlar, kalan kısımlarını ise dışkı olarak vücutlarından atarlar.

Solucanlar yıl içerisinde hemen hemen her dönemde ılık ve nemli hava koşullarında aktif şekilde ürerler. Çiftleşme işlemi iki solucanın baş-ayak pozisyonuna gelmesiyle karşılıklı spermlerin iletilmesiyle oluşur ve bu işlem genellikle gece olur. Yaklaşık 2-3 saat sürer. Çiftleşmeden birkaç gün sonra yumurta kapsülü dediğimiz kokon oluşur. Bu kokon embriyoların beslenebilmesi için gerekli proteinli sıvıyı barındırır. Kokon solucanın vücut hareketleri ile dışarı atılırken, serbest kalan kokonun uçları kapatılarak oval bir şekil alır. Zigotun gelişimi kokonun içerisinde gerçekleşir ve sonra yavrular yumurtadan çıkarlar. Eisenia Fetida türü toprak solucanlarında her bir solucan 3-5 gün aralıklarla 2-10 kokon oluşturur. Bu kokonlardan her bir tanesi yaklaşık olarak 1-8 arası yumurta içerir ve ortalama 2 tane yumurta gelişerek embriyo oluşturur. Kokonlar sonbahar gibi düşük sıcaklığa sahip havalarda toprağa bırakılırken, ilkbahar gibi havaların ısınmasıyla yumurtadan çıkarlar. Bu kuluçka süresi Eisenia Fetida türü toprak solucanlarında $25C^0$ de 51,5 günde meydana gelmektedir. **(**Mısırlıoğlu, 2011)

2.2. Toprak Solucanlarının Toprak Üzerindeki Etkisi

Toprak solucanları, toprağın içerisindeki organik, çürüyebilen, bitki artıklarını parçalayarak toprağa karışmasını sağlar. Parçaladıkları besinlerin toprağın yüzeyine taşınması sırasında açtıkları galeriler sayesinde toprağın içerisindeki mineralizasyonun karışmasını, aynı zamanda toprağın havalanması ve su tutma kapasitesinin artmasını sağlamaktadır. Yapılan birçok çalışmada topraktaki solucan varlığının artmasıyla kimyasal gübre kullanımının azaldığı ve bu duruma bağlı çevresel etkilerin azaldığı gözlemlenmiştir. (Taciroğlu ve Ark., 2016) Toprak solucanı bulunmayan topraklara solucan entegre edildiğinde, bitki çeşitliliğine artış sağlandığı, bitkilerin kök gelişiminin arttığı, kök hastalıklarında düşüş görüldüğü ve ürün rekoltesinde artış sağlandığı belirlenmiştir. Toprak solucanlarının tahıl gelişimini %39, tohum rekoltesini %35 ve tohumdaki azot içeriğini %12 oranında artırdığını göstermektedir. Yeni Zelanda ve Avustralya gibi ülkelerde bazı toprak solucanı türleri üzerine yapılan çalışmalar, kirecin toprağa karışmasını ve toprağın pH'sının artırılmasını sağladığı görülmüştür. Ayrıca solucanların eğimli arazilerde su tutma kapasitesini artırdığı ve toprak kaymasını önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. **(**Mısırlıoğlu, 2011)

Fındık zurufu artıma çamuru ile oluşturulan kompostun içerisine enjekte edilen toprak solucanlarının 90 günlük deney çalışması sonunda en az toksisiteyi Pb'de gösterdikleri, Zn'nun komposttan toprak solucanlarının dokularına geçerek artış gösterdiği bu sayede Zn'nun Eisenia Fetida türü toprak solucanları aracılığıyla ortamdan uzaklaştırılabileceği öngörülmüştür. (Hepşen Türkay, 2010) Kağıt endüstrisi arıtma çamurundan Eisenia Fetida türü toprak solucanları kullanılarak ağır metallerin giderimi çalışmasında 60 günlük deney sonuçlarına göre Cd (%32-37), Cr(47,3-80,9), Cu(%68,8-88,4)

ve Pb(%95,3-97,5) oranında azalma görülmüştür. Ayrıca Azot, Fosfor ve Potasyum seviyelerinde artış görülmüştür. (Suthar, S., Sajwan, P., Kumar, K., 2014) Yapılan bir başka çalışmada artıma çamurunun Eisenia Fetida türü toprak solucanı ile kompostlanma öncesi ve sonrası karşılaştırmasında su içeriğinin, pH'ının ve ortamdaki organik madde miktarının azaldığı, Bakır, Nikel, Kadmiyum, Kurşun ve Çinko içeriğinin azaldığı görülmüştür. (Lıu, F., Zhu, P., Xue, J., 2012)

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Solucan Girdisi Öncesi Toprak Numunesi Ve Analiz Değerleri

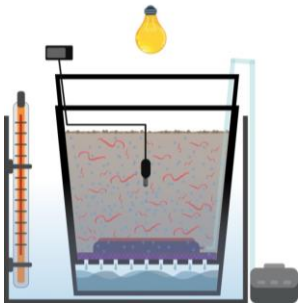
Numune 02.12.2018 tarihinde 41,11426124 enlem, 28,09278667 boylam koordinatlarına sahip, İstanbul İli, Silivri İlçesi, Çanta Köy mevkiinden, 1920 parsel nolu, 11075 m2 toplam alana sahip arazi üzerinden, yüzeydeki ilk 10 cm'lik toprağı sıyırılarak açılan V kanalın yan yüzeylerinden 5'er cm'lik sıyırmalar ile 10 noktadan alınan kompozit karışım ile hazırlanmıştır. Alınan numuneye ait arazide yaklaşık 10 yılı aşkın süredir kimyasal gübre kullanılmış ve hiç toprak analizi yapılmamıştır. Son olarak 20/20 Azotlu gübrenin kullanıldığı arazide bir önceki yıl Buğday ve son olarak da Ayçiçeği bitkisi yetiştirilmiştir.

Tablo2. Solucan Girdisi Öncesi Toprak Numunesi Ve Analiz Değerleri

Parametre	Deney Metodu	Birimi	Solucan Girdisi Öncesi Ölçülen Değer	Sonuç	Referans Değer
pH (Toprak)	TS 8332 ISO 10390	-	6,96	Nötr	7,5-8,5
Elektriksel iletkenlik	TS 8334	Mmhos/ cm	7,53	Hafif Tuzlu	8-15
Tuz	TS 8334	%	0,461	Orta Tuzlu	0,35-0,65
Kireç (CaCO3)	TS EN ISO 10693	%	6,06	Orta Kireçli	1-5
Organik Madde	TS 8336	%	0,758	Çok Az	1-2
Saturasyon (Suyla Doygunluk)	TS 8333	%	95,7	Killi	71-110
P2O5	TS 8340	Kg/da	0	Çok Az	3-6
K2O	TS 8341	Kg/da	111,83	Yüksek	>40

3.2. Düzeneğin Hazırlanması

Hazırlanan deney ortamında iki adet şeffaf konik biçiminde plastik kap seçilmiştir. Bu kaplardan içerisine toprak numunesi ve solucanların konulacağı olanın tabanında 0,3 mm çapında delikler açılmıştır. Bu delikler toprağın nemlendirilmesi esnasında fazla suyun süzülerek içerisine geçirildiği kabın içerisinde birikmesini sağlamaktadır. İçteki kap içerisine solucanların bulundukları kaptan dışarıya çıkışını engellemek ve aynı zamanda süzülen suyu filtrelemek amacıyla pamuklu ince bir bez serilmiştir. Bezin üzerine solucanların bulunduğu kabın içerisindeki oksijen ihtiyacını sağlayabilmek için 10 cm genişlikte bir hava taşı konulmuş ve bu hava taşı 50 Hz. 6 watts güce sahip bir hava motoruna bağlanmıştır. Sonrasında deney süreci boyunca 1 sa/gün hava motoru çalıştırılmış toplamda 60 saat ortama hava vermiştir. İçteki kap diğerinin içerisine geçirilmiş ve sonrasında içi su dolu bir akvaryum içerisine konulmuştur. Akvaryum içerisinde bir ısıtıcı vasıtasıyla su ortamı ısıtılmış, bu sayede deney ortamının sıcaklığının belirli bir seviyede tutulması hedeflenmiştir. Değerler su ortamına konulan bir termometre ile günlük kayıt edilmiştir. Analizi yapılan toprak numunesi içerisine Eisenia Fetida türü toprak solucanlarından 500 adet entegre edilmiştir.



Toprağın içerisine sıcaklık ve nem seviyelerinin tespiti için dijital bir Sıcaklık ve nem ölçer yerleştirilmiştir. Deney süresi boyunca sabah ve akşam toprak sıcaklığı ve nemi ile dış ortam diye adlandırdığımız sucul ortamın sıcaklığı ölçülmüştür. Deney düzeneği solucanların analizi yapılan toprak içerisine herhangi bir besin maddesi ilave edilmemesi, bu sebeple besin arayışı içerisine girerek bulunduğu ortamı terk etmesini önlemek için solucanların ışığa olan duyarlılıklarını varsayarak 9 Watt'lık Beyaz Led ampul ile desteklenmiştir. Gündüzleri 12 saat gün ışığından faydalanan ortam geceleri 12 saat boyunca yapay olarak aydınlatılmıştır. Solucanlar için optimum ortam şartlarının sağlanması amacıyla deney ortamının nemini % 60-70 aralığında tutabilmek için günlük 200 ml su, toprak yüzeyine püskürtülmüş ve toprağın içerisinden süzülerek alt katmanlarında nemli kalmasının sağlanması hedeflenmiştir. Süzülerek içteki kabın tabanındaki deliklerden dıştaki kabın içerisinde biriken su, haftalık olarak boşaltılmış ve içerisine kaçma ihtimali olan solucanlar kontrol edilmiştir.

3.3. Düzeneğe Entegre Edilecek Eisenia Fetida Türü Toprak Solucanlarının Hazırlanması

Ortalama ağırlığı 0,20804 gr olan 500 adet Eisenia Fetida türü toprak solucanı seçilerek hassas terazi ile tartılmıştır. Tartım sonucuna göre maksimum ağırlık 0,71 gr, minimum ağırlık 0,03 gr olarak ölçülmüştür. Toplam popülasyon ağırlığı 104,02 gr olarak belirlenmiştir. Popülasyon sayım ve tartım işlemi sonrasında Eisenia Fetida türü toprak solucanları deney düzeneği içerisine yerleştirilmiş, deney öncesi analizi yapılmış toprak içerisine entegre edilmiştir. 60 günlük deney sürecinde günlük deney kabı ölçümleri yapılarak 1. Ay Deney Kabı Sabah ortalama sıcaklık 25,2 C^0, ortalama nem % 64,03, akşam ortalama sıcaklık 25,46 C^0, ortalama nem % 66,23 ve Dış ortam Sabah ortalama sıcaklık 20,36 C^0, akşam ortalama sıcaklık 20,26 C^0 ölçülmüştür. 2. Ay Deney Kabı Sabah ortalama sıcaklık 26,16 C^0, ortalama nem % 66,43, akşam ortalama sıcaklık 26,53 C^0, ortalama nem % 66,93 ve Dış ortam Sabah ortalama sıcaklık 24,16 C^0, akşam ortalama sıcaklık 24,26 C^0 ölçülmüştür.

3.4. Solucan Girdisi Sonrası Toprak Numunesi Ve Analiz Değerleri

60 günlük deney süreci sonrasında topraktan ayrıştırılan Eisenia Fetida türü toprak solucanı popülasyonu hassas terazi ile tartılarak popülasyon ağırlığı ve popülasyon miktarındaki değişimi belirleyebilmek için sayım yapılmıştır. Yapılan sayım ve tartım sonuçlarına göre 60 günün sonunda ortalama ağırlığı 0,1358 gr olan 492 adet Eisenia Fetida türü toprak solucanı popülasyonunda maksimum ağırlık 0,8 gr minimum ağırlık 0,01 gr olarak ölçülmüştür.

Tablo 3. Solucan Girdisi Sonrası Toprak Numunesi Ve Analiz Değerleri

Parametre	Deney Metodu	Birimi	Solucan Girdisi Sonrası Ölçülen Değer	Sonuç	Referans Değer
pH (Toprak)	TS 8332 ISO 10390	-	8,01	Hafif Alkali	7,5-8,5
Elektriksel iletkenlik	TS 8334	Mmhos/ cm	10,33	Orta Derecede Tuzlu	8-15
Tuz	TS 8334	%	0,625	Orta Derecede Tuzlu	0,35-0,65
Kireç (CaCO3)	TS EN ISO 10693	%	4,71	Kireçli	1-5
Organik Madde	TS 8336	%	1,385	Az	1-2
Saturasyon (Suyla Doygunluk)	TS 8333	%	94,6	Killi	71-110
P2O5	TS 8340	Kg/da	5,04	Az	3-6
K2O	TS 8341	Kg/da	123,51	Yüksek	>40

4. SONUÇ

Solucan girdisi öncesi ve sonrası duruma göre başlangıçta 500 adet olan Eisenia Fetida türü toprak solucanı popülasyonu deney süreci sonunda 492 adet olarak sayılmıştır. Başlangıç popülasyonuna göre 8 adet solucanın azaldığı görülsede, başlangıçta 0,03 gr olan en küçük bireyin ağırlığı, 0,03 gr.'dan daha düşük olan 0,01 gr 33 adet, 0,02 gr 8 adet ve 0,03 gr 2 adet olmak üzere toplamda 43 adet yeni bireyin doğduğunu göstermektedir. Öte yandan 0,03 gr.'dan büyük olan popülasyon sayısında 69 adet bireyin azaldığı gözlemlenmiştir. Popülasyon içerisindeki en büyük ağırlık 0,8 gr olarak ölçülmüştür. Başlangıç verilerine göre değerlendirildiğine % 8,6 doğum oranı ve % 13,8 ölüm oranı

gözlemlenmiştir. Solucan girdisi öncesi toprak numunesinin analiz değerleri ile Solucan girdisi sonrası toprak numunesinin analiz değerleri karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar gözlemlenmiştir.

Tablo 4. Eisenia Fetida türü toprak solucanlarının deney öncesi ve sonrası toprak analiz değerleri

Parametre	Deney Metodu	Birimi	Solucan Girdisi Öncesi Ölçülen Değer	Sonuç	Solucan Girdisi Sonrası Ölçülen Değer	Sonuç	Referans Değer
pH (Toprak)	TS 8332 ISO 10390	-	6,96	Nötr	**8,01**	Hafif Alkali	7,5-8,5
EC (Elektriksel iletkenlik)	TS 8334	Mmhos/cm	7,53	Hafif Tuzlu	**10,33**	Orta Derecede Tuzlu	8-15
Tuz	TS 8334	%	0,461	Orta Derecede Tuzlu	**0,625**	Orta Derecede Tuzlu	0,35-0,65
Kireç (CaCO3)	TS EN ISO 10693	%	6,06	Orta Kireçli	**4,71**	Kireçli	1-5
Organik Madde	TS 8336	%	0,758	Çok Az	**1,385**	Az	1-2
Saturasyon (Suyla Doygunluk	TS 8333	%	95,7	Killi	**94,6**	Killi	71-110
P2O5	TS 8340	Kg/da	0	Çok Az	**5,04**	Az	3-6
K2O	TS 8341	Kg/da	111,83	Yüksek	**123,51**	Yüksek	>40

Tablodaki sonuçlara bakıldığında Eisenia Fetida türü toprak solucanlarının 60 günlük deney süreci sonunda Topraktaki Kireç miktarı % 6,06'dan % 4,71'e düşmüştür. ,Bu düşüş ile toprağın tuzluluğu % 0,461'den % 0,625'e yükselmiş ve dolayısıyla Elektriksel iletkenliği 7,53 mmhos/cm'den 10,33 mmhos/cm'ye yükselmiştir. Aynı zamanda başlangıçta 0 olan Fosfor 5,04 Kg/da'a 111,83 Kg/da olan Potasyum 123,51 Kg/da'ya yükselmiştir. Bu artışın Toprağın pH'sını da arttırdığı düşünüldüğünden 6,96'dan 8,01'e yükseltmiştir. Toprağın suya doygunluğu % 95,7'den % 94,6'ya düşmüştür. Toprağın başlangıç analizine göre oranla Organik madde miktarı % 0,758'den % 1,385'e yükselmiştir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışma ile Eisenia Fetida türü toprak solucanlarının Kimyasal gübre kullanılmış topraklar üzerinde verimliliği artırıcı etkisi olduğu vurgulanmıştır. Toprağın başlangıçtaki organik madde oranına göre % 0,627'lik bir artış göstermiştir. Bu artışın sebebi Solucanların toprağı işlemesi ile vücutlarındaki enzimlerle toprağa bırakılan gübrelerinin toprağın içeriğinin zenginleştirmesi olarak yorumlayabiliriz. Ayrıca bu artışın %13,8'lik ölüm oranı ile 69 adet bireyin toprağa organik olarak karışan solucanlardan kaynaklandığı da varsayılabilmektedir.

KAYNAKLAR

1. KILIÇ, R. VE KORKMAZ, K., 2012. *Kimyasal Gübrelerin Tarım Topraklarında Artık Etkileri. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 5(2): S:87-90
2. ŞAHIN, 2016. *Türkiye'de Gübre Kullanım Durumu ve Gübreleme Konusunda Yaşanan Problemler. Tarım Ekonomisi Dergisi* Cilt:22 Sayı:1 Sayfa:19-20.
3. KARAMAN, M.R., BROHI, A.R., MÜFTÜOĞLU, N.M., ÖZTAŞ, T. ve ZENGIN, M., (2007), *Sürdürülebilir Toprak Verimliliği. Detay Yay*., ISBN 978-975-8629-49-7,s.3 Ankara
4. TACİROĞLU, B., KARA E., SAK, T. (2016), Toprakta Ağır Metal Gideriminde Solucanların Kullanımı, *KSÜ Doğa Bil. Derg., 19(2), S:201-2017*
5. MISIRLIOĞLU, M. (2011), *Topraksolucanları Biyolojileri, Ekolojileri Ve Türkiye Türleri,* Ankara: NOBEL
6. SAVCI, S. (2011), An Agricultural Pollutant Chemical Fertilizer, *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol.(3), No. 1, S.78-79
7. *Kimyasal gübre kullanımı, 2008-2018,* 29.10.2019 tarihinde http://www.tuik.gov.tr. adresinden alındı.

8. SUTHAR, S., SAJWAN, P., KUMAR, K., (2014), *Vermiremediation of Heavy Metals in Wastewater Sludge from Paper and PulpIndustry Using Earthworm Eisenia Fetida,* Ecotoxicology and Enviromental Safety, (109), S:177-184.
9. LIU, F., ZHU, P., XUE, J., (2012), *Comparative Study on Physical and Chemical Characteristics of Sludge Vermicomposted by Eisenia Fetida*, Procedia Environmental Sciences, (16), S:418-423.
10. HEPŞEN TÜRKAY, F.Ş. (2010), *Fındık Zurufu Ve Arıtma Çamurunun Solucanlarla Kompostalnması Ve Elde Edilen Yeni Kompostun Sera Ve Tarla Koşullarındaki Toprakların Biyolojik Özelliklerinde Meydana Getirdiği Etkilerin Belirlenmesi*, OMÜ Fen Bİlimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Samsun, S:166.

KOKU KİRLİLİĞİNİN OLFAKTOMETRE İLE BELİRLENMESİ: KOCAELİ ÖRNEĞİ

Burcu Ergün[1*],
[1*]Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği ABD, 41380, İzmit/Kocaeli
burcuergun94@gmail.com

Doç. Dr. Şenay Ç. Doğruparmak[2], Prof. Dr. Beyhan Pekey[2], Prof. Dr. Hakan Pekey[2]
[2]Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 41380, İzmit/Kocaeli

Özet
Hava kirliliği kaynaklı şikâyetler içerisinde önemli bir yere sahip olan koku kirliliği, mevcut yasal düzenlemeler ile birlikte kontrol altına alınmaktadır. Ülkemizde, koku emisyonlarına sebep olan tesislerde, koku konsantrasyonunun tespit edilmesi, yasal değerlerin aşılıp aşılmadığının belirlenmesi ve aşılması durumunda koku kontrol ve giderim sistemlerinin uygulaması, 19.07.2013 tarihinde yürürlüğe giren "Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik" ile zorunlu hale getirilmiştir. Yönetmelik kapsamında kaynaktan alınan koku örneklerinin konsantrasyonu olfaktometrik yöntem ile tayin edilmektedir. Koku kirliliğinin, insan sağlığı üzerinde ki olumsuz etkisi ise bu konuya verilen önemi gün geçtikçe arttırmaktadır. Ülkemizde yasal dayanak olarak kaynak ölçümleri sonucunda yasal yaptırım mevcut olup alan örneklemesi sonucuna göre herhangi bir yaptırım bulunmamaktadır. Bu sebeple olfaktometrik yöntem kullanılarak, alan örneklemesi kapsamında çok fazla çalışma yoktur. Bu çalışma koku kirliliği ölçümleri alanında farklı bir bakış açısı yaratması açısından ayrı bir öneme sahiptir. Çalışmanın amacı farklı sektörlere ait tesislerin ve yaşam alanı olan konutlarında yer aldığı bir bölgede koku ölçümlerinin yapılarak, bölgenin hava kalitesinin değerlendirilmesidir. Bu sebeple, sanayi kenti olarak bilinen Kocaeli şehrinin, birbirine yakın konumlarda bulunan farklı sektörlerdeki tesislerin yer aldığı ve tesislerden kaynaklı koku emisyonlarından etkilenebilecek konut ve işyerlerinin bulunduğu bir bölgesi çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın kapsamında alınan numunelerin koku konsantrasyonları olfaktometrik yöntem ile ölçülerek, çalışma alanı kapsamında bulunan hanelerde ve iş merkezlerinde anket çalışması yapılarak, koku kirliliğinin insanlar üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Koku**,** Koku Kirliliği, Olfaktometre, Alan Örneklemesi

DETERMINATION OF ODOR POLLUTION BY OLFACTOMETER: A CASE STUDY OF KOCAELİ

Abstract
Odor pollution, which has an important place in the complaints related to air pollution, is controlled with the current legal regulations. Determination of odor concentration in the plants causing odor emissions in our country, determination of whether or not the legal values are exceeded and application of odor control and removal systems in case of exceeding, have been made obligatory with 'Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik' published on 19.07.2013. Within the scope of the regulation, the concentration of the odor samples is determined by olfactometric method. The negative impact of odor pollution on human health increases the importance given to this issue day by day. In our country, legal sanctions exist as a result of source measurements as a legal basis and there are no sanctions according to the field sampling results. Therefore, there are not many studies in the field sampling using olfactometric method. This study is of particular importance in terms of creating a different perspective in the field of odor pollution measurements. The aim of the study is to evaluate the air quality of the region by making odor measurements in a region where the plants belonging to different sectors and residences are located in the living area. For this reason, a region of Kocaeli, which is known as an industrial city, is located as a working area where there are facilities located in different sectors located close to each other and there are houses and workplaces that may be affected by the odor emissions from the plants. The odor concentrations of the samples

were measured by olfactometric method, and surveys were conducted in households and business centers within the scope of the study and the effects of odor pollution on humans were evaluated.

Keywords: Odor, Odor Pollution, Olfactometer, Field Sampling

1. GİRİŞ

Son yıllarda, koku kirliliğine sebep olan koku emisyonları ciddi bir çevresel sorun olarak ele alınmaktadır. Koku emisyonlarının insan sağlığı ve faaliyetleri üzerindeki olası olumsuz etkileri geniş bir şekilde incelenmektedir. Çalışmalar koku kirliliğine maruz kalmanın, insanlar üzerinde duygusal streslerden fiziksel belirtilere kadar farklı etkileri olabileceğini göstermektedir (Capelli ve diğ., 2011). Yapılan araştırmalar kokulara uzun süre maruz kalmanın, insanların ruh hallerini ve davranışlarını olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir. Kötü kokuların uykusuzluk, stres, huzursuzluk, depresyon, baş ağrısı, öksürük, burun akıntısı, göğüsteki kramplar ve alerjik reaksiyonlar gibi birçok rahatsızlığa yol açabilecekleri belirtilmiştir (Mielcarek, Rzeźnik, 2014).

Koku, koku alma duyusunu harekete geçiren, kokunun algılanmasına neden olan uçucu maddelerin yarattığı etkidir (KOEKHY, 2013). Bu uçucu maddeler havada genellikle çok küçük konsantrasyonlarda bulunmaktadırlar. Koku hissiyatının oluşabilmesi için, koku oluşumuna sebep olan moleküllerin burun içerisinde ki epital dokuda bulunan mikro ölçekli tüyler ile temas etmesi gerekmektedir. Temas sonucu, mikro ölçekli tüylerde yer alan olfaktori hücreleri uyarılmaktadır. Uyarıların sinir sistemi ile beynin koku alma kısmına iletilmesi sonucu, koku alma olayı gerçekleşmektedir (Akmirza, 2012).

İnsanlar tarafından duyusal olarak fark edilebilir bir çevresel problem olan koku kirliliği, sanayileşmenin artması ve insanların temiz bir çevreye olan ihtiyaçlarının artması nedeniyle önem kazanmaktadır. Atık su arıtma tesisleri, katı atık depolama veya bertaraf tesisleri, petrol rafinerileri, boya, kağıt, plastik ve gıda üretim tesisleri gibi endüstriyel faaliyetler koku kirliliğine sebep olabilmektedir (Sironi ve diğ., 2009). Proses türüne ve hammaddesine göre değişebilen kokuya sebep olan koku emisyonlarının içerikleri; asetaldehit, amonyak, dimetil sülfür, hidrojen sülfür, etil merkaptan vb. bileşiklerden oluşmaktadır. Bu bileşiklerin koku duyuları, keskin kokulu, nahoş, çürük lahana, çürük yumurta ve sarımsak kokusu gibi farklı türlerde olabilmektedir (Yuwono ve Lammers, 2004). Ortamın kalitesini korumak için koku kirliliği problemin azaltılması veya giderilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede, koku kirliliği problemini çözme aşamasında, koku emisyonlarının kökenini ve dağılımını anlamak, azaltma ve tespit yöntemlerini belirlemek oldukça önemlidir (Yuwono ve Lammer, 2004).

Koku emisyonlarının konsantrasyonunu ve içeriğini belirlemek adına farklı ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Konsantrasyon ölçümlerinde çoğu ülkede duyusal bir analiz olan, insan burnunun sensör olarak kullanıldığı dinamik olfaktometri yöntemi kullanılmaktadır. (Capelli ve diğ.,2011). Olfaktometri yönteminden farklı olarak, kokuları tanımlamak ve sınıflandırmak için elektronik burunlarda kullanılmaktadır. Elektronik burunlar insan burnu yapısına benzer olarak üretilmiş olup, içerisinde bulunan kimyasal sensörler vasıtasıyla basit ve karmaşık kokuların ölçümü yapabilmektedir. Elektronik burunlar, numunedeki koku emisyonlarının kimyasal analizini tahmin edemez fakat cihazda tanımlı olan referans veri tabanına göre sınırlandırılan bir koku alma modeli oluşturabilmektedir. (Capelli ve diğ, 2013). Emisyonlarının kimyasal yapısını belirlemek adına ise, genellikle GC-MS cihazları tercih edilmektedir. Tesislerden kaynaklanan koku emisyonlarının, tesis çevresine yarattığı etkiyi belirlemek adına uygun dağılım modellemeleri kullanılabilmektedir. Dağılım modellemeleri kokuların yayılma alanının belirlenmesine ve kaynakta oluşan konsantrasyonların belirlenen mesafelerde ki değerlerinin tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır (Mielcarek ve Rzeźnik, 2015). Dispersiyon modellemesi yardımıyla, kokunun bölgeyi ne derece ve ne kadar boyutta etkilediği gözlemlenebilmektedir. Koku emisyonlarının tespiti sonrasında, proses ve emisyon türlerine uygun olarak gerekli emisyon azaltım veya giderim yöntemleri uygulanmaktadır.

Ülkemizde endüstrilerden kaynaklanan koku kirliliğini önlemek amacıyla yapılan çalışmalar sonucu, son hali Resmi Gazete'de 2013 yılında yayımlanan 'Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında

Yönetmelik' yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. İlgili yönetmelik kokuya sebep olan emisyonların kontrolüne ve azaltılmasına yönelik idari ve teknik esasları düzenlemek amacıyla yayımlanmıştır.

Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmeliğine göre tesisler için koku emisyon sınır değeri 1000 KB/m3'tür. Şikayete sebep olması nedeniyle ölçüm yaptırması gereken işletmelerde ki kokuya sebep olabilecek kaynak veya kaynaklardan, tesisisin çalıştığı süre zarfında ulusal ve uluslararası standartlara uyarak üç kokulu gaz numunesi alınmalıdır. Alınan numuneler yönetmelikte de belirtildiği üzere Bakanlığın belirlediği kurumlarda olfaktometrik olarak ölçülmelidir. Ölçüm sonuçlarına göre koku emisyon değeri 1000 KB/m3'ün altında ise işletmenin koku giderimi ve azaltımı için herhangi bir teknik uygulamasına gerek yoktur. Ölçüm değeri 1000-10.000 KB/m3 arasında ise işletmeye koku kontrol/ek koku kontrol tedbiri alınması için yapılacak çalışmaları içeren ilgili raporun yetkili merciye sunulması için süre verilmektedir. Bu süre zarfında işletme koku emisyon değerini 1000 KB/m3'ün altına düşürecek çalışmalar yapmalıdır. Eğer koku değeri 10.000 KB/m3'ün üzerinde ise işletmeye idari yaptırım uygulanır ve koku emisyon değerini düşürmek amacıyla çalışmalar yapması için süre verilmektedir. Koku şikâyetine neden olan işletmeler önlem aldıktan sonra tekrar koku ölçümü yaptırmak zorundadır (KOEKHY, 2013). Yönetmelikte söz konusu olan sınır değerler, kaynağından alınan numuneler için geçerlidir. Alansal örneklemeler için herhangi bir sınır değer bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, bir sanayi kenti olan Kocaeli'de, kokuya sebep olabilecek farklı sektörlere ait fabrikaların bulunduğu bir bölgede, alan örneklemesi yapılarak koku konsantrasyon değerlerinin belirlenmesi ve bölgede yaşayan vatandaşların kokuya karşı algı ve deneyimlerinin değerlendirilmesidir.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışma alanı trafiğin yoğun olduğu, sınırları içerisinde gıda, lastik, orman ürünleri endüstrilerinin yanı sıra atıksu arıtma tesisi ve katı atık depolama tesisinin yer aldığı, alışveriş merkezi, hastane ve konutlarında bulunduğu bir yerleşim yeri olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Bölgede belirlenen 26 ölçüm noktasından koku numuneleri alınarak laboratuvar ortamında koku ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bölgedeki kokunun insanlar üzerindeki etkisini değerlendirmek adına, 200 kişinin katılımı ile bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı

2.1. Örnekleme Metodu

Çalışma bölgesinde belirlenen 26 noktadan alınan koku numunesi ile alan örneklemesi yapılmıştır. Numuneler, 2018 Mayıs ayı içerisinde alınmıştır. Çalışmadaki ölçümler, örneklemeden sonraki 24 saat içerisinde yapılmıştır. Numuneler Nalophan (Polyethyleneterephthalate) cinsi torbalara, Teflondan (Polytetrafluoroethylene) yapılmış giriş hortumları vasıtasıyla alınmıştır. Numunelerin örnek torbalarına alınması için vakum pompası kullanılmıştır. Nalophan örnekleme torbaları tek kullanımlık olup, suya ve organik maddeye karşı geçirimsizdir.

2.2. Olfaktometrik Analiz

Çalışma da koku ölçümü, duyusal bir teknik olan dinamik olfaktometri yöntemi ile yapılmıştır. Ölçüm, Kocaeli Üniversitesi Koku Ölçüm Laboratuvarında, IDES CANADA INC. tarafından üretilen Scentroid SS600 laboratuvar tipi koku ölçüm cihazı olan olfaktometre ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm cihazı, 6 panelist istasyonu ve 1 yönetici istasyonu bulundurmaktadır. Cihaz ülkemizde koku kirliliğini kontrol altına almak adına yayınlanan yönetmeliğe göre, koku ölçümünde kullanılması gereken Evet/Hayır metodu ile ölçüm yapabiliyorken, farklı ülkelerin koku ölçümünde kullandığı metotlardan olan Binary (ikili seçim) ve Triangular (üçlü seçim) seçeneklerini de buldurmaktadır. Aynı zamanda cihaz, koku numunesinin hedonik tonunu belirlemek ve derecelendirmek adına ölçüm yapılabilecek bir metot daha bulundurmaktadır. Cihaz uluslararası koku ölçüm standartları olan EN 13725:2003, ASTM E 67904, NVN 2820, VDI 3881, AS 4323.3 standartları ile ölçüm yapabilecek kapasiteye sahiptir (Scentroid SS600 Operating and Maintenance Manual, 2013).

Olfaktometre numuneyi paslanmaz çelik vakum pompası vasıtasıyla, 2^2-2^{14} opsiyonel aralığında seyrelterek, panel yöneticisi tarafından seçilen artan veya azalan seyreltme sırası ile panelistlere sunmaktadır. Panelistler istasyonlarda bulunan 3 koklama portundan, koku numunesinin geldiği portu koklayarak, numunede koku bulunup bulunmaması durumunu, yine istasyonda bulunan cevap ekranından seçmektedirler. Panelistler porttan koku almaları durumunda 'Evet', herhangi bir koku almamaları durumunda 'Hayır' seçeneğini işaretlemektedirler. Panelistler seçimlerini, cihazın belirlediği süre zarfında yapmaktadırlar. Panelistler, olfaktometre panelist seçimi için referans gaz olan n-butanol ile bireysel eşiklerine göre ve Avrupa standardının gereksinimlerine uygun olarak, yanıtlarının standart sapmasına dayanarak seçilmişlerdir.

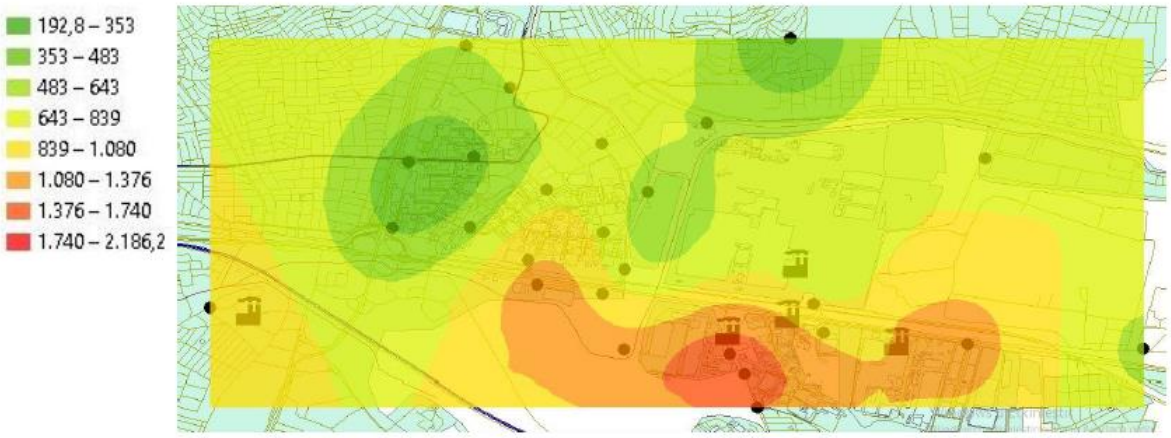
2.3. Anket Çalışması

Bölgede yapılan ölçümleri sosyal açıdan değerlendirmek adına anket yönteminden faydalanılmıştır. Anket kapsamında kişilere, bölgede koku hissetme durumları, bu kokuyu hangi zamanlarda ve ne kadar sıklıkta hissettikleri ve kokunun kişilerde yarattığı sağlık etkileri de belirlenmeye yönelik 15 adet soru sorulmuştur. Ankette ayrıca bölgede yaşayan katılımcılara, yaşanılan çevre sorunları ve sebepleri hakkındaki bilgileri sorulmuştur.

3. BULGULAR

3.1. Olfaktometrik Ölçüm Sonuçları

Olfaktometre cihazında 6 panelist kullanılarak yapılan ölçüm sonuçlarına göre, bölgedeki 26 noktanın koku emisyonları konsantrasyonu 193 KB/m^3 ile 2186 KB/m^3 arasında değişmektedir. Bölgede bulunan fabrikalara yakın noktalardaki konsantrasyonlar daha yüksek iken, yerleşim yerlerine doğru konsantrasyon oranının düştüğü tespit edilmiştir. Ölçüm değerlerinin ortanca (medyan) konsantrasyonu 680,9 KB/m^3 olarak belirlenmiştir. Şekil 2'de ölçüm noktaları, çalışma bölgesinde yer alan önemli endüstriyel kuruluşlar ve koku düzeyleri ARCGIS coğrafi bilgi sistemi yazılımı kullanılarak gösterilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Ölçüm noktaları ve koku konsantrasyon düzeyleri

3.2. Anket sonuçları

Çalışma bölgesinde 200 kişiyle, demografik yapı, koku şikâyetinin tanımı, sağlık ve davranış belirtileri, çevreye genel bakış olmak üzere 4 bölümden oluşan bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Demografik Yapı

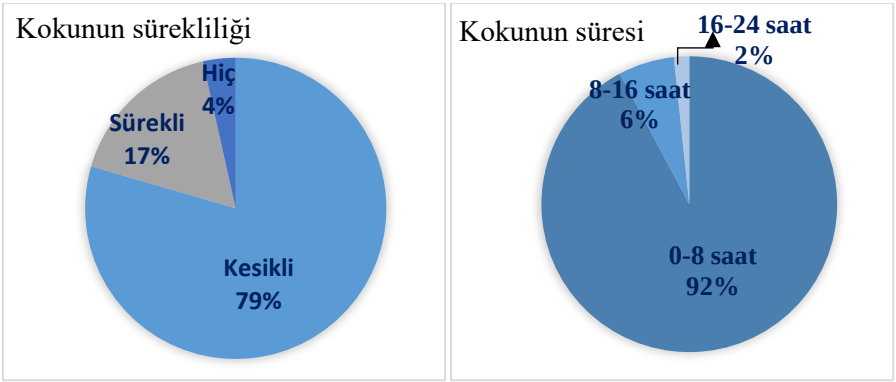
Katılımcılar cinsiyet ve yaş olarak değerlendirildiğinde, ankete katılan 112 erkek ve 88 kadın katılımcının %32'sinin 18-30 yaş aralığında, %46'sının 31-45 yaş aralığında, %22'sinin ise 46-65 yaş aralığında olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların eğitim durumları değerlendirildiğinde, bu oranın %41'inin üniversite, %37'sinin lise ve %22'sinin ilköğretim mezunu olduğu anlaşılmaktadır. Anket çalışmasına katılan kişilerin ikamet süreleri, 0-10 yıl aralığı için %76, 11-20 yıl aralığı için %18, 21 yıl üzeri için ise %6 oranında olduğu belirlenmiştir.

3.2.2. Koku Şikâyetinin Tanımı

Çalışma bölgesinde 200 kişi ile yapılan anket sonucunda, ankete katılan kişilerden %96'sı evet cevabını vererek bölgede koku hissettiklerini belirtmişlerdir. %4'ü ise hayır cevabını işaretleyerek herhangi bir koku duymadıklarını belirtmişlerdir. Koku hisseden kişilerden, %83'ü sadece haftaiçi, %4'lük kısım sadece haftasonu, %13'lük kesim ise haftaiçi-haftasonu olmak üzere haftanın bütün günleri koku hissettiklerini belirtmişlerdir. Katılımcıların %59'u kokuyu gündüz hissederken, %23'ü gece, %18'i gün boyu hissetmektedir. Koku hisseden kişilerin %79'u gün içerisinde kokuyu kesikli sürelerde hissederken, %17'si sürekli koku hissetmektedir. Katılımcıların %92'sine göre koku gün içerisinde 0-8 saat aralığında hissedilirken, %6'sı 8-16 saat aralığında, %2'si ise 16-24 saat aralığında koku hissettiklerini belirtmişlerdir (Şekil 3).



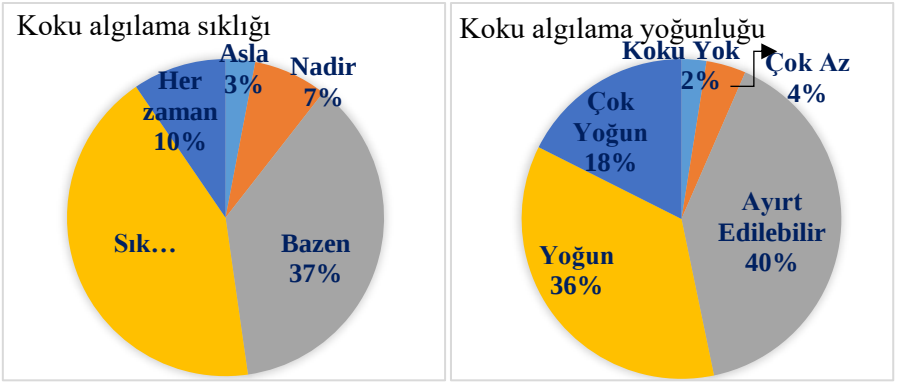
Şekil 3. Koku şikâyetinin tanımı



Şekil 3. Koku şikâyetinin tanımı (devamı)

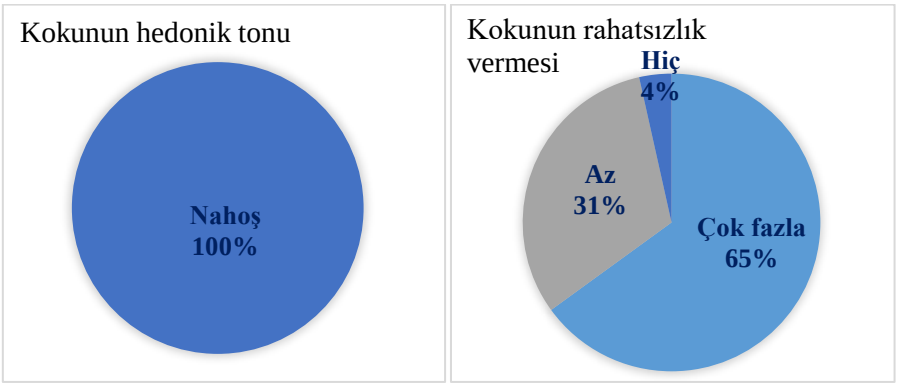
Anket çalışması yapılan kişilerin koku algılama sıklıkları değerlendirildiğinde %10'luk kısım kokuyu her zaman hissederken, %43'lük kısım kokuyu sık olarak hissettiğini, %37'lik kısım kokuyu bazen hissettiğini, %7'lik kısım nadir hissettiğini ve %3'lük kısım asla hissetmediğini belirtmiştir (Şekil 4).

200 kişinin %40'ı kokuyu ayırt edilebilir derecede hissederken, %36'sı yoğun olarak hissetmektedir. %18'lik kısım ise kokuyu çok yoğun olarak betimlemektedir. %4'lük kısım koku yoğunluğunu çok az bulurken, %2'lik kısım koku hissetmediğini belirtmiştir (Şekil 4).



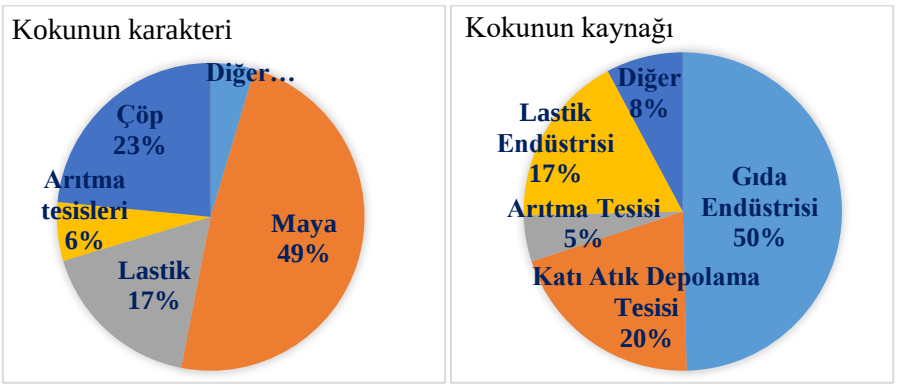
Şekil 4. Kokunun algılanma sıklığı ve yoğunluğu

Bölgede koku olduğunu belirten 192 kişinin tümü kokuyu nahoş yani kötü kokulu olarak tanımlamaktadır. Bu kişilerin, %65'i kokudan çok fazla rahatsız olduklarını belirtirken, %31'i az oranda, %4'ü ise kokudan hiç rahatsız olmadıklarını belirtmişlerdir (Şekil 5).



Şekil 5. Koku hedonik tonu

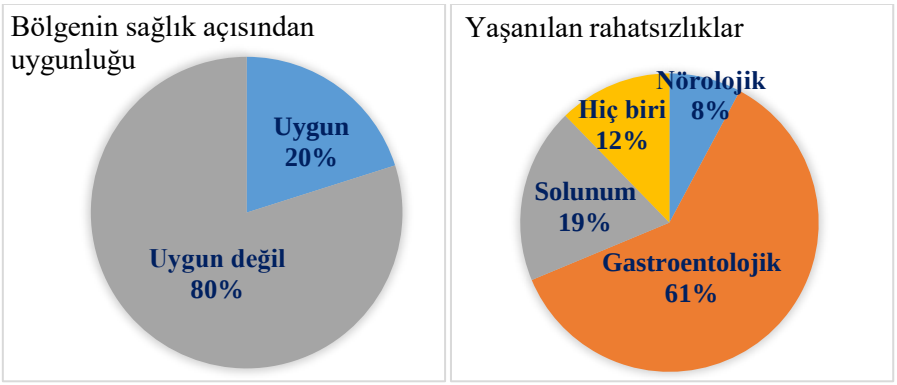
Kişilere kokunun karakterinin ne olduğu, yani kokuyu neye benzettikleri ve nereden kaynaklanabileceği sorulduğunda, katılımcıların %49'u kokuyu maya kokusuna, %17'si lastik kokusuna, %23'ü çöp kokusuna, %6'sı ise arıtma tesisi kokusuna benzettiklerini belirtmiştir. %5'lik kısım ise kokuyu yem, yağ ve odun kokusuna benzetmiştir. Katılımcıların %50'si kokuya gıda endüstrisinin, %20'si katı atık depolama tesisinin, %17'si lastik endüstrisinin, %5'i arıtma tesisinin, kalan %8'i ise orman işleme endüstrisi ve dere gibi kaynakların sebep olduğunu düşünmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Kokunun karakteri ve kaynağı

3.2.3. Sağlık ve Davranış Belirtileri

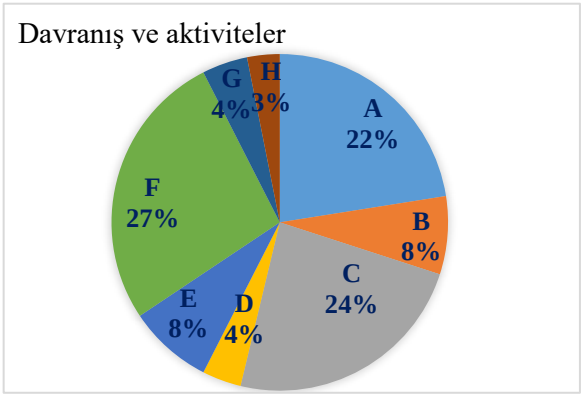
Katılımcılara yöneltilen 'Genel sağlık açısından bölgede yaşamak sizce uygun mudur' sorusuna verilen cevaplara göre, katılımcıların %80'i bölgenin yaşamak için uygun olmadığını, %20'si ise uygun olduğunu düşünmektedir. Bölgede yaşayan insanların %61'i kokudan dolayı gastroentolojik (bulantı, iğrenme, kusma, ishal), %19'u solunumsal (kalpte veya göğüste ağrı, nefes almada sıkıntı, göğüste daralma, öksürük), %8'i nörolojik (duygu karmaşası, uyku bozukluğu, baş dönmesi, uyuşukluk) sorunlar yaşadığını, %12'si ise herhangi bir problem yaşamadığını belirtmiştir (Şekil7).



Şekil 7. Bölgede yaşamanın uygunluğu ve yaşanılan rahatsızlıklar

Katılımcılara bölgedeki kokunun davranışlarına ve aktivitelerine etkisi sorulduğunda, koku nedeniyle %27'si pencereleri devamlı kapalı tuttuklarını, %24'ü derin nefes alamadıklarını, %22'si ise evde olmaktan hoşlanmadıklarını belirtmişlerdir. Kokunun katılımcıların davranışlarına ve aktivitelerine olan etkileri içerisinde iştah kaybı, uyku problemi, çocuklarını dışarıda oynatamamak ve işlerine konsantre olamamak gibi durumları yaşadıklarını da belirtmişlerdir (Şekil 8).

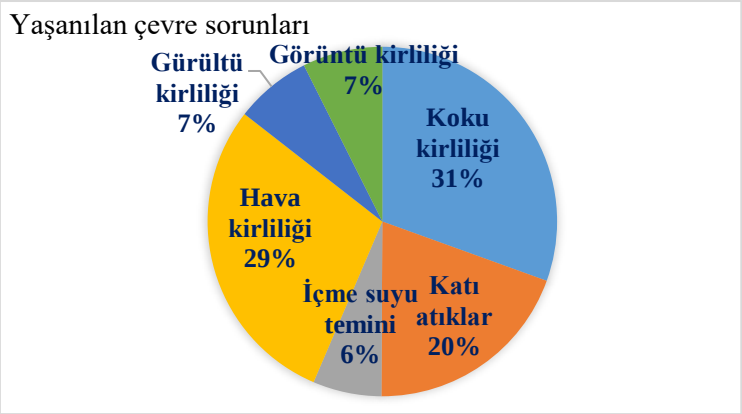
A: Evde olmaktan hoşlanmama
B: İştah kaybı
C: Derin nefes alamama
D: Çocukların dışarıda oynayamaması
E: Hasta hissetme
F: Pencerelerin devamlı kapalı tutulması
G: Uyku problemi
H: İşlerine konsantre olamama



Şekil 8. Kokunun davranış ve aktiviteler üzerine etkileri

3.2.4. Çevreye Genel Bakış

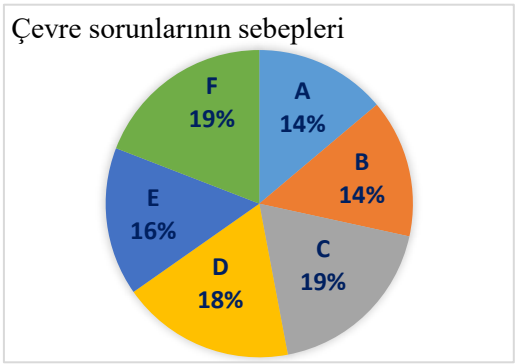
Katılımcıların çevreye genel bakışları hakkında fikir sahibi olabilmek adına yönlendirilen anket soruları içerisinde en sık yaşanılan çevre sorunu olarak %31 oranında koku kirliliği, %29 oranında hava kirliliği ve %20 oranında katı atık sorunu bulunmaktadır. Bu sorunları görüntü kirliliği, gürültü kirliliği ve içme suyu temini düşük oranlarda takip etmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Yaşanılan çevre sorunları

Anket kapsamında katılımcılardan yaşadıkları çevre sorunlarının sebeplerini, en çok yaşanandan en az yaşanana doğru sıralamaları istenmiştir. Katılımcılar %19'u yetkili mercilerin çalışmalarını yetersiz bulurken, yine %19'u yerel yönetim çalışmalarının yetersiz olduğunu, %18'lik kısmı ise insanların çevre konusunda eğitimlerinin yetersiz olduğunu düşünmektedir. Katılımcılar çevre teknolojilerinin yeterli olmayışı, halkın çevreye karşı duyarsızlığının yanı sıra yasa ve yönetmeliklerdeki boşlukların da çevre sorunlarının sebepleri arasında yer aldığını belirtmişlerdir (Şekil 10).

A-Çevre teknolojilerinin yeterli olmayışı
B-Halkın çevreye karşı duyarsızlığı
C-Yetkili mercilerin çalışmalarının yetersizliği
D-İnsanların çevre konusunda eğitimsizliği
E-Yasa ve yönetmeliklerdeki boşluklar
F-Yerel yönetim çalışmalarının yetersizliği



Şekil 10. Çevre sorunlarının sebepleri

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan koku ölçümleri ve anket çalışması sonucunda bölgede yaşayanların büyük bir çoğunluğu (%96) koku problemi yaşadıklarını ve kokunun nahoş bir karaktere sahip olduğunu belirtmiştir. Ölçümlere göre koku konsantrasyonu tesis çevrelerinde daha yüksek olup, yerleşim yerlerine doğru azalmaktadır. Anket sonuçlarına göre koku probleminin hafta içi gündüz saatlerinde daha fazla hissedildiği görülmüştür. Koku devamlı değil ağırlıklı olarak 0-8 saat aralığında kesikli olarak hissedilmektedir. Kokunun sık hissedildiği fakat çok yoğun olmasa bile ayırt edilebilecek derecede hissedilmesi, bölgede bulunan endüstriyel tesislerin özellikle koku problemine ilişkin çalışmalara ağırlık vermesi gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Bölgede yaşayan kişiler, kokunun sağlıkları üzerinde doğrudan bir hastalığa sebep olmamasına rağmen, özellikle koku kirliliğinden dolayı ağırlıklı olarak gastroentolojik problemler yaşadıklarını, kokunun günlük fiziksel aktivitelerine ve davranışlarına etkileri olduğundan bölgenin yaşamak için uygun olmadığını düşündüklerini belirtmişlerdir.

Önemli bir çevre sorunu olan koku kirliliği konusunda yapılan çalışmalar, daha çok kaynaktaki koku problemine yöneliktir. Ülkemizde yayınlanan ilk koku yönetmeliğin de dış ortam ölçümlerinin yapılması gerekli iken, 2013 yılında yayınlanan koku yönetmeliğinde dış ortam havasında ki koku sınır değerlerine ilişkin herhangi bir sınır değer ve yaptırım bulunmamaktadır.

Ayrıca kokuya sebep olan emisyonların, konsantrasyonlarının yanı sıra analitik yöntemler kullanılarak içeriklerinin de belirlenmesi, sonrasında gerekli görülmesi halinde uygun koku giderim yöntemlerinin seçilmesine olanak sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 'Hava Kirliliği ve Kontrolü Ar-Ge Laboratuvarı Projesi' kapsamında yapılmıştır. Desteklerinden ötürü Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimine teşekkür ederiz. Dağılım haritasının hazırlanması aşamasındaki desteklerinden dolayı Kocaeli Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü Arş. Gör. Özer AKYÜREK'e teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Akmırza İ., Gıda Endüstrisi Kaynaklı Koku Emisyonlarının Kontrol Stratejilerinin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2012,

Capelli L., Sironi S., Rosso R, Guillot J., Measuring odours in the environment vs. dispersion modelling: A review, *Atmospheric Environment,* 2013, 79, 731–743.

Capelli L., Sironi S., Rosso R., Céntolaa P., Rossib A., Austerib C., Odour impact assessment in urban areas: case study of the city of Terni, *Procedia Environmental Sciences*, 2011, 4, 151–157.

Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik, 19.07.2013 tarihli 28712 sayılı Resmi Gazete.

Mielcarek P., Rzeźnik W., Odor Emission Factors from Livestock Production, *Polish Journal of Environmental Studies*, 2015, Vol. 24, No. 1, 27–35.

Scentroid SS600, Six Station Automated Olfactometer, "Operating and Maintenance Manual", Version D2.1. Ides Canada In, 2013.

Sironi S., Capelli L., Centola P., Rosso R., Pierucci S., Odour impact assessment by means of dynamic olfactometry, dispersion modelling and social participation, *Atmospheric Environment,* 2010, 44, 354-360.

Yuwono A., Lammers P., Odor Pollution in the Environment and the Detection Instrumenta-tion, *Agricultural Engineering International*: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Invited Overview Paper. Vol. VI. July, 2004.



IMASCONGRESS

www.imascon.com
www.imascon.org
www.imascon.net