

ISPEC
**7th INTERNATIONAL
CONFERENCE ON
ENGINEERING &
NATURAL SCIENCES**
May 8-10, 2020/ Izmir, Turkey

Proceeding Book

Editor: Dr. Ali DOĞAN
ISBN: 978-605-7811-93-6
By ISPEC Publishing House

ISPEC

7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING &
NATURAL SCIENCES

May 8-10, 2020/ Izmir, Turkey



PROCEEDING BOOK

EDITOR
Dr. Ali DOĞAN

All rights of this book belong to ISPEC Publishing House
Authors are responsible both ethically and juridically
ISPEC Publications - 2020©

Issued: 01.06.2020

ISBN: 978-605-7811-93-6

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE..... ISPEC 7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

DATE AND PLACE..... January 24-26, 2020 / SANLIURFA, TURKEY

ORGANIZATION..... ISPEC Enstitute,
ISPEC Publishing House

ORGANIZING COMMITTEE. Prof. Dr. Hacer HUSEYINOVA
Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU
Dr. E. İlhan ŞAHİN
Dr. Hüseyin ERİŞ
Dr. Hasan ÇİFTÇİ
Elena MAGLIO
Dr. Almaz AHMETOV

***All papers are orally presented by the authors**

SCIENTIFIC & ADVISORY COMMITTEE

Dr. Almaz AHMEDOV - Bakü State University

Dr. BOUKHATEM Mohamed Nadjib- Université Saad Dahlab Blida

Dr. Remzi TUNTAŞ - Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Anatoliy LOGINOV - Ukraine Shevchenko Lugan National University

Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Orleu National Development Institute

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA - Rasulbekov Kyrgyz Economy University

Dr. Feda REHIMOV - Bakü State University

Dr. Ali BİLGİLİ - Ankara University

Dr. George RUDIC - Montreal Pedagogy Institute

Dr. Hilale CAFEROVA - AMEA Institute

Dr. İsmail ALTINTOP - Kayseri State Hospital

Dr. MEIXIA Huou - Capital Normal University

Dr. Kenes JUSUPOV - M. Tinisbaev Kazakh Vehicle Academy

Dr. Mahmut Alkan - Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Maha Hamdan ALANAZI - Riyadh King Abdulaziz Technology Institute

Dr. Maria LEONTIK - Macedonia Ishtib Gotse Delchev University

Dr. Mavlyanov ABDIGAPPAR - Kyrgyz Elaralık University

Dr. Maira ESIMBOLOVA - Kazakhstan Narkhoz University

Dr. Mustafa ŞAHİN - Selçuk University

Dr. Mustafa TALAS - Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Khan Nadezhda - E.A. Buketov Karaganda State University

Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU - Siirt University

Dr. Rovshan ALİYEV - Bakü State University

Dr. Ümran SEVİL - Ege University

Dr. Yüksel KAPLAN - Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Remzi TUNTAŞ-Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Fatih ÇOLAK-Usak University

Dr. Canan DEMİR-Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Nazile Abdullazadeh-Azərbaycan Dövlət Pedaqoji University

Dr. Nazmiye ÖZLEM ŞANLI-İstanbul University

Dr. Merve OKUTAN-Hitit University

Dr. Şeyma AYDEMİR-Hitit University

Dr. Filiz BORAN-Hitit University

Dr. Elif Ayşe ANLI-Ankara University

Dr. Elif BAŞKAYA-Karadeniz Technical University

Dr. Derya OKUYAN-Balıkesir University University

Dr. Ayşe KABATAŞ-Karadeniz Technical University

Dr. Murat EYVAZ-Gebze Technical University

Dr. Gökhan KÖK-Ege University

Dr. Özlem ÖZDEMİR-Gazi University

Dr. Leyla ÇİMEN-Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Kevser Sevgi ÜNAL ASLAN-Osmaniye Korkut Ata University

Dr. Murat SÖNMEZ-METU

Dr. Ahmet H. ERTAŞ-Bursa Technical University

Dr. Şevket TULUN-Aksaray University

Dr. Gökhan KÖK-Ege University

Dr. Kerem ASMAZ-Yıldız Technical University

Dr. Merdin DANIŞMAZ-Ahi Evran University

Dr. Aziz AKSOY-Bitlis Eren University

Dr. Nurhayat ATASOY-Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Aysel GÜVEN-Başkent University

Dr. Ahu PAKDEMİRLİ-Izmir Demokrasi University

Dr. Yılmaz KOÇAK-Van Yüzüncü Yıl University

ISPEC

7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

May 8-10, 2020 / IZMIR, TURKEY



ID: **787 585 7978**

Password: **010101**

<https://us02web.zoom.us/j/7875857978?pwd=cXdKUUIkb29OU21rMXQ3RINBZksvQT09>

Conference Program

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ✦ To be able to attend a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID “Meeting ID or Personal Link Name” and solidify the session.
- ✦ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ✦ The Zoom application can be used without registration.
- ✦ The application works on tablets, phones and PCs.
- ✦ The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- ✦ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ✦ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- ✦ Make sure your computer has a microphone and is working.
- ✦ You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- ✦ Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- ✦ Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

Date: 08.05.2020	Time: 11 ⁰⁰ :13 ⁰⁰	Moderator: Dr. Ali DOĞAN
Autors	University	Title
Gülsüm Ecem DEMİRDAĞ	Dokuz Eylül Üniversitesi	THE IMPORTANCE of INTEGRATION BETWEEN TRANSPORTATION and LAND USE PLANNING
Dr. Öğr. Üyesi İrem AYHAN SELÇUK	Dokuz Eylül Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Latif Onur UĞUR	Düzce Üniversitesi	KAMU YAPIM İHALELERİNDE VIKOR YÖNTEMİYLE YÜKLENİCİ SEÇİMİ
Nebih ALBAYRAK	Düzce Üniversitesi	
Çiğdem HOROZ GÖREN	Dokuz Eylül Üniversitesi	KAMPÜS VE YAKIN ÇEVRESİNDE YÜRÜNEBİLİRLİĞİN ÖLÇÜMÜNE YÖNELİK BİR MODEL ÖNERİSİ
Prof. Dr. Ebru ÇUBUKÇU	Dokuz Eylül Üniversitesi	
Arş. Gör. Nurullah KARACA	İskenderun Teknik Üniversitesi	PİK DARBE KUVVETİ HESABI İÇİN TEMAS SERTLİĞİ ÜZERİNE ÖRNEK BİR ÇALIŞMA
Dr. Öğr. Üyesi Ali DOĞAN	İskenderun Teknik Üniversitesi	
Sevde Nur SERTKAYA	Dokuz Eylül Üniversitesi	YAŞAYAN YAPILAR
Doç. Dr. Ayça TOKUÇ	Dokuz Eylül Üniversitesi	
A.A. БЕГЕНДИКОВ	Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева - КАИ	Расчетное исследование ГТУ с целью повышения эффективного КПД

Date: 08.05.2020	Time: 13 ³⁰ :15 ³⁰	Moderator: Doç. Dr. Yıldray ÇELİK
Autors	University	Title
Arş. Gör. Dr. Caner DEGER	Marmara University	CALCULATIONS of DZYALOSHINSKII-MORIYA INTERACTION at FERRIMAGNETIC/NON-MAGNETIC INTERFACES: A DFT STUDY
Dr. Öğr. Üyesi Gurcan ARAL	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	NANO SİSTEMLERİN REAKTİVİTESİNİN ATOMİSTİK SİMÜLASYONLARI-ALÜMİNYUMUN (111) DÜZ YÜZEYİNİN OKSİTLENME DİNAMİĞİ
Prof. Dr. Priya Vashishta	University of Southern California	
Arş. Gör. Dr. H. Yasin UZUNOK	Sakarya Üniversitesi	PREDICTION OF SUPERCONDUCTIVITY FOR SIMPLE CUBIC YGa3 COMPOUND
Öğr. Gör. Dr. Süleyman Fatih ÖZMEN	Akdeniz Üniversitesi	TEKİRDAĞ LİNYİTLERİNİN RADYOAKTİVİTE KONSANTRASYONLARI VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ (MALKARA SAHASI ÖRNEĞİ)
Öğr. Gör. Dr. C. Bertan GÜLLÜDAĞ	Akdeniz Üniversitesi	
Öğr. Gör. Ercüment AKSOY	Akdeniz Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Neslihan ÜNAL	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	F-METRİK UZAYLARDA BRAIN FISHER'İN SABİT NOKTA TEOREMİ ÜZERİNE
Beyza BOZKUŞ	Manisa Celal Bayar Üniversitesi	
Doç. Dr. Cihangir ALACA	Manisa Celal Bayar Üniversitesi	WEIERSTRASS CANONICAL PRODUCT REPRESENTATION OF SOME SPECIAL ENTIRE FUNCTIONS
Dr. Öğr. Üyesi Evrim TOKLU	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi	
Doç. Dr. Yıldray ÇELİK	Ordu Üniversitesi	L-BULANIK ESNEK HALKALARIN (İDEALLERİN) KARAKTERİZASYONU
Prof. Dr. Serdal PAMUK	Kocaeli Üniversitesi	TEK VE ETKİLEŞEN TÜRLERİN SÜREKLİ POPÜLASYON MODELLERİ İÇİN LAPLACE DÖNÜŞÜM METODU
Nagihan SOYLU	Kocaeli Üniversitesi	

Date: 08.05.2020	Time: 16 ⁰⁰ :18 ⁰⁰	Moderator: Dr. Oğuzhan DEMİR
Autors	University	Title
Dr. Öğr. Üyesi Oğuzhan DEMİR	Bilecik Şeyh Edebali University	EVALUATION OF FRACTURE LOAD UNDER DIFFERENT LOADING CONDITIONS
Hasan Üstün BAŞARAN	Izmir Katip Celebi University	ENHANCED THERMAL MANAGEMENT of EXHAUST SYSTEMS on DIESEL VEHICLES THROUGH ENGINE DISPLACEMENT MODULARITY
Dr. Öğr. Üyesi Kadir GELİŞ	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	GÖVDE BORULU ISI DEĞİŞTİRİCİNİN TERMAL PERFORMANSLARININ DENEYSEL OLARAK BELİRLENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK	İstanbul Aydın Üniversitesi	EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN PA 2200 BRAKET PARÇANIN TASARIMI VE TOPOLOJİ OPTİMİZASYONU
Öğr. Gör. Serkan GÖK	İstanbul Aydın Üniversitesi	
Arş. Gör. Dr. Nilgün POYRAZ	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi	SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİNİN MİKROBİYOLOJİ UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR DERLEME
Dr. Öğr. Üyesi Özgür POYRAZ	Eskişehir Teknik Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Onur ÇOMAKLI	Erzurum Teknik Üniversitesi	TERMAL OLARAK OKSİTLENMİŞ CoCrMo ALAŞIMININ KOROZYON VE TRİBOKOROZYON DAVRANIŞI ÜZERİNE OKSİDASYON SÜRESİNİN ETKİSİ
Fatih DOĞAN	Sakarya Üniversitesi	ÇELİK ÜZERİNE BİRİKTİRİLEN Ni-B KAPLAMALARININ MEKANİK VE TRİBOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Arş. Gör. Erhan DURU	Sakarya Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet UYSAL	Sakarya Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Serdar ASLAN	Sakarya Üniversitesi	
Prof. Dr. Hatem AKBULUT	Sakarya Üniversitesi	

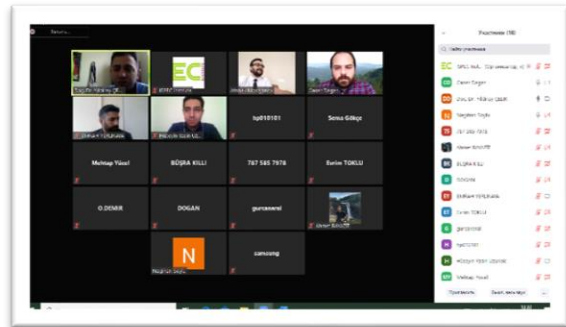
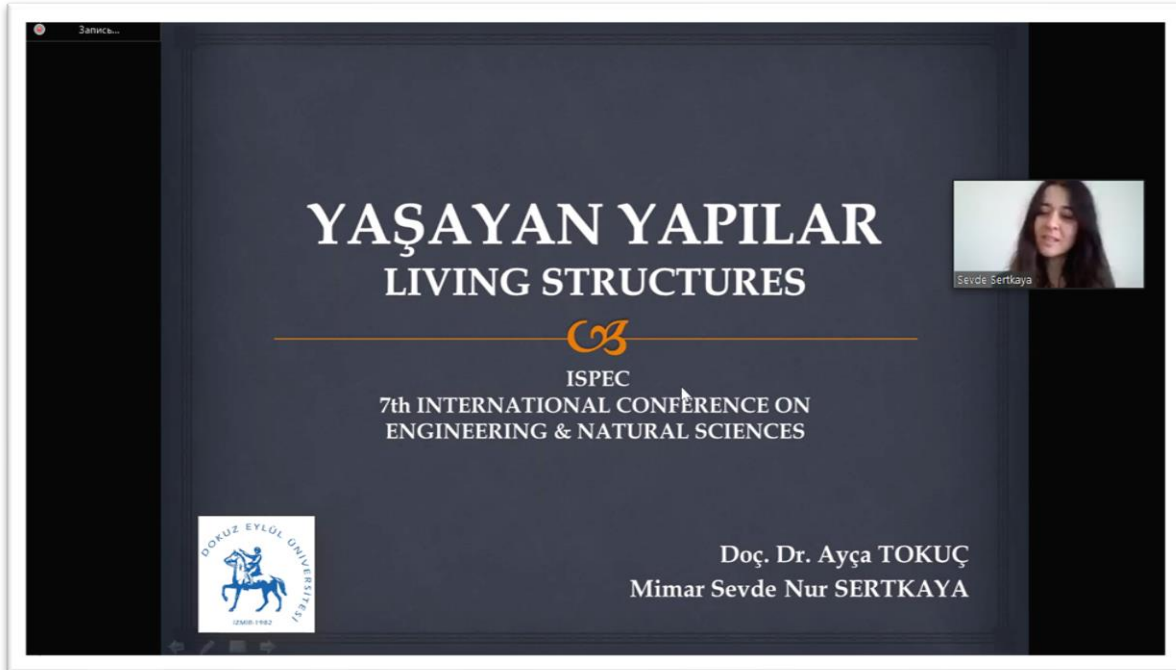
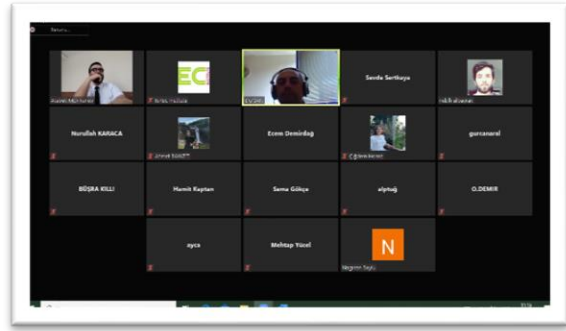
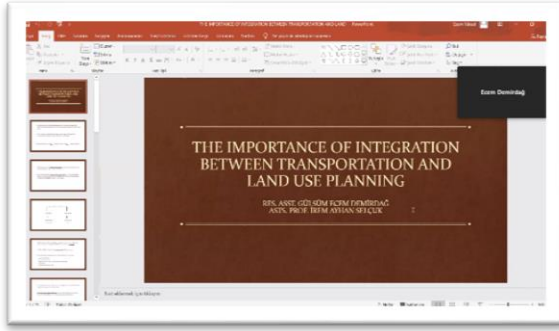
Date: 09.05.2020	Time: 9 ³⁰ :11 ³⁰	Moderator: Dr. Emrah YERLİKAYA
Autors	University	Title
Dr. Gonca ÇELİK	Karadeniz Teknik Üniversitesi	ÜÇ <i>SICLISTIDIUM</i> TÜRÜNÜN KİMYASAL BİLEŞİMLERİNİN VE SİTOTOKSİK AKTİVİTELERİNİN KARAKTERİZASYONU
Dr. Öğr. Üyesi Can Özgür YALÇIN	Karadeniz Teknik Üniversitesi	
Doç. Dr. Nevzat BATAN	Karadeniz Teknik Üniversitesi	
Berken AÇIKGÜZ	Marmara Üniversitesi	BİYOBOZUNUR HYALURONİK ASİT-POLİ (3-HİDROKSİBÜTİRAT) TAŞIYICI SİSTEMLERİN KLİK REAKSİYONLARI İLE SENTEZİ VE DOKU MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARI
Prof. Dr. Dilek KAZAN	Marmara Üniversitesi	
Prof. Dr. Nilhan KAYAMAN APOHAN	Marmara Üniversitesi	
Şeyma TURAN OKULMUŞ	Marmara Üniversitesi	BİYOBOZUNUR BAKTERİYEL SELÜLOZ-HYALÜRONİK ASİT DOKU İSKELELERİNİN ÇİT-ÇİT REAKSİYONLARI İLE SENTEZİ VE UYGULAMALARI
Prof. Dr. Nilhan KAYAMAN APOHAN	Marmara Üniversitesi	
Prof. Dr. Dilek KAZAN	Marmara Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Aydan GÜLSU	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	PAKLİTAKSEL YÜKLÜ JELATİN NANOPARTİKÜL HAZIRLANMASI ve SALIM PROFİLİNİN BELİRLENMESİ
Büşra KILLI	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	
Arş. Gör. Dr. Hasan GENÇOĞLU	Fırat Üniversitesi	YÜKSEK YAĞLI DİYETLE BESLENEN SIÇANLARDA KARACİĞER GLİKOZ TRANSPORTER 4 (GLUT4) DÜZEYLERİNDEKİ DEĞİŞİMLER
Dr. Füsün ERTEN	Fırat Üniversitesi	
Prof. Dr. Kazım ŞAHİN	Fırat Üniversitesi	
Assist. Prof. Emrah YERLİKAYA	Siirt University	DETERMINATION OF OBESITY RISKS, NUTRITION HABITS AND KNOWLEDGE LEVELS OF SİİRT UNIVERSITY HEALTH SCHOOL STUDENTS
Assist. Prof. Hasan KARAGEÇİLİ	Siirt University	

Date: 09.05.2020	Time: 12 ⁰⁰ :14 ⁰⁰	Moderator: Dr. Murat EYVAZ
Autors	University	Title
Dr. Öğr. Üyesi Nurettin GÖKŞENLİ	Çankırı Karatekin Üniversitesi	FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELLERİNİN I-V EĞRİLERİNİN ANALİTİK YÖNTEMLE ÇİZİMİ: AKBABA MODEL
Prof. Dr. Mehmet AKBABA	Karabük Üniversitesi	
Arş. Gör. Dr. Aslı GÜNAY BULUTSUZ	Yıldız Teknik Üniversitesi	DEPOLAMA SÜRESİNİN KUMLANMIŞ BİYOMEDİKAL YÜZEY ENERJİSİNE ETKİSİ
Arda ZALIM	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	TÜRKİYE'DE 2010 - 2019 YILLARI ARASINDA ENERJİ ÜRETİMİNDE YERLİ KAYNAKLARIN PAYININ DEĞİŞİMİ
Prof. Dr. Haydar ARAS	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Eda Feyza AKYÜREK	Erzurum Teknik Üniversitesi	ÇİFT BORULU ISI DEĞİŞTİRİCİNİN ISI TRANSFER PERFORMANSININ DENEYSEL OLARAK BELİRLENMESİ
Öğr. Gör. Muhammed ARSLAN	Afyon Kocatepe Üniversitesi	BİYOGAZ SANTRALLERİ İLE İLGİLİ SON GELİŞMELERİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Ceyhan YILMAZ	Afyon Kocatepe Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Murat EYVAZ	Gebze Teknik Üniversitesi	SU VE ATIKSULARDA VİRÜSLERİN ANALİZ YÖNTEMLERİNE GENEL BAKIŞ

Date: 09.05.2020	Time: 14 ³⁰ :16 ³⁰	Moderator: Dr. Gökhan DINDİŞ
Autors	University	Title
Mohammed Muntaz Osman	Kocaeli Üniversitesi	A PERFORMANCE EVALUATION of FEATURES for SPEAKER AGE CLASSIFICATION
Doç. Dr. Osman BÜYÜK	Kocaeli Üniversitesi	
Doç. Dr. Cemal HANILÇI	Bursa Teknik Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan DINDİŞ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	ULTRASONİK YAYICI/ALGILAYICI DİZİMLERİNİN YÖN VE ZAYIFLAMA ÖRÜNTÜLERİNİN BELİRLENMESİ İÇİN BİR TEST DÜZENEGİ
Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOĞLU	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	
İdris KARAALİ	Dokuz Eylül Üniversitesi	MARBLE QUALITY CLASSIFICATION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS
Dr. Mete EMİNAĞAOĞLU	Dokuz Eylül Üniversitesi	
Sefa ÇETİNKAYA	Karabük Üniversitesi	YAPAY SİNİR AĞLARI İLE ÇUBUK KANGAL HADDE PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ
Doç. Dr. İlhami Muharrem ORAK	Karabük Üniversitesi	
Emre MUTAF	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	CORONA VİRÜSÜYLE MÜCADELEDE HAYATA GEÇİRİLEN TOPLUMSAL UYGULAMALARIN TWITTER VERİLERİYLE DUYGU ANALİZİ
Dr. Öğr. Üyesi Güncel SARIMAN	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Soydan SERTTAŞ	Dumlupınar Üniversitesi	TEKSTİL ATÖLYELERİNDE İŞ GÜCÜ PERFORMANS ANALİZİ İÇİN TAKİP SİSTEMİ TASARIMI
Dr. Öğr. Üyesi Fırat AYDEMİR	Dumlupınar Üniversitesi	

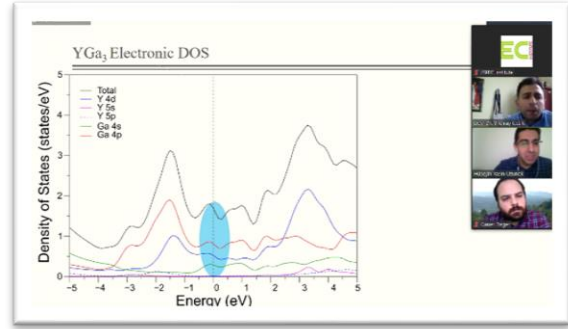
Date: 09.05.2020	Time: 17 ⁰⁰ :19 ⁰⁰	Moderator: Assoc. Prof. Dr. Tuba TERBİYİK KURT
Autors	University	Title
Dr. Öğr. Üyesi Selim KARAHAH Prof. Dr. Arif KARADEMİR	Gümüşhane Üniversitesi Bursa Teknik Üniversitesi	MÜREKKEP GİDERME İŞLEMİ SONRASI YAPILAN BAZI ATIK SU VE METAL İÇERİK ANALİZLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Selim KARAHAH Prof. Dr. Arif KARADEMİR	Gümüşhane Üniversitesi Bursa Teknik Üniversitesi	ISLAK PARTİ OPERASYONLARINDA TUTUNMANIN İYİLEŞTİRİLMESİ
Dr. Faik CEYLAN Doç. Dr. Ferit KOCAÇINAR	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	SALSOLOIDEAE ALT FAMILİYASINDAKİ BAZI TÜRLERDE ANATOMİK İNCELEMELER SONUCUNDA "C ₃ KOTİLEDON C ₄ YAPRAK" OLGUSUNA SAHİP YENİ TÜRLERİN TESPİT EDİLMESİ
Dr. Faik CEYLAN Nisa MUMCUOĞLU Doç. Dr. Ferit KOCAÇINAR	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	<i>SALSOLA GRANDIS</i> İN KOTİLEDON VE YAPRAKLARINDA BAZI C ₄ VE FOTORESPİRASYON İZYOLU MARKÖR ENZİMLERİNİN İFADE SEVİYELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Aysu Tugce GUL Sumer HORUZ	Erciyes University Erciyes University	EFFICACY OF TWO NITROGENOUS WITH DIFFERENT NITRIFICATION INHIBITORS AND NON-NITROGENOUS FERTILIZERS TO CONTROL TOMATO BACTERIAL WILT
Assoc. Prof. Dr. Tuba TERBİYİK KURT	Cukurova University	THE EXPANDED DISTRIBUTION of the INVASIVE ALIEN COPEPOD OITHONA DAVISAE in the MEDITERRANEAN SEA: REVIEW

Photography Gallery



Calculations of Dzyaloshinskii-Moriya interaction at ferrimagnetic non-magnetic interfaces: a DFT study

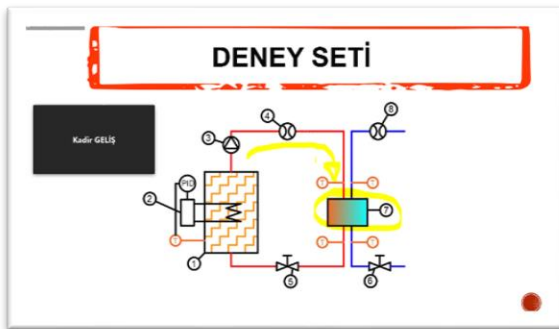
Dr. Caner DEĞER
Marmara University
Physics Department
caner.deger@marmara.edu.tr



RADIOACTIVITY CONCENTRATIONS AND RISK ASSESSMENT OF TEKIRDAG LIGNITES (CASE STUDY OF MALKARA COALFIELD)

Dr. Süleyman Fatih ÖZMEN ; Dr. C. Bertan GÜLLÜDAĞ
E-mail: fatihozmen@akdeniz.edu.tr
MSc. Ercüment AKSOY; Dr. Neslihan ÜNAL

7. Uluslararası Ispec Mühendislik Ve Fen Bilimleri Kongresi İzmir, Türkiye 8 – 10 Mayıs 2020



Su ve Atıksularda Virüslerin Analiz Yöntemlerine Genel Bakış

Murat Eyvaz
Gebze Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

7. ULUSLARARASI ISPEC MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ KONGRESİ, 8-10 Mayıs 2020, İzmir/TÜRKİYE

Surface Engineering

What are the benefits and where are they used?

- Improve resistance to wear, oxidation and corrosion
- Improve mechanical properties
- Improve electrical conductivity
- Reduce emissions and environmental waste
- Extend product life

Applications:

- Automotive parts and components
- Machine tools
- Aerospace
- Electronics
- Biomedical
- Plastics
- Chemical
- Defense industry

estimated that loss due to wear and corrosion in the US is approximately \$500 billion.

Office of Science U.S. Department of Energy

7. ULUSLARARASI ISPEC MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ KONGRESİ

ISPEC

8-10 Mayıs 2020
İZMİR

A PERFORMANCE EVALUATION of FEATURES for SPEAKER AGE CLASSIFICATION

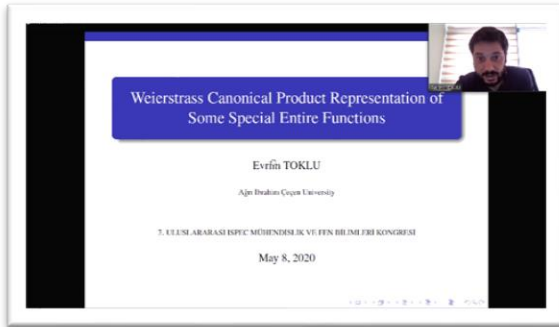
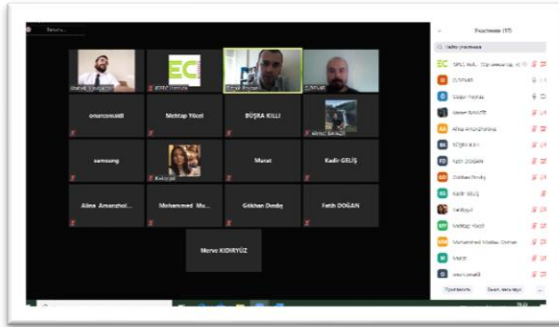
Mohammed Muntaz Osman
Kocaeli Üniversitesi
Doç. Dr. Osman BÜYÜK
Kocaeli Üniversitesi
Doç. Dr. Cemal HANILÇI
Bursa Teknik Üniversitesi

Kadir GELİŞ



DR. ÖĞR. ÜYESİ KADIR GELİŞ

GÖVDE BORULU ISI DEĞİŞTİRİCİNİN TERMAL PERFORMANSLARININ DENEYSEL OLARAK BELİRLENMESİ



CONTENT

CONGRESS ID	I
PROGRAM	II
PHOTO GALLERY	III
CONTENT	IV

Author	Title	No
Gülsüm Ecem DEMİRDAĞ İrem AYHAN SELÇUK	THE IMPORTANCE of INTEGRATION BETWEEN TRANSPORTATION and LAND USE PLANNING	1-8
Latif Onur UĞUR Nebih ALBAYRAK	KAMU YAPIM İHALELERİNDE VIKOR YÖNTEMİYLE YÜKLENİCİ SEÇİMİ	9-17
Çiğdem HOROZ GÖREN Ebru ÇUBUKÇU	KAMPÜS VE YAKIN ÇEVRESİNDE YÜRÜNEBİLİRLİĞİN ÖLÇÜMÜNE YÖNELİK BİR MODEL ÖNERİSİ	18-35
Nurullah KARACA Ali DOĞAN	PİK DARBE KUVVETİ HESABI İÇİN TEMAS SERTLİĞİ ÜZERİNE ÖRNEK BİR ÇALIŞMA	36-42
Sevde Nur SERTKAYA Ayça TOKUÇ	YAŞAYAN YAPILAR	43-44
Caner DEGER	CALCULATIONS of DZYALOSHINSKII-MORIYA INTERACTION at FERRIMAGNETIC/NON- MAGNETIC INTERFACES: A DFT STUDY	45
Gurcan ARAL Priya Vashishta	NANO SİSTEMLERİN REAKTİVİTESİNİN ATOMİSTİK SİMÜLASYONLARI-ALÜMİNYUMUN (111) DÜZ YÜZEYİNİN OKSİTLENME DİNAMİĞİ	46-54
H. Yasin UZUNOK	PREDICTION OF SUPERCONDUCTIVITY FOR SIMPLE CUBIC YGa ₃ COMPOUND	55-56
Süleyman Fatih ÖZMEN C. Bertan GÜLLÜDAĞ Ercüment AKSOY Neslihan ÜNAL	TEKİRDAĞ LİNYİTLERİNİN RADYOAKTİVİTE KONSANTRASYONLARI VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ (MALKARA SAHASI ÖRNEĞİ)	57-58
Beyza BOZKUŞ Cihangir ALACA	<i>F</i> -METRİK UZAYLARDA BRAIN FISHER'İN SABİT NOKTA TEOREMİ ÜZERİNE	59-60
Evrin TOKLU	WEIERSTRASS CANONICAL PRODUCT REPRESENTATION OF SOME SPECIAL ENTIRE FUNCTIONS	61
Yıldıray ÇELİK	L-BULANIK ESNEK HALKALARIN (İDEALLERİN) KARAKTERİZASYONU	62-73
Serdal PAMUK	TEK VE ETKİLEŞEN TÜRLERİN SÜREKLİ POPÜLASYON MODELLERİ İÇİN LAPLACE DÖNÜŞÜM METODU	74
Oğuzhan DEMİR	EVALUATION OF FRACTURE LOAD UNDER DIFFERENT LOADING CONDITIONS	75

Hasan Üstün BAŞARAN	ENHANCED THERMAL MANAGEMENT of EXHAUST SYSTEMS on DIESEL VEHICLES THROUGH ENGINE DISPLACEMENT MODULARITY	76
Kadir GELİŞ	GÖVDE BORULU ISI DEĞİŞTİRİCİNİN TERMAL PERFORMANSLARININ DENEYSEL OLARAK BELİRLENMESİ	77-82
Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK	EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN PA 2200 BRAKET PARÇANIN TASARIMI VE TOPOLOJİ OPTİMİZASYONU	83-84
Serkan GÖK		
Nilgün POYRAZ	SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİNİN MİKROBİYOLOJİ UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR DERLEME	85-86
Özgür POYRAZ		
Onur ÇOMAKLI	TERMAL OLARAK OKSİTLENMİŞ CoCrMo ALAŞIMININ KOROZYON VE TRİBOKOROZYON DAVRANIŞI ÜZERİNE OKSİDASYON SÜRESİNİN ETKİSİ	87
Fatih DOĞAN		
Erhan DURU		
Mehmet UYSAL	ÇELİK ÜZERİNE BİRİKTİRİLEN Ni-B KAPLAMALARININ MEKANİK VE TRİBOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	88-97
Hatem AKBULUT		
Serdar ASLAN		
Gonca ÇELİK		
Can Özgür YALÇIN	ÜÇ <i>SICHISTIDIUM</i> TÜRÜNÜN KİMYASAL BİLEŞİMLERİNİN VE SİTOKSİK AKTİVİTELERİNİN KARAKTERİZASYONU	98-104
Nevzat BATAN		
Berken AÇIKGÜZ		
Dilek KAZAN	BİYOBOZUNUR HYALURONİK ASİT-POLİ (3-HİDROKSİBÜTİRAT) TAŞIYICI SİSTEMLERİN KLİK REAKSİYONLARI İLE SENTEZİ VE DOKU MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARI	105-106
Nilhan KAYAMAN APOHAN		
Şeyma TURAN OKULMUŞ		
Nilhan KAYAMAN APOHAN	BİYOBOZUNUR BAKTERİYEL SELÜLOZ-HYALÜRONİK ASİT DOKU İSKELELERİNİN ÇİT-ÇİT REAKSİYONLARI İLE SENTEZİ VE UYGULAMALARI	107-108
Dilek KAZAN		
Aydan GÜLSU	PAKLİTAKSEL YÜKLÜ JELATİN NANOPARTİKÜL HAZIRLANMASI ve SALIM PROFİLİNİN BELİRLENMESİ	109-110
Büşra KILLI		
Hasan GENÇOĞLU		
Fusun ERTEN	YÜKSEK YAĞLI DİYETLE BESLENEN SIÇANLARDA KARACİĞER GLİKOZ TRANSPORTER 4 (GLUT4) DÜZEYLERİNDEKİ DEĞİŞİMLER	111-112
Kazım ŞAHİN		
Emrah YERLİKAYA	DETERMINATION OF OBESITY RISKS, NUTRITION HABITS AND KNOWLEDGE LEVELS OF SIİRT UNIVERSITY HEALTH SCHOOL STUDENTS	113
Hasan KARAGEÇİLİ		
Nurettin GÖKŞENLİ	FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELLERİNİN I-V EĞRİLERİNİN ANALİTİK YÖNTEMLE ÇİZİMİ: AKBABA MODEL	114-119
Mehmet AKBABA		

Aslı GÜNAY BULUTSUZ	DEPOLAMA SÜRESİNİN KUMLANMIŞ BİYOMEDİKAL YÜZEY ENERJİSİNE ETKİSİ	120-121
Arda ZAİM Haydar ARAS	TÜRKİYE'DE 2010 – 2019 YILLARI ARASINDA ENERJİ ÜRETİMİNDE YERLİ KAYNAKLARIN PAYININ DEĞİŞİMİ	122-128
Eda Feyza AKYÜREK	ÇİFT BORULU ISI DEĞİŞTİRİCİNİN ISI TRANSFER PERFORMANSININ DENEYSEL OLARAK BELİRLENMESİ	129-133
Muhammed ARSLAN Ceyhun YILMAZ	BİYOGAZ SANTRALLERİ İLE İLGİLİ SON GELİŞMELERİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ	134-152
Murat EYVAZ	SU VE ATIKSULARDA VİRÜSLERİN ANALİZ YÖNTEMLERİNE GENEL BAKIŞ	153-154
Mohammed Muntaz Osman Osman BÜYÜK Cemal HANILÇI	A PERFORMANCE EVALUATION of FEATURES for SPEAKER AGE CLASSIFICATION	155-162
Gökhan DINDİŞ Abdurrahman KARAMANCIOĞLU	ULTRASONİK YAYICI/ALGILAYICI DİZİLİMLERİNİN YÖN VE ZAYIFLAMA ÖRÜNTÜLERİNİN BELİRLENMESİ İÇİN BİR TEST DÜZENEGİ	163-171
İdris KARAALİ Mete EMİNAĞAOĞLU	MARBLE QUALITY CLASSIFICATION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS	172
Sefa ÇETİNKAYA İlhami Muharrem ORAK	YAPAY SİNİR AĞLARI İLE ÇUBUK KANGAL HADDE PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ	173-188
Emre MUTAF Güncel SARIMAN	CORONA VİRÜSÜYLE MÜCADELEDE HAYATA GEÇİRİLEN TOPLUMSAL UYGULAMALARIN TWITTER VERİLERİYLE DUYGU ANALİZİ	189-190
Soydan SERTTAŞ Fırat AYDEMİR	TEKSTİL ATÖLYELERİNDE İŞ GÜCÜ PERFORMANS ANALİZİ İÇİN TAKİP SİSTEMİ TASARIMI	191-192
Selim KARAHAN Arif KARADEMİR	MÜREKKEP GİDERME İŞLEMİ SONRASI YAPILAN BAZI ATIK SU VE METAL İÇERİK ANALİZLERİ	193-201
Selim KARAHAN Arif KARADEMİR	ISLAK PARTİ OPERASYONLARINDA TUTUNMANIN İYİLEŞTİRİLMESİ	202-210
Faik CEYLAN Ferit KOCAÇINAR	SALSOLOIDEAE ALT FAMILİYASINDAKİ BAZI TÜRLERDE ANATOMİK İNCELEMELER SONUCUNDA “C ₃ KOTİLEDON C ₄ YAPRAK” OLGUSUNA SAHİP YENİ TÜRLERİN TESPİT EDİLMESİ	211-212
Faik CEYLAN Nisa MUMCUOĞLU Ferit KOCAÇINAR	SALSOLA GRANDIS'İN KOTİLEDON VE YAPRAKLARINDA BAZI C ₄ VE FOTORESPİRASYON İZYOLU MARKÖR ENZİMLERİNİN İFADE SEVİYELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	213
Aysu Tugce GUL Sumer HORUZ	EFFICACY OF TWO NITROGENOUS WITH DIFFERENT NITRIFICATION INHIBITORS AND NON-NITROGENOUS FERTILIZERS TO CONTROL TOMATO BACTERIAL WILT	214

by **ISPEC**

Tuba TERBIYIK KURT	THE EXPANDED DISTRIBUTION of the INVASIVE ALIEN COPEPOD OITHONA DAVISAE in the MEDITERRANEAN SEA: REVIEW	215
А.А. БЕГЕНДИКОВ	Расчетное исследование ГТУ с целью повышения эффективного КПД	216-218

THE IMPORTANCE OF INTEGRATION BETWEEN TRANSPORTATION AND LAND USE PLANNING¹

Gülsüm Ecem DEMİRDAĞ

Graduate Student, Dokuz Eylül University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of City and Regional Planning

İrem AYHAN SELÇUK

Assistant Professor, Dokuz Eylül University, Faculty of Architecture, Department of City and Regional Planning

ABSTRACT

Especially in big cities there has been rapid increase in transportation need and demand for public transport investments along with urbanization and population growth. At the same time there has been a significant increase in public transport investments in the world. Also, since the 1970s, the urban rail system investments have been rapidly increased. In order to find the possible effects of new public transit investments on cities many studies have been conducted. These studies are mostly about the effects of investments on accessibility, land prices and travel behaviors. But there is a gap about the integration of transportation and land use plans and the role of urban planning and design studies. The role of urban planning and design studies in the improvement and changing in land use development is neglected. Aim of this paper is to clarify the importance of integration of urban planning and transportation planning.

In this paper, transportation and land use related studies have been examined and it is observed that investments that planned in order to improve the public transportation system, especially rail system investments, cannot encourage land development and urban growth along the corridor they are constructed. Also, it was seen that they cannot create intensity in land use unless there are complementary factors such as; local policies, land initiatives, taxes, transportation and zoning decisions.

Although it has been emphasized in many studies that urban planning and transportation planning should be in harmony, most of them have missed out the importance of harmony. This study emphasizes the need for the integration of urban planning and transportation planning and the role of those responsible should come to the forefront in studies beyond the effects that occur in the city.

Keywords: public transport, rail system investments, land use planning, transportation planning, effects of public transport

INTRODUCTION

Rapid population growth in cities in recent years has increased the need for new living spaces, which has led to spatial growth in the urban areas. This spatial development has increased the need for urban transportation services considerably. Especially recently, transportation has become one of the most important elements of urban life. Also, it has played an important role in ensuring land use balance, supply-demand balance and urban economic balance. Transportation also plays an important role in human life, such as housing and other vital activities. Because it provides people with connections between places, they frequently travel in their daily lives such as work, school, hospital and shopping. In addition, the proposed transportation system investments planned with the aim of meeting the increasing transportation demand significantly increased accessibility (Khisty & Lall, 1990).

Especially in big cities, shopping, entertainment and business centers are clustered in certain regions outside of the city. At the same time, individuals from different income groups in cities live in different regions. The need of individuals to reach the clustered areas (shopping, entertainment and business

¹ This study is a part of an incomplete master's thesis of The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Dokuz Eylül University

centers) also increases the demand for transportation. Many cities in Turkey by migrating population has been occupied by squatters as unplanned and irregular. Accordingly, the rate of population and private vehicle usage are increasing rapidly. For this reason, transportation has become a pending problem today. We can clearly define transportation as the movement and displacement of people and the mass that people need depending on location and time. In urban transportation, the aim is to plan and realize a transportation system that can be adapted to future developments and compatible with urban development targets while meeting the transportation needs of people living in the city (Aslan, 2005).

The increased transportation capacity makes it more accessible for people to spread to large areas, which causes increased mobility. But sprawl and mobility bring many problems with them. The inevitable consequences of urban sprawl can be listed as automobile addiction, increased travel times, imbalances in the choice of residential and business areas, air pollution and inequalities among people. Once it became clear that urban sprawl had inevitable consequences, city planners made limiting car usage as a common goal, and realized that the best way to achieve this goal was to reshape land use and better build the relationship between transportation and land use.

In this study, in order to reveal the importance of the role of urban planning and design studies in the improvement and changing the land use development the integration between transportation and land use is analyzed. And the literature about the transportation and land use integration is studied from 1977 to now.

TRANSPORTATION AND LAND USE

Cervero (2003), Handy (2005) and Litman and Colman (2001) emphasized that the concept of accessibility has an important effect in establishing a strong relationship between transportation and land use. Each urban space is interconnected by transportation. Accessibility of these places and functions is extremely important for reducing private vehicle usage, reducing transportation costs and transportation times. Handy (2005) defines “accessibility” as the biggest factor that facilitates reaching where you desire. An integrated transportation system that will be created by ensuring the harmony between land use and transportation planning also leads to the formation of more sustainable cities (Cervero, 2003; Handy, 2005; Litman & Colman, 2001).

Also New Urbanism and Smart Growth, which are among the important planning strategies of recent years, have important objectives such as saving people from automobile addiction, creating more accessible cities in order to encourage the increase of pedestrian transportation. And the most important goal of the strategies is emphasizing the importance of planning land use and transportation in an integrated way. Because the integration of land use and transportation is the way to achieve these goals (Alaylı, 2006; APA, 2012).

While these developed policies support walkable cities, local employment formation and infill in the city, it is argued that improving the transportation system is an important strategy that supports these policies. In particular, light rail systems (LRT) are seen as the primary means of driving car users to public transport. With this policy, density of the cities is increasing, and it is observed that the main problems such as traffic problems, air pollution and travel times are reduced.

Another issue, which is one of the main problems of spreading and also increases automobile dependency and causes other types of transportation to be preferred, is the imbalance in the choice of location of business-residential areas. The fact that people find job and housing opportunities in different areas makes them inevitable to become dependent on their cars. But, when city planners and designers start to think land use and transportation as a whole and recommend mixed land use patterns in cities together with business and housing opportunities, people will be able to walk and use public transportation (Boarnet & Crane, 2001).

In this context, the main purpose of city planners, designers and engineers is to design a transportation system that integrated with land use in order to contribute to the welfare of the society. For this purpose,

it is extremely important to design an efficient transportation system that is integrated with land use to minimize travel time, organize time, energy and cost for the benefit of society (Blunden, 1973).

Spread and fringing are the biggest examples of how automobile-focused investments create a low-density land use pattern. The development pattern and transportation system are complementary. For this reason, a car-dependent transportation system causes adverse effects on the land use and the environment. This cycle can also be defined as the transport-land use connection (Hurst, 2011).

Transportation decisions and land use planning in a city are in a complex interaction with each other. Decisions regarding the transportation system affect the development of land use and changes in land use affect the transportation activities and the transportation behavior of the local people. For this reason, it is extremely important to understand these effects in order for the decisions taken to meet a common strategic purpose. There are several factors that affect land use, in other words, urban form, urban built environment or spatial planning and transportation at the same time. Among these the most important ones are accessibility, density and mixed land use.

Accessibility: Accessibility can be defined as the opportunity to access desired and needed objects, services and activities. It is possible to list the main factors affecting accessibility as mobility, land use, transportation and transportation system integration (VTPI, 2016). As with transportation and land use, accessibility and mobility, land use, transportation and transport system integration constantly influence each other. As accessibility increases, vehicle usage per kilometer decreases. It is also observed that the rate of vehicle usage of people living in the city center is 10% to 40% less than those living outside the city. Another important factor is that accessibility is high causes the travel time between home, work and other activities to decrease (Litman & Steele, 2019).

Density: Density can be defined as a measure of the amount of activity in a region. In general, it is expressed as the number of people per unit or the number of commercial functions in a given area. It is the most common criterion used to measure the density of the built environment and to change the number of people per unit (Handy, Boarnet, Ewing, and Killingsworth, 2002). Litman and Steele (2019) also briefly expressed the density as the number of people or workplaces in a particular region. Increasing density leads to a decrease in automobile addiction and travel time, and increase the use of alternative modes of transportation. At the same time, while decreasing the mileage per person, it leads to increased walking and cycling opportunities and public transportation efficiency. Increasing density also increases vehicle congestion and parking fees; this causes people to move away from the car and look for alternative routes such as public transport, walking and cycling (Litman and Steele, 2019).

Mixed land use: Mixed land use is defined as the relative proximity of different land uses in a given area. As it turns out, mixed use includes not only residential uses, but also commercial uses, and other functions such as recreational and educational land uses. There are many methods to measure how heterogeneous the land use is, but the most common is; it is calculated as a simple distribution of the total land in an area to the shares of all types of land use (Handy et al., 2002). In addition to the relative proximity of the uses, mixed land use is sometimes described as a work-housing balance. In this context, it is measured how heterogeneous the area is by looking at the job / housing ratio. Mixed land use also reduces vehicle traffic and increases the use of alternative species, especially walking. It has been determined that vehicle traffic is 5% to 15% less in areas with mixed land use pattern compared to other areas. As with accessibility and density factors, mixed land use causes a decrease in travel time and travel kilometers per person, and an increase in the ratio of cycling and walking between modes of transportation (Litman and Steele, 2019).

Increasing population and transportation demand after 1970s caused a significant increase in urban railway investments. The main purpose of these investments is to solve the coordination problem between transportation and land use and environmental problems caused by the excessive usage of private vehicles. In addition, urban rail systems are built on expectations such as promoting public transportation, reducing vehicle traffic and improving air quality. And, the view that it will support urban growth by causing land use changes in the city constitutes the main reason for the rail system preference (Babalik, 2000).

In transportation and land use relation studies, planners mostly foresee that the construction of a light rail system to the city will increase in land development and population density along that line. And also, the view that it will promote mix land use is a widely common expectation. But, according to the transportation-land use theory, this increase and change can be strengthened as a result of a planned rail line that works integrated with other transportation networks in the city. Therefore, a new light rail system promotes changes in land use to a greater extent with its incorporation into an old system. There are three main reasons why moving or building a new system does not cause major changes in land use. First, transportation systems in large cities are well developed on main lines, and additional lines contribute less to land use changes and intensity. Secondly, new systems are generally constructed in the built environment to meet the transportation demand and strengthen the transportation system. Therefore, it is not easy to create land use changes in a built environment. The third is that people prefer to use their own cars rather than public transportation due to their price policies, so that public transportation does not have a great importance in location selection decisions. Price policies are one of the biggest promoters of private vehicle usages. Because vehicle users do not pay additional fees when entering the city center or because they cause environmental pollution. Thus, they benefit from many advantages of using private vehicles. When the relationship between transportation and land use is analyzed, the developments and changes in land use are a concept that cannot be limited by the expansion of transportation opportunities (Guiliano, 1995).

A theory introduced by Handy in 2005 supports the idea that there is an interconnected link between transportation and land use. As Handy, transportation investments cause spatial changes in the land, which causes changes in the choice of transportation type of the public. While the theory put forward by Handy initially supports this idea, when the results of analytical data are looked at, the relationship between transportation and land use is not so linear and one-dimensional. According to studies by researchers in the literature, it is possible only under complementary conditions that a transportation investment creates new land development, land use changes and promotes density. These factors are; local policies, incentive policies, density strategies, physical characteristic of the land and so on. For this reason, the relationship between transportation and land use was rearranged considering the presence of complementary factors. As can be easily understood from the figure, the link between transportation and land use has become more than just a linear relationship, it has become an internal relationship that repeats and follows each other (Handy, 2005).

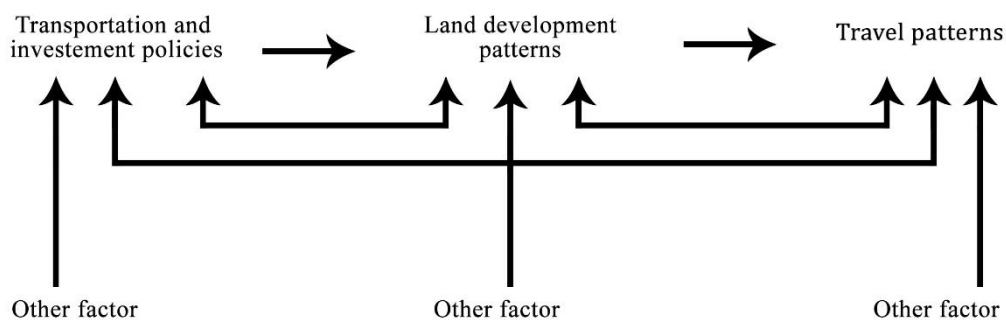


Figure 1: Link between land use and transportation (Handy, 2005)

LITERATURE REVIEW OF TRANSPORTATION AND LAND USE INTEGRATION

In this part of the study, the studies examining the effects of transportation on land use are examined to see if these hypotheses are presented by many researchers. A summary of this review is shown in the table below.

Table 1: A summary of the literature review

Author(s) / Year / Study Area	Research Question	Results
Knight and Trygg, 1977 / America and Canada	-Changes in densities and development of lands (housing, CBD) -The relation btw. local land use policies and transportation investment -The impacts of different transit modes on land use changes and development	-No evidence of growth impacts -The integration btw. land use and transportation, makes it easier to change the land use pattern -Commuter rails are better for density and development -Need for supportive forces (local land policies, healthy real estate market, demands) for significant changes
Cervero, 1984 / America and Canada	-Potential influences of light rail transit's on urban growth and revitalizing city centers	-Strong and growing economy is a prerequisite for urban growth -Developability of land around the LRT is important for significant changes -Parking restrictions, density regulations and other local policies make the changes more possible
Dingemans, 1978 / Contra Costa County	-High density development cluster around the stations	-No evidence of clustering around the stations
Ayer and Hocking, 1986 / Miami and Chicago	-Economic impacts of transit systems in urban areas	-There is an increase of land prices in Miami -New urban growth around the suburb stations of Chicago rail -Need for supportive forces is essential like developability of land and local policies
Vessali, 1996 / 37 examples from different cities	-The impacts of transit's on property values, development rates, changes in land uses, population and employment growth	-The impacts of metro's on land use is weak, LRT's is weaker -Changes in land uses are less in the areas where the high-income group live -The increase in price is mostly for single family houses -The impacts on commercial property prices are inconsistent -The greatest land use impacts occur around the fringes -Transit oriented development create growth in other regions -The impacts of transit's are limited to rapidly growing regions -Public sector involvement is necessary for zoning and density regulations, parking restrictions and so on
Huang, 1996 / America and Canada	-The impacts of rail transit's on urban growth -The differences btw. stations in terms of land development	-No evidence of growth impacts unless there are complementary factors such as constructed in an office area like San Francisco -No remarkable evidence found for the differences -Need for supportive forces like local and zoning policies, strong economy and developability of land
Cervero and Landis, 1997 / America (Bay Area Rapid Transit)	-Land use and development impacts of BART	-No evidence of significant growth and development impacts unless there are supportive factors such as local development policies
Bollinger and Ihlanfeldt, 1997 / Atlanta (Metropolitan Atlanta Rapid Transit)	-Impacts on population and employment	-No discriminable effects could be found on population and employment -Observed a shift from private sector to public sector where the commercial activities are highly dense -Positive impact on accessibility
Dueker and Bianco, 1998 / Portland	-Impacts of LRT's on travel mode, auto ownership, residential density, and property values	-Observed a decrease in auto ownership -Increase in usage of public transport -Increase in single-family housing prices
Babalik-Sutcliffe, 2002 / America and Canada	-The factors behind the success of urban rail systems	-No decreasing impact found on traffic congestion and environmental pollution -No increasing impact on public transport usage -No evidence on growth and development unless there are other improvement strategies such as land use policies, pedestrianization strategies

Pan and Zhang, 2008 / Shanghai	-Impacts of rail transit investment on land use changes and land development and housing prices	-Increasing impact on housing prices -Significant impact on land development and land use changes with the help of a strong real estate market and incentive policies -Strong relationship between the development in periphery areas and rail investment
Hurst and West, 2014 / Minnesota	-Light rail transit impacts on land development and land use changes	-No relation between land development and land use changes and LRT -No evidence that LRT has a significant effect on vacant lands -Proximity to CBD, mixed land use areas and high dense areas have a significant impact on land use changes
Rodriguez, Vergel-Tovar and Camargo, 2016 / Quito and Bogota	-Impacts of Bus rapid transit (BRT) on land development	-The most significant impacts found in the beginning and at the end of the BRT line -No discriminable effects unless there are promoter factors
Lee and Sener, 2017 / Texas	-Impacts of light rail transit on land development	-No significant impact on land development -Little changes occur in the highly dense areas and mixed land use areas

CONCLUSIONS

When the studies in the literature are examined, investments to improve the public transportation system, especially rail system investments, cannot encourage land development and urban growth along the corridor they are constructed and cannot create intensity in land use unless there are complementary factors. But, even though the changes in land use are not very remarkable, if the rail system investment is not made, traffic congestion will make these regions unbearable due to the increasing transportation demand and the use of private vehicles, and the tendency of the trade to spread to larger areas will arise. Therefore, the planning of rail systems is an important factor in maintaining the economic activities of the areas where they are built and especially in terms of the sustainability of commercial activities in this area. In this way, the commercial line developing around the rail system prevents the spread of the urban settled area and is one of the impressive factors in the formation of a compact urban form in the form of a corridor.

Also, it is obvious that land use changes occur in a built environment is not as easy as expected. Because it is observed that it is planned around a built environment in almost all cities, especially when the construction of a rail system is considered.

On the other hand, the main reason for the lack of integration between land use and transportation planning is that these two concepts are perceived as different disciplines in today's planning practice and decisions and plans about them are made by different units with no news from each other. This leads to the emergence of different plans and a lack of coordination between the concepts.

Another issue can be regarded as the time coordination problem. When we consider the land use planning, the changes that will occur takes much more time than the changes which will occur in transportation planning. That is why the predictions of plans do not match with each other and causes disjointedness between land use and transportation.

In that sense, the first step that should be done in order to better integrate these two planning disciplines is to include parameters and indicators which are related with these concepts at the same time. As stated in the previous chapters, these indicators can be listed as; accessibility, density and mixed land use.

Also as stated before New Urbanism and Smart Growth strategies are really important when it comes to the integration between these concepts. Because one of the main aims of these concepts is the better integrate land use and transportation planning. Because the integration of these concepts is really crucial for these planning strategies to achieve their goals.

ACKNOWLEDGMENT

This study is a part of an incomplete master's thesis carried out within the scope of The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Dokuz Eylul University. We thank The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Dokuz Eylul University for their support.

REFERENCES

- Alaylı, B. (2006). Land use optimization for improved transportation system performance case study: Ankara. Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- APA. (2012). Policy Guide on Smart Growth. <https://www.planning.org/policy/guides/adopted/smartgrowth.htm>
- Aslan, C. (2005). The effects of rail systems on urban traffic in İzmir. Master Thesis, Dokuz Eylul University, İzmir.
- Ayer, L. L., & Hocking, R. J. (1986). Land development impacts of transit construction. *Journal of Transportation Engineering*, 112(1), 77-87.
- Babalık, E. (2000). Urban rail systems: A planning framework to increase their success (Doctoral dissertation, University of London).
- Babalık-Sutcliffe, E. (2002). Urban rail systems: analysis of the factors behind success. *Transport Reviews*, 22(4), 415-447.
- Blunden, W. R. (1973), "The land-use/transport system", UK: Pergamon Press
- Boarnet, M. G., & Crane, R. (2001). *Travel by design: The influence of urban form on travel*. Oxford University Press on Demand.
- Bollinger, C. R., & Ihlanfeldt, K. R. (1997). The impact of rapid rail transit on economic development: The case of Atlanta's MARTA. *Journal of Urban Economics*, 42(2), 179-204.
- Cervero, R. (1984). Journal report: light rail transit and urban development. *Journal of the American Planning Association*, 50(2), 133-147.
- Cervero, R. (2006). Road expansion, urban growth, and induced travel: A path analysis. In *Dialogues in urban and regional planning* (pp. 310-343). Routledge.
- Cervero, R., & Landis, J. (1997). Twenty years of the Bay Area Rapid Transit system: Land use and development impacts. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 31(4), 309-333.
- Dingemans, D. J. (1978). Rapid transit and suburban residential land use. *Traffic Quarterly*, 32(2).
- Dueker, K. J., & Bianco, M. J. (1999). Light-rail-transit impacts in Portland: The first ten years. *Transportation Research Record*, 1685(1), 171-180.
- Giuliano, G. (1995). The weakening transportation-land use connection. *ACCESS Magazine*, 1(6), 3-11. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/1dn8t3w7>
- Handy, S. (2005). Smart growth and the transportation-land use connection: What does the research tell us?. *International regional science review*, 28(2), 146-167.
- Handy, S. L., Boarnet, M. G., Ewing, R., & Killingsworth, R. E. (2002). How the built environment affects physical activity: views from urban planning. *American journal of preventive medicine*, 23(2), 64-73.
- Huang, H. (1996). The land-use impacts of urban rail transit systems. *Journal of Planning Literature*, 11(1), 17-30.
- Hurst, N. (2011). How does light rail transit affect urban land use?.

- Hurst, N. B., & West, S. E. (2014). Public transit and urban redevelopment: The effect of light rail transit on land use in Minneapolis, Minnesota. *Regional Science and Urban Economics*, 46, 57-72.
- Khisty, C. J., & Lall B. K. (1990). "Transportation Engineering (3rd ed)", Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, c2003.
- Knight, R. L., & Trygg, L. L. (1977). Evidence of land use impacts of rapid transit systems. *Transportation*, 6(3), 231-247.
- Lee, R. J., & Sener, I. N. (2017). The effect of light rail transit on land use in a city without zoning. *Journal of Transport and Land Use*, 10(1), 541-556.
- Litman, T., & Colman, S. B. (2001). Generated traffic: Implications for transport planning. *ITE journal*, 71(4), 38-46.
- Litman, T., & Steele, R. (2019). Land use impacts on transport: How land use factors affect travel behavior. <https://www.vtpi.org/landtravel.pdf>
- Pan, H., & Zhang, M. (2008). Rail transit impacts on land use: Evidence from Shanghai, China. *Transportation Research Record*, 2048(1), 16-25.
- Rodriguez, D. A., Vergel-Tovar, E., & Camargo, W. F. (2016). Land development impacts of BRT in a sample of stops in Quito and Bogotá. *Transport Policy*, 51, 4-14.
- Vessali, K. V. (1996). Land use impacts of rapid transit: A review of the empirical literature. *Berkeley Planning Journal*, 11(1).
- Victoria Transport Policy Institute (2016). TDM Encyclopedia: Glossary, 21 January 2020, <http://www.vtpi.org/tdm/tdm61.htm>

KAMU YAPIM İHALELERİNDE VIKOR YÖNTEMİYLE YÜKLENİCİ SEÇİMİ CONTRACTOR SELECTION IN PUBLIC CONSTRUCTION TENDERS BY VIKOR METHOD

Latif Onur UĞUR

Dr. Öğr. Üyesi, Düzce Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

Nebih ALBAYRAK

Yüksek Lisans Öğrencisi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

İnşaat projelerinin kalite, zaman ve maliyet açısından uygun bir şekilde tamamlanmasında yüklenici seçimi önemli bir etkidir. Türkiye’de kamu ihalelerinde belirli şartlar sağlandıktan sonra, yüklenici firmalar tarafından verilen teklifler sınır değer hesabına tabii tutulur. Bu hesap sonucunda ekonomik açıdan en düşük teklifi veren firma ihaleyi kazanmış sayılır. Kamu ihalelerinde belirli şartlar sağlandıktan sonra en düşük teklif kriterine bakılarak yüklenici seçimin yapılması zaman içerisinde sıkıntı oluşturabilir. Bundan dolayı birden çok kriter dikkate alınarak yüklenici seçiminin yapılması daha uygun olacaktır. Bu çalışmada kamu yapım ihalelerinde farklı kriterler dikkate alarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) yöntemiyle yüklenici seçimi önerilmiştir. Yöntemin temelinde alternatifler çerçevesinden, kriterlerin değerlendirilmesiyle bir uzlaşık çözümün oluşturulması söz konusudur. Bu uzlaşık çözüm, ideal çözüme en yakın çözüm olarak ifade edilmektedir. VIKOR yöntemi kapsamında, alternatifler için çok kriterli sıralama indeksi oluşturulur ve belirli şartlar kapsamında ideal çözüme en yakın kararın verilmesi belirlenir. İdeal alternatife yakınlık değerleri karşılaştırılarak uzlaşık sıralamaya ulaşılr. Elde edilen sıralamada birinci sırada yer alan alternatifin en iyi alternatifini temsil edip etmediği kararı, kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşullarını aynı anda sağlayıp sağlamadığına bakılarak karar verilir. İki koşulunda geçerli olması halinde minimum Q_j (alternatiflerin nihai değeri) değerine sahip alternatif en iyi alternatif olarak nitelendirilebilir. Yapılan uygulamada ana ve alt kriterler literatür taraması ve uzman görüşlerce belirlenmiştir. Dört yüklenici firmaya ait sayısal değerler neticesinde VIKOR yöntemiyle yapılan çözümler sonucunda yüklenici seçimi yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yüklenici seçimi, Kamu yapım ihaleleri, VIKOR

ABSTRACT

Contractor selection is an important factor in the completion of construction projects in terms of quality, time and cost. After obtaining certain conditions in public tenders in Turkey, the proposal issued by the contractor companies are subjected account limits. As a result of this calculation, the company that made the lowest bid in terms of economy is deemed to have won the tender. After certain conditions are met in public tenders, the selection of the contractor by looking at the lowest bid criterion may cause trouble in time. Therefore, it will be more appropriate to select the contractor considering multiple criteria. In this study, the selection of contractors with Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) method, which is one of the multi-criteria decision making methods, taking into account different criteria in public construction tenders, is proposed. The basis of the method is to create a compromise solution by evaluating the criteria within the framework of alternatives. This compromised solution is expressed as the closest solution to the ideal solution. Within the scope of VIKOR method, a multi-criteria ranking index is created for alternatives and it is determined to make the decision closest to the ideal solution under certain conditions. The comparative order is reached by comparing the proximity values to the ideal alternative. The decision on whether the alternative, which takes the first place in the ranking obtained, represents the best alternative is determined by looking at whether it provides acceptable advantage and acceptable stability conditions at the same time. An alternative with a minimum Q_j (final value of alternatives) value can be considered the best alternative if it is valid in two conditions. In the application, the main and sub criteria are determined by the literature review and

expert opinions. As a result of the analysis made with the VIKOR method as a result of the numerical values of the four contractor companies, the contractor was selected

Keywords: Contractor selection, Public works auctions, VIKOR

1- GİRİŞ

İnşaat projelerinin başarılı bir şekilde tamamlanmasında, yüklenici seçimi önemlidir. Kamu sektöründeki yapım ihalelerinde, belirli şartlar sağlandıktan sonra, teklif fiyatları üzerinden sınır değer hesabı yapılarak, en düşük teklif fiyatına göre yüklenici seçimi yapılmaktadır. Yüklenici seçiminin, belirli şartlar sağlandıktan sonra ekonomik açıdan en düşük teklife göre yapılmasının uygun bir çözüm olmadığı ve zaman içerisinde sıkıntılar oluşturmakla beraber daha yüksek maliyetlere neden olabilmektedir. Bundan dolayı kamu yapım ihalelerinde yüklenici seçiminin birden çok kriter dikkate alınarak belirlenmesi gerekir [1].

Yapılan literatür çalışmasında;

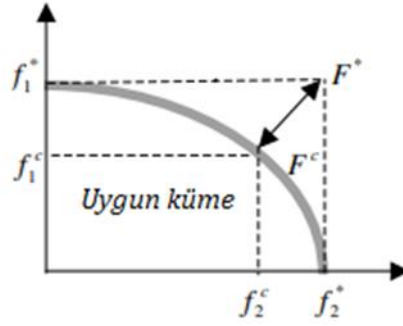
N. Ömürbek, M. Karaatlı ve T. Yetim (2014) çalışmalarında ADIM üniversitelerin değerlendirilmesinde TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini uygulamışlardır [2]. İ. Ertuğrul ve A. Özçil (2014) çalışmalarında klima seçiminde TOPSIS ve VIKOR yöntemini uygulamışlardır [3]. H. Dinçer ve A. Görener (2011) çalışmalarında hizmet sektöründe performans değerlendirmesinde AHP, VIKOR ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır [4]. B. Uçakcıoğlu ve T. Eren (2017) çalışmalarında Hava savunma sanayisinde yatırım proje seçiminde AHP ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır [5]. İ. Kara ve F. Ecer (2016) çalışmalarında Tekstil sektöründe tedarikçi seçiminde AHP-VIKOR entegre yöntemini kullanmışlardır [6]. S. Paksoy (2015) çalışmasında ülke göstergelerin değerlendirilmesinde VIKOR yöntemini kullanmıştır [7]. S. Karaoğlu (2016) çalışmasında otel işletmesi örneğinde dış kaynak seçiminde DEMATEL ve VIKOR yöntemlerini kullanmıştır [8]. H. M. Arslan (2017) çalışmasında tedarikçi seçiminde AHP ve VIKOR yöntemlerini kullanmıştır [9]. M. Soba, A. Şimşek, E. Erdin ve A. Can (2016) çalışmalarında doktora öğrenci seçiminde AHP ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır [10]. B. Sennaroğlu ve G. V. Çelebi (2018) çalışmalarında askeri havaalanı yer seçiminde AHP-PROMETHEE-VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır [11]. İ. Ertuğrul ve N. Karakaşoğlu (2008) çalışmalarında banka şube performansların değerlendirilmesinde VIKOR yöntemini kullanmışlardır [12]. I. Balkuvar (2015) yüksek lisans tez çalışmasında tablet seçiminde AHP ve VIKOR yöntemlerini kullanmıştır [13]. M. E. Toksoy (2012) yüksek lisans tez çalışmasında akaryakıt istasyonunun yer seçiminde VIKOR yöntemini kullanmıştır [14].

2- VIKOR YÖNTEMİ

VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yönteminin dilimizdeki anlamı; çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm olarak ifade edilmektedir. Uzlaşık çözüm fikri Po-Lung Yu tarafından 1973 yılında ortaya atılmıştır.

VIKOR yöntemi ise ilk olarak Serafim Opricovic tarafından geliştirilmiş ve 2004 yılında Serafim Opricovic ve Gwo-Hshiong Tzeng tarafından çok kriterli karar verme problemlerin optimizasyonu için önerilmiştir. 2004 yılında Opricovic ve Tzeng tarafından yapılan çalışma ile VIKOR yönteminin uluslararası düzeyde tanınmasına katkı sağlamıştır.

Yöntemin temelinde alternatifler çerçevesinden, kriterlerin değerlendirilmesiyle bir uzlaşık çözümün oluşturulması söz konusudur. Bu uzlaşık çözüm, ideal çözüme en yakın çözüm olarak ifade edilmektedir [15].



Şekil 1: İdeal ve uzlaşık çözümler [15]

VIKOR yöntemi kapsamında, alternatifler için çok kriterli sıralama indeksi oluşturulur ve belirli şartlar kapsamında ideal çözüme en yakın kararın verilmesi belirlenir. İdeal alternatifte yakınlık değerleri karşılaştırılarak uzlaşık sıralamaya ulaşılır [16].

VIKOR yönteminin adımları şu şekildedir:

1. Adım: Her bir kriter için en iyi (f_i^*) ve en kötü (f_i^-) değerler belirlenir. Eğer i kriteri değerlendirme açısından fayda kriteri ise,

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$f_i^- = \min_j f_{ij} \quad (1)$$

$$f_i^* = \max_j f_{ij} \quad (2)$$

i kriteri değerlendirme açısından maliyet kriteri ise,

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$f_i^* = \min_j f_{ij} \quad (3)$$

$$f_i^- = \max_j f_{ij} \quad (4)$$

şeklinde ifade edilir.

2. Adım: Her bir kriteri ait normalizasyon işleminin yapılması ve kriter ağırlıklarıyla normalize edilmiş değerlerin çarpılması,

$$r_{ij} = (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (5)$$

$$v_{ij} = r_{ij} * w_i \quad (6)$$

şeklinde hesaplanır.

3. Adım: Her alternatif için S_j ve R_j değerleri belirlenir. w_i , kriter ağırlıklarını ifade etmektedir. S_j değeri, j . alternatif için ortalama değeri, R_j değeri ise en kötü grup skorunu göstermektedir.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (7)$$

$$R_j = \max [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)] \quad (8)$$

4. Adım: Her alternatif için Q_j değerleri belirlenir. Q_j j . alternatifin nihai değeridir.

$$Q_j = v(S_j - S^*) / (S^- - S^*) + (1 - v)(R_j - R^*) / (R^- - R^*) \quad (9)$$

9 numaralı denklemde bulunan S^* , S^- , R^* ve R^- parametreleri,

$$S^* = \min_j S_j$$

$$S^- = \max_j S_j \quad (10)$$

$$R^* = \min_j R_j$$

$$R^- = \max_j R_j$$

şeklinde hesaplanır.

Q_j değerlerinin hesaplanmasında kullanılan v kriterlerin ağırlık değerlerini (maksimum grup faydasını) göstermektedir. v değeri maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade ederken, $(1-v)$ ise karşıt görüşlerinin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir. Uzlaşma; $v > 0,5$ çoğunluk oyu ile, konsensüs $v = 0,5$ ile veya veto $v < 0,5$ ile sağlanabilir.

5. Adım: Alternatiflere ait S_j , R_j , ve Q_j değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanır. En küçük Q_j değerine sahip alternatif en iyi veya en uygun seçenek olarak belirlenir.

6. Adım: Elde edilen sonucun geçerli olması için iki koşulun sağlanması gerekir. Bu takdirde minimum Q değerine sahip alternatif en iyi seçenek olarak değerlendirilir. Bu koşullar şu şekildedir;

Koşul 1 (Kabul Edilebilir Avantaj): En iyi ve en iyiye yakın seçenek arasındaki farkın $D(Q)$ değerinden eşit veya büyük olmasını ifade eden koşuldur.

$$Q(P_2) - Q(P_1) \geq D(Q) \quad (11)$$

Bu eşitsizlikte P_1 , Q minimum değerine sahip en iyi alternatif, P_2 ise minimum en iyi 2. alternatiftir.

$$D(Q) = 1/(j - 1) \quad (12)$$

şeklinde hesaplanır. j , alternatif sayısını göstermektedir.

Koşul 2 (Kabul Edilebilir İstikrar): En iyi $Q(P_1)$ değerinin S ve R değerlerinin en az bir tanesinde de en iyi değeri elde etmiş olmalıdır.

Eğer bu iki koşuldan bir tanesi sağlanmazsa uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde önerilir:

2. koşul sağlanmıyorsa P_1 ve P_2 alternatiflerinin her ikisi de uzlaşık çözüm olarak ifade edilir.

1. koşul sağlanmıyorsa P_1, P_2, \dots, P_M alternatiflerin tamamı uzlaşık en iyi ortak kümesinde yer alır. $Q(P_M) - Q(P_1) < D(Q)$ eşitsizliği dikkate alınır.

Q değerlerine göre yapılan sıralamalarda minimum Q değerine sahip alternatif, en iyi alternatif olarak ifade edilir [15].

3- UYGULAMA

Yüksek maliyetli ve uygulama sonrası geri dönüşü olmayan projelerde çok kriterli karar verme yöntemleri genellikle kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, VIKOR yöntemi kullanılarak kamu yapım ihalelerinde yüklenici seçiminin yapılmasıdır. Çalışmada kamuda yapım ihalesine katılan dört firma için belirlenen değerler üzerinden seçim yapılmaktadır.

Bu kapsamda ana ve alt kriterler literatür taramasından ve uzman görüşmelerinden belirlenmiştir.

Tablo 1: Kamu yapım ihalelerinde yüklenici seçimine ait ana ve alt kriterler

ANA KRİTERLER			ALT KRİTERLER		
K1	Finansal	K11	Öz kaynak oranı		
		K12	Kredibilite		
		K13	Yıllık gelir		
K2	İş sağlığı ve güvenliği	K21	İş kazası sayısı		
		K22	Geçmişte aldığı ceza sayısı		
K3	Mesleki kriterler	K31	Başarı ile tamamladığı iş sayısı		
		K32	Tamamladığı benzer proje sayısı		
		K33	Adliyeye yansıyan iş sayısı		
K4	Zaman	K41	Gecikmeli yaptığı iş sayısı		
K5	Maliyet	K51	Teklif fiyat		

Tablo 2: Kriter özellikleri ve ağırlıklarına ait veri seti

Karar problemi dört alternatif, beş ana kriter ve on alt kriterden oluşmaktadır. 4 yüklenici firmasına ait sayısal değerler ve ağırlıklar Tablo 2’de ifade edilmiştir. Kriterlere ait ağırlıklar eşit olarak varsayılmıştır.

Ağırlıklar(wi)	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	K1			K2			K3		K4	K5
X	K11	K12	K13	K21	K22	K31	K32	K33	K41	K51
	max	max	max	min	min	max	max	min	min	min
A	0,3	700	10	5	2	12	8	2	2	58
B	0,45	900	15	4	1	15	9	1	1	62
C	0,5	1300	25	10	4	10	6	4	4	60
D	0,6	1500	30	6	3	16	10	3	3	65

Tablo 3: En iyi (f_i^+) ve en kötü (f_i^-) kriter değerlerinin belirlenmesi

Her bir değerlendirme kriterine ait, kriterlerin fayda ya da maliyet yönlü olup olmadıklarına bakılır. Ele alınan kriter fayda yönlü ise Eşitlik (1) ve (2)’den, maliyet yönlü ise Eşitlik (3) ve (4)’ten yararlanılarak belirlenmiş ve Tablo 3’te gösterilmiştir.

Ağırlıklar(wi)	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	K1			K2			K3		K4	K5
X	K11	K12	K13	K21	K22	K31	K32	K33	K41	K51
	max	max	max	min	min	max	max	min	min	min
A	0,3	700	10	5	2	12	8	2	2	58
B	0,45	900	15	4	1	15	9	1	1	62
C	0,5	1300	25	10	4	10	6	4	4	60
D	0,6	1500	30	6	3	16	10	3	3	65
f_i^+	0,6	1500	30	4	1	16	10	1	1	58
f_i^-	0,3	700	10	10	4	10	6	4	4	65

Tablo 4: Normalizasyon matrisinin belirlenmesi

Kriterlere ait birimlerin farklı olmasından dolayı ve kriterleri karşılaştırabilir duruma getirmek amacıyla normalizasyon işlemi Eşitlik (5) yardımıyla yapılmıştır. Normalize edilmiş değerler Tablo 4'te gösterilmiştir.

(wi)	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
		K1		K2		K3		K4		K5
R	K11	K12	K13	K21	K22	K31	K32	K33	K41	K51
	max	max	max	min	min	max	max	min	min	min
A	1,0000	1,0000	1,0000	0,1667	0,3333	0,6667	0,5000	0,3333	0,3333	0,0000
B	0,5000	0,7500	0,7500	0,0000	0,0000	0,1667	0,2500	0,0000	0,0000	0,5714
C	0,3333	0,2500	0,2500	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2857
D	0,0000	0,0000	0,0000	0,3333	0,6667	0,0000	0,0000	0,6667	0,6667	1,0000

Tablo 5: Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

Normalize edilmiş karar matrisi (R), kriter ağırlıklarıyla çarpılarak elde edilen ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (V), Tablo 5'te gösterilmiştir.

(wi)	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
		K1		K2		K3		K4		K5
V	K11	K12	K13	K21	K22	K31	K32	K33	K41	K51
	max	max	max	min	min	max	max	min	min	min
A	0,1000	0,1000	0,1000	0,0167	0,0333	0,0667	0,0500	0,0333	0,0333	0,0000
B	0,0500	0,0750	0,0750	0,0000	0,0000	0,0167	0,0250	0,0000	0,0000	0,0571
C	0,0333	0,0250	0,0250	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,0286
D	0,0000	0,0000	0,0000	0,0333	0,0667	0,0000	0,0000	0,0667	0,0667	0,1000

Tablo 6: S_j , R_j değerlerinin belirlenmesi

Eşitlik (7) yardımıyla S_j ve Eşitlik (8) yardımıyla R_j değerleri hesaplanmıştır.

	S_j	R_j
A	0,5333	0,1000
B	0,2988	0,0750
C	0,7119	0,1000
D	0,3333	0,1000

Tablo 7: Q_j değerlerin hesaplanmasında kullanılacak S^* , S^- , R^* ve R^- değerleri Eşitlik (10) yardımıyla hesaplanmıştır.

S^*	0,2988
S^-	0,7119
R^*	0,0750
R^-	0,1000

Tablo 8: Q_j değerlerinin belirlenmesi

$v = (0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00)$ parametrelerinin grup fayda değerleri için Eşitlik (9) yardımıyla Q_j değerleri belirlenmiştir. Alternatifler arasındaki sıralamayı görmek amacıyla 0 ile 1 arasında değişen farklı “v” değerleri verilmiştir.

Q	S_j	R_j	Q_j (v=0,00)	Q_j (v=0,25)	Q_j (v=0,50)	Q_j (v=0,75)	Q_j (v=1,00)
A	0,5333	0,1000	1,0000	0,8919	0,7839	0,6758	0,5677
B	0,2988	0,0750	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C	0,7119	0,1000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
D	0,3333	0,1000	1,0000	0,7709	0,5418	0,3127	0,0836

Tablo 9: S_j , R_j ve Q_j değerlerinin küçükten büyüğe doğru sıralanması

Her alternatifte ait S_j , R_j ve Q_j değerlerine göre sıralama yapılmıştır. Burada en iyi seçeneğin B yüklenici firmasının olduğu görülmektedir. Yapılan sıralamaların uzlaşık çözümü sağlayıp sağlamadığını belirlemek üzere kabul edilir avantaj ve kabul edilir istikrar koşullarına bakılır.

Q	S_j	R_j	Q_j (v=0,00)	Q_j (v=0,25)	Q_j (v=0,50)	Q_j (v=0,75)	Q_j (v=1,00)
A	3	2	2	3	3	3	3
B	1	1	1	1	1	1	1
C	4	2	2	4	4	4	4
D	2	2	2	2	2	2	2

Tablo 10: Q_j değerlerine ait koşullarının denetlenmesi

Kamu yapım ihalelerinde yüklenici seçimi için yapılan VIKOR yöntemi sonucunda $v=\{0,00\}$, $v=\{0,25\}$, $v=\{0,50\}$, değerleri için kabul edilir avantaj (Koşul 1) ve kabul edilir istikrar (Koşul 2) koşullarını aynı anda sağlayan B yüklenici firması, en iyi alternatif olarak belirlenmiştir.

$v=\{0,75\}$ ve $v=\{1,00\}$ değerleri için kabul edilir avantaj koşulu sağlanmazken, kabul edilir istikrar koşulu sağlanmaktadır. Bu durumda $Q(P_M) - Q(P_1) < D(Q)$ koşulu test edilerek birinci ve ikinci sırada yer alan B ve D karar alternatiflerin her ikisi uzlaşık çözüm olarak kabul edilmiştir.

Karar seçimi sıralaması ise en iyi alternatiften en kötüye doğru B-D-A-C şeklinde ifade edilir.

	Q_j (v=0,00)	Q_j (v=0,25)	Q_j (v=0,50)	Q_j (v=0,75)	Q_j (v=1,00)
A	1,0000	0,8919	0,7839	0,6758	0,5677
B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
D	1,0000	0,7709	0,5418	0,3127	0,0836
$Q(P_2)$	1,0000	0,7709	0,5418	0,3127	0,0836

$Q(P_1)$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
$Q(P_2) - Q(P_1)$	1,0000	0,7709	0,5418	0,3127	0,0836
$D(Q)$	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333
Koşul 1 = $Q(P_2) - Q(P_1) \geq D(Q)$	DOĞRU	DOĞRU	DOĞRU	YANLIŞ	YANLIŞ
Koşul 2 = $Q(P_1) S_j$ ve/veya R_j değerlerine göre küçükten büyüğe göre yapılan sıralamalarda min. değere sahip en iyi alternatif	DOĞRU	DOĞRU	DOĞRU	DOĞRU	DOĞRU

4- SONUÇLAR

Kamu yapım ihalelerinde yüklenici seçimi büyük önem arz etmekle beraber, belirli şartlar sağlandıktan sonra en düşük teklif kriteri ve birçok kriter değerlendirilerek seçimin yapılması gerekir. Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden VIKOR yöntemiyle yüklenici seçimi yapılmıştır. Ana ve alt kriterler literatür taraması ve uzman görüşlerce belirlenmiştir. Dört yüklenici firmaya ait sayısal değerler neticesinde VIKOR yöntemiyle yapılan çözümler sonucunda en iyi alternatif B yüklenici firması olarak belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda, kamu yapım ihalelerinde yüklenici seçiminin VIKOR yöntemiyle başarı bir şekilde kullanılabileceği görülmektedir. Yöntem, ilerleyen çalışmalarda daha geniş kapsamlı ve diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile hibrit bir şekilde yapılabilir.

5- KAYNAKLAR

- [1] Alsugair, A. M., 1999. Framework for evaluating bids of construction contractors, Journal of Management in Engineering, 15, 72-78
- [2] N. Ömürbek, M. Karaatlı ve T. Yetim, "Analitik Hiyerarşi Sürecine Dayalı TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri İle ADIM Üniversitelerinin Değerlendirilmesi," Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Dr. Mehmet YILDIZ Özel Sayısı, ss. 189-207, 2014.
- [3] İ. Ertuğrul ve A. Özçil, "Çok Kriterli Karar Vermede TOPSIS ve VIKOR Yöntemleriyle Klima Seçimi," Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, c. 4, s. 1, ss. 267-282, 2014.
- [4] H. Dinçer ve A. Görener, "PERFORMANCE EVALUATION USING AHP - VIKOR AND AHP - TOPSIS APPROACHES: THE CASE OF SERVICE SECTOR," Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, sigma 29, ss. 244-260, 2011.
- [5] B. Uçakcıoğlu ve T. Eren, "Analitik Hiyerarşi Prosesi ve VIKOR Yöntemleri ile Hava Savunma Sanayisinde Yatırım Projesi Seçimi," HU J. of Eng., c. 2, s. 2, ss. 35-53, 2017.
- [6] İ. Kara ve F. Ecer, "AHP-VIKOR ENTEGRE YÖNTEMİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ: TEKSTİL SEKTÖRÜ UYGULAMASI," Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, c. 18, s. 2, ss. 255-272, 2016.
- [7] S. Paksoy, "ÜLKE GÖSTERGELERİNİN VIKOR YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ," Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, c. 11, s. 2, ss. 153-169, 2015.
- [8] S. Karaoğlu, "DEMATEL VE VIKOR YÖNTEMLERİYLE DIŞ KAYNAK SEÇİMİ: OTEL İŞLETMESİ ÖRNEĞİ," İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi, s. 55, ss. 9-24, 2016.
- [9] H. M. Arslan, "AHP-VIKOR YÖNTEMİ İLE EN İYİ TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE BİR UYGULAMA," Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, c. 16, s. 63, ss. 1203-1217, 2017.

- [10] M. Soba, A. Şimşek, E. Erđin ve A. Can, "AHP TEMELLİ VIKOR YÖNTEMİ İLE DOKTORA ÖĞRENCİ SEÇİMİ." Sosyal Bilimler Dergisi, s. 50, ss. 109-132, 2016.
- [11] B. Sennaroğlu ve G. V. Çelebi, "A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods," Transportation Research Part D: Transport and Environment, v. 59, pp. 160-173, 2018.
- [12] İ. Ertuğrul ve N. Karakaşoğlu, "BANKA ŞUBE PERFORMANSLARININ VIKOR YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ," Endüstri Mühendisliği Dergisi, c. 20, s. 1, ss. 19-28, 2008.
- [13] I. Balkuvar, "ÇOK KRİTERLİ KARAR VERMEYÖNTEMLERİNDEN AHP VE VIKOR İLE TABLET SEÇİMİ," İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, 2015.
- [14] M. E. Toksoy, "Çok Nitelikli Karar Verme Yöntemleri ve VIKOR Yöntemi İle Bir Uygulama," İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, 2012.
- [15] Opricovic S. and Tzeng G.H., "Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS", European Journal of Operational Research, 156: 445-455, (2004).
- [16] Opricovic S. and Tzeng, G.H., "Extended VIKOR method in comparison with other outranking methods", European Journal of Operational Research, 178: 514- 529, (2007).

KAMPÜS VE YAKIN ÇEVRESİNDE YÜRÜNEBİLİRLİĞİN ÖLÇÜMÜNE YÖNELİK BİR MODEL ÖNERİSİ**A MODEL TO MEASURE WALKABILITY IN UNIVERSITY CAMPUSES AND THEIR VICINITY****Çiğdem HOROZ GÖREN***Yüksek Lisans Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı,
(Sorumlu Yazar)***Ebru ÇUBUKÇU***Prof. Dr, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü***ÖZET**

Yürüme eylemi, genç yetişkinlerin fiziksel, zihinsel ve sosyal gelişimine katkı sağlayan en kolay yapılabilen bir fiziksel aktivitedir. Son yıllarda yayınlanan çalışmalarda, genç yetişkinleri yürümeye teşvik edecek mekansal özelliklerin belirlenmesinin önemi vurgulanmıştır. Bu kapsamda, “kentsel mekanlarda” yürünebilirliği etkileyen birçok mekansal özellik tanımlanmıştır. Ancak, ilgili literatürde bu parametreler ve standartların arazi kullanımındaki farklılığı göz ardı etmesi literatürün temel eksikliğidir. Dolayısıyla, yürünebilirliği etkileyen mekansal özelliklerin kentsel mekanın farklı kullanım alanlarına özgü olarak tarif edilmesi gerekmektedir. Gençlerin zamanlarının önemli bir parçasını geçirdikleri üniversite kampüslerinde de yürünebilirliğin, kampüse özgü belirlenen parametrelere göre değerlendirilmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, üniversite kampüslerinin ve yakın çevrelerinin yürünebilirlik değerlerinin nasıl ölçülebileceği konusunda bir yöntem geliştirilmesi hedeflenmiştir. Geliştirilen bu model, iki örnek kampüs alanı ve çevresinde test edilmiş ve bu mekanlardaki yürünebilirlik değerleri haritalar aracılığıyla karşılaştırılmıştır. Bir başka ifade ile, İzmir ili Buca ilçesinde 4 adet çalışma alanı belirlenmiştir; (A) kent içinde, kentsel kullanımlara yakın ve eğimli olmayan küçük bir alana kurulmuş olan Dokuzçeşmeler kampüsü ve (B) yakın çevresi ile (C) kent çeperinde, ormanlık alan komşuluğunda ve eğimli geniş bir alana kurulmuş olan Tınaztepe kampüsü ve (D) yakın çevresi. Öncelikle, yürünebilirlik ile ilgili literatürde yayınlanmış dergi makaleleri ile kampüs tasarım rehberlerine konu olan parametreler karşılaştırılarak, kampüslerde yürünebilirliği etkileyen 5 yürünebilirlik parametresi (konfor, trafik güvenliği, suç güvenliği, mekansal estetik, arazi kullanım çeşitliliği) ve buna bağlı toplam 23 alt parametre tanımlanmıştır.

Kampüs alanı içinde ve yakın çevresinde mekansal özelliklerin yürünebilirliği ne ölçüde desteklediği söz konusu parametrelere dayanarak 2129 sokak parçasında değerlendirilmiştir. Sahada yapılan arazi gözlemi ve anket çalışması ile değerlendirilen her sokak parçasına ait bilgi Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) programı aracılığıyla haritalandırılmıştır. Belirlenen her iki kampüs ve yakın çevresine ait bu haritalardaki mekansal özellikler karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, "yürünebilirlik değerlerinin kampüsler arasında ve yakın çevrelerinde değiştiğini" göstermiştir. Bu çalışmanın devamında, farklı yürünebilirlik değerine sahip kampüsler ve yakın çevrelerinde yaya yoğunluğunun değişip değişmediğinin irdelenmesi planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fiziksel çevre, fiziksel aktivite, yürünebilirlik, kentsel tasarım, kampüslerde yürünebilirlik.

ABSTRACT

The act of walking is the easiest physical activity that contributes to the physical, mental and social development of young adults. Recent studies emphasized the importance of determining the spatial features that will encourage young adults to walk. Although many studies have focused on the spatial features that may affect walkability in “urban spaces”, limited attention have been paid to investigate whether these studies have applied value in different land uses such as campuses. Therefore, spatial

features that affect walkability should be described specifically for different areas of use of urban space. In university campuses, where young people spend an important part of their time, it is very important to evaluate the walkability according to the campus-specific parameters

This study aims to develop a method to measure walkability in university campuses and their close vicinities. This model has been tested in two campuses and their surroundings. Then walkability in these areas have been compared via "walkability maps". In other words, 4 case study areas have been determined in Buca district of Izmir province; (A) Dokuzçesmeler campus and (B) its close vicinity, (C) Tmaztepe campus and (D) its close vicinity. Dokuzçesmeler campus is established in a small flat area within the city and its close to various urban destinations (park, restaurants etc.). On the other hand, Tmaztepe campus is located in a wide area with a slope at the city edge. The campus is adjacent to a forest area and a residential area and it is far from the various urban destinations.

In order to develop a method to measure walkability in university campuses, the journal articles published in this topic and campus design guidelines was reviewed. Based on this literature review and previous experience gained on this issue 5 main walkability parameters (comfort, traffic safety, crime security, spatial aesthetics, land use diversity) which are measured with 23 sub parameters have been defined to measure the extent to which street segments in a campus area and its vicinity encourages walking for students. 2129 street segments was evaluated with those parameters via field observations and surveys. Then walkability maps were produced via Geographical Information Systems. Finally, the spatial properties (walkability values) of these two campuses and their surroundings have been compared. The results showed that "walkability values vary between campuses and in their immediate surroundings". Next study is on call to test whether pedestrian density varies in the campuses (and their surrounding) with different walkability values.

Keywords: Physical environment, physical activity, walkability, urban design, walkability on campuses.

1. GİRİŞ

Yürüme eylemi, genç yetişkinlerin fiziksel, zihinsel ve sosyal gelişimine katkı sağlayan en kolay yapılabilen bir fiziksel aktivitedir. Yürümek insanların günlük yaşamlarında kullandıkları en basit, en ucuz ve çevreye en az zarar veren ulaşım biçimidir (Crawford, 2000; NZ Transport Agency, 2009). Son yıllarda yapılan çok sayıda araştırmada, obezitenin ve fazla kiloluğun olumsuz etkileri ve temel nedenin fiziksel hareketsizlik olduğu ortaya konmuştur (Çubukçu, 2013; Çubukçu ve diğer., 2014; Çubukçu ve diğer., 2019; WHO, 2011). Dünya Sağlık Örgütü (2011)' e göre, özellikle gençlerin fiziksel aktivite düzeyi / yürüyüş yapma eğilimlerinin ciddi şekilde azaldığı belirtilmiştir. Bu nedenle, gündelik hayat içinde yürüyüşü daha sık tercih etmenin, egzersiz ya da spor amaçlı yürüyüş yapmanın özellikle genç yetişkinlerin fiziksel ve zihinsel gelişimini desteklediği vurgulanmıştır. Son yıllarda yayınlanan çalışmalarda, genç yetişkinleri yürümeye teşvik edecek mekansal özelliklerin belirlenmesinin önemi vurgulanmıştır. Bu kapsamda, literatürde kentsel alanda yürünebilirliği etkileyen birçok mekansal özellik tanımlanmıştır. Ancak, ilgili literatürde bu parametreler ve standartların arazi kullanımındaki farklılığı göz ardı etmesi literatürün temel eksikliğidir. Dolayısıyla, yürünebilirliği etkileyen mekansal özelliklerin kentsel mekanın farklı kullanım alanlarına özgü olarak tarif edilmesi gerekmektedir. Gençlerin zamanlarının önemli bir parçasını geçirdikleri üniversite kampüslerinde de yürünebilirliğin, kampüse özgü belirlenen parametrelere göre değerlendirilmesi oldukça önemlidir.

Dünya çapında sürdürülebilir gelişme için önemli yenilik merkezleri olan üniversite kampüs ve çevreleri, genç yetişkinlerin aktif yaşamlarının önemli bir parçasıdır. Üniversite kampüslerinin ve yakın çevrelerinin yürünebilirlik değerlerinin nasıl ölçülebileceği konusunda bir yöntem geliştirilmesini hedefleyen bu çalışmada, kampüslerde yürünebilirliği etkileyen mekansal özelliklerin birlikte değerlendirildiği bir altlığa ihtiyaç vardır. Dolayısıyla, üniversite kampüsü ve yakın çevresi "mekanın fiziksel özellikleri" ile "yürünebilirlik" arasındaki ilişkiyi irdelemede doğal bir laboratuvar ortamı sunmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın araştırma soruları aşağıdaki gibidir:

- Üniversite kampüsleri ve yakın çevrelerinde yürünebilirliği etkileyen mekansal özellikler nelerdir?
- Farklı mekansal özelliklere sahip üniversite kampüslerinin ve yakın çevrelerinin yürünebilirlik değerleri nasıl ölçülebilir?
- Farklı mekansal özelliklere sahip üniversite kampüsleri ve yakın çevrelerinde yürünebilirlik değerleri nasıl değişiyor?

Teşekkür: Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Tasarım Yüksek Lisans Programı'nda yürütülmekte olan yüksek lisans tezi kapsamında yapılan çalışmaların bir bölümünden oluşmaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Kentsel Alanda Yürünebilirliği Etkileyen Özellikler

Literatürde kentsel alanda yürünebilirliği etkileyen özelliklerin neler olduğu ve bu özelliklerin bireyleri yürümeye teşvik etmede ne kadar etkili olduğuna ilişkin birçok araştırma yapılmakta, bu kapsamda hem bireysel ve sosyal çevre özelliklerinin hem de mekanın fiziksel özelliklerinin yürümeyi etkileyen temel faktörler olduğu belirtilmiştir (Çubukçu, 2013; Çubukçu ve diğer., 2014; Ewing, vd., 2006). Bireysel ve sosyal çevre özellikleri; yaş cinsiyet, sağlık problemi, çalışma durumu, gelir durumu, araç sahipliği, bireyin egzersiz ve yürüyüş yapma eğilimi (vücut kitle endeksi, terih edilen ulaşım modu vb.) ve bireyin yaşam tarzı (sağlıklı beslenme eğilimi, sigara kullanımı vb.) olarak listelenebilir (Çubukçu, 2013; Çubukçu ve diğer., 2014).

Mekanın fiziksel özelliklerine ilişkin Çubukçu ve diğer (2014 ve 2019) tarafından yapılan bir çalışmada, yürünebilirliği etkileyen mekansal özelliklerin nasıl ölçülebileceğine ilişkin bir rehber hazırlanmıştır. Çalışmada, yürünebilirliği etkileyen mekansal özellikler belirlenirken dünyanın farklı kentlerinde kullanılan sokak denetim araçları (AARP Walk Audit Tool Kit, Community Walking and Bicycling Audit Tool, Pedestrian Environment Data Scan – PEDS, Pedestrian Environment Review System (PERS), Walking Route Audit Tool, Walkability Survey – How Walkable is Your Neighborhood, Systematic Pedestrian and Cycling Environment Scan, Community Street Review, Active Neighborhood Checklist – ANC vb.) değerlendirilmiş ve Türkiye'ye özgü sokak denetim aracı geliştirilmiştir. Kullanılan sokak denetim araçlarının bazıları, uzman değerlendirmesini ve arazi gözlemini esas alan özelliklerden, bazıları kullanıcı değerlendirmesini esas alan özelliklerden oluşmaktadır. 2014 yılında geliştirilen denetim aracında kentsel alanda yürünebilirliği etkileyen mekansal özellikler 5 kategori (arazi kullanım, yaya ve bisiklet kullanımına uygunluk, trafik güvenliği, suç güvenliği, estetik ve tasarım) ve 35 sorudan (arazi kullanım çeşitliliği, nüfus/konut yoğunluğu, ticari kullanım çeşitliliği, vitrin varlığı, yaya olanağının türü, yaya yolu niteliği, genişliği, sürekliliği, yürümeyi engelleyen bariyerlerin varlığı, yaya konforunu arttıran öğelerin varlığı, trafik yavaşlatıcı öğelerin varlığı, trafik hızı ve yoğunluğu, bina çeşitliliği ve mimari tasarım, doğal öğeler, bakım düzeyi vb.); 2019 yılında geliştirilen sokak denetim aracı ise 6 kategori (arazi kullanım, yaya kullanımına uygunluk, trafik güvenliği, suç güvenliği, estetik ve kentsel tasarım ilkeleri ve sokağın yürünebilirliği) ve 37 sorudan (ağırlıklı arazi kullanım türü, ticari çeşitlilik, ilgi çekici vitrin varlığı, yaya yollarının sürekliliği, yüzey kalitesi, genişliği, eğimi, konfor arttırıcı öğelerin varlığı, karşıdan karşıya geçiş güvenliği, güvensizlik hissi verecek öğelerin varlığı, doğal ve yapısal öğelerin estetiği, imgelenebilirlik düzeyi, insan ölçeğine uygunluk, görsel uyum, çeşitlilik gibi kentsel tasarım ile ilişkili ölçütler) oluşmaktadır.

2.2 Üniversite Kampüslerinde Yürünebilirliği Etkileyen Mekansal Özellikler

Kampüs alanı içinde ve yakın çevresinde yürünebilirliği etkileyen mekansal özelliklerin belirlenmesi amacıyla literatürde üniversite kampüslerinde yürünebilirlik ile ilgili yayımlanmış (1) bilimsel araştırma

çalışmaları ve (2) kampüs tasarım rehberleri incelenmiştir. İlk aşamada, üniversite kampüslerinde eğitimlerine devam eden genç yetişkinlerde yürünebilirliği etkileyen mekansal özelliklere odaklanan ulusal / uluslararası 10 adet araştırma makalesi incelenmiş ve genç yetişkinlerin fiziksel aktivite düzeylerini etkileyen mekansal özellikler Tablo 1' de listelenmiştir. Bu tablo bu çalışmaya özgü olarak geliştirilmiştir.

Tablo 1. Bilimsel Araştırma Çalışmalarında Yürünebilirliği Etkileyen Mekansal Özellikler

MAKALE KÜNYESİ		PARAMETRE ADI
A1	Keat et al. (2016)	5 genel parametre (1; trafik güvenliği, 2; suç güvenliği, 3; konfor, 4; ilgi çekicilik, 5; elverişlilik/uygunluk)
A2	Sisson et al. (2008)	10 genel parametre (1; sokağın şerit sayısı, 2; günlük trafik düzeyi, 3; limit hızı, 4; kullanım durumu/yaya yollarının varlığı, 5; yaya yolu kalitesi, 6; yaya yolu malzemesi, 7; yaya yolu genişliği, 8; aydınlatma öğeleri, 9; yaya yolu ile yol arasındaki buffer genişliği, 10; kaldırım rampaları)
A3	Makki, S., et al. (2012)	4 genel parametre (1; bağlanabilirlik, 2; erişilebilirlik, 3; konfor, 4; güvenlik)
A4	Ford (2013)	3 genel parametre (1; güvenlik, 2; yaya yolu niteliği, 3; konfor) ve 12 alt parametre (1; yaya olanağı, 2; yaya motor çatışması, 3; karşıdan karşıya geçiş kolaylığı, 4; gece güvenliği, 5; bakım düzeyi, 6; yaya yolu genişliği, 7; bariyer, 8; erişilebilirlik, 9; bisiklet kullanımına uygunluk, 10; arazi yapısı, 11; estetik, 12; konfor)
A5	Nahedh & Abdullah, (2018)	2 genel parametre (1; bağlanabilirlik, 2; erişilebilirlik)
A6	Idris (b.t.)	3 genel parametre (1; konfor, 2; güvenlik, 3; erişilebilirlik)
A7	Yuseriea et al. (b.t.)	5 genel parametre (1; güvenlik, 2; yaya yolu bakım durumu, 3; yaya yolu genişliği, 4; paylaşımlı yollar, 5; sokağın genel değerlendirilmesi)
A8	Tüydes Yaman, & Karataş (2018)	5 genel parametre (1; yaya yolu niteliği, 2; arazi kullanım, 3; güvenlik, 4; konfor, 5; kampüs kullanıcısının bireysel özellikleri ve yürünebilirlik algısı)
A9	Harun & Nashar (2017)	4 genel parametre (1; konfor, 2; bağlanabilirlik, 3; güvenlik, 4; erişilebilirlik) ve 26 alt parametre
A10	Christianan (2008)	3 genel parametre (1; güvenlik, 2; yaya yolu niteliği, 3; konfor) ve 10 alt parametre

İlgili literatür ışığında ve Türkiye' de daha önce kentsel mekanda gerçekleştirilmiş Tubitak destekli projelerde de ele alındığı gibi (Çubukçu, 2013; Çubukçu ve diğer., 2014), yürünebilirlik parametreleri bu çalışma kapsamında da 5 kategoride ele alınmıştır: (1) arazi kullanım çeşitliliği (ağırlıklı arazi kullanım türü, ticari kullanım çeşitliliği, vitrin varlığı vb.), (2) konfor (yaya olanağının türü, yaya yolu genişliği ve sürekliliği, yaya yolu yüzey kalitesi, konfor artırıcı öğelerin varlığı, yürümeyi engelleyici öğelerin varlığı vb.), (3) trafik güvenliği (trafik yavaşlatıcı öğelerin varlığı, karşıdan karşıya geçiş güvenliği, trafik hızı ve yoğunluğu vb.), (4) suç güvenliği (güvensizlik hissi verecek öğelerin varlığı, sokak parçasında yürümenin güvenli olup olmaması vb.), (5) mekansal estetik (ilgi çekici ve mimari karakterde yapıların varlığı, estetik ve doğal öğelerin varlığı, insan ölçeği vb.).

İkinci aşamada, gelişmiş dünya kentlerindeki 10 adet kampüs tasarım rehberi incelenmiştir. İncelenen bu kampüs tasarım rehberlerindeki genel tasarım parametreleri Tablo 2' de detaylı olarak sınıflandırılmıştır. Bu tablo bu çalışmaya özgü olarak geliştirilmiştir.

Tablo 2. Kampüs Tasarım Rehberlerinde Ele Alınan Mekansal Özellikler

TASARIM REHBERİ KÜNYESİ		GENEL TASARIM PARAMETRELERİ
R1	University of Pennsylvania The Penn Campus Design Guidelines and Review of Campus Project, Pennsylvania / USA, 2003	Yapılı Çevre
		Mimari Tasarım
		Peyzaj Tasarımı
R2	University of Victoria Campus Design Guidelines, Victoria / CANADA, 2009	Mekan Hissi Oluşturma
		Yapılı Çevre
		Görsel Uyum
		Sürdürülebilirlik
		Yaya Öncelikli Tasarım
		Arazi Kullanım
		Akademik ve Sosyal Entegrasyon
		Erişilebilirlik ve Sirkülasyon
		Ortak Mekan Kurgusu
		Peyzaj Düzenlemesi
		Sokak Mobilyaları
		R3
Erişilebilirlik		
Bütüncül Uyum		
Çevre Tasarımı		
Peyzaj Tasarımı		
R4	University of California Riverside Campüs Design Guidelines, California / USA, 2007	Ekolojik ve Doğal Denge
		Mekan Tasarımı
R5	University of Thompson Rivers Campus Design Guidelines, British Columbia / CANADA, 2014	Mimari Tasarım
		Bağlanabilirlik
		Okunabilirlik
R6	University of Duzce Konuralp Campus Design Guidelines, Duzce / TURKEY, 2017	Yapılar
		Kamusal Alanlar
R7	University of Southampton Avenue Campus Design Guidelines, Southampton / ENGLAND, 2014	Erişilebilirlik
		Yaya Öncelikli Tasarım
		Yürünebilirlik
		İmgelenebilirlik
		İnsan Ölçeği
R8	University of Middle East Technical Campus Planning Strategy & Design Guidelines, Ankara / TURKEY, 2016	Karmaşıklık
		Kapalılık
		Geçirgenlik
		Yaya Öncelikli Ulaşım Sistemi
		Taşıt ve Yaya Bütünlüğü
		Açık ve Yeşil Sürekliliği
		Mekansal Geçirgenlik
Malzeme ve Biçim Bütünlüğü		
R9	University of San Diego State Campus Design Guidelines, California / USA, 2017	Karakteristik Doluluk/Boşluk
		Sürdürülebilir Peyzaj
		İç / Dış Mekan Bütünlüğü
		Mimari Tasarım
		Yönlendirme
R10	University of Colorado Denver Auraria Campus Design Guidelines, Colorado / USA, 2009	Peyzaj Düzenlemesi
		Sokak Mobilyaları
		Okunabilirlik
		Kamusal Açık Alanlar
		Sürdürülebilirlik
		Yapılar
		Okunaklılık
Güvenlik		
R10	University of Colorado Denver Auraria Campus Design Guidelines, Colorado / USA, 2009	Komşuluk Birimi
		Sokak Mobilyaları

Söz konusu rehberlerde ağırlıklı olarak; (a) mekanın estetik tasarımı ile ilişkili 6 öge (doğal öğelerin varlığı ve peyzaj çeşitliği, görsel uyum düzeyi, insan ölçeği, imgelenebilirlik, kapalılık ve çeşitlilik); (b) yaya konforu ile ilişkili 5 öge (yaya öncelikli tasarım, bütüncül taşıt ve yaya dolaşımı, erişilebilirlik, yaya yolu niteliği, yaya konforunu arttıran öğelerin varlığı) ve (c) yapı tasarımı ile ilişkili 6 ögenin (mimari tarz, bina konumu, kampüs ve bina girişleri, cephede malzeme ve biçim bütünlüğü, fonksiyonellik, geçirgenlik) tanımlandığı görülmüştür.

Son aşamada, ilk iki aşamada elde edilmiş parametreler karşılaştırılarak, ortak bir parametre havuzu oluşturulmuş ve her parametrenin ölçütü belirlenmiş ve örtüşen ve farklı olan parametreler tespit edilerek saha çalışmasında kullanılacak olan anket formu hazırlanmıştır. Kampüs tasarım rehberlerinde mekansal estetiğe yönelik olarak tanımlanan 6 parametreden 4' ü (insan ölçeği, kapalılık, görsel uyum, doğal öğelerin varlığı), yaya konforuna yönelik olarak tanımlanan 5 mekansal özellik içinden 4' ü (yaya öncelikli tasarım, bütüncül taşıt ve yaya dolaşımı, yaya yolu niteliği, yaya konforunu arttıran öğelerin varlığı) ve yapı tasarımına ilişkin tanımlanan 6 parametreden 1' i (mimari tarz) ilk aşamada tanımlanmış olan parametreler ile örtüşmektedir. Ancak, bu çalışma kapsamında incelenen araştırma makalelerinde eksik olan ve kampüs tasarım rehberlerine konu olmuş olan 2 mekansal özellik (mekanın estetik değeri ile ilişkili olarak imgelenebilirlik ve çeşitlilik) ilk aşamada oluşturulan parametre havuzuna eklenmiştir. Ayrıca burada belirtmek gerekir ki, bazı özelliklerin çalışmada uygulanması planlanan yöntem dolayısıyla ölçülmesinin mümkün olmayacağına karar verilmiştir. Örneğin, "erişilebilirlik" sokak bazında değil sokak ağı ölçeğinde ölçülebilir bir özellik olması nedeniyle ve "bina konumu", "kampüs ve bina girişleri", "fonksiyonellik", "geçirgenlik" ve "cephede malzeme ve biçim bütünlüğü" gibi özelliklerin ise sokak parçasında değil yapı tasarımı ölçeğinde ölçülebilir olması nedeniyle değerlendirilmesi bu çalışma kapsamında mümkün olamayacağından bu özelliklere ilişkin bir ölçüt geliştirilmemiştir.

Özetle, bu çalışma kapsamında kampüslerde yürünebilirliği etkileyen mekansal özellikler 5 kategoride ve toplam 23 soruda incelenmiştir: (1) arazi kullanım çeşitliliği (ağırlıklı arazi kullanım türü, ticari kullanım çeşitliliği, ilgi çekici vitrin varlığı), (2) konfor (yaya olanağının türü, yaya yolu genişliği, yaya yolu sürekliliği, yaya yolu yüzey kalitesi, yürümeyi engelleyen bariyerlerin varlığı, eğim, yaya konforunu arttıran öğelerin varlığı, gölge yapan öğeler, durak varlığı), (3) suç güvenliği (sokak parçasında yürümenin güvenli olup olmaması, güvensizlik hissi verecek öğelerin varlığı), (4) trafik güvenliği (karşıdan karşıya geçiş güvenliği, trafik hızı ve yoğunluğu), (5) mekansal estetik (ilgi çekici mimari karakterde yapı varlığı, doğal öğelerin varlığı, görsel uyum düzeyi, insan ölçeği, imgelenebilirlik, kapalılık, çeşitlilik).

3. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

3.1 Çalışmanın Alanı

Çalışmanın temelini oluşturan "üniversite kampüsü ve yakın çevresinde mekansal özelliklerin yürünebilirliği ne ölçüde desteklediğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek" amacıyla, İzmir ili Buca ilçe sınırları içerisinde 4 adet çalışma alanı belirlenmiştir: (A) kent içinde yer alan Dokuzçesmeler kampüsü ve (B) yakın çevresi ile (C) kent çeperinde yer alan Tınaztepe kampüsü ve (D) yakın çevresi. Coğrafi açıdan yakınlık, farklı fiziksel koşulların ve arazi kullanım dokusunun bu alanlardaki varlığı bu alanların seçimini desteklemiştir. Dolayısıyla, farklı mekansal özelliklere sahip kampüs alanlarında ve yakın çevrelerinde yürünebilirlik düzeylerinin ne şekilde değiştiği karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilecektir. Çalışmaya konu olan Dokuzçesmeler kampüsü (A) kent merkezinde konumlanmış, kentsel kullanımlara (ticaret, hizmet, rekreasyon alanı vb.) yakın ve eğimli olmayan küçük bir alanda kurulmuştur. Dokuzçesmeler kampüsü yakın çevresi (B) ise ağırlıklı olarak ticaret, konut altı ticaret ve açık/yeşil alanların olduğu arazi kullanım dokusuna sahiptir (Şekil 1).



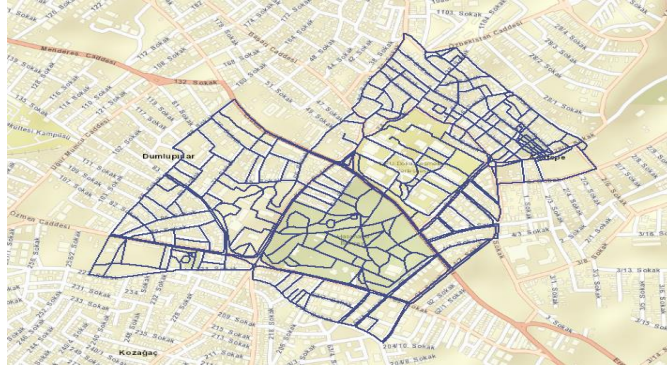
Şekil 1. Dokuzçesmeler kampüsü (A) ve yakın çevresi (B)

Kent çeperinde konumlanmış Tınaztepe kampüsü (C) ise, lineer ve uzun sokak parçalarına ve geniş boşluklu alanlara sahip, ormanlık alan komşuluğunda, eğimli ve geniş bir alanda kurulmuştur. Tınaztepe kampüsü yakın çevresi (D) ise ağırlıklı olarak konut ve konut altı ticaret alanlarının yoğun olduğu arazi kullanım dokusuna sahiptir (Şekil 2).



Şekil 2. Tınaztepe kampüsü (C) ve yakın çevresi (D)

Hazırlanan anket formunun hangi ölçekte (belli bir noktada, sokak parçasında, sokak boyunca ya da belli bir alanda) değerlendirilmesi gerektiği hususunda literatür taraması yapılmış; ölçek büyüdükçe mekânsal özelliklerin çok çeşitlendiği, net ve farklılaşan bir değerlendirmenin yapılmasının mümkün olmadığına ilişkin bilgi ışığında (Çubukçu ve diğer., 2014; Çubukçu ve diğer., 2019) bu çalışmada değerlendirmenin sokak parçası özelinde yapılmasına karar verilmiştir. İki cadde, sokak ya da yaya yolu kesişimi arasında kalan parçalar "sokak parçası" olarak tanımlanmıştır (Çubukçu ve diğer., 2014; Çubukçu ve diğer., 2019). Böylece çalışma sahası olarak belirlenen iki kampüs ve yakın çevresinde toplam 2129 sokak parçası çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Seçilen 2129 sokak parçasının 661 adeti Dokuzçesmeler kampüsüne ve 48'i onun yakın çevresine, 1015 adeti Tınaztepe kampüsüne ve 405 adeti onun yakın çevresine aittir (Şekil 3 ve Şekil 4).



Şekil 3. Dokuzçeşmeler kampüsü ve yakın çevresine ait sokak parçaları



Şekil 4. Tınaztepe kampüsü ve yakın çevresine ait sokak parçaları

Seçilen sokak parçalarından 2000 adedi arazide yapılan sistematik gözlemlerle değerlendirilebilirken, sokak uzunluğu 10 metreden küçük olan 129 sokak parçasının sahada değerlendirilmesi mümkün olamamıştır. Arazide değerlendirmesi yapılamayan cadde / sokak parçalarının en yakın sokak parçasına benzer mekansal özelliklere sahip olduğu varsayılarak "benzetme" yöntemi ile eksik sokakların bilgileri tamamlanmıştır.

3.2 Mekansal Özelliklerin Değerlendirilmesi Amacıyla Uygulanan Anket Formunun İçeriği ve Uygulama Yöntemi

Hazırlanan anket formunda mekansal özellikler değerlendirilirken ağırlıklı arazi kullanım türünün belirlenmesinde yayaların "yürümekten zevk aldığı" ve "yürümekten zevk almadığı" kullanımlara bağlı olarak çoktan seçmeli soru tipi; diğer mekansal özelliklerin (ticari çeşitlilik, vitrin varlığı, konfor, suç güvenliği, trafik güvenliği, mekansal estetik) belirlenmesinde ise 2' li likert ölçeği (1= Kesinlikle katılıyorum, 2= Kesinlikle katılmıyorum) kullanılmıştır. Buna göre;

Arazi kullanım çeşitliliğine ilişkin olarak 3 konuda veri elde edilmiştir: (1) ağırlıklı arazi kullanım türü, (2) ticari kullanım çeşitliliği ve (3) ilgi çekici vitrin varlığı. Sokak parçasındaki ağırlıklı arazi kullanım dokusunun belirlenmesinde, arazi kullanım türünün değerlendirilen sokak parçası üzerinde "ne kadarlık alanı kapsadığı" esas alınarak değerlendirme yapılmıştır. Bu kapsamda, kampüs ve yakın çevresindeki sokak parçalarında literatüre göre yayaların "yürümekten zevk aldığı" ve "yürümekten zevk almadığı" kullanımlar listelenmiş ve sokak parçasının her iki yönü için ayrı ayrı değerlendirme yapılarak baskın olan arazi kullanım türünün işaretlenmesi sağlanmıştır. Değerlendirmede, yürümekten zevk alınan kullanımlar; konut alanı, konut altı ticaret alanı, ticaret alanı, rekreasyon ve spor alanı, eğitim alanı, sağlık alanı, sosyal ve kültürel tesis alanı ve karma kullanım alanı olarak listelenirken, yürümekten zevk alınmayan kullanımlar; konut alanı, konut altı ticaret alanı, ticaret alanı, boş arazi/ otopark alanı ve karma kullanım alanı olarak listelenmiştir. Yürümekten zevk alınan kullanımların bazıları (eğitim alanı,

sosyal ve kültürel tesis alanı) kampüs içinde görülürken, bazıları (konut alanı, konut altı ticaret alanı) kampüs çevresinde görülmektedir. Buna göre, kampüs çevresinde yer alan konut alanları kampüs içindeki eğitim alanları ile eşdeğer kabul edilmektedir. Benzer şekilde kampüs çevresinde yer alan ticaret ve hizmet alanları, kampüs içindeki sosyal / kültürel tesis alanları ve kafeterya alanları ile eşdeğerdir. Dolayısıyla, çalışmada, kampüs çevresinde genç yetişkinleri yürümeye teşvik edecek ticari kullanımların olduğu sokak parçaları, kampüs içinde sosyal ve kültürel tesis alanlarının ve kafeterya alanlarının olduğu sokak parçaları ile eşdeğer kabul edilmekte ve bu sokakların gençleri yürümeye daha çok teşvik ettiği varsayılmıştır. Vitrin varlığı ve ticari kullanımların çeşitliliğine ilişkin değerlendirme kriterleri kampüs içi ve kampüs çevresinde değişmemektedir. Liste içinden seçilebilir olan bazı arazi türlerinin değerlendirilmesine ilişkin örnek görüntüler Şekil 5' de gösterilmiştir.



Şekil 5. Yürümekten zevk alınan (a) ve alınmayan konut alanı (b)

Örneğin; sokak parçasının değerlendirilen yönündeki arazi kullanımının ağırlıklı olarak bakımlı, düzgün ve yürümekten memnuniyet duyulan konut kullanımına ait olduğu durumda (Şekil 5a) "yürümekten zevk alınan konut alanı"; ağırlıklı olarak bakımsız, kötü durumda, yayalar üzerinde tedirginlik / güvensizlik yaratacak bu niteliğe sahip konut kullanımını kapsadığı durumda (Şekil 5b) "yürümekten zevk alınmayan konut alanı" işaretlenmiştir.

Konfora ilişkin olarak 9 konuda veri elde edilmiştir: (1) yaya olanağının türü, (2) yaya yolu genişliği, (3) yaya yolu sürekliliği, (4) yaya yolu yüzey kalitesi, (5) yürümeyi engelleyen bariyerlerin varlığı, (6) eğim, (7) yaya konforunu arttıran öğelerin varlığı, (8) gölge yapan öğeler, (9) durak varlığı. Konfora ait mekansal özelliklerin değerlendirilmesine ilişkin örnek görüntüler Şekil 6 ve Şekil 7' de gösterilmiştir.



Şekil 6. Sokak parçasının yeterli genişlikte ve sürekli olduğu (a) ve olmadığı (b) duruma ait görüntüler



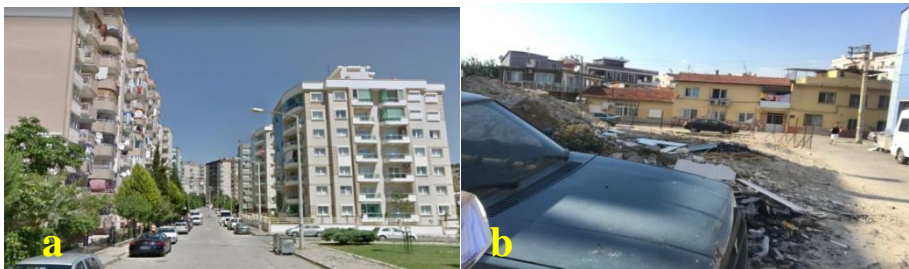
Şekil 7. Sokak parçasında yaya konforunu arttıran öğeler yeterli düzeyde olduğu (a) ve olmadığı (b) duruma ait görüntüler

Örneğin; sokak parçasının değerlendirilen yönünde yaya yolu / kaldırım genişliğinin, iki kişinin yan yana rahat bir şekilde yürüyebildiği genişlikte ve sokak boyunca sabit olduğu durumda (Şekil 6a) "yeterli genişlikte ve sürekli" ; yaya yolu / kaldırım genişliğinin, iki kişinin yan yana rahat bir şekilde yürüyebildiği genişlikte ve sokak boyunca sabit olmadığı (taşıt yoluna inmek zorunda kaldığımız) durumda (Şekil 6b) "yeterli genişlikte değil ve parçalı" seçeneği işaretlenmiştir. Benzer şekilde, sokak parçası üzerinde gölge yapan öğelerin (ağaç, üst örtü, tente vb.) yeterli düzeyde ve sürekli olduğu durumda (Şekil 7a) "gölge yapan öğeler var"; yaya konforunu arttıran öğelerin (oturma elemanı, çöp kutusu, aydınlatma elemanı vb.) yeterli düzeyde olduğu durumda (Şekil 7b) "yaya konforunu arttıran öğeler yeterli düzeyde" seçeneği işaretlenmiştir.

Suç güvenliğine ilişkin olarak 2 konuda veri elde edilmiştir: (1) sokak parçasında yürüme güvenliliği, (2) güvensizlik hissi verecek öğelerin varlığı. Suç güvenliğine ait mekansal özelliklerin değerlendirilmesine ilişkin örnek görüntüler Şekil 8 ve Şekil 9' da gösterilmiştir.



Şekil 8. Sokak parçasında yürümenin güvenli olduğu (a) ve olmadığı (b) duruma ait görüntüler



Şekil 9. Sokak parçasının güvensizlik hissi verecek öğelerin olmadığı (a) ve olduğu (b) duruma ait görüntüler

Örneğin; sokak parçasının bakımlı, suça maruz bırakacak öğelerin olmadığı, günün her saati kişinin yürürken kendini güvende hissettiği ve yardım istendiğinde kolayca bulunabildiği durumda (Şekil 8a) "yürümek güvenli"; sokak parçasının bakımsız, suça maruz bırakacak öğelerin olduğu, günün her saati kişinin yürürken kendini güvende hissetmediği ve yardım istendiğinde kolayca bulunamadığı durumda (Şekil 8b) "yürümek güvenli değil" seçeneği işaretlenmiştir. Benzer şekilde; sokak parçası üzerinde

bakımsız bina cepheleri, çöp yığınları ve görüşü engelleyen peyzaj öğeleri gibi öğelerin olmadığı durumda (Şekil 9a) "güvensizlik hissi verecek öğeler yok"; bu öğelerin olduğu durumda (Şekil 9b) "güvensizlik hissi verecek öğeler var" seçeneği işaretlenmiştir.

Trafik güvenliğine ilişkin olarak 2 konuda veri elde edilmiştir: (1) karşıdan karşıya geçiş güvenliği, (2) trafik hızı ve yoğunluğu. Trafik güvenliğine ait mekansal özelliklerin değerlendirilmesine ilişkin örnek görüntüler Şekil 10 ve Şekil 11' de gösterilmiştir.



Şekil 10. Sokak parçasında karşıdan karşıya geçişin güvenli olduğu (a) ve olmadığı (b) duruma ait görüntüler



Şekil 11. Sokak parçasında trafik hızı ve yoğunluğunun tehlikeli olduğu (a) ve olmadığı (b) duruma ait görüntüler

Örneğin; sokakların kesişim noktalarında, yaya ve taşıtın birarada olabildiği durumlarda yayaların karşıdan karşıya geçiş güvenliğini artırıcı trafik lambası, engelli rampası, yaya geçidi, hız azaltıcı kasisler gibi trafik yavaşlatıcı öğelerin olduğu durumda (Şekil 10a) "karşıdan karşıya geçiş güvenli"; bu öğelerin olmadığı (Şekil 10b) durumda "karşıdan karşıya geçiş güvenli değil" seçeneği işaretlenmiştir. Benzer şekilde, sokak parçalarında trafik yavaşlatıcı öğelerin olmadığı, trafik hızı ve yoğunluğunun yayalar için tehlikeli olduğu durumda (Şekil 11a) "trafik hızı ve yoğunluğu yayalar için tehlikeli"; trafik hızı ve yoğunluğunun tehlikeli olmadığı durumda (Şekil 11b) "trafik hızı ve yoğunluğu yayalar için tehlikeli değil" seçeneği işaretlenmiştir.

Mekansal estetiğe ilişkin olarak 7 konuda veri elde edilmiştir: (1) ilgi çekici mimari karakterde yapı varlığı, (2) doğal öğelerin varlığı, (3) görsel uyum düzeyi, (4) insan ölçeği, (5) imgelenebilirlik, (6) kapalılık, (7) çeşitlilik. Mekansal estetiğe ait mekansal özelliklerin değerlendirilmesine ilişkin örnek görüntüler Şekil 12 ve Şekil 13' de gösterilmiştir.



Şekil 12. Sokak parçasında ilgi çekici mimari karakterde yapıların olduğu (a) ve olmadığı (b) duruma ait görüntüler



Şekil 13. Sokak parçasının insan ölçeğine uygun olduğu (a) ve olmadığı (b) duruma ait görüntüler

Örneğin; sokak parçası üzerinde ilgi çekici mimari karakteri olan tarihi/ estetik yapıların, estetik sanatsal öğelerin (heykel, anıt, plastik öge vb.) olduğu durumda (Şekil 12a) "ilgi çekici mimari karakterde yapı var" ; bu yapıların ve öğelerin olmadığı durumda (Şekil 12b) "ilgi çekici mimari karakterde yapı yok" seçeneği işaretlenmiştir. Benzer şekilde, sokak parçasının insan ölçeğine uygun ve algılanabilir olduğu durumda (Şekil 13a) "insan ölçeğine uygun"; olmadığı durumda (Şekil 13b) "insan ölçeğine uygun değil" seçeneği işaretlenmiştir.

Burada belirtmek gerekir ki, bu değerlendirmelerin kişiden bağımsız olarak her zaman herkes tarafından benzer şekilde değerlendirilmesini sağlamak için bu bölümde verilen örnekler tez kapsamında çeşitlendirilmiş ve açıklamalar detaylandırılmıştır.

3.3 Yürünebilirlik Değerlerinin Hesaplanması ve Haritalarının Oluşturulması

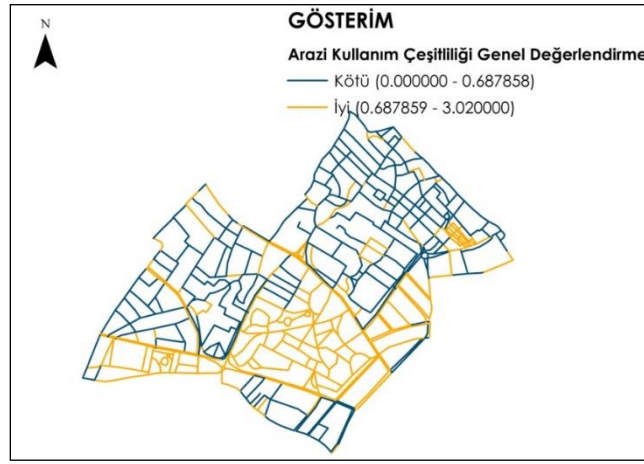
Her sokak parçasında 5 temel başlıkta 23 mekânsal özellik değerlendirildikten sonra bu değişkenlere bağlı olarak her sokak parçasında yürünebilirlik değeri hesaplanmış ve çalışma sahasında yürünebilirlik haritaları coğrafi bilgi sistemleri aracılığıyla oluşturulmuştur. Öncelikle 5 temel başlığın her biri için ayrı ayrı "ortak yürünebilirlik değeri" hesaplanmıştır. Her temel başlığı oluşturan (örneğin arazi kullanım çeşitliliği) tüm alt başlıklarda (ağırlıklı arazi kullanım türü, ticari kullanım çeşitliliği ve ilgi çekici vitrin varlığı) yürünebilirliği olumlu olarak etkileyen özellik 1, yürünebilirliği olumsuz yönde etkileyen özellik 0 olarak kodlandıktan sonra tüm alt başlıklardan alınan değerler toplanmış ve alınabilecek olan maksimum puana bölünerek her sokak parçasının söz konusu temel başlık açısından ortalama yürünebilirlik değeri hesaplanmıştır. Böylece hesaplanan "ortak yürünebilirlik değeri" 0-1 arasında değişmiş 1'e yaklaşan değerler o sokak parçasının daha çok yürünebilir olduğunu, 0'a yaklaşan değerler ise o sokak parçasının daha az yürünebilir olduğuna işaret etmiştir. Benzer şekilde 5 temel kategori için hesaplanan ortak yürünebilirlik değerlerinin toplamına bağlı olarak "genel yürünebilirlik değeri" de hesaplanmıştır.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

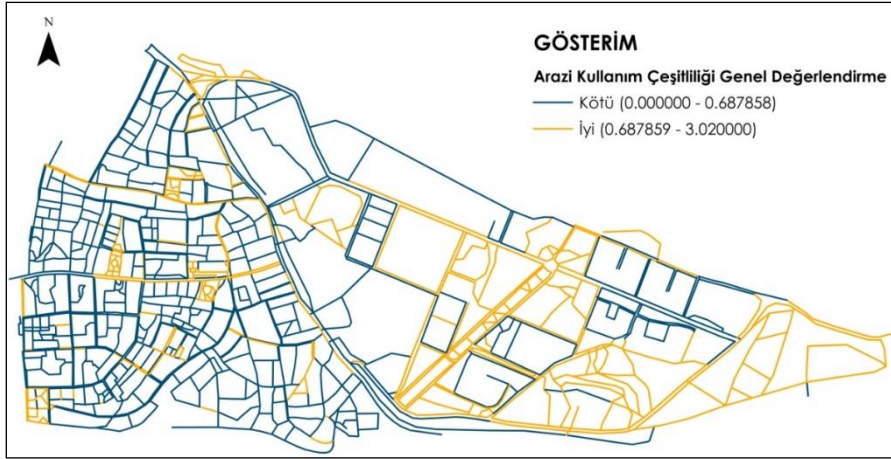
Seçilen iki kampüs alanı ve yakın çevresinde 5 kategoriye ait mekânsal özelliklerin toplamına bağlı olarak coğrafi bilgi sistemleri aracılığıyla "genel yürünebilirlik haritaları" oluşturulmuştur. Kampüs ve

yakın çevrelerinde yürünebilirlik değerlerine ait istatistiksel bulgular, bu çalışma kapsamında değerlendirilmemiştir. Ancak, iki kampüs ve yakın çevresine ait istatistiksel bulgulara ilişkin detaylı bilgiye tez kapsamında yer verilmiştir. Buna göre; seçilen iki kampüs alanı ve yakın çevresinde 5 temel parametreye ait "genel yürünebilirlik haritaları" karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde;

Arazi kullanım çeşitliliğine ilişkin yürünebilirlik değerleri, iki kampüs alanı içinde ve yakın çevresinde değişkenlik göstermektedir. Buna göre Tınaztepe kampüsünün, Dokuzçesmeler kampüsüne kıyasla arazi kullanım açısından daha çeşitli olduğu görülmektedir. Tınaztepe kampüs alanı içinde genç yetişkinleri yürümeye teşvik edecek rekreasyon, sosyal ve kültürel alanların Dokuzçesmeler kampüsüne kıyasla daha sık olduğu görülmektedir (Şekil 15). Ancak, kampüs çevresinde, kent merkezine yakın konumlanmış, konut altı ticaretin yoğun olduğu ve rekreatif kullanım alanlarına sahip Dokuzçesmeler kampüsünün arazi kullanım açısından daha çeşitli olduğu görülmektedir (Şekil 14).

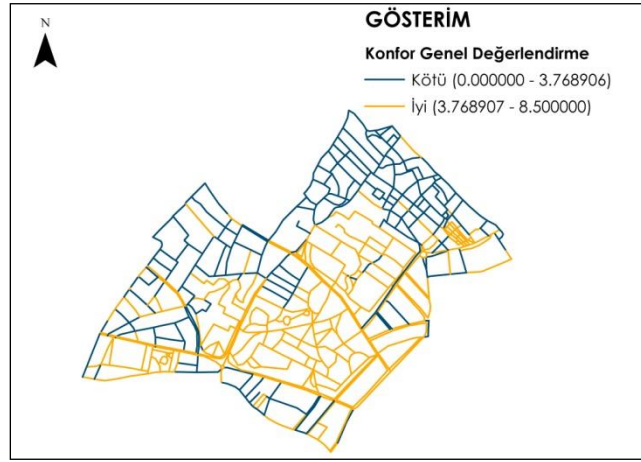


Şekil 14. Dokuzçesmeler kampüsü arazi kullanım çeşitliliği açısından genel değerlendirme

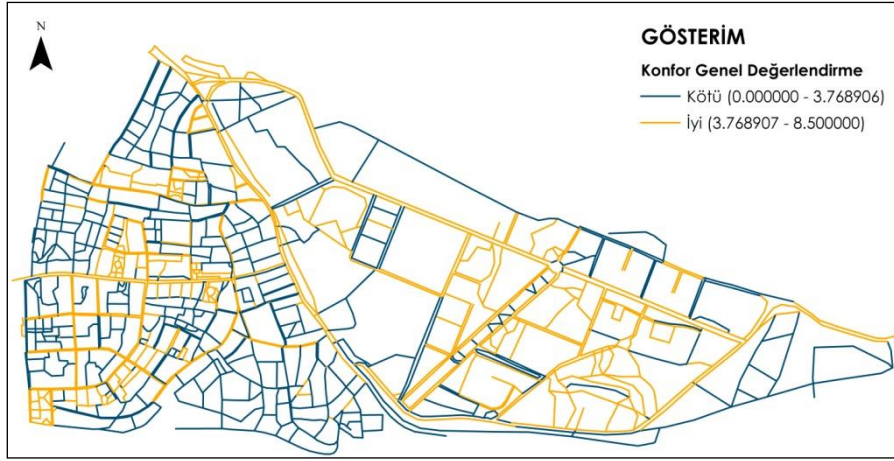


Şekil 15. Tınaztepe kampüsü arazi kullanım çeşitliliği açısından genel değerlendirme

Konfora ilişkin yürünebilirlik değerleri, iki kampüs alanı içinde farklılık göstermemekte, ancak kampüs yakın çevresinde değişkenlik göstermektedir. Buna göre Dokuzçesmeler ve Tınaztepe kampüsleri, genel olarak yayaların konforlu ve güvenli şekilde erişimine olanak sağlayan nitelikli yaya yollarına ve sokak üzerinde yaya konforunu arttıran öğelere sahiptir (Şekil 16 ve Şekil 17).



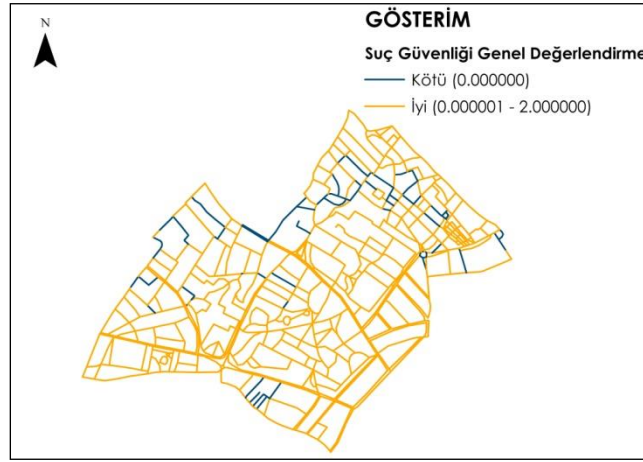
Şekil 16. Dokuzçeşmeler kampüsü konfor açısından genel değerlendirme



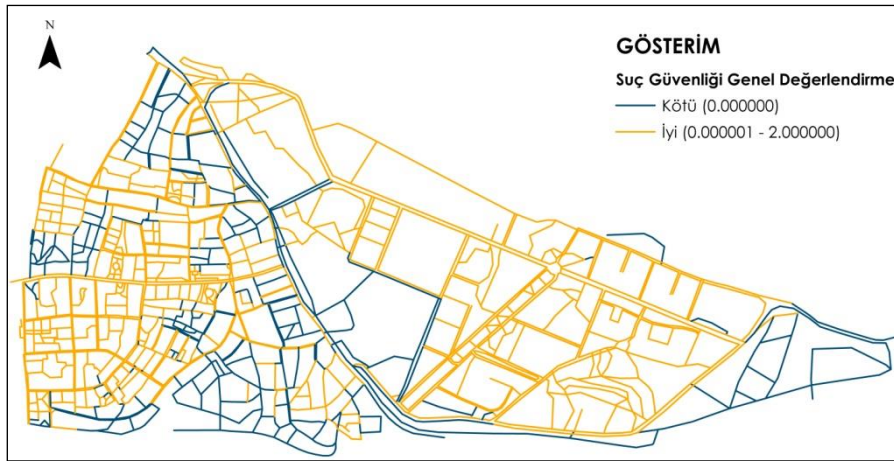
Şekil 17. Tınaztepe kampüsü konfor açısından genel değerlendirme

Ancak, iki kampüs çevresinde yürünebilirlik değerleri farklılık göstermektedir. Tınaztepe kampüsüne kıyasla, özellikle rekreatif ve yayayı teşvik eden ticari kullanımların olduğu sokak parçalarına sahip Dokuzçeşmeler kampüs çevresinin konfor açısından daha yürünebilir değerlere sahip olduğu ve bu açıdan yürünebilirliğin daha iyi olduğu görülmektedir (Şekil 16).

Suç güvenliğine ilişkin yürünebilirlik değerleri, iki kampüs alanı içinde farklılık göstermemekte, ancak kampüs yakın çevresinde değişkenlik göstermektedir. Buna göre Dokuzçeşmeler ve Tınaztepe kampüsleri, genel olarak yürümenin güvenli olduğu sokak parçalarına sahiptir (Şekil 18 ve Şekil 19). Ancak, kampüs çevresinde Tınaztepe kampüsüne kıyasla, Dokuzçeşmeler kampüsünün suç güvenliği açısından daha yürünebilir değerlere sahip olduğu görülmektedir. Dokuzçeşmeler kampüs çevresinin, hem kent merkezinde olması, hem de çeşitli arazi kullanım dokusu ve hareketli sokakları sayesinde yardım istendiğinde kolayca bulunabilmesi nedeniyle Tınaztepe kampüsüne kıyasla suç güvenliği açısından daha güvenli olduğu görülmektedir (Şekil 18). Tınaztepe kampüs çevresinde, özellikle yerinde dönüşüm uygulamalarının ve gecekondu alanlarının yoğun olduğu sokak parçalarında yürünebilirlik değerlerinin suç güvenliği açısından kötü olduğu görülmektedir (Şekil 19).

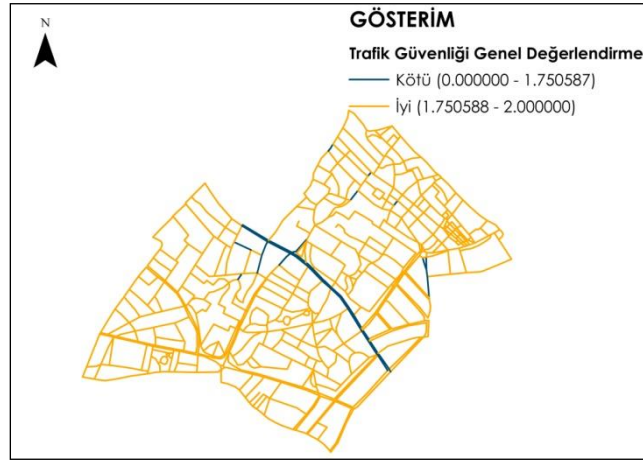


Şekil 18. Dokuzçesmeler kampüsü suç güvenliği açısından genel değerlendirme

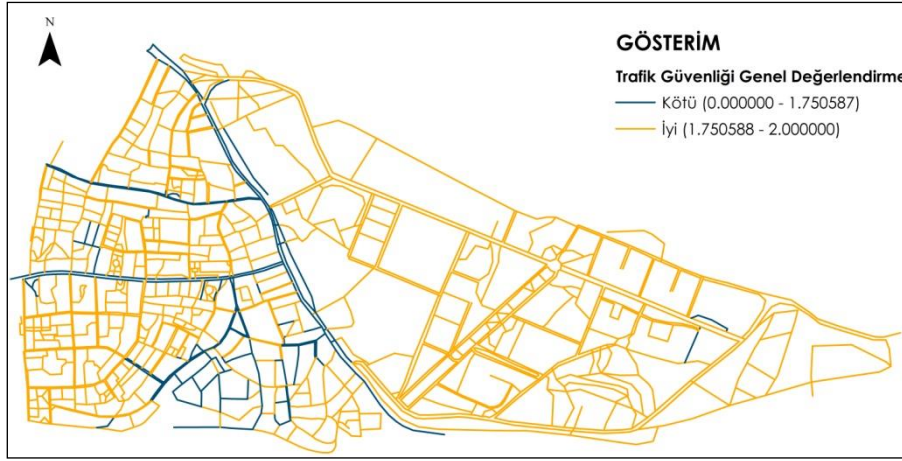


Şekil 19. Tınaztepe kampüsü suç güvenliği açısından genel değerlendirme

Trafik güvenliğine ilişkin yürünebilirlik değerleri, iki kampüs alanı içinde farklılık göstermemekte, ancak kampüs yakın çevresinde değişkenlik göstermektedir. Buna göre Tınaztepe ve Dokuzçesmeler kampüs alanları genel olarak, karşıdan karşıdan geçişin güvenli olduğu ve trafik hızı ve yoğunluğunun tehlikeli olmadığı sokak parçalarına sahiptir (Şekil 20 ve Şekil 21). Ancak, kampüs çevresinde Tınaztepe kampüsüne kıyasla, Dokuzçesmeler kampüsünün trafik güvenliği açısından daha yürünebilir değerlere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 20). Özellikle taşıt trafiğinin yoğun ve trafik hızının yayalar için tehlikeli olduğu sokak parçalarının daha çok olması nedeniyle Tınaztepe kampüs çevresinde taşıt güvenliği açısından yürünebilirlik değerinin, Dokuzçesmeler kampüsüne kıyasla daha kötü olduğu görülmektedir (Şekil 21).

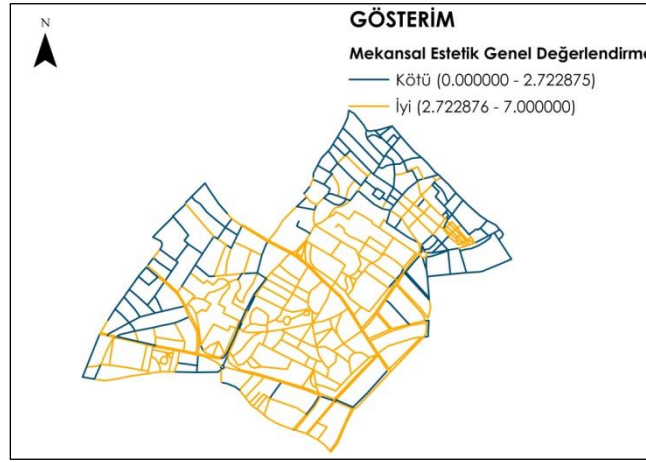


Şekil 20. Dokuzçesmeler kampüsü trafik güvenliği açısından genel değerlendirme

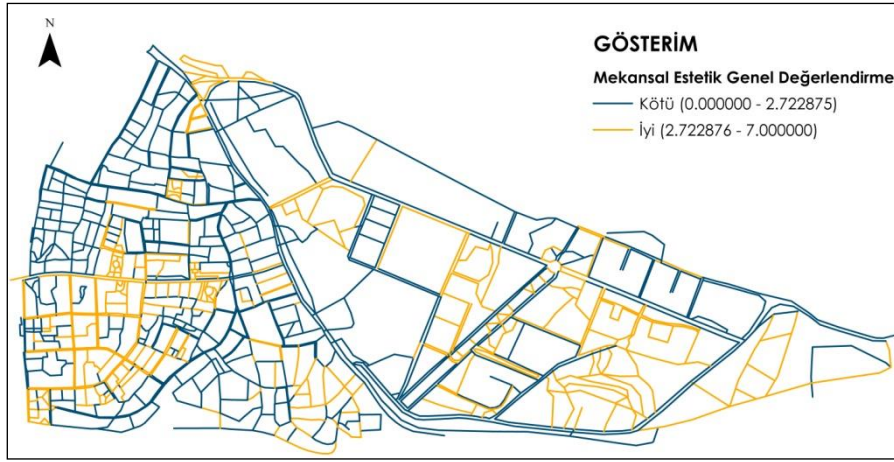


Şekil 21. Tınaztepe kampüsü trafik güvenliği açısından genel değerlendirme

Mekansal estetiğe ilişkin yürünebilirlik değerleri, iki kampüs alanı içinde ve kampüs yakın çevresinde değişkenlik göstermektedir. Buna göre Dokuzçesmeler kampüs alanının hoş ve doğal öğelere (ağaç, peyzaj öğesi vb.), insan ölçeğine uygun ve algılanabilir sokak parçalarına daha çok sahip olması nedeniyle Tınaztepe kampüsüne kıyasla estetik açıdan daha yürünebilir olduğu görülmektedir (Şekil 22). Benzer şekilde, kent merkezine yakın konumlanmış, doğal öğelerle desteklenmiş ve imgelenebilirlik düzeyi yüksek Dokuzçesmeler kampüs çevresinin de, Tınaztepe kampüs çevresine kıyasla mekansal estetik açısından daha yürünebilir değerlere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 23).



Şekil 22. Dokuzçeşmeler kampüsü mekansal estetik açısından genel değerlendirme



Şekil 23. Dokuzçeşmeler kampüsü mekansal estetik açısından genel değerlendirme

Sonuç olarak, bu çalışma ile "farklı mekansal özelliklere sahip üniversite kampüs alanı ve yakın çevresine ait mekansal özelliklerin yürünelirliği ne ölçüde desteklediğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek" hedeflenmiştir. Bu sayede, gençlerin zamanlarının önemli bir parçasını geçirdikleri üniversite kampüslerinde yürünelirliğin, kampüse özgü belirlenen parametrelere göre değerlendirilmesine ve genç yetişkinleri yürümeye teşvik edecek üniversite kampüs tasarımları yapabilmek için gerekli olan mekansal ölçütlerin belirlenebilmesine katkı sağlanabileceğine inanılmaktadır. Bu kapsamda belirlenen her iki kampüs ve yakın çevresine ait haritalardaki mekansal özellikler karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, "yürünelirlik değerlerinin kampüsler arasında ve yakın çevrelerinde değiştirdini" göstermiştir. Her ne kadar bu çalışma İzmir ilinde seçilen iki kampüs özelinde uygulanmış olsa da, çalışmanın diğer üniversite kampüslerinde de yürünelirliği etkileyen mekansal özellikleri belirlemeye yönelik yapılacak değerlendirmelere ışık tutması beklenmektedir. Çalışma, arazi gözlemi yoluyla mekansal özellikleri değerlendirmeye yönelik olduğundan kampüs kullanıcılarının mekansal algısına yönelik değerlendirmesi çalışma kapsamında mümkün olamamıştır. Dolayısıyla, Dokuz Eylül Üniversitesi' ne bağlı Dokuzçeşmeler ve Tınaztepe kampüslerinde yürünelirlik üzerine yapılan bu çalışma, üniversite kampüslerinde yürünelirliğin geliştirilmesi ve sürdürülebilir olması için gerekli proje ve tasarım uygulamalarında kampüs kullanıcılarının da mekansal algısına yönelik değerlendirmelerini göz önünde bulundurmaları gerektiğini önermektedir. Kampüsün hem mekansal özelliklerine göre hem de kullanıcı ihtiyacına göre yürümeyi teşvik edici mekansal düzenlemelerin neler olması gerektiği üzerine tartışılmalı ve uygulamada bu kapsamdaki öneriler öncelikli olmalıdır.

KAYNAKÇA

- Crawford, J., (2000). *Carfree cities*, International Books, Utrecht, The Netherlands.
- Cervero, R. ve Kockelman, K. (1996). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199-219.
- Christian, S. Studley Campus Walkability Assessment EVNS 3502. 2010. 2008, 56.5: 585-592.
- Çubukcu, E., Çubukçu, K. M., Çetintahra, G. E., Hepgüzel, B., Karlı, B. ve Horoz, Ç., Örnek, S., Erin, E. (2019). *Genç Yetişkinlerin Yürümeyi Tercih Ettiği/Etmediği Mekânların Fiziksel Özelliklerinin Analizine Yönelik Yeni Bir Yöntem Önerisi* (Proje No. 116K358), TÜBİTAK.
- Çubukçu, E., Malkoç, M., Hepgüzel, B., Önder, Z. ve Tümer, B. (2014). *Kentsel çevrede fiziksel aktivite ve aktif yaşamı destekleyen mekânsal özelliklerin belirlenmesi: izmir karşıyaka örneği*(Proje No. SOBAG 111K383). TÜBİTAK, 18 Ağustos 2019, <https://trdizin.gov.tr/publication/show/pdf/project/TVRNeE1UQXc=>.
- Cubukcu, E. (2013). Walking for sustainable living. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 85, 33-42.
- Ewing, R., Handy, S., Brownson, R. C., Clemente, O.ve Winston, E. (2006). Identifying and measuring urban design qualities related to walkability. *Journal of Physical Activity and Health*, 3(s1), S223-S240.
- Ford, A. M. Walkability of Campus Communities Surrounding Wright State University. 2013.
- Harun, N.Z.; Nashar, A. Developing a Framework for Streetscape Design to Promote Walkability in Malaysian Campus. *Advanced Science Letters*, 2017, 23.4: 2761-2765.
- Idris, M. U. Development Of Evaluation Tool For Walkability On Campus And Surrounding Area. Case Study: Public Universities In Indonesia And Japan, (b.t.).
- Keat, L. K.; Hashim, N.R. Campus Walkability in Malaysian Public Universities: A Case Study Of University Malaya. *Planning Malaysia Journal*, 2016, 14.5.
- Makki, S., et al. The importance of design characteristics in walking from student's perspective: a case study in Universiti Kebangsaan Malaysia. *Journal of Building Performance*, 2012, 3.1.
- Nahedh, T.; Abdullah, W. The Effect of Walkability on the Sustainable University Campuses: A comparison between the old and new campuses of Sulaimani University, 2018.
- NZ Transport Agency (2009). *Community Walkability*. Wellington, New Zealand: Pedestrian Planning and Design Guide.
- Sisson, S.B.; McClain, J.J. Campus walkability, pedometer-determined steps, and moderate-to-vigorous physical activity: a comparison of 2 university campuses. *Journal of American college health*, 2008, 56.5: 585-592.
- Tüydüş Yaman, H.; Karataş, P. Evaluation of Walkability and Pedestrian Level of Service. In: *Intelligent Transportation and Planning: Breakthroughs in Research and Practice*. IGI Global, 2018. p. 264-291.
- Yuserria, F. H.; Abulkhaira Sayed M. S.; Azmanb, M. A. Student's Perception on Walkability Performance of Campus Facilities: a Case study of UTM Perak, Seri Iskandar Campus, (b.t.).
- World Health Organization (WHO) (2011) Obesity and Overweight, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> (son erişim tarihi: 22.07.2011).

PİK DARBE KUVVETİ HESABI İÇİN TEMAS SERTLİĞİ ÜZERİNE ÖRNEK BİR ÇALIŞMA**AN EXAMPLE STUDY ON THE CONTACT STIFFNESS FOR PEAK IMPACT FORCE ACCOUNT****Nurullah KARACA***Arş. Gör., İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü,
(Sorumlu Yazar)***Ali DOĞAN***Dr. Öğr. Üyesi, İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü***ÖZET**

Kompozit malzeme üretiminde doğal malzemelerden olan keten ve hindistancevizi lifleri, takviyeli polimer ve betonda takviye olarak kullanılma potansiyeline sahiptir. Bu malzemelerin kullanımı ile daha doğal ve çevreyle barışık ürünler üretmek mümkündür. Bu malzemelerin kullanımı ile ilgili çalışmalar literatürde görülmektedir.

Bu çalışmalardan biri Wenjie Wang ve Nawawi Chouw tarafından yapılmış olan deneysel ve teorik veriler yapılan çalışmada değerlendirilmiştir. Wang ve Chouw yaptıkları çalışmada, Keten lifi takviyeli polimer (FFRP) ile güçlendirilmiş hindistancevizi lifi takviyeli beton (CFRC) plakaların darbe davranışını deneysel ve teorik çalışmalarla araştırmışlardır. Deneyde, kalınlığı 50 mm olan ve 600x300 mm boyutlarında plakalar kullanılmıştır. 28 günlük CFRC kürendikten sonra, 3 mm kalınlığında FFRP tabakalar hazırlanmış ve CFRC levhaları üzerine sarılmıştır. Üretimi yapılan üç tip FFRP-CFRC konfigürasyonu için aynı miktarda keten kumaşı kullanılmıştır. Çeşitli darbe yüksekliklerinde FFRP-CFRC plakalarının deneysel ve analitik maksimum kuvvetlerini göstermişlerdir. Analitik hesaplarda kütle-plaka modeli kullanmışlardır. Sonuçların, deney sonuçları ile analitik sonuçlar arasında iyi bir uyum gösterdiğini tespit etmişlerdir. Böylece, önerilen analiz yönteminin en yüksek darbe kuvvetlerini tahmin etmek için uygun bir yol olduğunu söylemişlerdir.

Çalışmada deneysel veriler kullanılarak analitik yöntemde kullanılan temas sertliği katsayısı (k) hesabı değiştirilerek deneysel sonuçlarla analitik sonuçların daha iyi bir uyum içinde olduğu bulunmuştur. Analitik hesaplarda kullanılan temas sertliği değeri doğru hesaplanır ise pik darbe kuvveti deneysel sonuçlarla daha iyi uyum sağlayabilir. Bu da darbe test sayısını arttırmadan plakaların dinamik darbelere karşı davranışı tahmin etmede pratik bir çözüm sunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Dinamik Darbe Kuvveti, Pik Darbe Kuvveti, Serbest Düşme Testi, Kütle-Plaka Etkisi, Temas Sertliği

ABSTRACT

Flax and coconut fibers, which are natural materials in composite material production, have the potential to be used as reinforcements in reinforced polymers and concrete. It is possible to produce more natural and environmentally friendly products with the use of these materials. Studies on the use of these materials are seen in the literature.

One of these studies, experimental and theoretical data by Wenjie Wang and Nawawi Chouw were evaluated in the study. In their study, Wang and Chouw were investigated the impact behavior of flax fiber reinforced polymer (FFRP) strengthened coconut fiber reinforced concrete (CFRC) plates by experimental and theoretical studies. In the experiment, they used plates with a thickness of 50 mm and a size of 600x300 mm. After curing 28 days of CFRC, FFRP laminates with a thickness 3 mm were prepared and wrapped on CFRC plates. For the three types of FFRP-CFRC configurations, same amount of flax fabric was used. They demonstrated the experimental and analytical maximum peak forces of FFRP-CFRC plates at various impact heights. They used a mass-plate model in analytical calculations. They found that the results showed a good agreement between experimental results and analytical

results. Thus, they said that the proposed analysis method is a convenient way to estimate the highest impact forces.

In the study, using the experimental data, the contact stiffness (k) used in the analytical method was changed and it was found that the experimental results and the analytical results were in better agreement. If the contact stiffness value used in analytical calculations is calculated correctly, the peak impact force can better match the experimental results. This will provide a practical solution for predicting the behavior of plates against dynamic impacts without increasing the number of impact tests.

Keywords: Dynamic Impact Force, Peak Impact Force, Drop Weight Test, Mass-plate Impact, Contact Stiffness

1.GİRİŞ

Kompozit malzeme üretiminde doğal malzemelerden olan keten ve hindistancevizi lifleri, takviyeli polimer ve betonda takviye olarak kullanılma potansiyeline sahiptir [1].

Son yıllarda lif takviyeli betonun davranış ve mühendislik özelliklerine büyük ilgi duyulmaktadır. Betonarme kullanıldığında kenevir, jüt ve keten gibi doğal liflerin statik yükler altında iyi performans gösterdiği bulunmuştur [2-6]. Bununla birlikte, gerçek yapılar genellikle dinamik yüklemelere tabidir, ör. Depremler, araçların, uçakların ve hatta patlamaların etkisi nedeniyle. Bu nedenle, darbe yüklemesi altında lif takviyeli betonun incelenmesi önemlidir.

Çimentolu matrislerde kullanılan lifler öncelikle beton gerilme ve eğilme mukavemetini, darbe direncini ve kırılma enerjisini artırabilir [7]. Betondaki hindistancevizi lifi, son derece düşük maliyeti, kolay bulunabilirliği ve doğal lifler arasındaki en yüksek tokluğundan dolayı araştırılmıştır. Ali ve ark. tarafından yapılan test, hindistancevizi lifi takviyeli betonun (CFRC) basınç dayanımının, %1 Hindistan cevizi lifi (çimento kütlesi ile) eklenerek %9 artırıldığını göstermiştir [8].

Bazı araştırmacılar, beton yapıların darbe davranışını tartışmak için analitik ve sayısal yöntemler kullandılar. Örneğin, Habel ve Gauvreau [9] ultra yüksek performanslı lif takviyeli beton üzerinde deneysel çalışmalar yapmışlardır. Ayrıca, darbe performansını analiz etmek için doğrusal olmayan kütle yayılı modeller uygulamışlardır. Deneylerin sonuçları ile teorik model arasında iyi bir uyum sağlanmıştır.

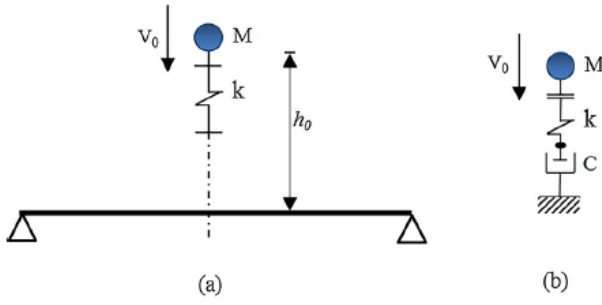
Bu çalışmada, Wang ve Chouw tarafından yapılan çalışmanın deneysel ve teorik verileri kullanılmıştır [10]. Yapmış oldukları teorik analiz yöntemde kullandıkları temas sertliği katsayısı (k) hesabı değiştirilerek deneysel sonuçlarla analitik sonuçların daha iyi bir uyum içinde olduğu bulunmuştur.

2.TEORİK ÇALIŞMA

Darbe yüküne maruz kalan yapılar için tepe değeri, ör. tepe darbe kuvveti ve deplasman, darbe direnci davranışlarını değerlendirmek için en önemli parametrelerden biridir [10]. Bu bölümde, Wang ve Chouw tarafından önerilen FFRP-CFRC plakalarının pik darbe kuvvetini tahmin etmek için kullandığı analitik model açıklanmıştır. Ayrıca kullanılan analitik model için değiştirilen temas sertliği katsayısı (k) ifadesi de açıklanmıştır. FFRP-CFRC plakası izotropik olarak kabul edilmiş ve sürtünme ve daha yüksek titreşim modlarından kaynaklanan enerji kayıpları da ihmal edilmiştir.

Pik darbe kuvvetinin hesabı

Kütle plaka darbesi, sırasıyla Şekil 1 (a) ve (b) 'de gösterilen eşdeğer bir sistem [11] olarak modellenmiştir.



Şekil 1. (a) Kütle-plaka darbe şeması ve (b) eşdeğer sistem [10].

Plaka darbesi, başlangıç hızı $V_0 = \sqrt{2gh_0}$ olan vurucu olarak aniden plakaya vurur ve burada h_0 darbe yüksekliğidir. Sorun, bir yay (temas sertliği) k ve bir titreşim azaltıcı C 'ye karşı bir darbe kütlesi M olarak basitleştirilebilir. En büyük darbe kuvveti P_m , Denklemler (1)-(3)'e göre tahmin edilebilir [11]:

$$P_m \approx (P_{ms}^{-0.95} + P_{md}^{-0.95})^{-1.053} \quad (1)$$

$$P_{ms} = V_0 \sqrt{kM} \quad (2)$$

$$P_{md} = CV_0 \quad (3)$$

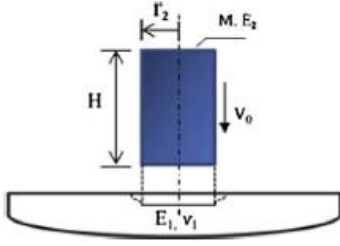
Burada P_{ms} bir rijit duvar ve kütle yay sistemi arasında pik temas kuvveti, P_{md} pik sönümleyici kuvvetidir. Sönümleyicinin viskozitesi C :

$$C = 2\pi^2 r_0 \sqrt{Gh_s m_0 / 5} \quad (4)$$

Burada r_0 vurulan plakanın merkezinin etki yarıçapı, $r_0 = h/2$, h plaka kalınlığıdır. G plakanın kayma modülüdür. $G = \frac{E_c}{2(1+\mu_c)}$, burada E_c ve μ_c plakaların dinamik testlerden elde edilen elastisite modülü ve Poisson oranıdır. h_s , h kalınlığındaki katı plakanın kesme kalınlığıdır ($h_s = h/1.2$). m_0 plakanın yüzeyinin birim ağırlığıdır.

Denklem (2)'de yer alan temas sertliği k , Şekil 2 de görüldüğü gibi, bir elastik yüzeye silindir vurucunun darbesi modeli olan denklem (5) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{2r_2 E_1} \left(1 - \nu_1^2 + \frac{E_1 H}{\pi E_2 r_2} \right) \quad (5)$$

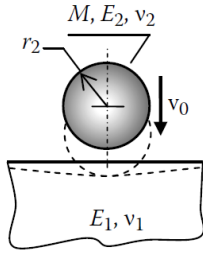


Şekil 2. Elastik yüzeye silindirik vurucu darbesinin şeması [12].

Burada ν_1 plakanın Poisson oranı, E_1 plakanın elastisite modülüdür.

Yukarıda tanımlanan denklemler Wang ve Chouw tarafından önerilen denklemlerdir [10]. Bu çalışmada kullanılan denklem (5) yerine Szuladzinski tarafından önerilen Şekil 3'de görüldüğü gibi bir elastik yüzeye küresel vurucunun darbesi modeli olan denklem (6) yardımıyla hesaplanmıştır [12].

$$\frac{1}{k} = \frac{3}{4} \left(\frac{1-\nu_1^2}{E_1} + \frac{1-\nu_2^2}{E_2} \right) \frac{1}{\sqrt{r_2}} \quad (6)$$

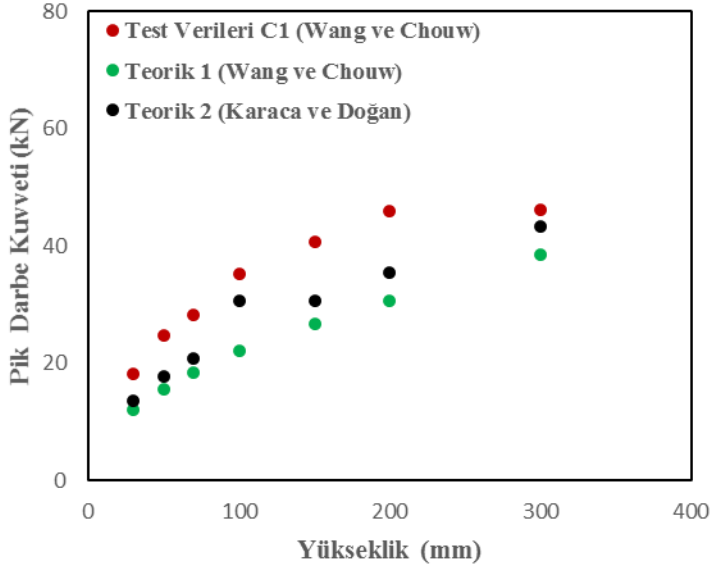


Şekil 3. Elastik yüzeye küresel vurucu darbesinin şeması [12].

3.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

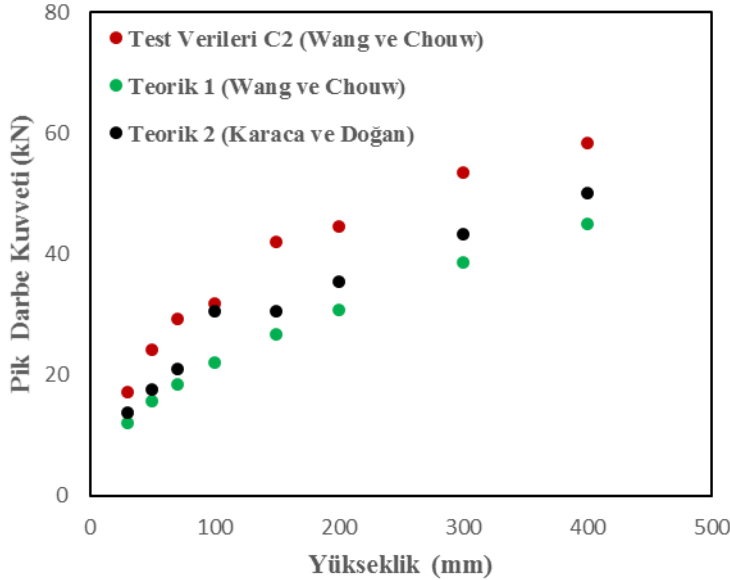
Çeşitli darbe yüksekliklerinde FFRP-CFRC (üç tip sargı düzeni C1, C2, C3) plakalarının deneysel ve analitik pik darbe kuvvetlerinin değerleri Şekil 4-6 görülebilir.

Şekil 4, çeşitli darbe yüksekliklerinde C1 numunesinin deneysel ve analitik pik darbe kuvvetlerini göstermektedir. Şekil incelendiğinde deneysel sonuçlara teorik 2 (yani bu çalışma) hesabında kullanılan k değeri ile deneysel sonuçlarla analitik bulunan sonuçlar daha iyi uyum sağlandığı görülebilir.



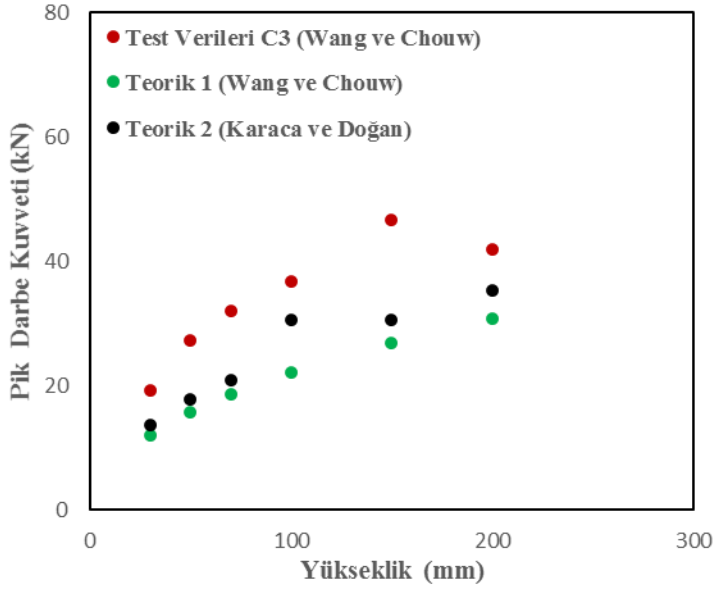
Şekil 4. C1 numunesi için teorik ve deneysel sonuçlar arasında maksimum pik darbe kuvvetinin karşılaştırılması.

Şekil 5, çeşitli darbe yüksekliklerinde C2 numunesinin deneysel ve analitik pik darbe yüklerini göstermektedir. Şekil incelendiğinde deneysel sonuçlara teorik 2 hesabında kullanılan k değeri ile deneysel sonuçlarla analitik olarak hesaplanan değerler daha iyi uyum sağladığı görülmektedir.



Şekil 5. C2 numunesi için teorik ve deneysel sonuçlar arasında maksimum pik darbe kuvvetinin karşılaştırılması.

Şekil 6, çeşitli darbe yüksekliklerinde C3 numunesinin deneysel ve analitik pik darbe yüklerini göstermektedir. Şekil incelendiğinde deneysel sonuçlara teorik 2 hesabında kullanılan k değeri ile diğer numunelerde olduğu gibi, deneysel sonuçlarla analitik olarak hesaplanan sonuçlar daha iyi uyum sağladığı görülebilir.



Şekil 6. C3 numunesi için teorik ve deneysel sonuçlar arasında maksimum pik darbe kuvvetinin karşılaştırılması.

Sonuçlar incelendiğinde, deney sonuçları ile analitik olarak çalışmada hesaplanan sonuçlar (teorik 2) arasında daha iyi bir uyum olduğunu göstermiştir. Bu da hesaplarda kullanılan k değerinin pik darbe kuvvetlerini hesaplamak için önemli bir ifade olduğunu göstermiştir. Eğer teorik hesaplarda k değeri doğru hesaplanır ise deneysel sonuçlara daha da yaklaşılacağı görülmüştür. Ayrıca seçilen teorik hesaplarda kullanılacak değerlerin doğru hesaplanabilmesi için deneysel veriler dikkatlice incelenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] L. Yan, N. Chouw, Dynamic and static properties of flax fibre reinforced polymer tube confined coir fibre reinforced concrete, *J. Compos. Mater.* 48 (13) (2014) 1595–1610.
- [2] S.H. Ahmad, S.P. Shah, Complete triaxial stress-strain curves for concrete, *J. Struct. Eng.* 109 (5) (1982) 1317–1318.
- [3] M. Mansur, M. Chin, T. Wee, Stress-strain relationship of high-strength fibre concrete in compression, *J. Mater. Civ. Eng.* 11 (1) (1999) 21–29.
- [4] D. Sfer, I. Carol, R. Gettu, G. Etse, Study of the behaviour of concrete under triaxial compression, *J. Eng. Mech.* 128 (2) (2002) 156–163.
- [5] P.S. Song, S. Hwang, Mechanical properties of high-strength steel fiber reinforced concrete, *Constr. Build. Mater.* 18 (9) (2004) 669–673.
- [6] F.A. Silva, B. Mobasher, R.D. Toledo Filho, Cracking mechanisms in durable sisal fibre reinforced cement composites, *Cement Concr. Compos.* 31 (10) (2009) 721–730.
- [7] L. Yan, A. Duchez, N. Chouw, Effect of bond on compressive behaviour of flax fibre reinforced polymer tube-confined coir fibre reinforced concrete, *J. Reinf. Plast. Compos.* 32 (4) (2013) 273–285.
- [8] Ali M, Liu A, Sou H, N. Chouw, Mechanical and dynamic properties of coconut fibre reinforced concrete. *Constr Build Mater.* 30 (2012) 814–825.
- [9] K. Habel, P. Gauvreau, Response of ultra-high performance fibre reinforced concrete (UHPRFC) to impact and static loading, *Cement Concr. Compos.* 30 (10) (2008) 938–946.

- [10] W. Wang, N. Chouw, Experimental and theoretical studies of flax FRP strengthened coconut fibre reinforced concrete slabs under impact loadings, *Constr Build Mater.* 171 (2018) 546–557
- [11] G. Szuladzinski, Mass-plate impact parameters for the elastic range, *Acta Mech.* 200 (1–2) (2008) 111–125.
- [12] G. Szuladzinski, *Formulas for mechanical and structural shock and impact*, CRC Press. (2009) 256–257.

YAŞAYAN YAPILAR
LIVING STRUCTURES

Sevde Nur SERTKAYA

*Yüksek Lisans Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı,
(Sorumlu Yazar)*

Ayça TOKUÇ

Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı

ÖZET

Mimari tasarımın ana elemanlarından biri olan yapı malzemesi tarihte birçok değişiklik geçirmiştir. Konut ihtiyacının giderek artmasıyla, kullanılan doğal malzemeler (taş, toprak, saman vb.) zamanla endüstriyel fosil tabanlı malzemelere doğru yönelmiştir. Bu kapsamda, yapı malzemesi üretiminde fosil tabanlı malzemelere alternatif olarak sürdürülebilir biyotabanlı organizmaların kullanımının araştırılması ve üretim süreçlerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Biyotabanlı malzemelere pek çok örnek vermek mümkündür (kenevir, bakteri indüklenen beton, ipek, saman vb.). Bu çalışmada, mantar hiflerinin uygun substrat ile birleştirilmesiyle oluşturulan miselyumun mimari uygulama potansiyelinin araştırılması amaçlanmıştır. Mantardan elde edilen miselyumun hem pek çok madde üzerinde büyüebilmesi hem de bu esnada ek enerjiye ihtiyacı olmaması, miselyum tabanlı malzemeleri ekonomik hale getirmektedir. Hammadde olarak kullanılabilen doğal tabanlı atıklar miselyumun büyümesi için uygun bir substrat oluşturmaktadır. Bu sayede atık geri kazanımı sağlayan miselyum çevresel kirliliğin azalmasına da bir katkı sağlayabilir. Çeşitli şekillerde (dolgu malzemesi, modüler, panel, tübüler, termal yalıtım) kullanılabilen miselyuma olan ilgi son zamanlarda gittikçe artmaktadır. Yüksek yalıtım değerleri ve yangına dayanıklılığı ile miselyum, plastik benzeri ürünlere çevre dostu bir alternatif olarak sunulabilmektedir. Uygun çevresel koşullar ve besi değerleri sağlandığında yaşamaya devam eden mantar substratı birbirine hiflerle bağlayarak kompozit malzemeyi oluşturur. İstenilen herhangi bir kalıpta üretilebildiğinden tasarım açısından esnek bir malzemedir. Besin takviyesi yapıldığı sürece miselyum büyümeye ve kalıbı sarmaya devam eder.

Bu kapsamda, miselyum malzemesi ile inşa edilen Hy-Fi, Alveosis, MycoTree, Mushroom Sausages ve NASA Myco-architecture off planet projeleri incelenecektir. Bu projelerde, kullanılan mantarların ve substratın özelliklerine göre malzemenin yapısal özelliklerinin değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Üretimlerin daha çok basınca dayanıklı, çekmeye zayıf olduğu, incelenen örneklerin tasarımında göz önünde bulundurulmuştur. İncelenen örnekler tasarım yaklaşımı, üretim yöntemi ve strüktürel sistem açısından yenilikçi fikirler ortaya koymaktadır. Bu vakalarda kullanılan mantar cinsleri, tasarım şekilleri ve çevre üzerindeki etkileri değerlendirilerek karşılaştırılacaktır. Bu sayede, miselyum malzeme başta olmak üzere biyotabanlı malzemelere farkındalık artırılarak yaygınlaştırılmasına yardımcı olunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Miselyum, Biyo-tabanlı Malzemeler, Sürdürülebilirlik, Biyo-tasarım

ABSTRACT

One of the major elements of architectural design, the building material has undergone many changes throughout history. With the emergence of rapid construction need for housing, natural materials (stone, soil, straw, etc.) used with the emergence of housing need were replaced by industrial fossil based materials in time. In this context, the use of sustainable bio-based organisms as an alternative to fossil-based materials in building material production should be investigated and production processes should be evaluated. It is possible to give many examples of bio-based materials (hemp, bacteria-induced concrete, silk, straw, etc.). This study aims to investigate the architectural application potential of mycelium formed by combining mushroom hyphae with an appropriate substrate. Mycelium, which is obtained from mushrooms, both can grow on waste material and does not need extra energy, that's why

mycelium-based materials can be economical. Nature-based wastes can be used as raw materials to provide a suitable substrate for the growth of mycelium. Thus, mycelium, which provides waste consumption, can also contribute to the reduction of environmental pollution. Interest in mycelium, which can be used in various forms such as filling material, modular, panel, tubular and thermal insulation, has been increasing recently. With its high insulation values and fire resistance, mycelium is an environmentally friendly alternative to plastic-based products. Mycelium continues to grow as long as there is nutritional supplementation.

In this context, Hy-Fi, Alveosis, MycoTree, Mushroom Sausages and NASA Myco-architecture off planet projects built with mycelium material will be examined. It was taken into consideration in the design of the samples examined that the productions were more resistant to compression and weak to tensile forces. The examined examples reveal innovative ideas in terms of design approach, production method and structural system. The mushroom species used in these cases will be compared by evaluating their design approaches and their effects on the environment. In this way, it is thought to raise awareness of and help to disseminate bio-based materials, especially mycelium material.

Keywords: Mycelium, Bio-based Material, Sustainable, Biodesign

CALCULATIONS of DZYALOSHINSKII-MORIYA INTERACTION at FERRIMAGNETIC/NON-MAGNETIC INTERFACES: a DFT STUDY**Caner DEGER***Marmara University, Physics Department, 34722, Kadikoy, Istanbul, Turkey***ABSTRACT**

Chiral spin textures are generally formed by the interfacial spin-orbit coupling in perpendicular magnetized ferromagnetic/non-magnetic multilayer structures and these textures can be moved by spin orbit torques. Despite all the improvements on the interfaces consisting a ferromagnetic layer and a high spin orbit coupling layer, ferromagnetic materials do not allow further decrease in bit sizes due to their stray-field interactions. In addition, the magnetic precession processes in these materials significantly limit the operating speeds of the racetrack memories. Compared to ferromagnetic materials, antiferromagnetic and ferrimagnetic materials can exhibit more exotic spin-orbit torque effects and can achieve much higher operating speeds when used in spin-based memory, logic and signal transmission applications. In this study, two of the candidate ferrimagnetic materials, FeGd and FeTb, are investigated computationally. The strength and chirality of the Dzyaloshinskii-Moriya interaction (DMI) at Pt/FeGd and Pt/FeTb interfaces are calculated via first principles calculations. The chiralities of FeGd and FeTb were the same and counter clockwise direction while the strength of the DMI of FeTb was slightly larger than that of FeGd in energetically favorable arrangements of the structures. The neighborhood of Gd and Tb in the periodic table could pave the way for exhibiting similar behaviors in Fe based compounds.

Keywords: chiral thin films, Dzyaloshinskii-Moriya interaction, ferrimagnetism

**NANO SİSTEMLERİN REAKTİVİTESİNİN ATOMİSTİK SİMÜLASYONLARI-
ALÜMİNYUMUN (111) DÜZ YÜZEYİNİN OKSİTLENMESİ DİNAMİĞİ****ATOMISTIC SIMULATIONS of REACTIVITY of NANO SYSTEMS-OXIDATION DYNAMICS
of ALUMINUM (111) FLAT SURFACE****Gürcan ARAL***Dr. Öğr. Üyesi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, (Sorumlu Yazar)***Priya VASHISHTA***Prof. Dr., Department of Physics & Astronomy, University of Southern California***ÖZET**

Saf tek kristalli alüminyum (111) düz yüzeyindeki oksitlenme kinetiğini moleküler oksijen yoğunluğunu kontrol ederek, atomlar arasında dinamik yük transferi ile paralel moleküler dinamik simülasyonları kullanılarak düşük sıcaklıkta ($T=300\text{K}$) incelenmesidir. Simülasyonlar, Streitz ve Mintmire tarafından önerilen atomik yüklerin yerel ortamlarına bağlı olarak dinamik olarak değişmesine izin veren, daha gerçekçi atomlar arası potansiyel şemasına dayanmaktadır. Tek kristalli alüminyumun (111) yüzeyinin üzerindeki oksit filmlerinin büyümesinin kinetiği ve oluşan oksit tabakasının kristal yapısı, moleküler oksijen yoğunluklarına bağlı olarak belirlenmiştir. Yüzeyde oluşan oksit filmin kalınlığı, maruz kalma süresi ve moleküler oksijen yoğunlukları; normal durumunlar 10, 20 ve 40 katı (1 atm. ve 300 K, $1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ 'ya eşdeğer) olmak üzere, fonksiyonları olarak hesaplandı. 51 Å kalınlığında bir oksit filmin oluşturma süreleri, üç moleküler oksijen yoğunluğu için sırasıyla 4.420 ns, 2.862 ns ve 2.524 ns'dir. Başlangıçta, sonuçta oluşan amorf oksit filmin kalınlığı, artan oksijen basıncı ile artar. Alüminyumun, normal durumun 40 katı moleküler oksijen yoğunluğu için oksitlenme oranı, oksidasyon işleminin ilk aşamasında diğer iki moleküler oksijen yoğunluğunun oranından çok daha hızlıdır. Oksit tabaka kalınlığı ayrıca alüminyumun moleküler oksijene maruz kalma süresine de bağlıdır. Oksit tabakasının oluşumu mekanizma, oksijen atomunun içeri difüzyon hızının, oluşan oksit tabakasındaki alüminyumun dışarı difüzyon hızından daha büyük olması ile ilişkilidir.

Anahtar Kelimeler: Nano Oksitlenme, Alüminyum, Değişik yük potansiyel metodu

ABSTRACT

The oxidation kinetics of a bare single crystalline single flat aluminum (111) surface with controlling the molecular oxygen density is studied at low temperature ($T = 300 \text{ K}$) using parallel molecular-dynamics simulations with dynamic charge transfer among atoms. The simulations are based on the realistic interatomic potential scheme proposed by Streitz and Mintmire, which allows for dynamic variation of atomic charges depending on their local environment. The kinetic and structure of growth oxide films on the single flat crystalline aluminum (111) surface has been established to depend on the molecular oxygen densities. The oxide film thickness is calculated as a function of the exposure time for molecular oxygen densities, 10, 20 and 40 times that of the normal state (1 atm and 300 K, equivalent to $1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$). The times to form an oxide film of thickness 51 Å are 4.420 ns, 2.862 ns, and 2.524 ns, respectively, for the three molecular oxygen densities. Initially, the thickness of the final amorphous oxide film increases with increased oxygen pressure. The rate of oxidation of aluminum for molecular oxygen density 40 times of the normal state is much faster than the rate of the other two molecular oxygen densities at initial stage of the oxidation process. The oxide film layer thickness also depends on the time of the particle exposed to molecular oxygen. The mechanism on the formation of oxide layer is associated by which the inward diffusion rate of oxygen atom is larger in the oxide layer than the outward diffusion rate of aluminum.

Keywords: Nano Oxidation, Aluminum, Variable Charge potential method

1. INTRODUCTION

Aluminum (Al) and aluminum oxide (alumina, Al_2O_3) are two of the world's most widely used materials [1,2]. Aluminum oxide is an important engineering ceramic, which has been extensively studied for many years because of its technological and scientific applications. It is used as a structural and functional material in microelectronics, biomedical applications, and mechanical engineering. Moreover, Al-oxidation processes are extensively employed in industry for protection of materials against corrosion and production of engineering ceramics [2].

The reaction rate of the metal oxidation process depends on temperature, molecular oxygen pressure, surface orientations, elapsed time of reaction, and surface properties [3-5]. The growth of Al-oxide scales as well as their structure, thickness, and chemical and physical properties are controlled by these parameters [6-12]. The kinetics of Al oxidation and the resulting oxide structure have been extensively studied by different experimental techniques as a function of temperature, oxygen pressure, and surface orientation. These experimental studies have provided us with valuable information about the kinetics of Al oxidation and oxide structures. It is known that aluminum oxidizes readily in air and forms a stable oxide scale on Al surface [1]. During the formation process both aluminum and oxygen atoms are mobile in the oxide scale and diffuse to the opposite boundaries of the oxide scale [4-5,11,13]. There is extensive experimental evidence that the inward diffusion of oxygen atoms along the Al-oxide (Al_2O_3) scale is the dominant transport process, governing the Al-oxide scale growth [11]. Kinetic analyses have revealed the existence of two different Al-oxide growth regimes. In the initial stage, the kinetics of Al oxide formation is very fast, whereas in the latter stage it becomes much slower compared to the initial stage [6-7,10,11,13,14]. The Al-oxide scales have very good corrosion resistance even at relatively high temperatures $> 2,000$ K [2,11]. Thus, the final oxide scale protects the surface from further attack.

To explain the limiting-thickness in the metal oxide scale growth kinetics, two theoretical models were proposed. Mott and Cabrera [15] were the first to propose the thin oxide films model for low-temperature oxidation, while Wagner [16] proposed the thick oxide scales model for high-temperature oxidation. The Wagner theory predicts that the oxidation rate does not depend on oxygen pressure if n-conducting scales are formed. If p-conducting scales are formed, the rate depends on the oxygen pressure as $p_{\text{O}_2}^{1/n}$, with integer $n \geq 2$ [3].

2. MD SIMULATION METHOD AND SCHEDULE

2.1. MD Simulation method and Interaction potential model

In molecular-dynamics (MD) simulations, the physical system is represented by a set of N atoms. We follow the trajectories, i.e., positions, $\{\mathbf{r}_i | i = 1, \dots, N\}$, and velocities, $\{\mathbf{v}_i | i = 1, \dots, N\}$, of all the atoms by numerically integrating the Newton's equations of motion,

$$m_i \frac{d^2 \mathbf{r}_i}{dt^2} = \mathbf{F}_i \quad (1)$$

where m_i is the mass of atom i and the force on atom i is defined as

$$\mathbf{F}_i = -\frac{fV}{f\mathbf{r}_i} \quad (2)$$

The interatomic potential energy, V , encodes interactions among atoms and therefore is the essential ingredient of MD simulations.

The MD simulation method is based on the numerical integration of Eq. (1) using a discrete time step Δt , given $6N$ initial conditions, $\{\mathbf{r}_i(t=0), \mathbf{v}_i(t=0)\}$. Physical properties of the system are determined from the trajectories of the atom based on statistical mechanics.

Our MD simulations are carried out using the variable-charge scheme, called electrostatic plus (ES+) model, developed by Streitzi and Mintmire [17], in which the temporal evolution of atomic charges reflect changes of their local environment. The ES+ model has been used to successfully describe a wide range of physical properties of Al and Al₂O₃ [13]. The most important feature of the ES+ model is that it describes chemical reactions (bond formation and breakage) such as oxidation of Al. The variable-charge approach determines atomic charges $\{q_i | i = 1, \dots, N\}$ at each MD step so as to minimize the electrostatic potential energy, with the charge-neutrality constraint, $\sum_i q_i = 0$. This constrained minimization is equivalent to the electronegativity equalization principle, which requires each atom to have an equal electrostatic chemical potential. The determination of the atomic charges at every MD step involves the solution of a dense linear system of equations and hence requires $O(N^3)$ operations. To reduce the computational complexity to $O(N)$, we have developed a multilevel preconditioned conjugate gradient (MPCG) method [18]. In this approach, the Coulomb-interaction matrix is split into the short- and long-range terms, and the multiple time-scale method is employed to update short- and long-range force components, using two different force-updating schedules [19]. The MD time step is $\Delta t = 2$ fs for short-range forces and 10 fs for long-range forces. We use the fast multipole method (FMM) by Greengard and Rokhlin [20] to calculate the long-range Coulomb interaction with $O(N)$ operations through truncated multipole expansion of the potential field [20]. The charges determined at the previous MD steps are used to initialize an iterative solution of the linear system, reducing the number of iterations to $O(1)$. A spatial decomposition approach is used to efficiently implement the variable-charge MD algorithm on parallel computers.

2.2. Simulation schedule

The initial MD configuration for the oxidation of a flat aluminum (111) surface is schematically shown in Fig. 1. The Al lattice has a face-centered cubic (fcc) structure, with lattice constant $a = 4.05$ Å. The fcc structure can be viewed as an A-B-C stacking of three uniformly spaced hexagonal layers in the $\langle 111 \rangle$ direction. The lateral size of the initial Al (111) slab is 108.82 Å \times 109.12 Å in the x and y directions and 70.1 Å thick in the z direction (parallel to $\langle 111 \rangle$), consisting of 50,156 aluminum atoms. This Al slab is placed at the bottom ($z = 0$ Å) of the MD box of the same lateral dimensions and the depth in the z direction is 112 Å. We perform MD simulations, maintaining three different constant molecular oxygen densities, $\rho = 10, 20$ and 40 times of the normal state ρ_0 (1 atm and 300 K), above the Al (111) surface. Every 100th MD steps, the oxygen density is examined. If this number is less than the given density, then oxygen molecules are randomly placed into the region above the Al surface so as to maintain the molecular oxygen density, ρ , constant. Periodic boundary conditions are applied in the x and y directions, and a repulsive potential is applied at $z = 110$ Å to prevent the molecular oxygen atoms from escaping from the simulation cell in the z direction. The three (111) layers of Al at the bottom of the system are kept frozen. The temperature of the other atoms, within the initial Al slab, is kept constant at $T = 300$ K using Nosé-Hoover thermostat chain [21]. The temperatures of the Al atoms at $z > 82$ Å and of the oxygen atoms are not controlled. New atomic charges are recalculated every 100th time step, in such a way as to minimize the total electrostatic potential energy.

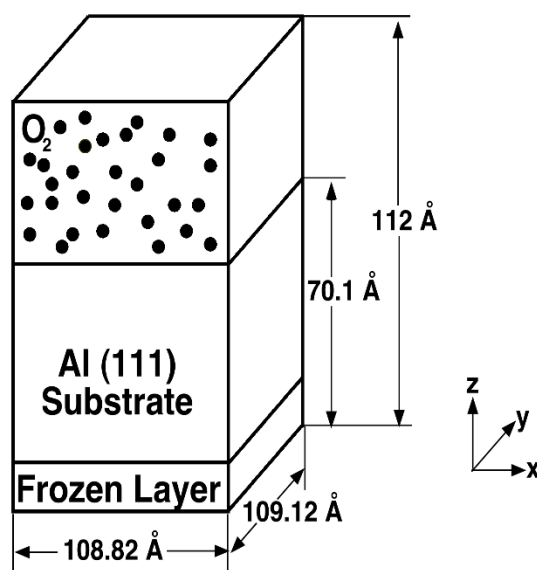


FIG. 1. Schematic of the geometry of the simulation cell, for studying Al (111) oxidation for each of three different molecular oxygen densities.

3. DYNAMIC of OXIDE GROWTH RESULTS and DISCUSSIONS

To study the effect of molecular oxygen pressure on the oxidation of Al (111) surface, an aluminum metal slab is exposed to three different oxygen pressures of 10, 20 and 40 times of the normal state. The complex interaction of oxygen with the aluminum surface lies at the heart of the oxidation process. At the initial stages of oxidation, a large supply of atomic oxygen is required, since Al has a great affinity for oxygen. The oxidation of Al proceeds rapidly in the early stages of oxidation and is highly exothermic. The resulting oxide scale separates the aluminum surface from the atmosphere and protects the Al metal from further oxygen attack. This chemically passive oxidation layer (also called the passivation layer) behaves as a protective layer. Figure 2 shows the evolution of the oxidation in the early stage, $t = 20$ ps (Fig. 2 (a)) and in the final stage, $t = 2,524$ ps, when the thickness of the oxidation layer is 51 \AA (Fig. 2 (b)), at molecular oxygen density 40 times of the normal state. In Fig. 2, a wedge is cut from the system for clearer visualization of total charge transfer from the Al atoms to O atoms at the interface.

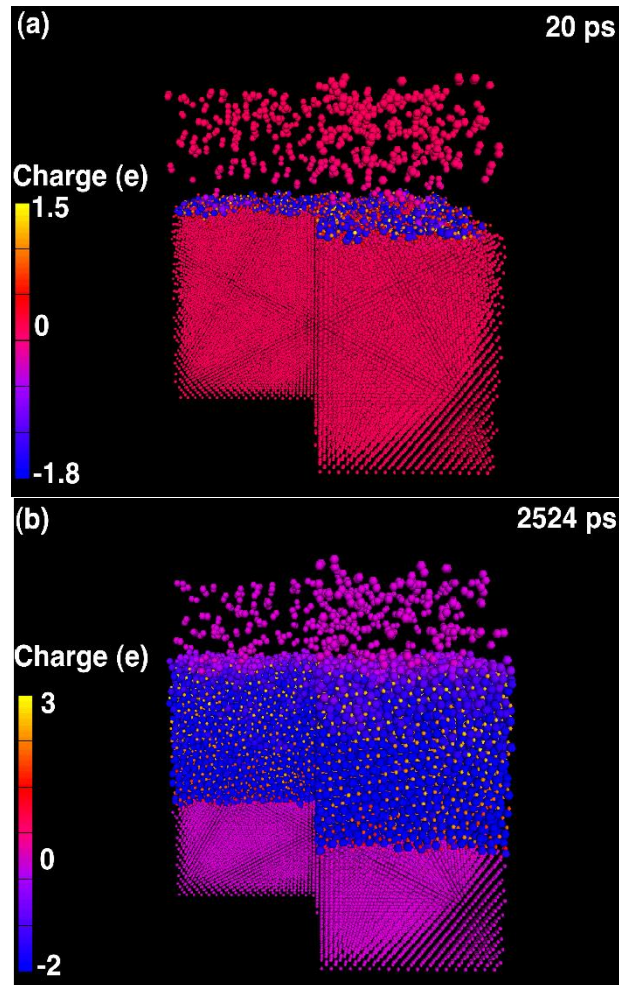


FIG. 2. Perspective view of the wedge cut shows the evolution of the oxidation of aluminum (111) surface at molecular oxygen density 40 times the normal state at times (a) 20 ps and (b) 2,524 ps. The larger spheres correspond to oxygen atoms and smaller spheres to aluminum atoms; color represents the sign and magnitude of the charge on individual atoms.

The thickness of the Al oxide scale is measured from the oxygen density profile along the z -direction. Figure 3 shows the average number of oxygen atoms in each layer as a function of the distance along the z direction at exposure times 4.420, 2.862 and 2.524 ns and molecular oxygen densities $\rho = 10\rho_0$, $20\rho_0$ and $40\rho_0$, respectively. The oxygen number density profile in the z direction is defined as the average number density of oxygen atoms in a slice with width $\sim 4 \text{ \AA}$. The figure shows that oxygen atoms diffuse into the Al substrate to form an amorphous oxide scale. There is no significant difference in the oxygen number densities in the final oxide scale. We calculate the average mass density in the oxide scale ($z = 40\text{-}80 \text{ \AA}$) along the z -direction, $n_{\text{Al}} = 0.044 \text{ \AA}^{-3}$, 0.044 \AA^{-3} , 0.044 \AA^{-3} , and $n_{\text{O}} = 0.052 \text{ \AA}^{-3}$, 0.051 \AA^{-3} , 0.052 \AA^{-3} , at the molecular densities $10\rho_0$, $20\rho_0$, $40\rho_0$, respectively. We find that the Al/O ratio is given by $0.044/0.052$, which is slightly larger than the crystalline $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ value, $2/3$. Thus the amorphous oxide scale is richer in Al atoms than in oxygen atoms and does not have the expected stoichiometry of the crystalline $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. The average mass density of the oxide scale ($z = 40\text{-}80 \text{ \AA}$) for these three molecular oxygen densities is around 3.35 g/cm^3 , which is about 86% of the crystalline $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ density.

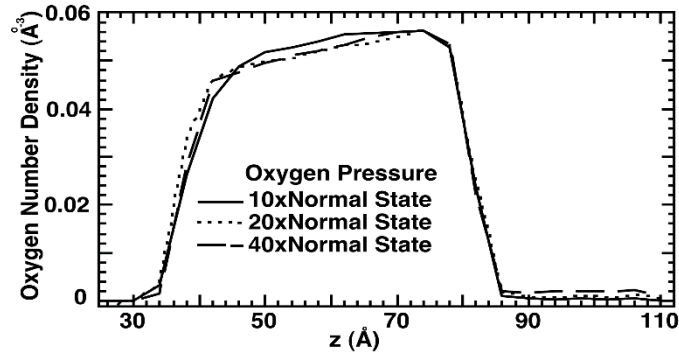


FIG. 3. Oxygen number density is shown as a function of distance along the z direction for molecular oxygen density $\rho = 10$ (solid curve), 20 (dotted) and 40 (dashed) times the normal state at $t = 4.420$, 2.862, and 2.524 ns, respectively.

Figure 4 shows the oxide thickness as a function of the exposure time, at molecular oxygen density $\rho = 40\rho_0$. Initially, a rapid growth in the oxide thickness layer is observed until $t = 0.3$ ns, after which the growth rate decreases. After the initial rapid growth, a step-wise (2.3 \AA) growth behavior is observed, which may be related to discrete lattice structure of crystalline Al (111). When a thick scale is formed, the oxide may obstruct the flow of oxygen atoms to the metal/oxide interface and also the flow of aluminum atoms to the oxide/environment (gas) interface, which causes a decrease in the rate of reaction. Oxide-scale thickness reaches the value of $\sim 51 \text{ \AA}$ at 2,524 ps, for the molecular oxygen density $\rho = 40\rho_0$.

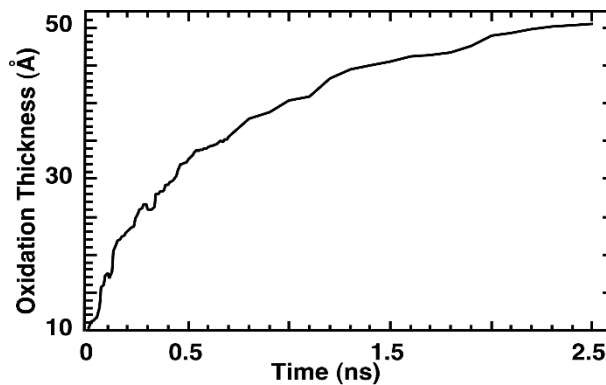


FIG. 4. Oxidation thickness at molecular oxygen density 40 times the normal state is shown as a function of time.

The initial, as well as subsequent stages of oxide-scale growth involve the absorption and dissociation of oxygen on the Al (111) metal surface associated with transport of cations and anions through the developing oxide scale [4-5,11,13]. In the process of Al oxidation, metal ions migrate outward, penetrating through the oxide scale, from the metal slab to the oxide layer surface. On the other hand, the oxygen ions migrate in the opposite direction. As a result of these movements, an amorphous oxide scale develops, which attains a limiting thickness at the interface of the aluminum metal slab. Figure 5 shows these diffusion processes as a function of time at molecular oxygen density $\rho = 40\rho_0$, where the growth of the oxide is governed by the diffusion of both aluminum and oxygen atoms. Detailed analysis of local stresses shows the oxide under negative pressure and the metal core under positive pressure [13]. This stress gradient may cause rapid movement of oxygen atoms into the interior of the oxide scale and prompts the aluminum atoms to diffuse outward to the oxide scale. At 2,524 ps, 70% of the oxide

growth (35 Å) can be attributed to the inward diffusion of oxygen atoms, while 30% of the growth (15 Å) is due to the outward diffusion of aluminum atoms. This total movement of Al and O atoms corresponds to the total growth of the amorphous oxide scale thickness of ~ 51 Å at 2.524 ps for the molecular oxygen density $\rho = 40\rho_0$. We conclude that the inward diffusion of oxygen atoms along the developing oxide scale is the dominant transport process in the Al-oxide scale.

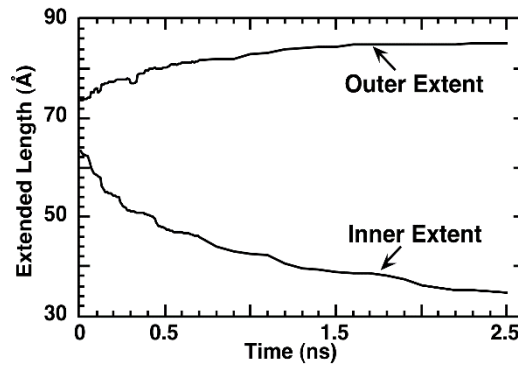


FIG. 5. The inner and outer oxide extents in the z direction are shown as a function of time for molecular oxygen density $\rho = 40\rho_0$.

At the metal-gas interface, oxygen molecules traveling from the gas phase collide with the metal surface. According to the kinetic gas theory, the rate of impingement of oxygen molecules on the surface of a target metal depends on the oxygen pressure and the oxygen temperature [3-5]. Figure 6 shows the total number of consumed oxygen atoms as a function of exposure time, for molecular oxygen densities, $\rho = 10\rho_0$, $20\rho_0$ and $40\rho_0$, for the first 700 ps, when 14,926, 16,808 and 18,596 oxygen atoms are consumed, respectively. The total number of consumed oxygen atoms during oxidation at $\rho = 40\rho_0$ is higher than those at $\rho = 20\rho_0$ and $10\rho_0$. The oxygen pressure increase leads to the increase of impingement of the oxygen molecules on the Al surface [3-5]. Therefore, the total number of consumed oxygen atoms increases with the increased molecular oxygen density, and oxidation at high molecular oxygen densities produces a substantial acceleration in the oxide-growth rate.

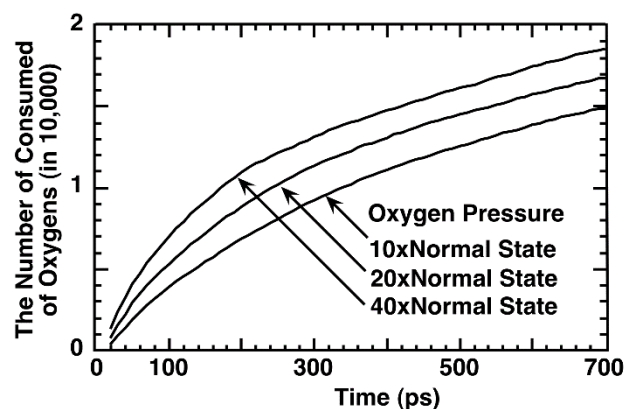


FIG. 6. Total oxygen consumption is shown as a function of exposure time at molecular oxygen density 10, 20, and 40 times the normal state.

We have also calculated the corresponding oxide thickness for each of the three molecular oxygen pressures as a function of exposure time, see Fig. 7. The thickness of the oxide scale increases to ~ 30 , 34 and 35.5 Å during the first 700 ps, at $\rho = 10\rho_0$, $20\rho_0$ and $40\rho_0$, respectively. Concentration of oxygen molecules is higher at higher pressures. Thus, there is more oxygen available to impinge onto the Al

surface and thereafter to diffuse into the Al (111) substrate. Therefore, oxide grows faster at higher pressures. We find that there is a strong correlation between the oxygen consumption (Fig. 7) and the oxidation thickness (Fig. 7), *i.e.*, the oxide thickness increases as more oxygen atoms are consumed. The oxide becomes thicker at shorter times for higher molecular oxygen densities.

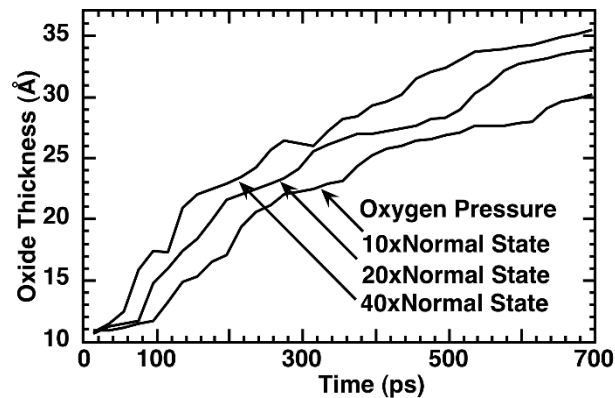


FIG. 7. Thickness of the oxide scale along the z direction is shown as a function of time for molecular oxygen density 10, 20 and 40 times the normal state.

As the oxide layer grows thicker, the oxygen atoms must diffuse through the thicker oxide scale. Figure 8 shows the number of added oxygen atoms per 100 MD steps into the system to keep the oxygen molecular density constant. Initially, the numbers of added oxygen into the system are 442, 792 and 1364, at oxygen molecular density $\rho = 10\rho_0$, $20\rho_0$ and $40\rho_0$, respectively. Thus, initially the oxygen consumption is higher for higher oxygen molecular density. The number of added oxygen atoms decreases with increasing simulation time for each of the three different oxygen molecular densities. After 300 ps, the oxidation rate becomes much slower, and the number of added oxygen atoms fluctuates around the same value independent of the molecular oxygen density. It can be concluded that oxidation thickness differences come from the initial stage of oxidation.

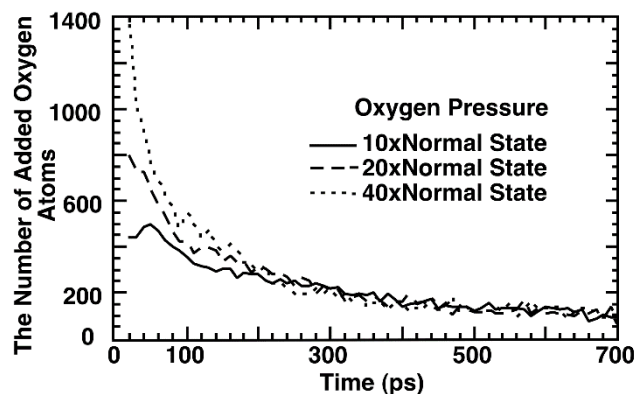


FIG. 8. The number of added oxygen atoms into the system is shown as a function of exposure time at molecular oxygen density 10 (solid line), 20 (dotted), and 40 (dashed) times the normal state.

IV. CONCLUSIONS

In the present parallel molecular-dynamics simulation study of the oxidation of aluminum (111) surface, the growth kinetics and the structure of the final oxide scale are investigated for the oxygen molecular density 10, 20 and 40 times that of the normal state (1 atm and 300 K), as a function of the exposure time. Each simulation is run until 27,590 oxygen atoms are consumed (with the final oxide-scale

thickness of 51 Å), and simulated times for the three oxygen pressures are 4.42 ns, 2.862 ns and 2.524 ns, respectively. This indicates that oxidation occurs more rapidly for higher molecular oxygen densities. The results also show that the initial rate of oxidation increases with the oxygen pressure, but oxidation rate decreases as the thickness of the oxide scale increases. We thus conclude that the growth rate depends on the oxygen pressures as well as time of exposures. The initial stage of oxidation is found to depend on molecular oxygen densities. Therefore, marked differences in the growth oxide scale exist in the early stages of oxidation in the oxide scale. Subsequently, the rate of oxidation is found to saturate at a value independent of the molecular oxygen density. Kinetic analysis of the oxidation process has revealed two different oxide-scale growth regimes, *i.e.*, oxide-scale growth proceeds in the initial stage with a very fast oxidation, subsequently followed by the slower oxide-scale growth rate.

REFERENCES

- 1 S. Hong and A. C.T. van Duin, *Phys. Chem. C* **119**, 17876–17886 (2015).
- 2 E. Dorre and H. Hubner, *Alumina Processing, Properties, and Applications* (Springer-Verlag, New York, 1984).
- 3 P. Kofstad, *High Temperature Oxidation of Metals* (John Wiley and Sons, New York, 1966).
- 4 K. Hauffe, *Oxidation of Metals* (Plenum Press, New York, 1965).
- 5 X. Zhang, C. Fu, Y. Xia, Y. Duan, Y. Li, Z. Wang, Y. Jiang, and H. Li, *ACS Nano* **13**, 3005–3014 (2019).
- 6 L. P. H. Jeurgens, W. G. Sloof, F. D. Tichelaar, and E. J. Mittemeijer, *J. Appl. Phys.* **92**, 1649 (2002).
- 7 L. P. H. Jeurgens, W. G. Sloof, F. D. Tichelaar, and E. J. Mittemeijer, *Surface Science* **506**, 313 (2002).
- 8 G. D. Förster, and F. Calvo. *Applied Surface Science* 512, 145440, (2020).
- 9 S. A. Canney, *et al.*, *Surface Science* **382**, 241 (1997).
- 10 B. E. Hayden, *et al.*, *Surface Science* **109**, 207 (1981).
- 11 A. Atkinson, *Rev. Mod. Phys.* **57**, 437 (1985).
- 12 F.P. Mertens, *Surface Science* **71**, 161 (1978).
- 13 T. J. Campbell, R. K. Kalia, A. Nakano, and P. Vashishta, *Phys. Rev. Lett.* **82**, 4866 (1999).
- 14 M. Martin and E. Fromm, *Thin Solid Films* **236**,199 (1993).
- 15 N. Cabrera and N. F. Mott, *Rep. Prog. Phys.* **12**, 163 (1948-49).
- 16 C. Z. Wagner, *Physik. Chem. B* **21**, 25 (1933).
- 17 F. H. Streitz and J. W. Mintmire, *Phys. Rev. B* **50**, 11996 (1994).
- 18 A. Nakano, *Comput. Phys. Commun.* **104**, 59 (1997).
- 19 G. J. Martyna, M. L. Klein, and M. Tuckerman, *J. Chem. Phys* **97**, 2635 (1992).
- 20 L. Greengard and V. Rokhlin, *J. Comp. Phys.* **73**, 325 (1987).
- 21 G. J. Martyna, M. E. Tuckerman, D. J. Tobias, *et al.*, *Mol. Phys.* **87**, 1117 (1996).

PREDICTION OF SUPERCONDUCTIVITY FOR SIMPLE CUBIC YGa₃ COMPOUND
BASİT KÜBİK YGa₃ BİLEŞİĞİNDE SÜPERİLETKENLİĞİN ÖNGÖRÜLMESİ

H. Yasin UZUNOK

Arş. Gör. Dr., Sakarya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü

ABSTRACT

The structural, electronic, vibrational and electron-phonon interaction properties of YGa₃ compound that crystallised in simple cubic structure were examined by using the generalized gradient approach of the Density Functional Theory with and without spin-orbit interaction. The calculated structural properties are in agreement with the previous experimental data and showed that the compound contains all three kinds of bonding such as ionic, covalent and metallic. As a result of the electronic structure examination, two electronic bands showing dispersion cross the Fermi level, which reveals the metallic character of the material. A complex Fermi surface with low energy level from these bands causes nesting and indicates that a possible phonon anomaly can be seen in the phonon spectrum. When the electronic density of states is examined, it is seen that the p shell of the gallium atom is dominant at the Fermi level. Since the BCS theory of superconductivity indicates that the Cooper pairs are composed of electrons around the Fermi level, we can say that the superconductivity originates from the p shells of the gallium atoms. The density of states value at the Fermi level is up to $1.87 \frac{\text{states}}{\text{eV}}$

Linear Response method was used while examining vibration properties. It can be said that the material is dynamically stable since there are no negative phonon frequencies as a result of lattice dynamic results. In the phonon dispersion spectrum, small anomalies are noticeable in acoustic phonon modes. The calculated electron-phonon interaction parameter value is 0.57 which could be considered as a value between the weak-medium boundary. Because of this electron-phonon interaction value, a high superconductivity transition temperature is not expected. As a matter of fact, with addition of reasonable Coulomb repulsion constant value of 0.13 to Eliashberg spectral function and Allen-Dynes modified McMillan equation, the transition to superconductivity temperature was calculated as 2.26 K. Even though it is not yet available experimentally, this calculation is a sign that the studied material may show superconductivity. The electronic specific heat value is calculated as $7,43 \frac{\text{mJ}}{\text{mol.K}^2}$. This value is proved that the compound shows a weak electron correlation.

Keywords: Density Functional Theory, phonons, electron-phonon interaction, superconductivity, elektronik structure, spin-orbit interaction.

ÖZET

Basit kübik yapıda kristalleşen ScGa₃ bileşiğinin yapısal, elektronik, titreşim ve elektron-fonon etkileşimi özellikleri Yoğunluk Fonksiyonel Teorisinin genelleştirilmiş gradyen yaklaşımı kullanılarak hem spin-orbit etkileşimi ile hem de spin-orbit etkileşimi göz ardı edilerek incelenmiştir. Hesaplanan yapısal özellikler daha önceki deneysel veriler ile uyum içerisinde olup bileşiğin iyonik, kovalent ve metalik bağ yapılarının her üçünü de barındırdığını göstermiştir. Elektronik yapı incelemesi sonucunda dağınım gösteren iki adet elektronik bandın Fermi seviyesini kestiği görülmüş olup bu durum malzemenin metalik karakterini göz önüne sermiştir. Bu bantlardan düşük enerji seviyesine sahip olan karmaşık bir Fermi yüzeyi yuvalanmasına neden olup fonon spektrumunda muhtemel bir fonon anomalisinin görülebileceğine işaret eder. Elektronik durum yoğunluğuna bakıldığında galyum atomunun p kabuğunun Fermi seviyesinde baskın olduğu görülmektedir. Süperiletkenliğin BCS teorisine Cooper çiftleri Fermi seviyesi civarındaki elektronlardan oluştuğu için incelenen malzemede süperiletkenliğin Ga atomunun p kabuğundan kaynaklandığını söyleyebiliriz. Fermi seviyesinde durum yoğunluğu değeri $1.87 \frac{\text{durum}}{\text{eV}}$ kadardır.

Titreşim özellikleri incelenirken Doğrusal Tepki metodu kullanılmıştır. Örgü dinamiği sonuçları sonucunda negatif fonon frekansı bulunmadığından malzeme, dinamik olarak kararlıdır denilebilir. Fonon dağılım spektrumunda akustik fonon modlarında küçük anomaliler göze çarpmaktadır. Hesaplanan elektron-fonon etkileşim parametresi değeri 0.57 olup zayıf-orta sınırında yer alan bir değerdir. Çok yüksek olmayan elektron-fonon etkileşim değeri nedeniyle yüksek bir süperiletkenliğe geçiş sıcaklığı beklenmemektedir. Nitekim Eliashberg spektral fonksiyonu ve Allen-Dynes modifiyeli McMillan denkleminin uygun bir 0.13 değerinde Coulomb itme sabiti eklenip bu veriler yardımıyla yapılan hesaplamalarda, spin-orbit etkisi göz önüne alınarak hesaplanan süperiletkenliğe geçiş sıcaklığı 2.26 K olarak bulunmuştur. Henüz deneysel olarak mevcut bulunmaması da bu hesaplama, incelenen malzemenin süperiletkenlik özelliği gösterebileceğine bir işarettir. Elektronik özgül ısı değeri ise $7,43 \frac{mJ}{mol \cdot K^2}$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer bileşiğin zayıf bir elektron korelasyonu gösterdiğinin bir kanıtıdır.

Anahtar Kelimeler: Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi, fononlar, elektron-fonon etkileşimi, süperiletkenlik, elektronik yapı, spin-orbit etkileşimi

TEKİRDAĞ LİNYİTLERİNİN RADYOAKTİVİTE KONSANTRASYONLARI VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ (MALKARA SAHASI ÖRNEĞİ)**RADIOACTIVITY CONCENTRATIONS AND RISK ASSESSMENT OF TEKIRDAG LIGNITES (CASE STUDY OF MALKARA COALFIELD)****Süleyman Fatih ÖZMEN***Öğr. Gör. Dr., Akeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Nükleer Teknoloji ve Radyasyon Güvenliği Programı, (sorumlu yazar)***C. Bertan GÜLLÜDAĞ***Öğr. Gör. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İnşaat Teknolojisi Bölümü***Ercüment AKSOY***Öğr. Gör., Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Coğrafi Bilgi Sistemi Bölümü***Neslihan ÜNAL***Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Tapu Kadastro Bölümü***ÖZET**

Günümüzde ülkelerin en büyük amacı ekonomik büyüme ve kalkınmayı sağlamaktır. Bu amacın gerçekleştirilmesi ve sürdürülebilir olması tüm dünyada sürekli artan bir enerji ihtiyacını doğurmaktadır. Küresel birincil enerji tüketimi 2018 yılında % 2,9 artışla, 2010 yılından itibaren en hızlı büyümeyi sergilemiştir. Bu talebin % 33,6'sı petrol, % 27,2'si kömür, % 23,9'u doğal gaz, % 6,8'i hidro, % 4,4'ü nükleer ve % 4'ü diğer kaynaklardan karşılanmıştır. 2017 yılında birincil enerji tüketiminde fosil yakıtların oranı % 81 iken, 2018 yılında bu oran % 84,7'ye yükselmiştir. Türkiye'de enerji politikası, petrol ve doğal gaza olan dışa bağımlılık nedeniyle kömüre yöneltmiştir. Birincil enerji tüketiminin % 11,5'i yerli kömürden karşılanmaktadır. 2018 yılında yerli kömür tüketimi 15,12 mtep linyit, 0,77 mtep asfaltit, 0,65 mtep taşkömürü olmak üzere toplam 16,55 mtep düzeyine ulaşmıştır. Türkiye birincil enerji üretiminin ise kaynaklara göre dağılımında kömürün oranı % 41,7'dir. Bu oranın büyük kısmını linyit oluşturmaktadır. Güncel verilere göre Türkiye linyit tüketiminin % 73,5'ini elektrik ve ısı üretimi oluşturmaktadır.

Kömür oluşum sürecinde, maruz kaldığı jeolojik koşullardaki farklılıklar nedeniyle, değişik miktar ve çeşitlilikte inorganik madde içeriğine sahip olmaktadır. Özellikle kömür kompozisyonunda bulunan ağır metal ve doğal radyonüklid içerikler, kömürün üretilmesi, işletilmesi, taşınması ve yakılması aşamalarında çevre ve insan sağlığı açısından olumsuz etkiler yaratmaktadır. Kömürün yakılmasıyla oluşan uçucu kül ve inşaat, ulaştırma, tarım gibi sektörlerde kullanılan taban külünde radyoizotop konsantrasyonlarının önemli miktardaki artışı, kömürlerin radyonüklid içeriğinin belirlenmesini gerekli kılmaktadır.

Tekirdağ-Malkara Sahası'ndan alınan linyit örneklerinde ortalama ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K konsantrasyonları sırasıyla 27.0 ± 3.57 , 18.9 ± 3.28 ve 155 ± 36.1 Bq kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Linyitlerin radyonüklid içeriğinden kaynaklanan yıllık etkin dozlar $13.4 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ile $66.4 \mu\text{Sv y}^{-1}$ aralığında değişim göstermektedir. Elde edilen bulgular, Türkiye ve diğer ülke linyitleri için bildirilen literatürle karşılaştırılabilir niteliktedir.

Anahtar kelimeler: Linyit, Kömür, Doğal radyoaktivite, HPGe, Malkara / Tekirdağ, Trakya Bölgesi.

ABSTRACT

Today, the biggest goal of countries is to ensure economic growth and development. The realization and sustainability of this goal creates an ever-increasing energy demand all over the world. Global primary energy consumption increased by 2.9% in 2018, the fastest growth since 2010. 33.6% of this demand was covered by oil, 27.2% coal, 23.9% natural gas, 6.8% hydro, 4.4% nuclear and 4% from other sources. While the rate of fossil fuels in primary energy consumption was 81% in 2017, this rate increased to 84.7% in 2018. In Turkey, energy policy has been directed towards coal due to dependence

on oil and natural gas. 11.5% of primary energy consumption is covered by domestic coal. In 2018, domestic coal consumption reached a total level of 16.55 mtoe, including 15.12 mtoe lignite, 0.77 mtoe asphaltitis and 0.65 mtoe bituminous coals. The ratio of coal in the distribution of primary energy production in Turkey according to resources is 41.7%. Lignite accounts for the majority of this rate. According to the latest data, 73.5% of Turkey's lignite consumption is used in electricity and heat generation.

In the process of coal formation, due to differences in the geological conditions, it has a different amount and variety of inorganic matter content. Especially heavy metal and natural radionuclide contents in coal composition have negative effects in terms of environment and human health during the production, operation, transportation and burning stages of coal. The significant increase in radioisotope concentrations in fly ash, which is formed during the combustion of coal and the bottom ash used in sectors such as construction, transportation and agriculture, requires determination of the radionuclide content of the coals.

The average ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K concentrations of the Tekirdag-Malkara Field lignite samples were determined as 27.0 ± 3.57 , 18.9 ± 3.28 and 155 ± 36.1 Bq kg⁻¹ respectively. Annual effective dose caused by radionuclides content of lignite vary between $13.4 \mu\text{Sv yr}^{-1}$ to $66.4 \mu\text{Sv yr}^{-1}$. The findings are comparable to the literature reported for the lignite of Turkey and other countries.

Keywords: Lignite, Coal, Natural radioactivity, HPGe, Malkara/Tekirdağ, Thrace Region.

F -METRİK UZAYLARDA BRAIN FISHER'İN SABİT NOKTA TEOREMİ ÜZERİNE
ON A FIXED POINT THEOREM OF BRAIN FISHER IN F -METRIC SPACE

Beyza BOZKUŞ

*Yüksek Lisans Öğrencisi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı,
(Sorumlu Yazar)*

Cihangir ALACA

Doçent Doktor, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü

ÖZET

Sabit nokta teorisi, lineer olmayan Fonksiyonel analiz, Matematiksel analiz, Operatör teorisi, Genel topoloji ve dahası Fizik, Bilgisayar bilimleri gibi matematiğin birçok farklı alanını kapsar. Tarihsel olarak, sabit nokta teorisi çalışmaları iki ana dalda gelişmiştir: birincisi lineer normlu uzayın kompakt ve konveks bir alt kümesi üzerinde sürekli operatör üzerindeki sabit nokta teorisi, ikincisi ise tam metrik uzaylar üzerinde büzülme ve büzülme tipi operatörler üzerindeki sabit nokta teorisidir. Normlu lineer uzayında sabit nokta teorisinin başlangıcı, n -yuvardan kendisi üzerine tanımlı herhangi bir sürekli fonksiyonunun bir sabit noktaya sahip olduğunu ortaya koyan 1910 yılındaki Brouwer'in çalışmasına atfedilir. Metrik uzaylarda sabit nokta teorisinin başlaması, ünlü Polonyalı Matematikçi Stephan Banach tarafından 1922'de ortaya konulan Banach Büzülme Prensipleri ile ilgilidir. Sabit nokta teorisi alanında, sabit nokta problemlerinin çözümünü bulmada fonksiyonlar üzerindeki büzülebilirlik şartı önemli bir rol oynar.

1976'da Brain Fisher metrik uzaylarda dönüşümler için sabit nokta teoremi ispatladı. Birçok yazar bu teoremin ispatının farklı uzaylarda karşılığını aradı. 2018 yılında Jleli ve Samet, bir metrik uzay kavramının geliştirilmesi olarak F -metrik uzaylar ismi verilen yeni bir kavram ortaya koydu. Onlar, F -metrik uzay temel kavramını aşağıdaki gibi verdi:

F aşağıdaki koşulları sağlayan $f : (0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$ fonksiyonlar kümesi olsun:

(F₁) f azalmayandır, yani, $0 < s < t \Rightarrow f(s) \leq f(t)$.

(F₂) Her $\{t_n\} \subset (0, +\infty)$ dizisi için $\lim_{n \rightarrow +\infty} t_n = 0 \Leftrightarrow \lim_{n \rightarrow +\infty} f(t_n) = -\infty$.

X boştan farklı bir küme ve $D : X \times X \rightarrow [0, +\infty)$ bir fonksiyon olsun. $(f, \alpha) \in F \times [0, +\infty)$, olmak üzere

(D1) $(x, y) \in X \times X$, $D(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y$.

(D2) $D(x, y) = D(y, x)$, her $(x, y) \in X \times X$.

(D3) Her $(x, y) \in X \times X$, her $N \in \mathbb{N}$, $N \geq 2$, ve her $(u_i)_{i=1}^N \subset X$, $(u_1, u_N) = (x, y)$,

$D(x, y) > 0 \Rightarrow f(D(x, y)) \leq f\left(\sum_{i=1}^{N-1} D(u_i, u_{i+1})\right) + \alpha$ olsun.

Böylece, D ye X üzerinde F -metrik (X, D) ikilisine de F -metrik uzaylar denir.

Bu çalışmada, F -metrik uzaylarda F - tamlık şartını sağlayan yeni bir sabit nokta teoremi ispatlıyacağız ve onun bir sonucunu vereceğiz. Bizim ana sonucumuz, 1976 yılında Fisher'in ana teoreminin F -metrik versiyonudur. Ayrıca, ana sonucumuz Mitrović ve arkadaşlarının verdiği Teorem 4'ün bir genelleştirmesidir.

Anahtar Kelimeler: Sabit Nokta, F -Tam, F -Metrik Uzaylar.

ABSTRACT

Fixed point theory comprises of many different fields of mathematics, such as Nonlinear functional analysis, Mathematical analysis, Operator theory, General topology and more Physics, Computer sciences. Historically, the study of fixed point theory has developed in two major branches: one is the fixed point theory on continuous operator on a compact and convex subset of a linear normed space and the second is the fixed point theory on contraction and contraction type operators on complete metric spaces. The beginning of fixed point theory in normed linear space is attributed to the work of Brouwer in 1910, who proved that any continuous function of an n -ball into itself has a fixed point. The beginning of fixed point theory in metric spaces is related to Banach Contraction Principle, which introduced by the great Polish Mathematician Stephan Banach in 1922. In the field of fixed point theory, to find the solution of fixed point problems, the contractive conditions on underlying functions play a significance role.

In 1976, Brain Fisher proved fixed point for mappings on metric spaces. Many authors investigated the proof of this theorem in different spaces.

In 2018, Jleli and Samet introduced a new concept, named an F -metric space, as a generalization of the notion of a metric space. They gave the basic concept of F -metric spaces as follows:

Let F be the set of functions $f : (0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$ satisfying the following conditions:

(F₁) f is non-decreasing, i.e., $0 < s < t \Rightarrow f(s) \leq f(t)$.

(F₂) For every sequence $\{t_n\} \subset (0, +\infty)$, we have

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} t_n = 0 \Leftrightarrow \lim_{n \rightarrow +\infty} f(t_n) = -\infty.$$

Let X be a nonempty set and $D : X \times X \rightarrow [0, +\infty)$ be a function. If there exists

$(f, \alpha) \in F \times [0, +\infty)$, such that

(D1) $(x, y) \in X \times X$, $D(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y$.

(D2) $D(x, y) = D(y, x)$, for all $(x, y) \in X \times X$.

(D3) For every $(x, y) \in X \times X$, for every $N \in \mathbb{N}$, $N \geq 2$, and for every

$(u_i)_{i=1}^N \subset X$ with $(u_1, u_N) = (x, y)$, we have

$$D(x, y) > 0 \Rightarrow f(D(x, y)) \leq f\left(\sum_{i=1}^{N-1} D(u_i, u_{i+1})\right) + \alpha.$$

then D is called an F -metric on X . The pair (X, D) is called an F -metric space.

In this work, we prove a new fixed point theorem for F -complete in F -metric spaces and give its results. Our main results are F -metric version of Fisher's main theorem in 1976. Furthermore, our main result is a generalization of Theorem 4 in Mitrović et al.

Keywords: Fixed Point, F -complete, F -Metric Spaces.

BAZI ÖZEL TAM FONKSİYONLARIN WEIERSTRASS KANONİK ÇARPIM TEMSİLLERİ WEIERSTRASS CANONICAL PRODUCT REPRESENTATIONS OF SOME SPECIAL ENTIRE FUNCTIONS

Evrin TOKLU

Dr. Öğr. Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi İlköğretim Fen ve Matematik Eğitimi Bölümü

ÖZET

Weierstrass çarpım teoreminin matematikte ve özellikle karmaşık analiz alanında önemli bir yeri olduğu bilinmektedir. Hepimizin bildiği gibi, Weierstrass çarpım teoremi, tüm fonksiyonların sıfırlarını içeren (muhtemelen sonsuz) bir çarpım olarak temsil edilebileceğini ifade etmektedir. Bu teorem, her bir polinomun her bir kök için bir tane olmak üzere doğrusal faktörlere çarpanlarına ayrılabilirliğini öne süren cebirin temel teoreminin bir uzantısı olarak görülebilir. Matematğin birçok dalında çok sayıda ilginç ve çok yönlü uygulamalara sahip olmaları nedeniyle, bazı özel fonksiyonların sonsuz çarpım temsilleri, geometrik fonksiyonlar teorisi alanından birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Son zamanlarda, Weierstrass kanonik çarpım temsillerini kullanarak (sonsuz çarpım temsili olarak da bilinir), birçok yazar tarafından özel fonksiyonların bazı geometrik özellikleri elde edilmiştir. Bu araştırmalarda yukarıda belirtilen özel fonksiyonların pozitif sıfırlarının çok önemli bir rol oynadığını ve Bessel fonksiyonlarının reel ve reel olmayan sıfırlarının dağılımının bilgisinin esas olduğunu belirtmek önemlidir. Ayrıca Bessel fonksiyonları için yıldızlık ve dışbükeylik yarıçaplarını çıkarmak için kullanılan tekniğin bazı normalize edilmiş özel fonksiyonlar için çalıştığı, ancak bu fonksiyonların pozitif sıfırları için bazı temel gerçeklere ihtiyaç duyulduğu gösterilmiştir. Buna ek olarak, reel tam fonksiyonların Laguerre-Pólya sınıfının bu çalışmalarda önemli bir rol oynadığı belirtilmelidir.

Özel fonksiyonların bazı geometrik özelliklerini belirleme çalışmalarında özel fonksiyonların Weierstrass kanonik çarpım temsillerinin artan kullanımından esinlenerek, şu anki konuşmamızda temel amacımız bazıları oldukça yeni olan bazı özel fonksiyonların sonsuz çarpım temsillerini vermektir.

Anahtar kelimeler: Weierstrass kanonik çarpım, Özel fonksiyonlar, Laguerre-Pólya sınıfı

ABSTRACT

It is well known fact that the Weierstrass factorization theorem has an important place in mathematics, and particularly in the field of complex analysis. As you all know, the Weierstrass factorization theorem states that every entire function can be represented as a (possibly infinite) product involving its zeros. The theorem may be viewed as an extension of the fundamental theorem of algebra, which asserts that every polynomial may be factored into linear factors, one for each root. Because of the fact that they have numerous interesting and versatile applications in many branch of mathematics, the infinite product representations of some special functions have attracted a great deal of attention of many researchers from geometric function theory field. Recently, by making use of their Weierstrass canonical product representations (also known as infinite product representation) some geometric properties of special functions have been obtained by many authors. It is important to note here that in these investigations the positive zeros of the above mentioned special functions played a pivotal role, and the knowledge of the distribution of the real and nonreal zeros of Bessel functions of the first kind was essential. It was also shown that the technique used in order to deduce the radii of starlikeness and convexity for the case of Bessel functions it is also working for normalized some special functions, but some basic facts for the positive zeros of these functions were needed. In addition, it is worth emphasizing that Laguerre-Pólya class of real entire functions plays an essential role in these studies.

Inspired by the increasing usage of the Weierstrass canonical product representations of special functions in the studies on determining some geometric properties of special functions, in the present talk our main goal is to give the infinite product representations of some special functions which some of them are quite new.

Keywords: Weierstrass Canonic product, Special functions, Laguerre-Pólya class

L-BULANIK ESNEK HALKALARIN (İDEALLERİN) KARAKTERİZASYONU
CHARACTERIZATION OF L-FUZZY SOFT RINGS (IDEALS)**Yıldırım ÇELİK***Doç. Dr, Ordu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü***ÖZET**

Belirsizlik kavramı hayatımızın birçok yerinde mevcuttur. Uzunca zamandır belirsizlik durumunu anlayabilmek ve uygun çözümler bulabilmek için çeşitli hesaplama yöntemleri geliştirilmiştir (Zadeh, 1965; Pawlak, 1982). Bu yöntemlerden sonra Molodtsov (1999) parametreleştirme açısından belirsizlikle başa çıkmak için farklı bir yaklaşım olarak esnek küme kavramını ortaya koydu. Bu kavram, özellikle esnek karar verme problemleri başta olmak üzere birçok alanda geniş bir uygulama yelpazesi ile ilerlemiştir. Daha sonra, bu teori üzerinde çeşitli çalışmalara tanık olunmuştur. Esnek küme teorisinin bir genelleştirilmesi olan bulanık esnek küme teorisi ilk olarak Maji ve arkadaşları (2001) tarafından tanımlanmıştır. Bundan sonra, bu kavram bazı araştırmacılar tarafından farklı cebirsel yapılara uygulanmıştır.

Bu çalışmada, L-bulanık esnek halka (ideal) kavramını verdik ve L-bulanık esnek kümeler üzerinde verilmiş olan bazı ikili işlemler yardımıyla L-bulanık esnek halkalar (idealler) için bu ikili işlemlerin buradaki etkilerini inceledik. L-bulanık esnek halka (ideal) ve esnek halka (ideal) kavramları arasındaki ilişkiyi araştırdık ve bütün L-bulanık esnek halkaların (ideallerin) esnek halkalar (idealler) yardımı ile karakterize edilebileceğini gösterdik. Ayrıca bir esnek halkanın (idealin) L-bulanık esnek halka (ideal) olabilmesi için gerek ve yeter koşulu elde ettik. Üstelik L-bulanık esnek halkaların kafes yapılarını inceledik ve elde edilen sonuçları değerlendirdik.

Anahtar Kelimeler: Esnek Halka, Esnek İdeal, L-Bulanık Esnek Halka, L-Bulanık Esnek İdeal

ABSTRACT

The concept of uncertainty exists in many parts of our lives. Several computing methods have been developed for a long time to understand uncertainty situation and find suitable solutions (Zadeh, 1965; Pawlak, 1982). After these methods, Molodtsov (1999) presented the notation of soft set which is a different approach to cope with uncertainty from a parameterization point of view. Soft set theory has progressed with a wide range of applications in many areas especially in soft decision-making problems. Then, various studies on this theory have been witnessed. Fuzzy soft set theory which is a generalization of soft set theory is firstly defined by Maji et al. (2001). After that, this concept have been applied to different algebraic structures by some researcher.

In this paper, we give concept of L-fuzzy soft ring (ideal) and with the help of some binary operations given on L-fuzzy soft sets we examine the effects of these binary operations for L-fuzzy soft rings (ideals) here. We investigate the relation between concepts of L-fuzzy soft ring (ideal) and soft ring (ideal), and then we show that all L-fuzzy soft rings (ideals) can be characterized by making use of soft rings (ideals). Also, we obtain a necessary and sufficient condition for a soft ring (ideal) to be a L-fuzzy soft ring (ideal). Moreover, we examine lattice structures of L-fuzzy soft rings (ideals) and evaluation obtained results.

Keywords: Soft Ring, Soft Ideal, L-Fuzzy Soft Ring, L-Fuzzy Soft Ideal

1. GİRİŞ

Çevremizde belirsizlik taşıyan birçok olayı anlayabilmek ve bunlara uygun çözümler bulabilmek için birçok teori geliştirilmiştir. En iyi bilinen ve belirsizliği modellemek için sık sık kullanılan faydalı matematiksel yaklaşımlardan birisi bulanık küme teorisidir (Zadeh, 1965). Bulanık mantıkta evrendeki

herhangi bir nesne, o evrendeki bir kümenin elemanıdır fakat o kümeye ait olma derecesi farklıdır. Bulanık mantık, insan mantığına en yakın doğrulukta denetimi sağlayabilme özelliğine sahiptir. Bulanık küme kavramı uygulamalı bilimlerde kullanım alanı bulduğu kadar teorik bilimlerde de kullanılmaktadır. Rosenfeld (1971) bulanık küme kavramını kullanarak bulanık grup teorisini geliştirmiştir. Bulanık grup teorisinin temel özellikleri klasik grup teorisindeki sonuçlar kullanılarak elde edilmiştir. Çok sayıda araştırmacı cebirsel yapılar üzerinde bu kavramın özelliklerini çalışmışlardır (Liu,1983; Battacharya, 1987; Eslami and Mordeson, 1994).

Esnek küme teorisine ise belirsizlik durumlarına yeni bir yaklaşım olarak Molodtsov (1999) tarafından ortaya konuldu. Birçok açıdan geniş bir uygulama imkânı sunan esnek kümeler üzerine yapılan çalışmalar her geçen gün hızla ilerlemiştir. Esnek kümelerin cebirsel yapılar üzerindeki etkileri de bazı araştırmacılar tarafından çalışılmıştır (Aktaş ve Çağman, 2007; Feng ve ark., 2008; Sun ve ark., 2008; Ali ve ark., 2009; Acar ve ark., 2010; Ali ve ark., 2010; Çelik ve ark., 2011; Yamak ve ark., 2011; Türkmen ve Pancar, 2012). Maji ve ark. (2001) esnek küme kavramını bulanık alt kümelere uyguladılar ve bulanık esnek küme teorisini ortaya koydular. Jin-liang ve ark. (2008) bulanık esnek grup kavramını ele aldılar ve bu kavrama ait bazı sonuçları ortaya koydular. Yang ve ark. (2009) aralık değerli bulanık esnek kümeleri tanımladılar. Aygünoğlu ve Aygün (2009) bulanık esnek grup yapısını ve temel özelliklerini incelediler. Yang (2011) bulanık esnek yarı grup (ideal) kavramlarını verdi. İnan ve

Öztürk (2012) bulanık esnek halka, (E, \vee, \wedge, q) -bulanık esnek alt halka kavramlarını vererek onlarla ilgili bazı temel özellikleri incelediler. Yin ve ark. (2012) sezgisel bulanık esnek kümelerin cebirsel yapısını incelediler ve bunlara ait temel özellikleri araştırdılar. Çelik ve ark. (2013) bulanık esnek kümeleri halka yapısı üzerinde ele aldılar ve bulanık esnek halka kavramını ortaya koydular. Daha sonra Li ve ark. (2012) bulanık esnek kümelerin yapısını herhangi bir L tam kafesine genişleterek L-bulanık esnek küme tanımını verdiler. Çelik ve ark. (2015) L-bulanık esnek kümeler yardımıyla grup teorisine yeni bir yaklaşım ortaya koydular.

Bu çalışmada, L-bulanık esnek halka (ideal) kavramını verdik ve L-bulanık esnek halkaların (ideallerin) karakteristik özelliklerini inceledik. L-bulanık alt halka (ideal), esnek halka (ideal) ve L-bulanık esnek halka (ideal) kavramları arasındaki ilişkiyi araştırdık. Bu ilişkiyi kullanarak, L-bulanık esnek halkaların (ideallerin), L-bulanık alt halkalar (idealler) dan ve esnek halkalar (idealler) dan daha genel bir kavram olduğunu elde ettik. Ayrıca L-bulanık esnek halkaların (ideallerin), esnek halkaların (ideallerin) özellikleri yardımıyla karakterize edilebileceği gösterdik.

2. TEMEL KAVRAMLAR

Tanım 2.1. (Birkhoff, 1967) (L, \leq) sıralı kümesine kafes denir. \Leftrightarrow Her $a, b \in L$ için $\text{Sup}\{a, b\} = a \vee b$ ve $\text{Inf}\{a, b\} = a \wedge b$ mevcuttur. Eğer L kafesinin her alt kümesinin supremumu ve infimumu mevcut ise L'ye tam kafes denir. Eğer her $a, b \in L$ için $a \leq b$ veya $b \leq a$ ise L'ye zincir denir.

Tanım 2.2. (Birkhoff, 1967) L bir tam kafes olsun. L'ye sonsuz \vee -dağılımlı kafes denir. \Leftrightarrow Her $a, b_i \in L, i \in \Lambda$ için $a \wedge (\bigvee_{i \in \Lambda} b_i) = \bigvee_{i \in \Lambda} (a \wedge b_i)$ dir.

Tanım 2.3. (Hungerford, 1974) $R \neq \emptyset$ bir küme ve "+" ve "·" R üzerinde verilen ikili işlemler olsun. R'ye bir halka denir. \Leftrightarrow

R1) $(R, +)$ değişmeli bir grup

R2) (R, \cdot) yarı grup

R3) Her $a, b, c \in R$ için $a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$ ve $(a + b) \cdot c = a \cdot c + b \cdot c$

Tanım 2.4. (Hungerford, 1974) $(R, +, \cdot)$ bir halka ve $\emptyset \neq I \subseteq R$ olsun. I'ya R'nin alt halkası denir

\Leftrightarrow Her $a, b \in I$ için $a - b \in I$ ve $a \cdot b \in I$ dir.

Tanım 2.5. (Hungerford, 1974) $(R, +, \cdot)$ bir halka ve $\emptyset \neq I \subseteq R$ olsun. I 'ya R 'nin sol (sağ) ideali denir \Leftrightarrow Her $a, b \in I$ için $a - b \in I$ ve $r \cdot a \in I$ ($a \cdot r \in I$). Eğer I , R 'nin hem sol hem de sağ ideali ise I 'ya R 'nin ideali denir.

Açık olarak R halkasının bütün alt halkalarının ve ideallerinin kümesi " \subseteq " bağıntısı ile sıralı kümedir ve bu kümeler sırasıyla $A(R)$ ve $I(R)$ notasyonları ile gösterilecektir.

Tanım 2.6. (Kaufmann, 1975) $X \neq \emptyset$ bir küme ve L bir kafes olsun. $\mu: X \rightarrow L$ fonksiyonuna X 'in L -bulanık alt kümesi denir. X 'in tüm L -bulanık alt kümeleri L^X ile gösterilir. $\alpha \in L$ için $\{x \in X: \alpha \leq \mu(x)\}$ kümesine μ 'nün α -seviye alt kümesi denir ve μ_α ile gösterilir.

Tanım 2.7. (Kaufmann, 1975) $\mu, \nu \in L^X$ olsun.

- i) Her $x \in X$ için $\mu(x) \leq \nu(x)$ ise ν 'ye μ 'yü kapsar denir ve $\mu \leq \nu$ ile gösterilir.
- ii) Her $x \in X$ için $(\mu \vee \nu)(x) = \mu(x) \vee \nu(x)$, $(\mu \wedge \nu)(x) = \mu(x) \wedge \nu(x)$ alt kümelerine sırasıyla μ ile ν 'nün birleşimi ve kesişimi denir.

Tanım 2.8. (Mordeson ve Malik, 1998) $\{X_i | i \in \Lambda\}$ boştan farklı kümelerin bir ailesi ve $\{\mu_i \in L^{X_i} | i \in \Lambda\}$ L -bulanık alt kümelerin ailesi olsun. $\mu: \prod_{i \in \Lambda} X_i \rightarrow L$, $\mu((x_i)) = \bigwedge_{i \in \Lambda} \mu_i(x_i)$ ile tanımlanan L -bulanık alt kümesine $\{\mu_i \in L^{X_i} | i \in \Lambda\}$ L -bulanık alt kümeler ailesinin direkt çarpımı denir ve bu durum $\prod_{i \in \Lambda} \mu_i$ notasyonu ile gösterilir.

Tanım 2.9. (Mordeson ve Malik, 1998) R bir halka ve $\mu \in L^R$ olsun. μ 'ye R 'nin L -bulanık alt halkası (ideali) denir. \Leftrightarrow

- i) Her $x, y \in R$ için $\mu(x - y) \geq \mu(x) \wedge \mu(y)$
- ii) Her $x, y \in R$ için $\mu(xy) \geq \mu(x) \wedge \mu(y)$ ($\mu(xy) \geq \mu(x) \vee \mu(y)$)

Bir R halkasının bütün L -bulanık alt halkalarının ve ideallerinin kümesi sırasıyla $L(R)$ ve $LI(R)$ notasyonları ile gösterilecektir.

Teorem 2.1. (Mordeson and Malik, 1998) $\mu \in L(R)$ ($LI(R)$) \Leftrightarrow Her $\alpha \in L$ için $\mu_\alpha (\neq \emptyset) \in A(R)$ ($I(R)$) dir.

Teorem 2.2. (Mordeson and Malik, 1998) $\emptyset \neq I \subseteq R$ olsun. $I \in A(R)$ ($I(R)$) $\Leftrightarrow \chi_I \in L(R)$ ($LI(R)$) dir.

Teorem 2.3. (Mordeson and Malik, 1998) $\mu, \nu \in L^R$ ve $\phi: R_1 \rightarrow R_2$ bir halka homomorfisi olsun. Bu takdirde;

- i) $\mu \in L(R_1)$, $\nu \in L(R_2)$ ise $\phi(\mu) \in L(R_2)$, $\phi^{-1}(\nu) \in L(R_1)$,
- ii) $\mu \in LI(R_1)$ ve ϕ örten ise $\phi(\mu) \in LI(R_2)$,
- iii) $\nu \in LI(R_2)$ ise $\phi^{-1}(\nu) \in LI(R_1)$.

Tanım 2.10. (Feng ve ark., 2008) U bir evren, $E \neq \emptyset$ bir küme, $P(U)$ U 'nun güç kümesi ve $A \subseteq E$ olsun. $F: A \rightarrow P(U)$ dönüşümü ile verilen (F, A) ikilisine U üzerinde bir esnek küme denir. $Des(F, A) = \{x \in A: F(x) \neq \emptyset\}$ kümesine (F, A) esnek kümesinin desteği denir. Eğer $Des(F, A) \neq \emptyset$ ise (F, A) kümesine boştan farklı esnek küme denir. Bütün esnek kümeler boştan farklı alınacaktır.

Örnek 2.1.

1) μ , X 'in bir L-bulanık alt kümesi ve $F_\mu: L \rightarrow P(X)$, $F_\mu(\alpha) = \mu_\alpha$ şeklinde tanımlanan (F_μ, L) ikilisi X üzerinde bir esnek kümedir. Bu esnek kümeye μ ile üretilen seviye esnek küme denir.

Tersine olarak (F, L) X üzerinde bir esnek küme ise $\mu_F: X \rightarrow L$, $\mu_F(x) = \bigvee_{x \in F(\alpha)} \alpha$ ile tanımlı X 'nin bir L-bulanık alt kümesi mevcuttur.

2) $A \subseteq E$, $Y \subseteq U$ ve $\Phi_{A,Y}: A \rightarrow P(U)$, $\Phi_{A,Y}(a) = Y$ ile tanımlanan $(\Phi_{A,Y}, A)$ ikilisi U üzerinde esnek kümedir.

3) $\varphi: U_1 \rightarrow U_2$ bir fonksiyon ve (F, A) , (G, B) sırasıyla U_1 ve U_2 üzerinde esnek kümeler olmak üzere;

$$\varphi(F): A \rightarrow P(U_2), \varphi(F)(x) = \varphi(F(x))$$

$$\varphi^{-1}(G): B \rightarrow P(U_1), \varphi^{-1}(G)(y) = \varphi^{-1}(G(y))$$

ile tanımlanan $(\varphi(F), A)$ ve $(\varphi^{-1}(G), B)$ ikilileri sırasıyla U_2 ve U_1 üzerinde esnek kümelerdir.

Tanım 2.11. (Çelik ve ark., 2011) (F, A) R halkası üzerinde bir esnek küme olsun. Eğer her $x \in \text{Des}(F, A)$ için $F(x)$ R 'nin bir alt halkası (ideali) ise (F, A) 'ya R halkası üzerinde esnek halka (ideal) denir. R üzerindeki bütün esnek halkalar ve idealler için aşağıdaki kümeleri verebiliriz.

$$\text{Esa}(R) = \{ (F, A) \mid A \subseteq E, (F, A) \text{ } R \text{ üzerinde esnek halka} \}$$

$$\text{Esi}(R) = \{ (F, A) \mid A \subseteq E, (F, A) \text{ } R \text{ üzerinde esnek ideal} \}$$

$$\text{Esa}_A(R) = \{ (F, A) \mid (F, A) \text{ } R \text{ üzerinde esnek halka} \}$$

$$\text{Esi}_A(R) = \{ (F, A) \mid (F, A) \text{ } R \text{ üzerinde esnek ideal} \}$$

Teorem 2.4. R bir halka, L bir tam kafes ve $\alpha \in L$ olsun.

i) $\mu \in \text{LI}(R)$ ise (F_μ, L) R üzerinde bir esnek idealdir.

ii) $\gamma: \text{LI}(R) \rightarrow \text{Esi}_L(R)$ için $\gamma(\mu) = (F_\mu, L)$ şeklinde tanımlanan γ dönüşümü bire-bir ve artan bir fonksiyondur.

Tanım 2.12. (Maji ve ark., 2001) U bir evren, A bir parametre kümesi ve L bir kafes olmak üzere $F: A \rightarrow L^U$ dönüşümü ile verilen (F, A) ikilisine U üzerinde L -bulanık esnek küme denir. U üzerindeki bütün L -bulanık esnek kümeler $\widetilde{\text{Es}}(U)$ ile gösterilecektir.

Tanım 2.13. (Maji ve ark., 2001) (F, A) , $(G, B) \in \widetilde{\text{Es}}(U)$ olsun. (F, A) 'ya (G, B) 'nin alt kümesi denir. $\Leftrightarrow A \subseteq B$ ve her $x \in A$ için $F(x) \leq G(x)$ dir. Bu durum $(F, A) \subseteq (G, B)$ şeklinde gösterilir.

Örnek 2.2.

1) $A \subseteq E$, $Y \subseteq U$ ve $\tilde{\Phi}_{A,Y}: A \rightarrow L^U$, $\tilde{\Phi}_{A,Y}(a) = \chi_Y$ ile tanımlanan $(\tilde{\Phi}_{A,Y}, A)$ ikilisi U üzerinde L-bulanık esnek kümedir.

2) $F: A \rightarrow P(U)$ olmak üzere her $a \in A$ için $\tilde{F}(a) = \chi_{F(a)}$ ile tanımlanan (\tilde{F}, A) ikilisi U üzerinde L-bulanık esnek kümedir.

3) μ U 'nun L-bulanık alt kümesi ise $\tilde{F}_\mu: L \rightarrow L^U$, $\tilde{F}_\mu(\alpha) = \chi_{\mu_\alpha}$ ile tanımlanan (\tilde{F}_μ, L) ikilisi U üzerinde L-bulanık esnek kümedir.

4) (F, A) U üzerinde L-bulanık esnek küme ve her $x, y \in A$ ve her $\alpha, \beta \in L$ için $F_x: L \rightarrow P(R)$, $F_x(\beta) = F(x)_\beta$ ve $F_\alpha: A \rightarrow P(R)$, $F_\alpha(y) = F(y)_\alpha$ ile tanımlanan (F_x, L) ve (F_α, A) ikilileri U üzerinde esnek kümelerdir.

5) $\varphi: U_1 \rightarrow U_2$ bir fonksiyon ve (F, A) , (G, B) sırasıyla U_1 ve U_2 üzerinde L-bulanık esnek kümeler olmak üzere;

$$\varphi(F): A \rightarrow L^{U_2}, \varphi(F)(x) = \varphi(F(x))$$

$$\varphi^{-1}(G): B \rightarrow L^{U_1}, \varphi^{-1}(G)(y) = \varphi^{-1}(G(y))$$

ile tanımlanan $(\varphi(F), A)$ ve $(\varphi^{-1}(G), B)$ ikilileri sırasıyla U_2 ve U_1 üzerinde L-bulanık esnek kümelerdir.

Tanım 2.14. (Çelik, 2013) $\{(F_i, A_i) | i \in \Lambda\}$ U üzerinde tanımlı L-bulanık esnek kümelerin bir ailesi olsun.

i) $A = \bigcup_{i \in \Lambda} A_i$ ve her $a \in A$ için $\Lambda(a) = \{i | a \in A_i\}$ olmak üzere $F(a) = \bigvee_{i \in \Lambda(a)} F_i(a)$ ile tanımlanan (F, A) L-bulanık esnek kümesine (F_i, A_i) ailesinin birleşimi denir. Bu durum $\tilde{\bigcup}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ şeklinde gösterilir.

ii) $A = \bigcap_{i \in \Lambda} A_i$ ve her $a \in A$ için $F(a) = \bigwedge_{i \in \Lambda} F_i(a)$ ile tanımlanan (F, A) L-bulanık esnek kümesine (F_i, A_i) ailesinin arakesiti denir. Bu durum $\tilde{\bigcap}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ şeklinde gösterilir.

iii) $A = \bigcap_{i \in \Lambda} A_i$ ve her $a \in A$ için $F(a) = \bigvee_{i \in \Lambda} F_i(a)$ ile tanımlanan (F, A) L-bulanık esnek kümesine (F_i, A_i) ailesinin daraltılmış birleşimi denir. Bu durum $\tilde{\bigcup}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ şeklinde gösterilir.

iv) $A = \bigcup_{i \in \Lambda} A_i$ ve her $a \in A$ için, $\Lambda(a) = \{i | a \in A_i\}$ olmak üzere $F(a) = \bigwedge_{i \in \Lambda(a)} F_i(a)$ ile tanımlanan (F, A) L-bulanık esnek kümesine (F_i, A_i) ailesinin genişletilmiş arakesiti denir. Bu durum $\tilde{\bigcap}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ şeklinde gösterilir.

v) $A = \prod_{i \in \Lambda} A_i$ ve her $(a_i) \in A$ için $F(a_i) = \bigvee_{i \in \Lambda} F_i(a_i)$ ile tanımlanan (F, A) L-bulanık esnek kümesine (F_i, A_i) L-bulanık esnek kümeler ailesinin \vee -birleşimi denir. Bu durum $\tilde{\bigvee}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ şeklinde gösterilir.

vi) $A = \prod_{i \in \Lambda} A_i$ ve her $(a_i) \in A$ için $F(a_i) = \bigwedge_{i \in \Lambda} F_i(a_i)$ ile tanımlanan (F, A) L-bulanık esnek kümesine (F_i, A_i) ailesinin \wedge -arakesiti denir. Bu durum $\tilde{\bigwedge}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ şeklinde gösterilir.

Tanım 2.15. (Çelik, 2013) $\{(F_i, A_i) \in \tilde{Es}(U_i) | i \in \Lambda\}$ L-bulanık esnek kümelerin bir ailesi olmak üzere, $A = \prod_{i \in \Lambda} A_i$ ve her $(a_i) \in A$ için $F(a_i) = \prod_{i \in \Lambda} F_i(a_i)$ ile tanımlanan (F, A) L-bulanık esnek kümesine (F_i, A_i) ailesinin kartezyen çarpımı denir. Bu durum $\tilde{\times}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ şeklinde gösterilir.

Teorem 2.5. (Çelik, 2013) L sonsuz \vee -dağılımlı bir kafes ve $\{(F_i, A_i) | i \in \Lambda\}$ U üzerinde L-bulanık esnek kümelerin bir ailesi olsun.

i) $(\tilde{Es}(U), \tilde{\subseteq})$ tam kafestir ve

$$\text{Sup}\{(F_i, A_i) | i \in \Lambda\} = \tilde{\bigcup}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i), \text{Inf}\{(F_i, A_i) | i \in \Lambda\} = \tilde{\bigcap}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$$

ii) $(\widetilde{E}_s(U), \widetilde{E})$ sonsuz \vee -dağılımlı kafestir.

Tanım 2.16. (Çelik, 2013) (F,A) ve (G,B) sırasıyla U_1 ve U_2 üzerinde tanımlı L-bulanık esnek kümeler olsun. $\phi:U_1 \rightarrow U_2$ ve $\psi:A \rightarrow B$ iki fonksiyon olmak üzere (ϕ, ψ) çiftine (F,A) 'dan (G,B) 'ye L-bulanık esnek fonksiyon denir. \Leftrightarrow Her $x \in A$ için $\phi(F(x)) = G(\psi(x))$ dir. $(\phi, \psi): (F,A) \xrightarrow{\sim} (G,B)$ şeklinde gösterilir.

Önerme 2.1. (Çelik, 2013) (F,A) , (G,B) ve (H,C) sırasıyla U_1 , U_2 ve U_3 üzerinde tanımlı L-bulanık esnek kümeler, $(\phi, \psi): (F,A) \xrightarrow{\sim} (G,B)$ ve $(\varphi, \gamma): (G,B) \xrightarrow{\sim} (H,C)$ olsun.

i) $(\varphi \circ \phi, \gamma \circ \psi): (F,A) \xrightarrow{\sim} (H,C)$.

ii) $(\phi, \psi): (F,A) \xrightarrow{\sim} (G,B)$ L-bulanık esnek tam eşleme ise $(\phi^{-1}, \psi^{-1}): (G,B) \xrightarrow{\sim} (F,A)$ L-bulanık esnek tam eşlemedir.

3. L-BULANIK ESNEK HALKALARIN (İDEALLERİN) KARAKTERİZASYONU

Bu bölüm boyunca R birim elemanlı değişmeli bir halka ve L bir tam kafes olarak ele alınacaktır.

Tanım 3.1. (F,A) R halkası üzerinde bir L-bulanık esnek küme olsun. Eğer her $x \in A$ için $F(x)$ R 'nin L-bulanık alt halkası (ideali) ise (F,A) 'ya R halkası üzerinde bir L-bulanık esnek halka (ideal) denir..

R üzerindeki bütün L-bulanık esnek halkalar ve idealler için aşağıdaki kümeleri verebiliriz.

$$\widetilde{E}_{sa}(R) = \{ (F,A) \mid A \subseteq E, (F,A) \text{ } R \text{ üzerinde L-bulanık esnek halka} \}$$

$$\widetilde{E}_{si}(R) = \{ (F,A) \mid A \subseteq E, (F,A) \text{ } R \text{ üzerinde L-bulanık esnek ideal} \}$$

$$\widetilde{E}_{sa_A}(R) = \{ (F,A) \mid (F,A) \text{ } R \text{ üzerinde L-bulanık esnek halka} \}$$

$$\widetilde{E}_{si_A}(R) = \{ (F,A) \mid (F,A) \text{ } R \text{ üzerinde L-bulanık esnek ideal} \}$$

$(F,A) \xrightarrow{\sim} (G,B)$ ise (F,A) 'ya (G,B) 'nin L-bulanık esnek alt halkası denir.

Örnek 3.1.

1. R bir halka ve $I \in A(R)$ ($I(R)$) ise $(\Phi_{A,I}, A)$ L-bulanık esnek kümesi R üzerinde L-bulanık esnek halka (ideal) dır.

2. $L=[0,1]$ olmak üzere $F: \mathbb{N} \rightarrow L^R$, $F(n)(r) = \begin{cases} 1, & n \cdot r = 0_R \\ \alpha, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$ ile tanımlanan (F, \mathbb{N}) bulanık esnek kümesi R üzerinde bulanık esnek halka (ideal) dır.

Teorem 3.1. μ R 'nin L-bulanık alt kümesi ve (F,A) R üzerinde bir esnek küme olsun.

i) μ R 'nin L-bulanık alt halkası (ideali) ise (\widetilde{F}_μ, L) R üzerinde L-bulanık esnek halka (ideal) dır.

ii) (F,A) R üzerinde bir esnek halka (ideal) ise (\widetilde{F}, A) R üzerinde L-bulanık esnek halka (ideal) dır.

İspat:

i) μ , R 'nin L-bulanık alt halkası olsun. $\alpha \in L$ için $\mu_\alpha = \emptyset$ veya μ_α R 'nin bir alt halkasıdır. Teorem 2.2 ile χ_{μ_α} R 'nin L-bulanık alt halkasıdır. Buradan (\widetilde{F}_μ, L) R üzerinde L-bulanık esnek halkadır. Benzer şekilde μ R 'nin L-bulanık ideali ise (\widetilde{F}_μ, L) R üzerinde L-bulanık esnek idealdir.

ii) (F, A) R üzerinde bir esnek halka olsun. **her** $a \in A$ için $F(a) = \emptyset$ veya $F(a)$ R'nin bir alt halkasıdır. Teorem 2.2 ile $\chi_{F(a)}$ R'nin bir L-bulanık alt halkasıdır. Buradan (\tilde{F}, A) R üzerinde L-bulanık esnek halkadır. Benzer şekilde (F, A) R üzerinde bir esnek ideal ise (\tilde{F}, A) R üzerinde L-bulanık esnek idealdir.

Teorem 3.2. (F, A) R üzerinde bir L-bulanık esnek küme olsun.

i) (F, A) R üzerinde bir L-bulanık esnek halka (ideal) dır. \Leftrightarrow **Her** $x \in A$ için (F_x, L) R üzerinde esnek halka (ideal) dır.

ii) (F, A) R üzerinde bir L-bulanık esnek halka (ideal) dır. \Leftrightarrow **Her** $\alpha \in L$ için (F_α, A) R üzerinde esnek halka (ideal) dır.

İspat:

Her $x \in A$ ve **her** $\beta \in \text{Des}(F_x, L)$ için $F_x(\beta) = F(x)_\beta$ şeklindedir. Teorem 2.1 ile $F(x)_\beta$ R'nin bir alt halkası (ideali) dır. Buradan (F_x, L) R üzerinde esnek halka (ideal) dır.

Tersine **her** $\beta \in \text{Des}(F_x, L)$ için $F_x(\beta) = F(x)_\beta$ R'nin bir alt halkası (ideali) dır. Teorem 2.1 ile $F(x)$ R'nin L-bulanık alt halkası (ideali) dır. Buradan (F, A) R üzerinde bir L-bulanık esnek halka (ideal) dır. ii) nin ispatı da benzer şekilde yapılır.

Teorem 3.2 ile L-bulanık esnek halkaların (ideallerin) esnek halkalar (idealler) ile karakterize edilebileceği görülüyor.

Teorem 3.3.

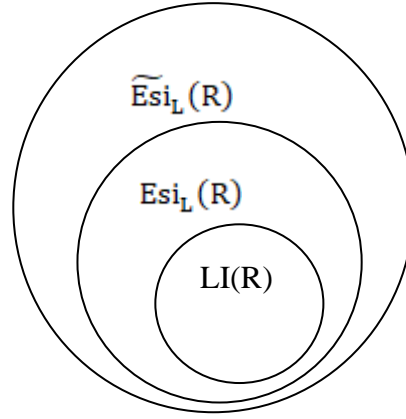
i) $\theta: LI(R) \rightarrow \tilde{Esi}_L(R)$, $\theta(\mu) = (\tilde{F}_\mu, L)$ şeklinde tanımlanan θ bire-bir ve artan bir dönüşümdür.

ii) $\gamma: Esi(R) \rightarrow \tilde{Esi}(R)$, $\gamma(F, A) = (\tilde{F}, A)$ ile tanımlanan γ bire-bir ve artan bir dönüşümdür.

İspat:

$\mu, \nu \in LI(R)$ ve $\theta(\mu) = \theta(\nu)$ olsun. $\alpha \in L$ olmak üzere $F_\mu(\alpha) = \tilde{F}_\nu(\alpha)$ dır. Yani $\chi_{\mu_\alpha} = \chi_{\nu_\alpha}$ dır. Böylece **her** $\alpha \in L$ için $\mu_\alpha = \nu_\alpha$ sonucu ile $\mu = \nu$ elde edilir. Buradan θ bire-bir bir dönüşümdür. Şimdi $\mu, \nu \in LI(R)$ ve $\mu \subseteq \nu$ olsun. **Her** $\alpha \in L$ için $\mu_\alpha \subseteq \nu_\alpha$ dır. Buradan $\chi_{\mu_\alpha} \leq \chi_{\nu_\alpha}$, yani $F_\mu(\alpha) \leq \tilde{F}_\nu(\alpha)$ elde edilir. Böylece $\theta(\mu) \leq \theta(\nu)$ olur. Buradan θ artan bir dönüşümdür. ii) nin ispatı da benzer şekilde yapılır.

Teorem 2.4 ile R'nin L-bulanık idealleri L parametrelili esnek ideal olarak alınabilir. Teorem 3.3 ii) ile bir esnek ideal L-bulanık esnek ideallerin içine gömülebilir. Açıkça L-bulanık esnek idealler, L-bulanık ideallerden ve esnek ideallerden daha genel bir kavram olmasının yanı sıra, esnek ideallerin sahip olduğu cebirsel özellikleri de taşımaktadır. Bu ilişki aşağıdaki gibidir.

Şekil 3.1. $LI(R)$, $Esi_L(R)$ ve $\widetilde{Esi}_L(R)$ kümeleri

Teorem 3.4. $\{(F_i, A_i) \mid i \in \Lambda\}$ R üzerinde L -bulanık esnek halkaların (ideallerin) bir ailesi olsun.

- i) $\bigcap_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ L -bulanık esnek halka (ideal) dır.
- ii) $\bigcap_{i \in \Lambda} A_i \neq \emptyset$ ise $\bigcap_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ L -bulanık esnek halka (ideal) dır.
- iii) Her $i, j \in \Lambda$, $i \neq j$, için $A_i \cap A_j = \emptyset$ ise $\bigcup_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ L -bulanık esnek halka (ideal) dır.
- iv) Her $a \in \bigcup_{i \in \Lambda} A_i$ için $\{F_i(a) \mid i \in \Lambda(a)\}$ bir zincir ise $\bigcup_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ L -bulanık esnek halka (ideal) dır.
- v) $\bigcap_{i \in \Lambda} A_i \neq \emptyset$ olmak üzere her $a \in \bigcap_{i \in \Lambda} A_i$ için $\{F_i(a) \mid i \in \Lambda\}$ bir zincir ise $\bigcup_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ L -bulanık esnek halka (ideal) dır.

Genel olarak L -bulanık esnek halkaların (ideallerin) birleşimi L -bulanık esnek halka (ideal) olmayabilir.

Örnek 3.2. $R = \mathbb{Z}_6$ ve $L = \{a, b, c, d, e\}$ kümesi üzerindeki sıralama bağıntısı aşağıdaki şekilde verilsin.

$$\begin{array}{c}
 a \\
 \uparrow \\
 b \\
 \uparrow \\
 c \\
 \uparrow \\
 d \\
 \uparrow \\
 e
 \end{array}$$
Şekil 3.2. $(L = \{a, b, c, d, e\}, \leq)$ kafesi

$F: A \rightarrow L^{\mathbb{Z}_6}$ ve $G: B \rightarrow L^{\mathbb{Z}_6}$ dönüşümleri

$$F(x)(y) = \begin{cases} a, & x = y \\ d, & x - y \in \{1, 2, 4, 5\} \\ c, & x - y = 3 \end{cases} \quad \text{ve} \quad G(x)(y) = \begin{cases} b, & x = y \\ e, & x - y \in \{1, 3, 5\} \\ c, & x - y \in \{2, 4\} \end{cases}$$

şeklinde tanımlansın. Açıkça (F,A) ve (G,B) R üzerinde L-bulanık esnek ideallerdir.

Fakat $(F(x) \vee G(x))_{(3-2)} = d \not\geq c = (F(x) \vee G(x))_{(3)} \wedge (F(x) \vee G(x))_{(2)}$ olduğundan dolayı $(F,A) \tilde{\cup} (G,B)$ R üzerinde L-bulanık esnek ideal değildir.

Teorem 3.5. $\{(F_i, A_i) \mid i \in \Lambda\}$ R üzerinde L-bulanık esnek halkaların (ideallerin) bir ailesi olsun. Bu takdirde;

- i) $\tilde{\bigcap}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ L-bulanık esnek halka (ideal) dır.
- ii) Her $i \in \Lambda$, $a_i \in A_i$ için $\{F_i(a_i) \mid i \in \Lambda\}$ bir zincir ise $\tilde{\bigvee}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ L-bulanık esnek halka (ideal) dır.

Teorem 3.6. $\{(F_i, A_i) \mid i \in \Lambda\} \subseteq \tilde{E}s_i(R)$ olsun. Bu takdirde;

- i) $\bigcap_{i \in \Lambda} A_i \neq \emptyset$ ise “ $\tilde{\subseteq}$ ” sıralama bağıntısına göre $\text{Inf}\{(F_i, A_i) \mid i \in \Lambda\} = \tilde{\bigcap}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ dir.
- ii) “ $\tilde{\subseteq}$ ” sıralama bağıntısına göre $\text{Sup}\{(F_i, A_i) \mid i \in \Lambda\} = \tilde{\bigvee}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i)$ dir.

Sonuç 3.1. $(\tilde{E}s_i)_A(R)$, $\tilde{\subseteq}$ tam kafestir.

Teorem 3.7. $\{(F_i, A_i) \mid i \in \Lambda\}$ R_i üzerinde L-bulanık esnek halkaların (ideallerin) bir ailesi olsun. Bu takdirde $\tilde{\bigotimes}_{i \in \Lambda} (F_i, A_i) \prod_{i \in \Lambda} R_i$ üzerinde L-bulanık esnek halka (ideal) dır.

Tanım 3.2. (F,A) ve (G,B) sırasıyla R_1 ve R_2 üzerinde tanımlı L-bulanık esnek kümeler ve $(\phi, \psi): (F,A) \tilde{\rightarrow} (G,B)$ olsun. Eğer ϕ bir halka homomorfisi ise (ϕ, ψ) 'ye L-bulanık esnek halka homomorfisi denir. Eğer ϕ bir halka izomorfisi ve ψ bire-bir, örten ise (ϕ, ψ) 'ye L-bulanık esnek halka izomorfisi denir. $(F,A) \cong_{L(R)} (G,B)$ şeklinde gösterilir.

Önerme 3.1. (F,A) , (G,B) ve (H,C) sırasıyla R_1 , R_2 ve R_3 üzerinde tanımlı L-bulanık esnek kümeler olsun. Eğer $(\phi, \psi): (F,A) \tilde{\rightarrow} (G,B)$ ve $(\varphi, \gamma): (G,B) \tilde{\rightarrow} (H,C)$ L-bulanık esnek halka homomorfileri ise $(\varphi \circ \phi, \gamma \circ \psi): (F,A) \tilde{\rightarrow} (H,C)$ L-bulanık esnek halka homomorfisidir.

İspat: Önerme 2.1 i) ile $(\varphi \circ \phi, \gamma \circ \psi): (F,A) \tilde{\rightarrow} (H,C)$ dir. Ayrıca ϕ ve φ halka homomorfisi olduklarından $\varphi \circ \phi: R_1 \rightarrow R_3$ de bir halka homomorfisidir. Buradan $(\varphi \circ \phi, \gamma \circ \psi): (F,A) \tilde{\rightarrow} (H,C)$ L-bulanık esnek halka homomorfisidir.

Teorem 3.8. (F,A) ve (G,B) sırasıyla R_1 ve R_2 üzerinde L-bulanık esnek halkalar (idealler) ve $(\phi, \psi): (F,A) \tilde{\rightarrow} (G,B)$ L-bulanık esnek halka homomorfisi olsun. Bu takdirde;

- i) Eğer ϕ örten, ψ bire-bir ve örten ise $(\phi(F), B)$ R_2 üzerinde bir L-bulanık esnek halka (ideal) dır.
- ii) $(\phi^{-1}(G), A)$ R_1 üzerinde L-bulanık esnek halka (ideal) dır.

İspat:

i) $y \in B$ olsun. ψ örten olduğundan bir $x \in A$ $\psi(x) = y$ olacak şekilde mevcuttur. $F(x)$ R_1 'in L-bulanık alt halkası (ideali) ve ϕ örten olduğundan Teorem 2.3 ile $\phi(F(x))$ R_2 'nin L-bulanık alt halkası (ideali) dır. Ayrıca ψ bire-bir olduğundan $\phi(F)(y) = \phi(F(x))$ R_2 'nin L-bulanık alt halkası (ideali) dır. Buradan $(\phi(F), B)$ R_2 üzerinde bir L-bulanık esnek halka (ideal) dır.

ii) Her $x \in A$ için $\psi(x) \in B$ ve (G, B) R_2 üzerinde L-bulanık esnek halka (ideal) olduğundan $G(\psi(x))$ R_2 'nin L-bulanık alt halkası (ideali) dir. Ayrıca Teorem 2.3 ile her $x \in A$ için $\phi^{-1}(G(\psi(x)))$ R_1 'in L-bulanık alt halkası (ideali) dir. Buradan $(\phi^{-1}(G), A)$ R_1 üzerinde L-bulanık esnek halka (ideal) dir.

Teorem 3.9. (F, A) ve (G, B) sırasıyla R_1 ve R_2 üzerinde L-bulanık esnek kümeler, (F, A) R_1 üzerinde L-bulanık esnek halka (ideal) olsun. Eğer $(F, A) \cong_{L(R)} (G, B)$ ise (G, B) 'de R_2 üzerinde L-bulanık esnek halka (ideal) dir.

İspat: $(F, A) \cong_{L(R)} (G, B)$ ise bir $(\phi, \psi): (F, A) \xrightarrow{\sim} (G, B)$ L-bulanık halka izomorfisi mevcuttur. $\psi: A \rightarrow B$ bire-bir ve örten bir dönüşüm olduğundan her $y \in B$ için bir $x \in A$ $\psi(x) = y$ ve $\phi(F(x)) = G(\psi(x)) = G(y)$ olacak şekilde mevcuttur. Teorem 2.3 ile $\phi(F(x))$ R_2 'nin L-bulanık alt halkası (ideali) dir. Yani $G(y)$ R_2 'nin L-bulanık alt halkası (ideali) dir. Buradan (G, B) R_2 üzerinde L-bulanık esnek halka (ideal) dir.

Teorem 3.10. (G, B) R_1 üzerinde L-bulanık esnek halka, $\phi: R_1 \rightarrow R_2$ bir halka homomorfisi ve $\psi: A \rightarrow B$ bir fonksiyon olmak üzere her $a \in A$ için $F(a) = \phi(G(\psi(a)))$ şeklinde tanımlanan (F, A) L-bulanık esnek kümesi R_2 üzerinde L-bulanık esnek halkadır.

İspat: Açıkça her $a \in A$ için $\psi(a) \in B$ dir. (G, B) R_1 üzerinde L-bulanık esnek halka olduğundan $G(\psi(a))$ R_1 'in L-bulanık alt halkasıdır. Teorem 2.3 ile her $a \in A$ için $\phi(G(\psi(a)))$ R_2 'nin L-bulanık alt halkasıdır. Buradan (F, A) R_2 üzerinde L-bulanık esnek halkadır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada L-bulanık esnek kümeleri halka (ideal) yapısı üzerinde ele aldık. L-bulanık esnek halka (ideal) kavramını verdik ve bu kavrama ait özellikleri inceledik. Ayrıca L-bulanık alt halka (ideal), esnek halka (ideal) ve L-bulanık esnek halka (ideal) kavramları arasındaki ilişkiyi araştırdık. Bunun sonucunda L-bulanık esnek halkaların (ideallerin), L-bulanık alt halkalar (idealler) ve esnek halkalar (idealler)'dan daha genel bir kavram olduğunu ortaya koyduk. Üstelik L-bulanık esnek halkaların (ideallerin), esnek halkaların (ideallerin) özellikleri yardımıyla karakterize edilebileceğini gösterdik. Dahası L-bulanık esnek halkaların kafes yapıları ile ilgili sonuçlar elde ettik. Daha sonraki çalışmalarda L-bulanık esnek kümelerin cisim ve vektör uzayı gibi farklı cebirsel yapılar üzerindeki etkileri yeniden değerlendirilip, bunlara dair yeni sonuçlar elde edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Acar, U., Koyuncu, F. and Tanay, B. (2010), "Soft sets and soft rings", Computers and Mathematics with Applications 59: 3458-3463.
2. Aktaş, H. and Çağman, N. (2007), "Soft sets and soft groups". Information sciences 177: 2726-2735.
3. Ali, M. I., Feng, F., Liu, X., Min, W. K. and Shabir, M. (2009), "On some new operations in soft set theory", Computers and Mathematics with Applications 57:1547-1553.
4. Ali, M. I., Shabir, M. and Shum, K. P. (2010), "On soft ideals over semigroups", South East Asian Bulletin of Mathematics 34:595-610.
5. Aygünoğlu, A. and Aygün, H. (2009), "Introduction to fuzzy soft groups", Computers and Mathematics with Applications 58:1279-1286.
6. Bhattacharya, P. (1987), "Fuzzy Subgroups: Some Characterizations", Journal of Mathematical Analysis and Applications 128:241-252.

7. Birkhoff, G. (1967), "Lattice Theory", American Mathematical society, Providence, Rhode Island.
8. Çağman, N. and Enginoğlu, S. (2010), "Soft matrix theory and its decision making", Computers and Mathematics with Applications 59(10): 3308-3314.
9. Çelik, Y., Ekiz, C., and Yamak, S. (2011), "A new view on soft rings", Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics 40(2):273-286.
10. Çelik, Y., Ekiz, C. and Yamak, S. (2013), "Applications of fuzzy soft sets in ring theory", Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics 5(3):451-462.
11. Çelik, Y. (2013), L-Bulanık Esnek Halkalar ve Modüller, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı, Trabzon.
12. Çelik, Y. (2015), "A new approach to group theory via soft sets and L-fuzzy soft sets", International Journal of Pure and Applied Mathematics 105(3):459-475.
13. Eslami, E. and Mordeson, J. N. (1994), "structure of fuzzy subrings", Information Sciences 76(1-2):57-65.
14. Feng, F., Jun, Y. B. and Zhao, X. (2008), "Soft semirings", Computers and Mathematics with Applications 56(10):2621-2628.
15. Fraleigh, J. B. (1994), "A First Course in Abstract Algebra", Addison-Wesley Publishing Company, New York.
16. Hungerford, T. W. (1974), "Algebra". Springer, New York.
17. İnan, E. and Öztürk, M. A. (2012), "Fuzzy soft rings and fuzzy soft ideals", Neural Computing and Applications 21:1-8.
18. Jin-liang, L., Rui-xia, Y. and Bing-xue, Y. (2008), "Fuzzy Soft Sets and Fuzzy Soft Groups", Chinese Control and Decision Conference, China, 2626-2629.
19. Kaufmann, A. (1975), "Introduction to the Theory of Fuzzy Subsets", Volume I, Academic Press, London.
20. Li, Z., Zheng, D. and Hao, J. (2012), "L-fuzzy soft sets based on complete Boolean lattices", Computers and Mathematics with Applications 64:2558-2574.
21. Liu, W. J. (1983), "Operations on fuzzy ideals", Fuzzy Sets Systems 11:31-41.
22. Maji, P. K., Biswas, R. and Roy, A. R. (2001), "Fuzzy soft sets", Journal of Fuzzy Mathematics 9(3):589-602.
23. Maji, P. K., Biswas, R., Roy, A. (2003), "Soft set theory", Computers and Mathematics with Applications 45(4-5):555-562.
24. Molodtsov, D. (1999), "Soft set theory-first results", Computers and Mathematics with Applications 37(4-5):19-31.
25. Mordeson, J. N. and Malik, D. S. (1998), "Fuzzy Commutative Algebra", World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., London.
26. Pawlak, Z. (1982), "Rough sets", International Journal of Information and Computer Sciences 11(1):341-356.
27. Rosenfeld, A. (1971), "Fuzzy groups", Journal of Mathematical Analysis and Applications 35 :512-517.
28. Sun, Q-M., Zhang, Z-L. and Liu, J. (2008), "Soft Sets and Soft Modules", Rough Sets and Knowledge Technology, Springer, China, 403-409.
29. Türkmen, E. and Pancar, A. (2012), "On Some New Operations in Soft Module Theory", Neural Computing and Applications, doi: 10.1007/s00521-012-0893-6.

30. Yamak, S., Kazancı, O. and Davvaz, B. (2011), “Soft hyperstructure”, *Computers and Mathematics with Applications* 62:797–803.
31. Yang, X., Lin, T. Y., Yang, J., Li, Y. and Yu, D. (2009), “Combination of interval-valued fuzzy set and soft set”, *Computers and Mathematics with Applications* 58:521-527.
32. Yang, C. F. (2011), “Fuzzy soft semigroups and fuzzy soft ideals”, *Computers and Mathematics with Applications* 61:255–261.
33. Yin, Y., Li, H. and Jun, Y. B. (2012), “On algebraic structure of intuitionistic fuzzy soft sets”, *Computers and Mathematics with Applications* 64:2896-2911.
34. Zadeh, L. A. (1965), “Fuzzy Sets”, *Information and Control* 8:338-353.

TEK VE ETKİLEŞEN TÜRLERİN SÜREKLİ POPÜLASYON MODELLERİ İÇİN LAPLACE DÖNÜŞÜM METODU**LAPLACE TRANSFORM METHOD FOR CONTINUOUS POPULATION MODELS FOR SINGLE AND INTERACTING SPECIES****Serdal PAMUK***Prof. Dr., Kocaeli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü, (Sorumlu Yazar)***Nagihan SOYLU***Yüksek Lisans Öğrencisi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı***ÖZET**

Bilindiği gibi Laplace dönüşüm metodu (LTM) fiziksel süreçleri tanımlayan birçok diferansiyel denklemin çözümlerini basitleştirmek için Fransız matematikçi Pierre-Simon Laplace tarafından ortaya atılan ve İngiliz fizikçi Oliver Heaviside tarafından sistematik olarak geliştirilen özel bir integral dönüşümdür. Laplace dönüşüm metodu, diferansiyel denklemleri kullanımı daha kolay olan polinom denklemlerine dönüştürür. Çözüm elde edildikten sonra, ters Laplace dönüşümünün kullanımı ile çözüm yeniden zaman bölgesine döner. Ancak lineer olmayan denklemler için Laplace dönüşüm methodu tek başına kullanılamaz. Bu yüzden, lineer olmayan durumda çözümü elde etmek için bağımlı değişkenin seri genişlemesini kullanırız.

Bu çalışmada, Laplace dönüşüm ve integral denklem metodları tek ve etkileşen türler için sürekli popülasyon modellerine uygulandı. İlk olarak tek tür modeli olarak bir popülasyonda ki lojistik büyümeyi göz önünde bulundurduk. Daha sonra etkileşen tür modeli olarak Predator-Prey Model olan Lotka- Volterra sistemlerini inceledik. Mevcut tekniklerle kıyaslandığında her iki yöntem de matematiksel modellerin çözümlerinin doğruluğu, kararlılığı ve hızlı yakınsaması açısından oldukça etkilidir. Ayrıca analitik ve nümerik çalışmalar sunulmakta ve karşılaştırılmaktadır.

Şekillerimizden de görüldüğü gibi, serinin sadece 4 terimini kullanarak $[0,0.15]$ zaman aralığında lojistik büyüme modelinin tam çözümüne çok iyi bir yaklaşım elde ediyoruz, bu da bu metodun yakınsama hızının çok hızlı olduğunu gösterir.

Anahtar Kelimeler: Laplace Dönüşüm Metodu, Tek türler, Etkileşen türler, Lotka-Volterra Sistemler

ABSTRACT

As it is well known the Laplace transform method (LTM) is a particular integral transform invented by the French mathematician Pierre-Simon Laplace, and systematically developed by the British physicist Oliver Heaviside, to simplify the solutions of many differential equations that describe physical processes. LTM turns differential equations into polynomial equations, which are easier to handle. Once solved, use of the inverse Laplace transform method (ILT) reverts to the time domain. However, for the nonlinear equations, LTM can not be used alone. Therefore, for the nonlinear case we use the series expansion of the dependent variable to get the solution.

In this work, LTM and integral equation methods are applied to continuous population models for single and interacting species. We first consider the logistic growth in a population as a single species model. We next study the Predator-Prey Models: Lotka-Volterra systems as an interacting species model. In comparison with existing techniques, both methods are highly effective in terms of accuracy, stability and rapid convergence of solutions of mathematical models. Also, analytical and numerical studies are presented and compared.

As seen from our Figures, we achieve a very good approximation to the exact solution of logistic growth model in the time interval $[0,0.15]$ by using only 4 terms of the series, which shows that the speed of convergence of this method is very fast.

Keywords: Laplace Transform Method, Single species, Interacting species, Lotka-Volterra Systems

EVALUATION OF FRACTURE LOAD UNDER DIFFERENT LOADING CONDITIONS

Oğuzhan DEMİR

Dr. Öğr. Üyesi, Bilecik Şeyh Edebali University, Department of Mechanical Engineering

ABSTRACT

Determination of the resistance of modern structural materials containing cracks to possible damages, is important in evaluating the structures in terms of design and performance. Cracks are encountered in many machine parts or structural elements, due to many issues may be arising in manufacturing processes or other issues such as environmental factors, boundary and loading conditions etc. Cracks in the structure can remain stable over many years until a certain safe size or can suddenly propagate unstable up to failure which may cause serious accidents, financial losses and even in some cases may cause loss of lives. Therefore, fracture behavior of cracked structures under different loading cases must be understood and estimated to ensure safe use of component i.e., to determine fail-safe/remaining life assessment of cracked structure. Research and studies related to ensuring that cracked structures function safely are crucial in the fields of like automotive, robotic, aeronautics and space technologies from which not only high technology but also high expenditures for research and development are needed. Shape memory alloys are smart materials that have increased in use in recent years in the areas mentioned above due to their superior properties. In this study, the fracture behavior of NiTi shape memory alloy was investigated. Fracture loads were predicted for different loading conditions and obtained theoretical results were compared with the experimental data from literature, conducted by cracked butterfly-shaped specimen. Reasonably good agreements were obtained between the theoretical and experimental results for all loading cases considered.

Keywords: Fracture, butterfly-shaped specimen, NiTi shape memory alloy.

ENHANCED THERMAL MANAGEMENT OF EXHAUST SYSTEMS ON DIESEL VEHICLES THROUGH ENGINE DISPLACEMENT MODULARITY**Hasan Üstün BAŞARAN***Izmir Katip Celebi University, Department of Naval Architecture and Marine Engineering***ABSTRACT**

Diesel engines are highly preferred on automotive & marine vehicles due to their high thermal efficiency, cost-effectiveness and reliability. However, emission regulations pose a significant threat for their widespread usage in transportation sector. Engine producers mostly utilize exhaust after-treatment (EAT) systems in order to meet stringent emission legislations. However, those systems perform inefficiently at low loads since exhaust gas temperatures remain much below 250°C. Therefore, this study attempts to demonstrate that cylinder disablement (CDA) can be utilized at low-loaded diesel engine operations to improve exhaust temperatures above 250°C.

A six-cylinder turbocharged & intercooled diesel engine is used in the analysis and modeled using GT-Power Simulation Software. It is set to operate at 1200 RPM engine speed and between 1.0-3.0 bar BMEP engine load. At first, three cylinders are disabled in the system and change of exhaust temperature at different loads is compared with the results of an experimental study using a similar diesel engine. After obtaining compatible results, two and four cylinders are deactivated in the system, respectively. It is seen that lower fuel consumption (due to reduced pumping loss) is sufficient to keep engine load constant at low loads when CDA is applied. As engine load increases, fuel economy improvement decreases due to increased cylinder heat loss. The analysis also shows that exhaust temperatures at low loads are improved up to 50°C, 100°C and 180°C in 2, 3 and 4 CDA modes, respectively. Due to high air flow reduction in the system, the method decreases the exhaust gas flow rates and thus, heat transfer rates to the EAT system decreases as well. CDA has a high potential to keep exhaust temperatures above 250°C at steady-state low-loaded operations. However, it is not practical to improve EAT warm-up during cold-starts due to highly reduced exhaust flow rates.

Keywords: Diesel engines, cylinder disablement, exhaust temperature, after-treatment thermal management.

GÖVDE BORULU ISI DEĞİŞTİRİCİNİN TERMAL PERFORMANSLARININ DENEYSEL OLARAK BELİRLENMESİ**EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THERMAL PERFORMANCES OF SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGERS****Kadir GELİŞ***Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü***ÖZET**

Enerji tüketiminin büyük çoğunluğu ısıtma ihtiyaçlarından kaynaklanmaktadır. Isıtma ihtiyaçlarını karşılanmasında temel ekipman olarak kullanılan ısı değiştiricilerin performans değerlendirmeleri önemli bir konudur. Bu çalışmada gövde borulu tip ısı değiştiricilerin performans değerlendirmelerinin anlaşılması üzerine deneysel bir çalışma yürütülmüştür. Bunun için 4 farklı debi (1 L/dk, 1.5 L/dk, 2 L/dk ve 2.5 L/dk), 3 farklı giriş sıcaklığının (50 °C, 60 °C, 70 °C) gövde borulu ısı değiştirici performansına olan etkisi deneysel olarak test edilmiştir. Deneylerin yapılması esnasında soğuk akışkan kısmının besleme sıcaklığı ve debisi sabit tutulmuştur. Farklı deney şartlarında sistemden elde edilen verilerden hesaplanan Toplam Isı Transfer Katsayısı (U), logaritmik sıcaklık farkı (ΔT_{log}) ve ısı değiştirici gücü (W) değerleri kıyaslamalı olarak irdelenmiştir. Bu sayede giriş suyu sıcaklığı ve debisinin gövde borulu tip ısı değiştirici performansı üzerine olan etkileri deneysel olarak değerlendirilmiş ve gövde borulu ısı değiştiricilerin daha performanslı bir şekilde işletilebilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Isı Değiştirici, Gövde Borulu Isı Değiştirici, Termal Performans**ABSTRACT**

The vast majority of energy consumption is due to heating needs. Performance evaluations of heat exchangers used as basic equipment to meet heating needs are an important issue. In this study, an experimental study was carried out on understanding the performance evaluations of body tube heat exchangers. In this study, an experimental study was carried out on understanding the performance evaluations of shell and tube heat exchangers. Therefore, 4 different flow rates (1 L / min, 1.5 L / min, 2 L / min and 2.5 L / min), 3 different inlet temperatures (50 ° C, 60 ° C, 70 ° C) experimentally tested. During the experiments, the feed temperature and flow rate of the cold fluid part was kept constant. Total Heat Transfer Coefficient (U), logarithmic temperature difference (ΔT_{log}) and heat exchanger power (W) values calculated from the data obtained from the system under different experimental conditions were examined comparatively. In this way, the effects of inlet water temperature and flow rate on the casing tube heat exchanger performance were evaluated experimentally and suggestions were made to operate the casing tube heat exchangers more efficiently.

Keywords: Heat Exchanger, Shell and Tube Heat Exchanger, Thermal Performance**1.GİRİŞ**

Enerji sistem üzerinde değişiklik yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Enerjiye olan talebin artması ile enerjinin verimli bir şekilde kullanılması çok önemli bir konu haline gelmiştir. Isı değiştiriciler ise termal sistemlerde kullanılan en önemli ekipmanlardan bir tanesidir (Dal, 2019). İki veya daha fazla iş akışkanının birbirine karışmadan enerji transfer ettikleri cihazlara ısı değiştiriciler denir (Genceli, 1999). Enerjiye olan talebin çeşitli sebeplerden dolayı artışı ile ısı transferinde kullanılan en önemli ekipmanlardan olan ısı değiştiricilerin optimum çalışma koşullarının anlaşılması ve verimli olarak işletilmesi bu çalışmanın odak noktasını oluşturmaktadır. Gövde borulu ısı değiştiricisinin işletme basıncının ve sıcaklık aralığının geniş olması nedeniyle diğerlerine kıyasla oldukça fazla uygulama alanı vardır (Genceli, 1999).Gövde borulu ısı değiştiriciler diğer ısı değiştirici çeşitleri ile

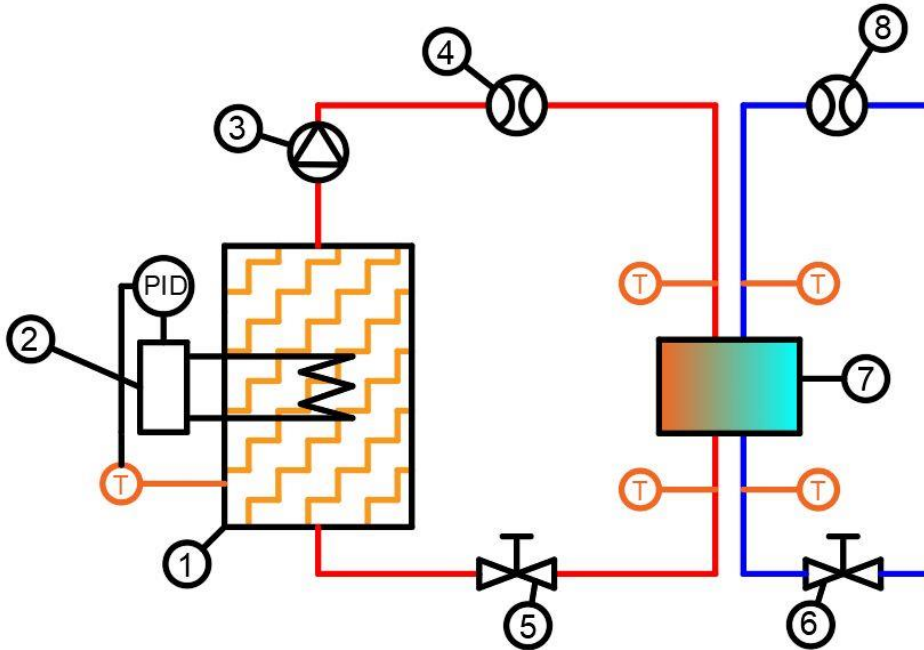
kıyaslandığında gövde borulu ısı değiştiriciler daha maliyetlidir. Shah ve Sekulic (2003) ve Abd ve Naji (2017) gövde borulu ısı değiştiricinin tasarım parametrelerini deneysel olarak incelemişlerdir, yapmış oldukları çalışmada farklı boru demet çapları için ısı transfer katsayısını belirlemişlerdir. Shinde ve Chavan (2017) gövde borulu bir ısı değiştirici için iki boru arası mesafe değişiminin ve kullanılan şaşırtma levhası tipinin ısı transferinde önemli olduğunu söylemişlerdir. Yu ve ark. (2018) şaşırtma levhalarının yerleşim, profil, genişlik ve uzaklıklarının ısı transferine olan etkilerini araştırmışlardır. Kızılkcan (2007) ise gövde borulu bir ısı değiştiricide şaşırtma levhası aralığının ısı taşıyım katsayısı ve basınç düşümüne olan etkilerini araştırmışlardır.

Literatür araştırmasından da anlaşılacağı üzere gövde borulu ısı değiştiricilerin farklı koşullar altında optimum çalışma parametrelerinin belirlenmesi enerji verimliliği açısından önemli bir konudur. Bu çalışmada da 4 farklı debi ve 3 farklı giriş sıcaklığı için gövde borulu ısı değiştiricinin toplam ısı transfer katsayısı, ısı değiştirici gücü ve logaritmik sıcaklık değişimine olan etkileri deneysel olarak araştırılmıştır.

2.MATERYAL VE METOT

2.1.Deneysel Sistem

Deney düzeneğinin şematik resmi şekil 1 de sunulmuştur. Tank içerisinde bulunan su rezistans yardımıyla istenilen sıcaklığa ayarlanır, bu ayarlanmanın hassas olması için sistemde PID sıcaklık kontrol ünitesi kullanılmıştır. Uygun sıcaklığa ayarlanan akışkan pompa vasıtasıyla istenilen debiye ayarlanır ve debimetreden geçerek ısı değiştiriciye gönderilir. Sisteme giren ve çıkan akışkan sıcaklıkları ve debileri yüksek hassasiyetli veri toplama kartı ile ölçülerek bir ekrana aktarılmaktadır.



şekil 1. Deney düzeneğinin şematik resmi

2.2. Hesap Metodu

Deney düzeneğinde, sıcak akışkan hattından aktarılan ısının büyük çoğunluğunun soğuk akışkana aktarıldığı gözlemlenmiştir. Hataları minimize etmek için sistemin toplam ısı transfer katsayısı hesaplanırken sıcak ve soğuk hat ısılarının ortalaması kullanılmıştır. Deneyde kullanılan gövde borulu

ısı değiştiricinin ısı transfer yüzey alanı 0,02 m²'dir. Şekil 2 de ise gövde borulu ısı değiştiricinin kesit bir görünüşü verilmiş ve giriş çıkış hatları tanımlanmıştır.

$$Q_{alınan} = \dot{m}C_p(T_{g,soğuk} - T_{ç,soğuk}) \quad (1)$$

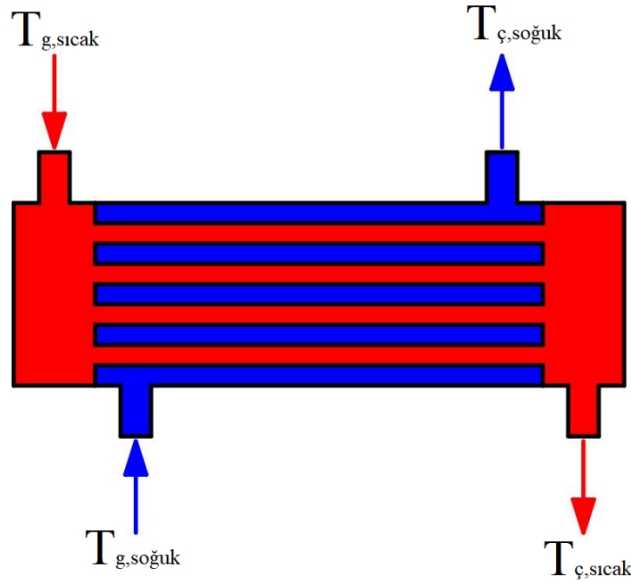
$$Q_{verilen} = \dot{m}C_p(T_{g,sıcak} - T_{ç,sıcak}) \quad (2)$$

$$Q_{ort} = \frac{Q_{alınan} + Q_{verilen}}{2} \quad (3)$$

$$Q_{ort} = U \cdot A \cdot \Delta T_{log} \cdot F \quad (4)$$

$$\Delta T_{log} = \frac{(T_{g,sıcak} - T_{ç,soğuk}) - (T_{ç,sıcak} - T_{g,soğuk})}{\ln\left(\frac{T_{g,sıcak} - T_{ç,soğuk}}{T_{ç,sıcak} - T_{g,soğuk}}\right)} \quad (5)$$

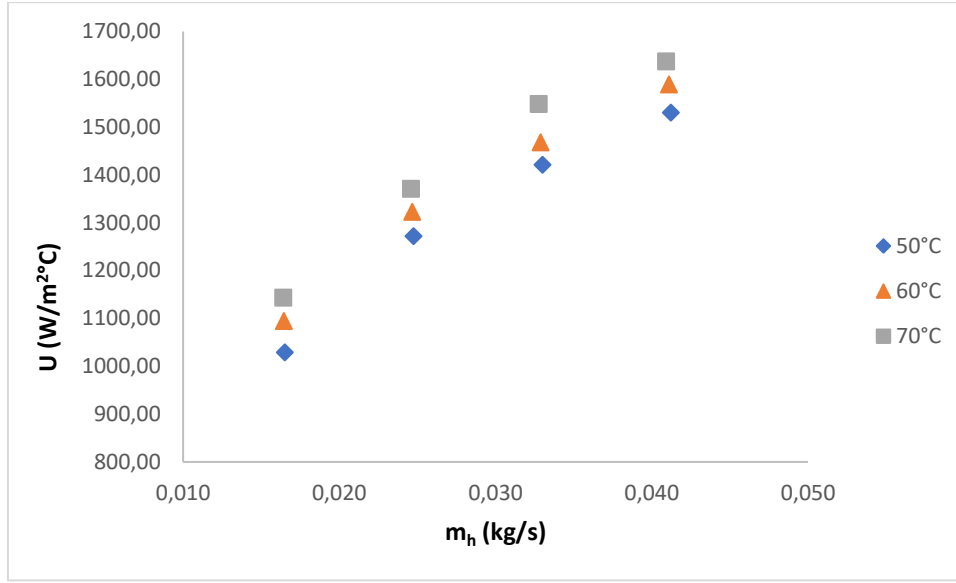
$$F = f(R, P, akış \text{ düzeni}) \quad (6)$$



Şekil 2. Gövde borulu ısı değiştiricinin giriş çıkışları

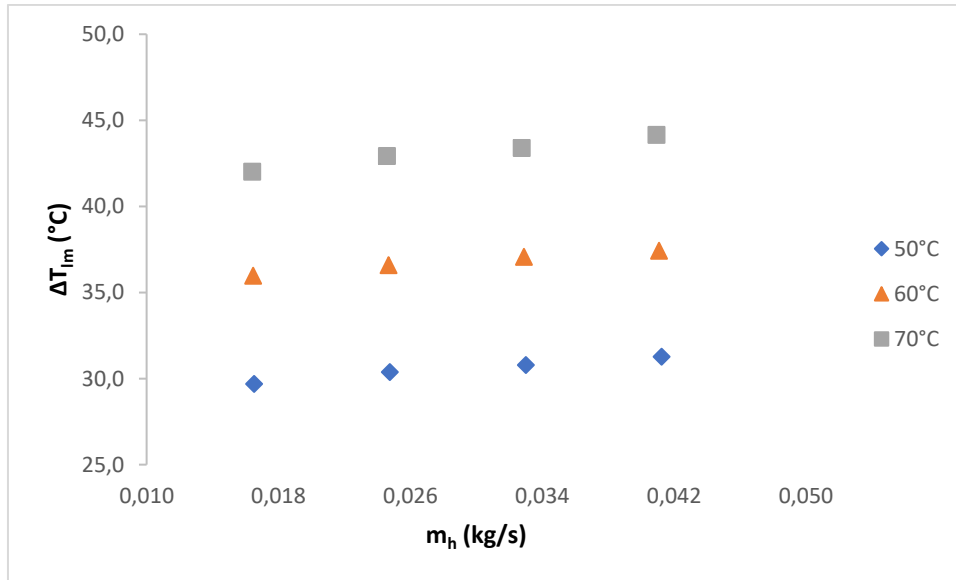
R ısı değiştirici kapasite oranı, P etkenliğin ve akış düzeninin bir fonksiyonudur ve sıcaklıkların birer fonksiyonudur. P ve R ilgili formüllerden hesaplanabileceği gibi literatürdeki grafiklerden de okunabilir. F düzeltme faktörünün bulunması için hem soğuk hem de sıcak akışkanın giriş çıkış sıcaklıklarının bilinmesi gerekir. Bu çalışma için düzeltme faktörü 1 alınmıştır.

3.ARAŞTIRMA BULGULARI



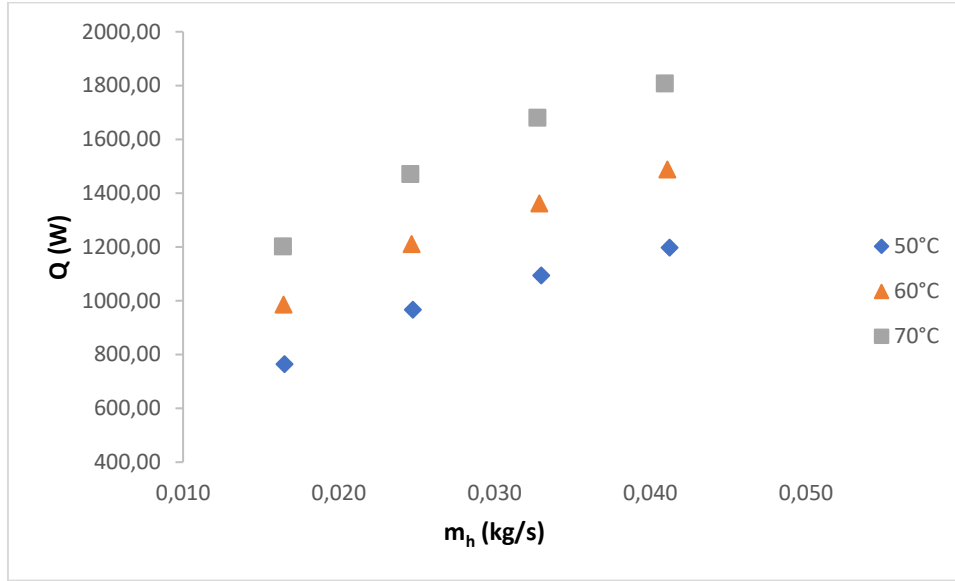
Şekil 3. Toplam ısı transfer sayısı- kütleli debi grafiği

Şekil 3 'de gövde borulu ısı değiştiricisinde farklı sıcak hat giriş sıcaklıkları için toplam ısı transferi katsayısı kütleli debi ile değişimi sunulmuştur. Sabit kütleli debide giriş sıcaklığının artışı ile toplam ısı transfer katsayısı artmıştır. Debinin artışı ile toplam ısı transfer katsayısı artmıştır.



Şekil 4. Logaritmik sıcaklık farkı- kütleli debi grafiği

Şekil 4 'te gövde borulu ısı değiştiricisinde farklı sıcak hat giriş sıcaklıkları için logaritmik sıcaklık farkı kütleli debi ile değişimi sunulmuştur. Sabit kütleli debide giriş sıcaklığının artışı ile logaritmik sıcaklık farkı artmıştır. Debinin artışı ile logaritmik sıcaklık farkı artmıştır.



Şekil 5. Deneysel ortalama ısı transferi - kütleli debi grafiği

Şekil 5 'te gövde borulu ısı değiştiricisinde farklı sıcak hat giriş sıcaklıkları için toplam ısı değiştirici gücünün kütleli debi ile değişimi sunulmuştur. Sabit kütleli debide giriş sıcaklığının artışı ile toplam ısı değiştirici gücü artmıştır. Debinin artışı ile toplam ısı değiştirici gücü artmıştır.

4.SONUÇ

Artan nüfus ve artan sanayileşme oranı ile birlikte enerji tüketiminin azaltılması ve atmosfere salınan karbon emisyonunun azaltılması önemli bir konu haline gelmiştir. Enerji tüketiminin büyük çoğunluğunu oluşturan ısıtma sistemlerinde kullanılan ekipmanların optimum parametrelerde kullanımı enerji verimliliğine büyük katkı sağlamaktadır. Yapılan deneylerde sıcak hattın debisi ve giriş suyu sıcaklığının değişimi ile toplam ısı transfer katsayısı, logaritmik sıcaklık farkı ve ortalama ısı transferi arasında bir ilişki kurulmuştur. Deneylerden elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur;

- Sabit kütleli debide sıcaklığın artışı ile toplam ısı değiştirici gücü artmıştır.
- Sabit kütleli debide sıcaklığın artışı ile toplam ısı transfer katsayısı artmıştır.
- Sabit kütleli debide sıcaklığın artışı ile logaritmik sıcaklık farkı artmıştır.
- Sabit giriş sıcaklığında debinin artışı ile toplam ısı değiştirici gücü artmıştır.
- Sabit giriş sıcaklığında debinin artışı ile toplam ısı transfer katsayısı artmıştır.
- Sabit giriş sıcaklığında debinin artışı ile logaritmik sıcaklık farkı artmıştır.

KAYNAKLAR

- Abd AA, Naji SZ, 2017. Analysis Study Of Shell And Tube Heat Exchanger For Clough Company With Reselect Different Parameters To Improve The Design. Case Studies in Thermal Engineering, 10: 455–467.
- Dal AR, 2019. Düz Plakalı Borulu Bir Isı Değiştiricisinin Optimum Kanatçık Aralığının Sayısal Analizi. Ömer Halis demir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(1): 479-501.
- Genceli, OF, 1999. Isı Değiştiricileri. Birsan Yayın evi, İstanbul, 424 S.

- Kızılkan Ö, 2007. Gövde Borulu Bir Isı Değiştiricisinde Şaşırtma Levhasının Isı Tasınım Katsayısına Ve Basınç Düşümüne Etkisinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(3): 246-251.
- Shah RK, Sekulic DP, 2003. Fundamentals Of Heat Exchanger Design. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 976, USA.
- Shinde S, Chavan U, 2017. Numerical And Experimental Analysis On Shell Side Thermo-Hydraulic Performance Of Shell And Tube Heat Exchanger With Continuous Helical Frp Baffles. Therm. Sci.Eng., 5: 158-171.
- Yu C, Ren Z, Zeng M, 2018. Numerical Investigation Of Shell-Side Performance For Shell And Tube Heat Exchangers With Two Different Clamping Type Anti-Vibration Baffles. Appl. Therm. Eng., 133: 125-136.

**EKLEMELİ İMALAT YÖNTEMİ İLE ÜRETİLECEK PA 2200 BRAKET PARÇANIN
TASARIMI VE TOPOLOJİ OPTİMİZASYONU****DESIGN AND TOPOLOGY OPTIMIZATION OF THE PA 2200 BRACKET PART TO BE
PRODUCED WITH ADDITIVE MANUFACTURING METHOD****Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK***Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)***Serkan GÖK***Öğr. Gör., İstanbul Aydın Üniversitesi Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü***ÖZET**

Günümüzdeki yaygın kullanımı gittikçe azalan talaşlı imalat yöntemi, çevre kirliliği yaratan talaşları ortaya çıkarması, malzeme israfı, soğutma sıvısı olarak endüstriyel yağlar ve petrol tabanlı kimyasallar kullanılması ile eskimekte olan bir imalat yöntemidir. Talaşlı imalat yönteminin bu zayıflıklarına karşılık geliştirilen eklemeli imalat teknolojisi ise malzeme üzerine herhangi bir kuvvet uygulamadan, talaş oluşturmada ve tek işlem basamağında parça üretebilmektedir. Aynı zamanda CAD programı tekniklerinin ilerlemesine bağlı olarak eklemeli imalat yöntemleri ile üretilecek olan parçaların optimizasyonu ile yüksek oranlarda malzeme tasarrufları sağlanmaktadır.

Çalışma kapsamında uygulanan ve eklemeli imalat teknolojilerinden biri olan “Seçici Lazer Sinterleme (SLS)” tekniği, toz haldeki malzemelerin lazer kullanılarak sinterlenmesi ile üretimin gerçekleşmesi esasına dayanmaktadır. Bu teknolojinin kullanımı, topoloji optimizasyonu sonucu elde edilen parçaların üretimini mümkün kılmaktadır. Optimizasyon işleminin tamamlanmasından sonra malzeme dağılımı optimize edilmiş, hafif ve çok fonksiyonlu ürünler elde edilmektedir. Uygun değerlerde seçilen giriş parametreleri ile de parçanın mekanik özelliklerinde oldukça iyi sonuçlar elde edilmektedir.

Bu çalışmada otomotiv sanayisinde kullanılmakta olan ve şasi bağlantılarında tutucu olarak görev yapan braketin tasarımı ve topoloji optimizasyonu yapılmıştır. Optimizasyon işlemi tamamlanan braket için PA 2200 malzemesi kullanılarak eklemeli imalat teknolojilerinden olan seçici lazer sinterleme tekniği ile üretilmesi hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında SLS tekniği ile destek parça kullanılmadan ve modelin tamamlanmasından sonra ekstra bir işleme gerek duyulmadan üretimin gerçekleştirilebileceği belirlenmiştir. Aynı zamanda tutucu braketin topoloji optimizasyonu gerçekleştirilerek ideal forma ulaşması ve malzeme dağılımının düzenlenmesiyle hafiflemesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eklemeli İmalat, Seçici Lazer Sinterleme (SLS), Topoloji Optimizasyonu.

ABSTRACT

Today's widespread use is a method of machining manufacturing that is gradually decreasing, revealing chip that create environmental pollution, waste of materials, using industrial oils and petroleum-based chemicals as coolant. The additive manufacturing technology developed in response to these weaknesses of the machining method can produce parts without applying any force on the material, forming chips and in a single process step. At the same time, with the advancement of CAD program techniques, high rates of material savings are achieved by optimizing the parts to be produced with additive manufacturing methods.

“Selective Laser Sintering (SLS)” technique, which is one of the additive manufacturing technologies applied within the scope of the study, is based on realization of production by laser sintering of powdered materials. The use of this technology makes it possible to manufacture parts obtained as a result of topology optimization. After the optimization process is completed, light and multi-functional products are obtained, whose material distribution is optimized. With the input parameters selected at the appropriate value, very good results are obtained in the mechanical properties of the part.

In this study, the design and topology optimization of the bracket, which is used in the automotive industry and acts as a holder in the chassis connections, has been made. It is aimed to be produced with selective laser sintering technique, which is one of the additive manufacturing technologies using PA 2200 material for the bracket whose optimization process is completed. Within the scope of the study, it has been determined that the production can be carried out with SLS technique without using any support parts and without the need for any extra processing after completion of the model. At the same time, topology optimization of the holding bracket has been achieved and it is ensured that it reaches the ideal form and is lightened by the arrangement of the material distribution.

Keywords: Additive Manufacturing, Selective Laser Sintering (SLS), Topology Optimization.

**SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİNİN MİKROBİYOLOJİ UYGULAMALARI ÜZERİNE
BİR DERLEME****APPLICATIONS OF FINITE ELEMENT METHOD IN MICROBIOLOGY: A REVIEW****Nilgün Poyraz***Arş. Gör. Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü***Özgür Poyraz***Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü***ÖZET**

Günümüzde süregelen mikrobiyolojik araştırmalar, dünyamızdaki canlı varlıkların toplamının 60%'tan fazla bir bölümünü teşkil eden, içlerinde bakteri ve virüslerin de dahil olduğu çok sayıda mikroorganizma ile bunların evrim, davranış, ekoloji ve biyokimyasal süreçleri ile sebep oldukları hastalıkların patolojisini kapsamaktadır. Gerek çevresel ve gerekse medikal anlamda büyük öneme sahip mikrobiyolojik çalışmalar, besin döngüsü, biyodegradasyon, gıda üretimi, salgın hastalıklar ve biyoteknoloji gibi birbirinden farklı alanlarda devam etmektedir. Bununla beraber, çoğunlukla deneysel süreçleri esas alarak devam eden söz konusu çalışmaların etkinliği, başarısı ve yaygınlaşmasının önünde yüksek maliyet ve uzun süren deney prosedürleri gibi kısıtlar bulunmaktadır. Bu kısıtlara deneysel çalışmaların ilk denemelerindeki olası başarısızlıklar ve iterasyon ihtiyacı eklendiğinde söz konusu maliyet ve sürelerin daha da yüksek seviyelere ulaşması kaçınılmaz olmaktadır. Bu sebeple, farklı mühendislik problemlerinin çözümünde başarısı kanıtlanmış ve çeşitli endüstriler açısından uygulama alanı bulmuş sonlu elemanlar yönteminin mikrobiyoloji araştırmalarındaki kullanımına ilgi artmıştır. Gerçek hayattaki problemlerin sanal benzetimine yarayan, nümerik olarak kısmi diferansiyel denklemleri veya fonksiyonel minimizasyon problemlerini çözmek için kullanılan sonlu elemanlar yöntemi, gelişen yazılım teknolojileri sayesinde çoklu fizik uygulamaları için de kullanılabilir hale gelmiş, mekanik, elektrik, elektromanyetik, kimya, biyoloji ve parçacık alanlarında birbirleri ile etkileşen sistemleri modelleyebilecek seviyeye ulaşmıştır. Literatürde yer alan çalışmalarda sonlu elemanlar yönteminin birbirinden farklı mikrobiyoloji uygulamaları olduğu görülmektedir. Bunlar arasında bakteri birikimi, biyofilm oluşumu, bakteri üreten biyoreaktörlerdeki besinler için akış analizleri, başta gıda endüstrisinde olmak üzere farklı alanlarda kullanılan sterilizasyon işlemleri ve bu işlemlere yönelik olarak mikro dalga ve/veya kızıl ötesi kullanımı ile gerçekleştirilen prosesler örnek olarak sıralanabilir. Yayınlanan bu bildiriye, sonlu elemanlar yönteminin mikrobiyoloji uygulama alanları, farklı alanlarda yapılan modellemeler, esas alınan kabuller, kullanılan yazılımlar ve doğrulama yöntemleri hakkında kapsamlı bilgiler sunulmakta ve zorluklar üzerinde durulmaktadır. Mevcut durumun analiz edilmesine ek olarak ileriye dönük çalışmalar için ihtiyaçlar belirtilmekte, açık alanlar vurgulanmakta ve araştırma potansiyellerine dikkat çekilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mikrobiyoloji, Sonlu Elemanlar Yöntemi, Bilgisayar Destekli Benzetim

ABSTRACT

Current microbiological research covers evolution, behavior, ecology, processing, biotechnology and pathology of microorganisms, such as bacteria and viruses, which constitute more than 60% of the total of living beings in our world. Microbiological studies, being both environmentally and medically important, continue in different fields such as nutrition cycle, biodegradation, food production, epidemics and biotechnology. However, there are limiting constraints of high costs and long lead procedures that prevent the efficiency, success and dissemination of these studies, which mostly continue on the basis of experimental processes. When the possible failures and iteration needs in the first attempts of experimental studies are added to these constraints, it is inevitable that the related costs and times will reach even higher levels. For this reason, interest in the use of the finite element method in microbiology research has increased, which has proven success in solving different engineering problems and has found application in various industries. Thanks to developing software technologies,

finite element method, which is used for virtual simulation of real-life problems and employs numerical analysis to solve partial differential equations or functional minimization problems, has become available for multi-physics applications in the fields of mechanics, electricity, electromagnetics, chemistry, biology and particles. Finite elements method has various microbiology application among current state-of-the-art. Examples include bacterial growth, biofilm formation, flow analysis for nutrients in bioreactors, sterilization processes used in different fields, especially in the food industry, and operations performed using microwaves and / or infra-red for these processes. This paper presents comprehensive information on microbiology applications of finite element method, modeling topics, assumptions, software used, verification methods and challenges. In addition to analysis of the current situation, the needs for future studies are specified, gaps are highlighted and research potential is emphasized.

Keywords: Microbiology, Finite Element Method, Computer Aided Simulations

TERMAL OLARAK OKSİTLENMİŞ CoCrMo ALAŞIMININ KOROZYON VE TRİBOKOROZYON DAVRANIŞI ÜZERİNE OKSİDASYON SÜRESİNİN ETKİSİ
EFFECT OF OXIDATION TIME ON WEAR BEHAVIOUR OF THERMALLY OXIDIZED
CoCrMo ALLOY

Onur ÇOMAKLI

Dr. Öğr. Üyesi, Erzurum Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

ÖZET

CoCrMo alaşımı, %100 O₂ gazı ortamında, 850°C'de 3, 5 ve 7 saat süre ile termal oksitlenmiştir. İşlemsiz ve oksitlenmiş alaşımların yapısal, mekanik ve elektrokimyasal özelliklerin belirlenmesi için XRD, SEM, mikro sertlik, polarizasyon ve EIS yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca numunelerin tribokorozyon özellikleri aşınma ve elektrokimyasal testlerin eş zamanlı uygulanmasıyla tespit edilmiştir. Sonuçlar, oksitlenmiş numunelerin elektrokimyasal ve tribokorozyon özelliklerinin, işlem görmemiş CoCrMo alaşımından daha iyi olduğunu göstermiştir. Üstelik numunelerin bu özellikleri, işlem süresi arttıkça (1 saatten 7 saate kadar) artmıştır.

Anahtar Kelimeler: CoCrMo alaşımı, Termal oksidasyon, Elektrokimyasal, Tribokorozyon

ABSTRACT

CoCrMo alloy has been oxidized for 3, 5 and 7h at the temperature of 850°C with 100% O₂ gas by thermal oxidation. XRD, SEM, micro hardness, polarization and EIS methods were used to detect the structural, mechanical and electrochemical properties of the untreated and oxidized alloys. In addition, tribocorrosion properties of samples were determined by employment of electrochemical and wear tests. The results showed that the electrochemical and tribocorrosion properties of the oxidized samples were better than the untreated CoCrMo alloy. Moreover, these properties of the samples increased with increasing process time (from 1 hour to 7 hours).

Keywords: CoCrMo alloy, Thermal oxidation, Electrochemical, Tribocorrosion

INVESTIGATION OF MECHANICAL AND TRIBOLOGICAL CHARACTERISTICS OF Ni-B COATINGS DEPOSITED ON STEEL

Fatih DOĞAN

PhD student, Sakarya University Institute of Natural Science, Metallurgy and Materials Engineering (corresponding author)

Erhan DURU

Res. Asst, Sakarya University Engineering Faculty, Metallurgy and Materials Engineering

Mehmet UYSAL

Assist. Prof. Dr., Sakarya University Engineering Faculty, Metallurgy and Materials Engineering

Hatem AKBULUT

Prof. Dr., Sakarya University Engineering Faculty, Metallurgy and Materials Engineering

Serdar ASLAN

Assist. Prof. Dr., Sakarya University Engineering Faculty, Metallurgy and Materials Engineering

ABSTRACT

Ni-B alloy coatings are developed as an alternative to hard chrome plating used in industrial applications due to its high strength and excellent wear resistance. In this study, mechanical properties and wear behaviors of Ni-B coatings were investigated. The mechanical and wear properties of the coating change depending on the crystal borid phases formed after heat treatment. Nodular structure formed in the surface morphology and columnar growth in the cross-sectional images of the coating as-deposited and annealed was examined by scanning electron microscopy (SEM). The amorphous structure at as-deposited and the nickel boride phases formed in the structure after annealed were analyzed by X-ray diffraction (XRD). Using the Debye-Scherrer formula, the effect of the phases formed in the structure after annealed on the crystalline grain size was calculated. The hardness values of the coating as-deposited and annealed were calculated by nanoindentation hardness measurement method. The hardness values of the coating increased due to the borid phases settled after annealed. Wear tests of the coatings, which were subjected to heat treatment at 400°C for 2 hour, were carried out in dry conditions without the use of lubricants, at different loads (1N-3N-5N), at a sliding speed of 25 mm/s and at 25°C room temperature. After the wear tests, the wear surfaces of the samples were imaged by SEM and their chemical characterizations were analyzed by energy dispersive spectroscopy (EDS). The wear rate and friction coefficients of the samples tested under different loads were compared each other. The chemical characterization and microstructure in the wear tracks changes the hardness values and the wear mechanism of the material due to the formation of metallic Ni crystal and crystal nickel boride phases. It was observed that the rate of wear first increased and then decreased by increasing the load applied at constant speed. Adhesive-type wear mechanisms were observed on the wear surface caused by high load wear.

Keywords: Ni-B electrodeposited coating, hardness, wear mechanism

1. INTRODUCTION

Studies on coating technology to improve the surface properties of materials have been increasing. Although hard chrome is the most used in surface coating processes in the industry, alternative studies are carried out due to the lack of mechanical properties of this coating and the low service life. Mild carbon steels are used more commonly than alloy and mild steels due to their low cost, and they are subjected to different surface treatments since their strength and wear resistance are low (Dossett, 2013). To increase the strength and wear resistance of the material in the industrial area, surface treatments are made on mild carbon steels by electrodeposition coating method. The most concentrated studies as an alternative to hard chrome plating are Ni alloy coatings. Ni alloy coatings are becoming widespread in industrial areas such as aviation, automobile, and defense due to their low deposition cost, easy to use industrial, high hardness, very good friction, and wear properties. Especially Ni-B alloy coatings are the most preferred research area due to their superior mechanical and tribological properties. Ni-B coatings produced by electrodeposited coating technique are formed in amorphous structure. The mechanical and

tribological properties of the Ni-B coatings are affected by the applied heat treatment. The coatings are heat treated to deposit the boron content added to improve the mechanical and tribological properties of the coating under desired conditions and then to produce crystal nickel boride phases (Brooman, 2004). Refinement particles precipitate with the crystallization of nickel and the formation of Ni₃B and Ni₂B phases in coatings that are heat treated, thereby resulting in a significant increase in the hardness of the coating. Thus, the hardness of the coating, friction and wear properties, corrosion behavior are examined (Krishnaveni, 2005). Although it has been reported in the previous studies that the formation of Ni₃B and Ni₂B crystal phases increases the hardness and wear resistance of the coating, it has not been fully explained that these phases improve the strength and wear behavior of the coating (Pal, 2018, Hsu, 2001). In this study, the effects of the change in microstructure formed by heat treatment of Ni-B alloy coatings produced by electrodeposited coating on mild carbon steel on hardness and wear behavior of the coating were analyzed. Since the hardness of the coated material improves the wear resistance of the material, the effects of microstructure and hardness on the dry sliding wear behavior of the coating were examined. The wear rate of Ni-B coatings varies depending on the applied load, sliding speed, and operating temperature. Wear traces and wear types on contacting surfaces with the load applied on Ni-B coated steels help in determining tribological and optimum working conditions for material selection.

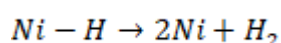
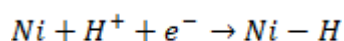
2. EXPERIMENTAL

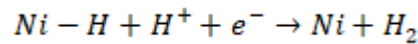
Mild carbon steel of 5mm thickness, 40mm x 30mm size was used for the cathode in Ni-B electrodeposited coating. The substrate surface was polished using alumina after mechanically sanded using 200-400-600-800-1000-1200 grit SiC polishing paper to remove the roughness of the sample surfaces, increase adhesion and ensure homogeneity of the coating. Then, samples cleaned with ethanol in ultrasonic bath were rinsed with deionized water and dried. Finally, before starting the coating, the samples were immersed in HCl solution in 1:3 ratio to clean the oxide layer that may form on the substrate surface, then cleaned with deionized water and placed in the coating solution. After the coating process, the samples were heat treated under an argon atmosphere at 400°C for 2 hours.

Table 1. Chemical composition and operating conditions of Ni-B electrodeposited coating

Chemical Composition	
Chemicals	Composition
NiSO ₄ .6H ₂ O	240 g/L
NiCl ₂ .6H ₂ O	45 g/L
H ₃ BO ₃	30 g/L
TMAB	3 g/L
Operating Conditions	
pH	3,5
Temperature(°C)	50
Current density(A/dm ²)	4.5
Agitation rate(rpm)	450
Deposition time(min.)	60
Anode	Pure Ni
Cathode	Mild carbon steel

Figure 1. shows a schematic of the electrodeposited Ni-B alloy coating bath. The chemical composition and operation conditions of the Ni-B coating bath are given in **Table 1**. Electrodeposition of nickel in the current Ni-B coating and reactions with hydrogen discharge are given below:





In addition, the incorporation of the TMAB compound used as a boron source in the coating bath into the coating on the cathode surface takes place by the reaction given below (Ahmadiyeh, 2020):

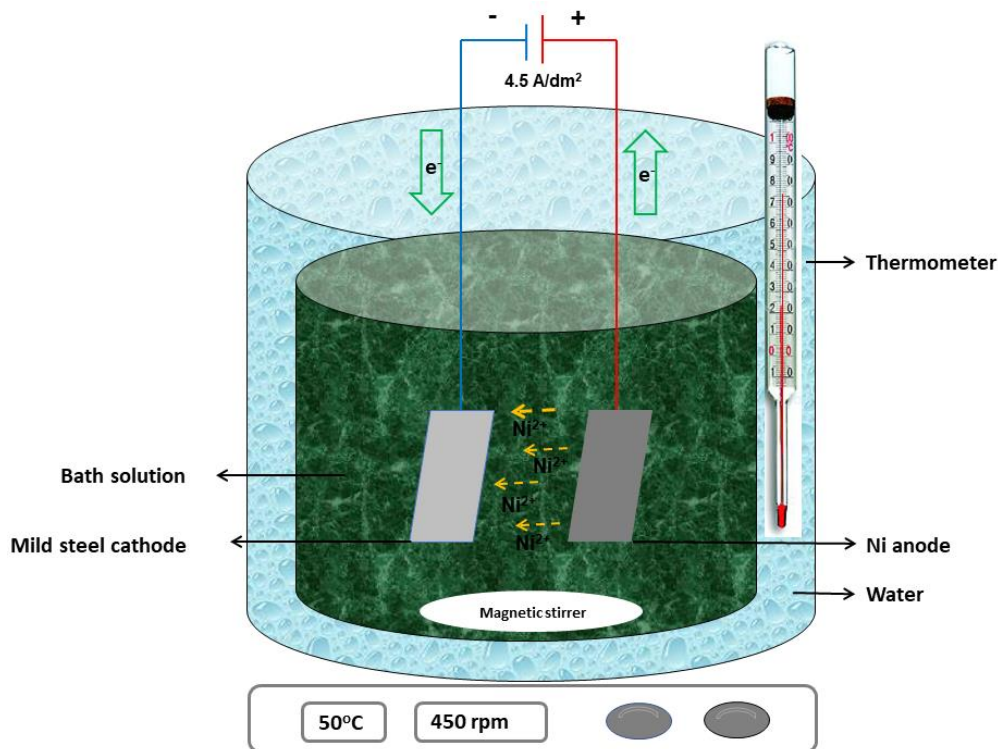
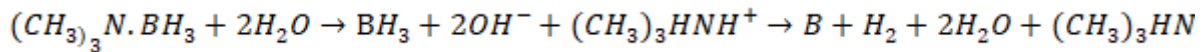


Figure 1. Schematic illustration of electrodeposited Ni-B alloy coating bath.

The surface morphology and cross-sectional view of the coating as-deposited and annealed were examined using the JEOL 6060-LV scanning electron microscope (SEM). The crystal structures of the coatings were characterized by the X-ray diffraction (XRD) technique using the Rigaku D/MAX 2000 X-ray generator and Cu K α radiation diffractometer with a wavelength of 1.54059 Å. Crystalline sizes were calculated by the formula of Debye-Scherrer. The hardness values of the coating after heat treatment were measured using the Nano hardness device (Anton Paar Nanoindentation tester: NHT³) with Berkovich indenter under load of 25 mN. The hardness measurements were taken from the cross-sectional area of the coating and hardness values taken from five different points were averaged for each sample. In addition, the load-depth curves of the samples as-deposited and heat treated was analyzed by nanoindentation test. Tribological behavior of the coatings was performed on the Tribometer (CSM Instruments TRB 18-317) by dry sliding against the Al₂O₃ ball (Ø 6 mm). Wear tests were carried out at 25°C \pm 2 room temperature and 45% \pm 5 relative humidity media. Wear tests were carried out at different applied loads (1N-3N-5N) at sliding rates of 25 cm/s over 400 m sliding distance, and wear rate and friction coefficient values of each sample were calculated. The wear traces on the surface of the coating after the wear tests were visualized with SEM. Elemental analysis of sample surfaces abraded at different loads was performed with EDS. Friction coefficient values and wear rates were analyzed to the wear test results of the samples.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The surface morphology and cross-sectional images of the as-deposited and the annealed coatings are shown in **Figure 2**. Surface morphologies of Ni-B coatings are cauliflower structure and it is seen that the nodular structure of the coating is refinement after heat treatment. The columnar growth observed in the coatings is dense and continuous, and there were no defects in the adhesion of the coating to the substrate. The columnar structure which improves the tribological properties of the coating prevents adhesive wear by reducing the contact area between the coating surface and the opposite surface.

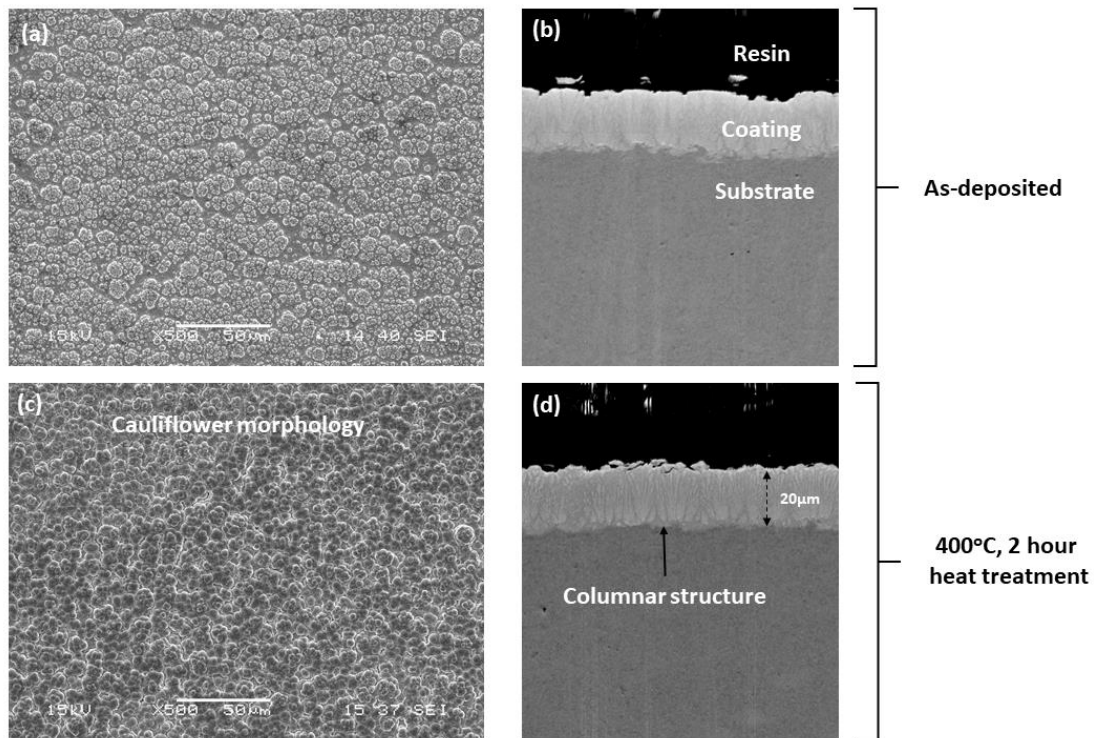


Figure 2. Surface morphology and cross-section images of Ni-B alloy coatings (a, b) as-deposited and (c, d) heat treated, respectively.

The XRD spectra of Ni-B coatings as-deposited and heat treated are shown in **Figure 3**. The nickel phase structure, which was in semi-amorphous structure before heat treatment, turned into crystal structure after heat treatment (111), (200) and (220) formed at 44.36°, 51.80° and 76.28° peaks, respectively. In the phase diagram in the literature, the nickel in the amorphous microstructure crystallizes at different temperatures to form Ni₃B and Ni₂B phases (Teppa, 1993).

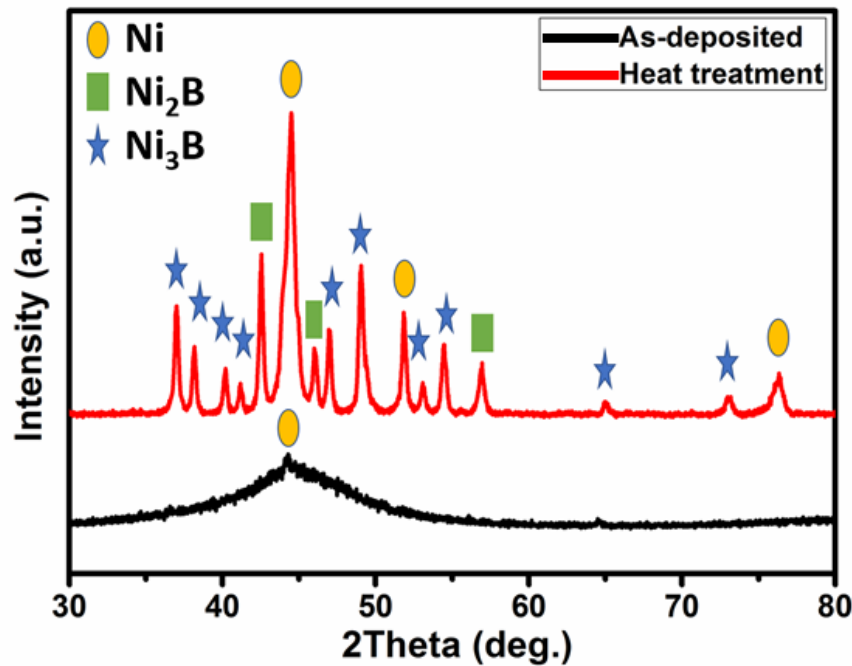


Figure 3. XRD result of Ni-B alloy coating as-deposited and heat treated.

After annealed to the coatings, the amorphous phase of the nickel crystal peaks decreases, while crystal nickel borid (Ni_3B and Ni_2B) phases are formed. Nickel borides formed in the coating prevent nucleation of nickel phases. The formation of narrow and dense peaks of nickel and nickel borid phases after heat treatment shows that the structure increases the crystallinity (Delaunois, 2002). The grain size calculated for the nickel crystal with the Debye-Scherrer formula (Patterson, 1939) given below is given in **Table 2**.

$$d = \frac{0.9 \times \lambda}{B \times \cos \theta}$$

Where, d is mean crystalline size, λ is X-ray wavelength (0.15418 nm), β is the corrected peak width at half maximum intensity (FWHM) and θ is Bragg diffraction angle. As a result of the heat treatment, the crystallinity of the coating increased and the formed nickel borid phases decreased the crystal size by preventing grain growth.

Table 2. Crystal size of Ni in the Ni-B alloy coating.

Ni-B coating	Average crystal size (nm)
As-deposited	68
Heat treated	41

The hardness measurements and load-depth curve performed on the coatings as-deposited and annealed are given in **Figure 4**, respectively. As can be seen in **Figure 4a**, the hardness and elastic modulus of the coating after heat treatment has increased significantly. While the hardness of the amorphous coating was 610 HV, it increased to 838 HV with the precipitation of the Ni_3B and Ni_2B crystals. The increase in hardness and elastic modulus can be explained by the precipitation of Ni_3B and Ni_2B phases, which are formed after heat treatment and are compatible with XRD results. Increased hardness after heat treatment increases the wear resistance of the coating surface exposed to wear (Liu, 2019). Also, the decrease in the grain size of the crystal after heat treatment can be explained by the higher hardness of

the coating than the Hall-Petch effect (Sahoo, 2011). When the nano-indentation test results are examined (**Figure 4b**), high depth at as-deposited shows that the material is not hard due to its softness. It has been observed that the depth decreases in relation to the increase in the hardness of the material after heat treatment.

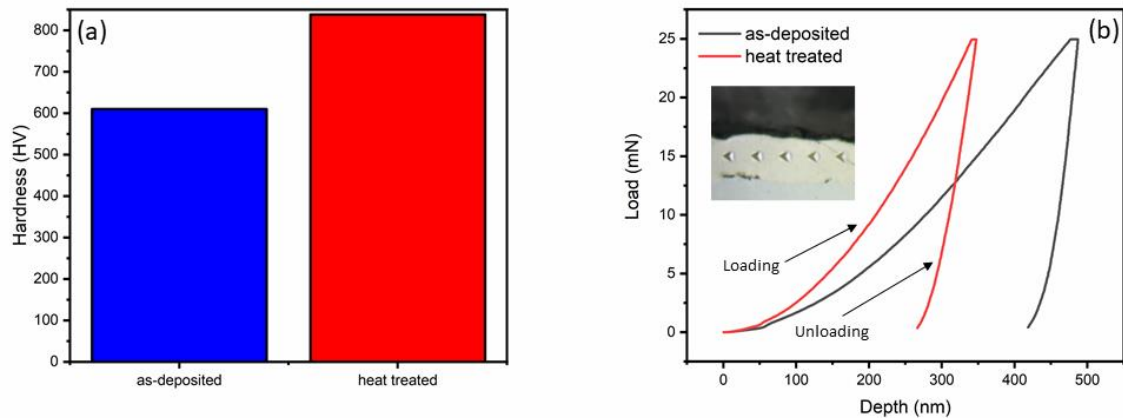


Figure 4. (a) Hardness and (b) load-depth curve for Ni-B alloy coatings as-deposited and heat treated.

SEM images of the wear traces of annealed at 400°C for 2-hour coatings tested at different loads are shown in **Figure 5**. When the wear trace images are examined, it was observed that the wear trace width was the lowest in the wear with 3N load in the wears applied in different loads. The contact surface area is increased by increasing the applied load to 5N and thus the wear trace width of the coating is increased. Also, the residual particles formed by increasing the load to 5N increase the wear trace width and roughness (Kanta, 2009).

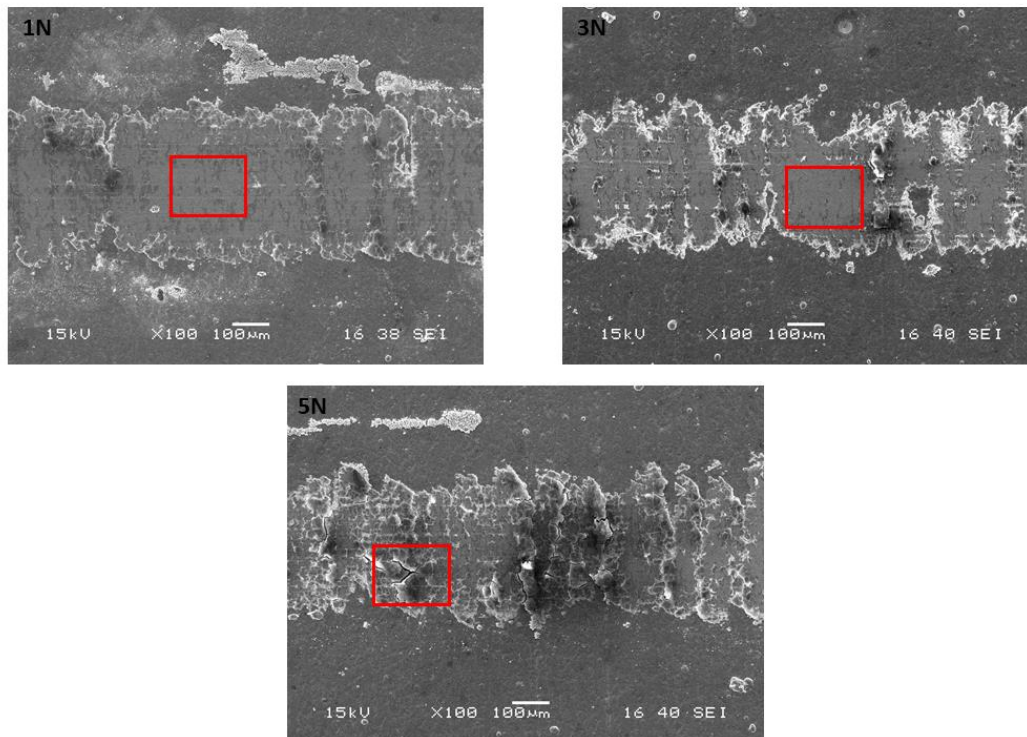


Figure 5. SEM of worn traces of Ni-B alloy coatings at 1N, 3N, and 5N while sliding under dry condition at room temperature.

High magnification SEM images were taken from the regions marked with red to examine the wear traces in detail. As seen in **Figure 6**, when a 1N load is applied to the coating surface, the wear trace observed during the sliding indicates that the coating surface can bear the load. Since nickel is a ductile metal, the boron particles in the matrix are exposed and the load is reduced by the borides in contact with the hard surface. Nickel borides with lubricating properties protect the coating surface against the opposite surface. In addition, nickel crystal and nickel borides facilitate the plastic deformation of the coating. It is seen that the roughness increases on the worn surface by increasing the load to 3N (Cao, 2012). Columnar growth increases wear resistance by reducing the actual contact area of the coating. When the applied load is increased to 3N, high contact pressure caused by the increased load leads to an increase in temperature. Thus, the increased oxide layer increases wear resistance. As seen in **Figure 7**, EDS analysis in wear traces shows that the Ni and O elements are present in the worn parts. 3N load sample has more O elements on the wear surface than other samples. Severe wear occurs by increasing the applied load to 5N and adhesive wear has occurred in the fragmentation of the wear trace. Since the protective oxide layer starts to break at 5N load and the crystal borides with lubricant properties do not resist sufficiently against the applied load, the contact area between the coating surface and the opposite surface increases and thus causes high wear. The disruption of the adhesive-induced connection due to chemical interaction between the contact surface causes the formation of local debris particles (Chen, 1990). As the contact interface temperature increases with increasing the load to 5N, the hardening of the matrix is reduced by the breakdown of the protective oxide layer. Thus, the contact of the load with the soft substrate material causes breaks in the material. Detection of the element Fe, which is the element of the substrate material in EDS analysis (**Figure 7**), confirms the cracks that occur in abrasion (Holmberg, 2009).

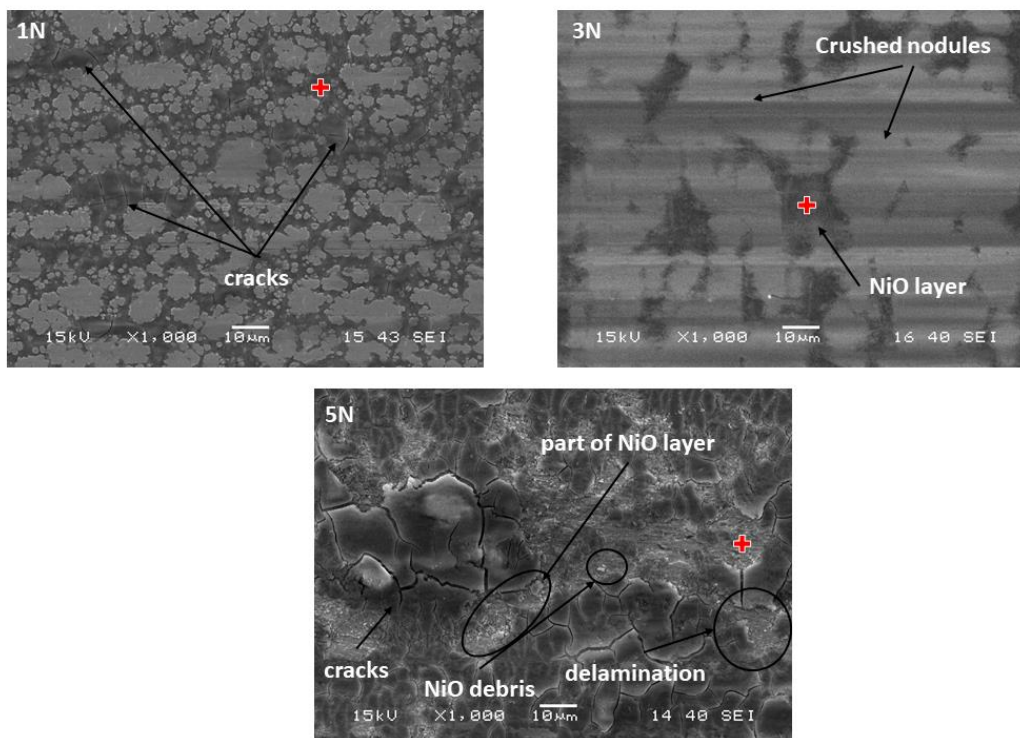


Figure 6. High magnification SEM images of Ni-B alloy coatings at 1N, 3N, and 5N, respectively.

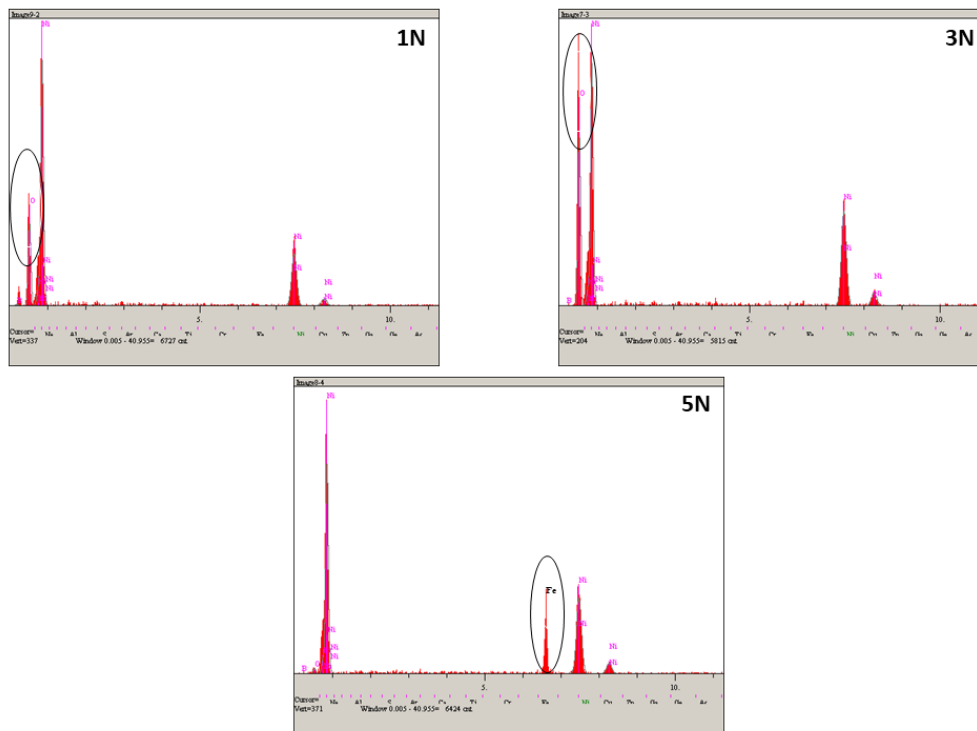


Figure 7. EDS analysis of worn surfaces at different loads, respectively.

The friction coefficients and wear rates of Ni-B coatings abraded at different loads are given in **Figure 8**. Friction coefficients increased at the beginning of each coating due to surface roughness. Then progressed steadily throughout the wear test. As seen in the figure, the lowest friction coefficient and the lowest wear rate were observed in the abraded coating with 3N load. High volume nickel crystal and crystal borides increase the wear resistance of the coating. Nickel borides formed after heat treatment increase the hardness of the coating, thereby increasing the plastic resistance of the coating. The contact area between the coating surface and the opposing surface decreases and the friction coefficient value of the coating decreases. In addition, as described in **Figure 7**, the oxide layer formed on the coating surface plays an important role in reducing the contact area. As seen in the figure, when the load applied to Ni-B coatings is increased to 5N, the wear rate and friction coefficient increase due to friction force is more severe. Thus, increasing the load causes the protective tribo-oxide layer to break, cracks to form and increased friction. With the decrease of the plastic deformation in the contact area at 5N load, direct contact occurs between the coating surface and the opposite surface. Also, the volume of the nickel crystal and the presence of nickel boride phases in the adhesive wear mechanism affect the wear of the coating. Increasing the load causes the borides in the matrix to break and an increase in wear rate. Therefore, with increasing the applied load to 5N, because of the high adhesion between the coating surface and the opposite surface, the friction coefficient value of the coating increases (Pal, 2018).

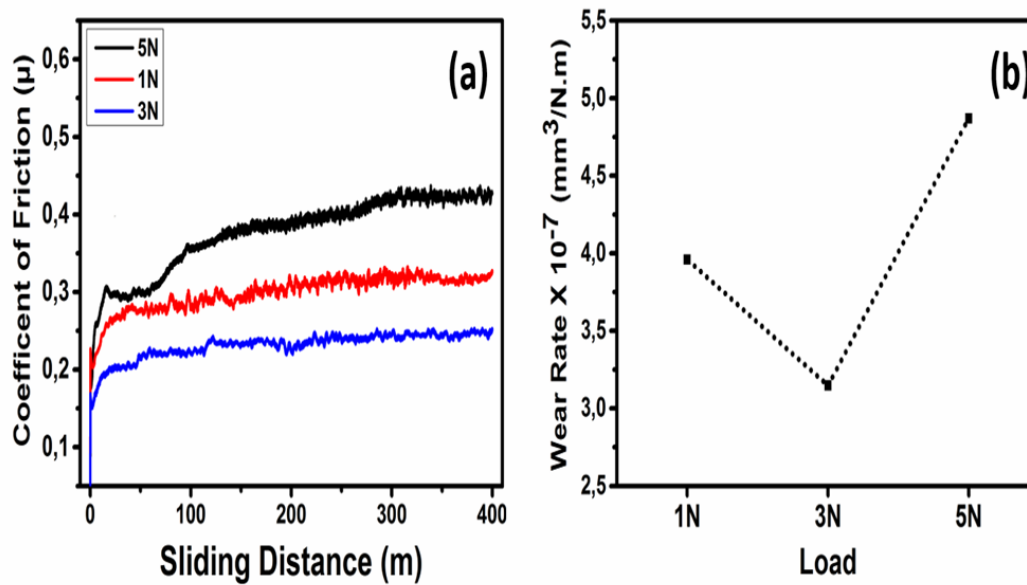


Figure 8. Coefficient of friction and wear rate of coatings abraded in different loads.

4. CONCLUSION

Electrodeposited Ni-B coatings were heat treated at 400°C for 1 hour. While nickel crystallized after heat treatment, the deposits in the precipitated state were observed to precipitate the Ni₃B and Ni₂B phases. The mechanical and tribological properties of Ni-B coatings have been improved by the precipitation of Ni₃B and Ni₂B crystals and smaller grain size after heat treatment. The hardness of the coating increased significantly after heat treatment. Increased coating hardness has shown high wear resistance by reducing the contact area between the coating surface and the opposing surface. The increase in coating hardness in heat treated coatings increases the plastic resistance of the coating and reduces the contact area between the coating surface and the opposing surface. When the coating surface is abraded with 3N load, nickel borides formed after heat treatment and the increased temperature due to contact pressure during wear increased oxide layer and increased the wear resistance. By increasing the applied load to 5N, the separations formed by the adhesive wear mechanism on the coating surface and the residual particles increased the wear rate and friction coefficient of the coating. Adhesive wear mechanism was observed by increasing the load applied to the wear test to 5N. With the increase of applied load, an adhesive wear mechanism has formed on the wear surface. The wear rates and friction coefficients of the coatings, which undergo different tests of wear under heat load, increased with increasing load.

ACKNOWLEDGMENT

This work has been supported by the National Boron Research Institute of Turkey (Grant No: 2017-31-07-25-001) and Scientific Research Projects Unit for the Sakarya University (Grant No. 2016-50-02-007), Turkey.

REFERENCES

1. Ahmadiyeh S., Rasooli A., Hosseini M.G. (2020) "Preparation of Pulse Electrodeposited Ni-B Coating with RSM Software and Evaluation of Its Microhardness and Electrochemical Behavior", *Metallurgical and Materials Transactions A*, <https://doi.org/10.1007/s11661-020-05718-z>.
2. Brooman E.W. (2004), "Wear behavior of environmentally acceptable alternatives to chromium coatings: nickel-based candidates", *Met. Finish.*, 102: 75-82. [http://dx.doi.org/10.1016/S0026-0576\(04\)84678-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0026-0576(04)84678-6).
3. Cao Z.Q., Sun Y., Sun H.J. (2012), "Effect of grain size on oxidation behavior of Fe-40Ni-15Cr alloys", *High Temp. Mater. Process.* 31: 83, doi: 10.1515/htmp.2011.146.
4. Chen L.H., Rigney D.A. (1990), "Adhesion theories of transfer and wear during sliding of metals", *Wear*, 136:223-235. [http://dx.doi.org/10.1016/0043-1648\(90\)90148-4](http://dx.doi.org/10.1016/0043-1648(90)90148-4).
5. Delaunois, F., Lienard, P. (2002), "Heat Treatments for Electroless Nickel-Boron Plating on Aluminium Alloys," *Surf. Coat. Technol.*, 160(2-3): 239-248.
6. Dossett J., Totten G. E. (2013), *ASM Handbook Vol. 4A: Steel Heat Treating Fundamentals and Processes*, American Society of Materials, ISBN: 978-1-62708-011-8
7. Holmberg K., Matthews A. (2009), "Coatings Tribology-Properties, Mechanisms, Techniques and Applications in Surface Engineering, Tribology and interface engineering series", 56, ISBN:978-0-080-93146-3.
8. Hsu S. M., Shen M. C. (2001), "Wear Maps," *Modern Tribology Handbook*, B. Bhushan, CRC Press, Boca Raton, FL, 317-354.
9. Kanta, A. F., Vitry, V., Delaunois, F. (2009), "Wear and Corrosion Resistance Behaviours of Autocatalytic Electroless Plating," *J. Alloys Compd.*, 486(1-2): L21-L23.
10. Krishnaveni, K., Sankara Narayanan, T. S. N., and Seshadri, S. K. (2005), "Electroless Ni-B Coatings: Preparation and Evaluation of Hardness and Wear Resistance," *Surf. Coat. Technol.*, 190(1): 115-121.
11. Liu, B., Wang, B., Gu, J. (2019), "Effect of Ammonia Addition on Microstructure and Wear Performance of Carbonitrided High Carbon Bearing Steel AISI 52100," *Surf. Coat. Technol.*, 361: 112-118.
12. Pal S., Sarkar R., Jayaram V. (2018), "Characterization of thermal stability and high temperature tribological behavior of electroless Ni-B coating", *Metall. Mater. Trans. A. Phys. Metall. Mater. Sci.*, doi: 10.1007/s11661-018-4599-y.
13. Pal S., Jayaram V. (2018), "Effect of microstructure on the hardness and dry sliding behavior of electroless Ni-B coating", *Materialia*, 4: 47-64.
14. Patterson A. L. (1939), "The Scherrer formula for X-ray particle size determination", *Phys. Rev.*, 56: 978-982. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.56.978>.
15. Sahoo P., Kalyan Das S., (2011), "Tribology of Electroless Nickel Coatings-A Review," *Mater. Des.*, 32(4): 1760-1775.
16. Teppa O., Taskinen P. (1993), "Thermodynamic assessment of Ni-B phase diagram", *Mater. Sci. Technol.* 9: 205-212, doi: 10.1179/mst.1993.9.3.205.

ÜÇ SICHISTIDIUM TÜRÜNÜN KİMYASAL BİLEŞİMLERİNİN VE SİTOTOKSİK AKTİVİTELERİNİN KARAKTERİZASYONU**CHARACTERIZATION OF CHEMICAL COMPOSITIONS AND CYTOTOXIC ACTIVITIES OF THREE SICHISTIDIUM SPECIES****Gonca ÇELİK***Doktor, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, (Sorumlu Yazar)***Can Özgür YALÇIN***Dr. Öğr. Üyesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, İlaç ve İlaç Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi***Nevzat BATAN***Doç. Doktor, Karadeniz Teknik Üniversitesi Maçka Meslek Yüksekokulu***ÖZET**

Karayosunları arasında *Grimmiaceae* ailesi yaklaşık olarak 120 türden oluşmaktadır. Karayosunları başlıca sıcak ve dağlık bölgeler olarak, dünyanın geniş farklı çevrelerine dağılmıştır. Karayosunları antibakteriyel, antifungal ve antifungal etkilerinden dolayı uzun yıllardan beri geleneksel ilaç olarak kullanılmıştır. Çalışmamızda *Schistidium papillosum* Culm., *Schistidium trichodon* (Brid.) Poelt ve *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimp. türlerinin kimyasal bileşiminin ve metanol ekstraktlarının sitotoksik etkilerini belirlemeyi amaçladık. Uçucu yağların kimyasal bileşimleri gaz kromatografisi ile birlikte alev iyonlaştırma-kütle spektrometresi (GC-FID/MS) ile analiz edildi. Sitotoksik etkileri insan rahim ağzı hücre hattına (HeLa) 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromid (MTT) kullanılarak değerlendirildi. Sonuç olarak, *S. papillosum*, *S. trichodon* ve *S. apocarpum* türlerinin uçucu yağlarının sırasıyla toplamda 42, 35 ve 15 bileşiğin %97,7, %88,3 ve %98,1 oranında olduğu belirlendi. Hekzanal'in %10,6 oranında *S. papillosum*'da, %17,7 oranında *S. trichodon*'da ve %17,0 oranında *S. apocarpum*'da başlıca ana bileşen olduğu belirlendi. *S. papillosum* ve *S. apocarpum* uçucu yağları yüksek oranda monoterpen hidrokarbon içermektedir (sırasıyla, %33,1 ve %39,4). α -Pinen %10,5 oranında *S. papillosum*'da ve camphene %11,2 oranında *S. apocarpum*'da en bol bulunan monoterpen hidrokarbonlardır. Aldehitler %27,1 oranında *S. papillosum*'da, %53,7 oranında *S. trichodon*'da ve %45,5 oranında *S. apocarpum*'da uçucu yağların bileşiminde baskın grup olarak bulunmaktadır. MTT hücre canlılığı sonuçları *S. papillosum*'un metanol ekstresinin HeLa hücrelerinde 400 $\mu\text{g/mL}$ 'ye kadar sitotoksik olmadığını göstermiştir. *S. trichodon* ekstraktında 50 $\mu\text{g/mL}$ 'dan sonra uyarılmış hücre ölümü başlamıştır ama IC_{50} değeri test konsantrasyonuna varmamıştır (canlılık 400 $\mu\text{g/mL}$ 'nin içinde 54 ± 8.5 'dir). Ancak, *S. apocarpum*'un metanol ekstraktının işlenmiş hücrelerinin IC_{50} değeri 193.63 ± 15.10 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Schistidium papillosum* Culm., *Schistidium trichodon* (Brid.) Poelt, *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimp., Uçucu yağ, Metanol ekstrakt, Sitotoksikite

ABSTRACT

Grimmiaceae family consisted approximately 120 species among the moss. It is widely distributed in the world in a great diversity of environments, mainly in warm and mountainous regions. Mosses have been applied in folk medicine due to their antibacterial, antifungal and antiviral effects for a long time. The present study was aimed to identify the chemical composition and cytotoxic effects of methanol extracts of *Schistidium papillosum* Culm., *Schistidium trichodon* (Brid.) Poelt, and *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimp. The chemical contents of essential oils were analyzed by gas chromatography with flame ionized detector-mass spectrometry (GC-FID/MS). The cytotoxic effects were evaluated on human cervical cancer cell line (HeLa) using 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) assay. Our results revealed that, in essential oils of *S. papillosum*, *S. trichodon* and *S. apocarpum* a total of 42, 35, and 15 compounds within the ratios of 97.7%, 88.3%, and 98.1% were identified, respectively. Hexanal was the major component in a ratio of 10.6% in *S.*

papillosum, 17.7% in *S. trichodon*, and 17.0% in *S. apocarpum*. *S. papillosum* and *S. apocarpum* essential oils contained high amounts of monoterpene hydrocarbons (33.1% and 39.4%, respectively). The α -pinene (10.5% in *S. papillosum*), and camphene (11.2% in *S. apocarpum*) were the most abundant monoterpene hydrocarbons. Aldehydes were found dominant group of compounds in the essential oil in a ratio of 27.1% in *S. papillosum*, 53.7% in *S. trichodon*, and 45.5% in *S. apocarpum*. MTT cell viability results showed that methanol extract of *S. papillosum* was not cytotoxic up to 400 $\mu\text{g/mL}$ on HeLa cells. *S. trichodon* extract was started induced cell death after 50 $\mu\text{g/mL}$ but did not reach the IC_{50} value in the tested concentrations (the viability was 54 ± 8.5 in 400 $\mu\text{g/mL}$). However, the IC_{50} was calculated as 193.63 ± 15.10 in methanol extract of *S. apocarpum* treated cells.

Keywords: *Schistidium papillosum* Culm., *Schistidium trichodon* (Brid.) Poelt, *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimp., Essential oil, Methanol extract, Cytotoxicity

1. INTRODUCTION

Bryophytes are known to be oldest land plants, which includes hornworts, liverworts, and mosses. More than 22,000 members of the mosses were present in the world [1-2]. In Turkey, the genera *Schistidium* is related to *Grimmiaceae* family represented by 20 taxa. *Bryophytes* are reported to be rich in phenolics (flavonoids and bibenzyl derivatives), glycosides, fatty acids, aldehydes, terpenoids and some rare aromatic compounds. They also possess interesting biological activities such as antibacterial, antitumor, antiseptic, anticoagulant, insect antifeedant, nerve protecting and cytotoxic [1-4].

Volatile investigations showed that mosses include a great variety of aldehydes, terpenes, and aliphatic and aromatic compounds [5]. Fewer studies concerning the biological activity of mosses have been published [6]. Most of the articles of mosses mentioned volatile composition of mosses are still poorly known [7].

To the best of our knowledge, there is no previous report on the composition of the essential oil analysis and cytotoxic effects of *S. papillosum*, *S. trichodon*, and *S. apocarpum*. Therefore, the aim of this paper was to identify the essential oil composition of three mosses species (*S. papillosum*, *S. trichodon*, and *S. apocarpum*) and evaluate the cytotoxic effect on human cervical cancer cell line (HeLa) of the methanol extract for the first time.

2. METHODS

2.1. Sample collection

Schistidium papillosum Culm. was collected from Zigana Dağı, Gümüşhane, Turkey (at height of approximately 1640 m), in May 2012. *Schistidium trichodon* (Brid.) Poelt was collected from Zigana Dağı, Gümüşhane, Turkey (at height of approximately 1640 m), in May 2012. *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimp. was collected from Şalpazarı, Trabzon, Turkey (at height of approximately 1905 m), in May 2012. The mosses were authenticated immediately after collection. Voucher specimen authenticated by Doç.Dr.Nevzat BATAN and deposited in the Herbarium of the Department of Biology (KTUB: 1610, KTUB: 1611, and KTUB: 1609, respectively), Faculty of Science, Karadeniz Technical University, Turkey [8-9]. Plant material cleaned to remove any residual compost, dried under the shadow, and stored in an air-tight container until use and grounded before use.

2.2. Isolation of essential oil

The essential oil of *S. papillosum*, *S. trichodon*, and *S. apocarpum* were obtained from the air-dried above the ground part of the moss (85 g) by hydrodistillation in a Clevenger-type apparatus with a cooling bath ($-15\text{ }^{\circ}\text{C}$) system (3 h) [yields: 0.05%, 0.035%, and 0.045 (w/w), respectively]. The obtained oils were dissolved in HPLC grade *n*-hexane (0.5 mL), dried over anhydrous sodium sulfate and stored at $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ in a sealed brown vial. Two μL of the essential oil was directly injected into the GC-FID/MS instrument.

2.3. Solvent (methanol) extract

Air-dried grounded whole part of *S. papillosum*, *S. trichodon*, and *S. apocarpum* (10 g, each) extracted with methanol to give 0.345 g, 0.475, and 0.475 g extracts, respectively.

2.4. Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-FID/MS)

GC analysis performed using a gas chromatography device (Shimadzu GC 2010 Plus, Kyoto, Japan) attached to a mass selective detector (Shimadzu QP2010 Ultra, Kyoto, Japan) according to the previously described method [10]. The separation was carried out using a Restek Rxi-5MS capillary column (Bellefonte, PA, USA) 60 m length, 0.25 mm i.d. and a 0.25 μm phase thickness in split mode. The carrier gas was helium (99.99%) at a constant flow rate of 1 mL/min. Detection was implemented in electronic impact mode (EI); ionization voltage was fixed at 70 eV, scan mode (40-450 m/z) was used for mass acquisition.

Volatile compounds were compared to their retention index (RIs) (relative to $\text{C}_6\text{-C}_{30}$ *n*-alkane standards) for identification [11]. Mass spectral data were compared to those held in the FFNSC1.2 and W9N11 library of mass spectra [12-13]. The sample was analyzed and mean reported.

2.4. Cytotoxic Activity

HeLa cells were bought from American Type Culture Collection. Cell lines were grown at appropriate conditions [14-16]. The cells were treated with concentration range of 6.25 to 400 $\mu\text{g/mL}$ for 24 h to evaluate possible cytotoxic effects by MTT assay.

3. RESULTS

3.1. Chemical composition

The chemical composition of the essential oils obtained from the *S. papillosum*, *S. trichodon*, and *S. apocarpum* identified by GC-FID and GC-MS and the components were determined by the association of their linear retention indices rates (against $\text{C}_6\text{-C}_{30}$ *n*-alkanes on Restek Rxi-5MS capillary column) and mass spectra under identical experimental conditions (Table 1) [1-2, 10, 12]. According to the results, the essential oil composition of these mosses was identified to be between 98.6%, 89.7%, and 98.1%, respectively. Looking at the results of *S. papillosum*, six main components of this moss were hexanal (**1**; 10.6%), α -Pinene (**6**; 10.5%), β -Pinene (**11**; 9.3%), farnesyl acetone (**49**; 7.3%), limonene (**17**; 6.7%) and hexahydrofarnesyl acetone (**48**; 6.3%). The main components of *S. trichodon* were identified as hexanal (**1**; 17.7%), hexahydrofarnesyl acetone (**48**; 7.3%), farnesyl acetone (**49**; 5.7%) and benzene acetaldehyde (**18**; 3.8%). In addition, hexanal (**1**; 17.0%), nonanal (**21**; 16.7%), limonene (**17**; 14.0%), exo-fenchyl acetate (**30**; 13.2%) and camphene (**7**; 11.2%) have been found to be main components of *S. apocarpum*. The fact that hexanal is the main component of this mosses is in parallel with our previous research [2, 5].

Table 1. Essential oil compounds identified from three *Schistidium* species.

No	Compounds	A	B	C	Ex.RI ^a	Lit.RI
		Area ^b (%)	Area ^b (%)	Area ^b (%)		
1	Hexanal	10.6	17.7	17.0	817	802
2	2(E)-Hexenal	1.7	3.1	1.8	863	855
3	Hexanol	1.9	2.3	-	876	871
4	Heptanal	1.8	1.8	3.3	909	902
5	Tricyclene	0.9	-	-	934	927
6	α -Pinene	10.5	1.5	8.5	944	939
7	Camphene	4.5	-	11.2	960	954
8	Benzaldehyde	0.5	1.4	-	969	960
9	Heptanol	0.3	0.5	-	972	967
10	1-Octene-3-ol	3.6	1.4	-	982	979
11	β -Pinene	9.3	1.5	4.5	987	979
12	3-Octanone	1.3	1.2	-	990	984
13	2-Amylfuran	2.6	2.7	-	996	991
14	Octanal	1.6	2.5	3.0	1006	999
15	Δ -3-Carene	1.2	-	1.2	1018	1003
16	2(E),4(E)-Heptadienal	0.7	0.7	-	1015	1014
17	Limonene	6.7	-	14.0	1036	1029
18	Benzene acetaldehyde	1.8	3.8	-	1050	1042
19	2(E)-Octenal	0.9	1.4	-	1061	1055
20	Octanol	0.2	0.6	-	1071	1068
21	Nonanal	3.9	5.5	16.7	1106	1101
22	E-Pinocarveol	1.8	-	-	1148	1139
23	(Z)-Verbenol	0.8	-	-	1152	1141
24	2-Bornanone	0.7	-	-	1155	1144
25	2(E)-Nonenal	-	1.1	-	1162	1162
26	Borneol	0.3	-	-	1175	1169
27	α -Terpineol	-	0.9	-	1197	1189
28	Decanal	-	2.9	1.9	1207	1202
29	β -Cyclocitral	0.6	-	-	1223	1221
30	exo-Fenchyl acetate	-	-	13.2	1237	1233
31	2(E)-Decenal	0.1	1.0	0.7	1264	1264
32	Bornyl acetate	3.2	-	-	1293	1289
33	2(E),4(Z)-Decadienal	0.3	-	-	1297	1293
34	Undecanal	0.7	2.6	-	1308	1307
35	2(E),4(E)-Decadienal	1.0	1.0	0.7	1320	1317
36	Octadecanal	0.2	0.6	-	1366	1363
37	α -Copaene	0.4	-	-	1387	1377
38	Caryophyllene	1.3	-	-	1433	1435
39	α -Humulene	0.4	-	-	1468	1455
40	2(E)-Dodecenal	-	3.9	-	1475	1466
41	E- β -Ionone	1.9	3.7	-	1495	1489
42	Tridecanal	-	0.4	-	1512	1510
43	(Z)-Apofarnesol-dihydro	-	0.7	-	1571	1573
44	Caryophyllene oxide	1.5	-	-	1600	1583
46	Tetradecanal	0.4	0.7	0.4	1614	1613
46	Tetradecanol	1.1	2.7	-	1679	1673
47	Pentadecanal	1.8	3.0	-	1716	1710
48	Hexahydrofarnesyl acetone	6.3	7.3	-	1847	1847
49	Farnesyl acetone	7.3	5.7	-	1924	1919
50	Linoleic acid	-	1.9	-	2140	2131
TOTAL		98.6	89.7	98.1		

^aRI calculated from retention times relative to those of n-alkanes (C₆-C₃₂) on the nonpolar Hp 5 column.

^bPercentages obtained by FID peak-area normalization.

A: *Schistidium papillosum* Culm., **B:** *Schistidium trichodon* (Brid.) Poelt, **C:** *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimp.

The chemical components of the essential oil were grouped into seven classes, which were terpene/terpenoids (monoterpene hydrocarbon, oxygenated monoterpene, sesquiterpene hydrocarbons,

oxygenated sesquiterpenes, terpene related compounds), aldehydes, and others in Table 2. Considering the results of the class distribution of *S. papillosum*, *S. trichodon*, and *S. apocarpum*, monoterpene compounds (33.1%, 3.0%, and 39.4%, respectively) and aldehydes (28.0%, 55.1%, and 45.5%) had a major amount in all studied mosses. When we look at the previous study of mosses, monoterpene compounds and aldehydes were indicated as a major amount. Our results are in parallel with the literature [2, 5].

Table 2. The chemical class distribution of three *Schistidium* species.

	<i>S.papillosum</i> (Area%)	<i>S.trichodon</i> (Area%)	<i>S.apocarpum</i> (Area%)
Monoterpene compounds	33.1	3.0	39.4
Oxygenated monoterpenes	4.2	0.9	-
Sesquiterpene compounds	2.1	-	-
Oxygenated sesquiterpene	1.5	-	-
Terpene related compounds	18.7	17.4	13.2
Aldehydes	28.0	55.1	45.5
Others	11.0	13.3	-
TOTAL	98.6	89.7	98.1

3.2. Cytotoxic Activity

S. papillosum methanol extract did not cause death up to 400 $\mu\text{g/mL}$ concentration in HeLa cells. Cell viability at two highest concentrations (200 and 400 $\mu\text{g/mL}$) appears to be mildly affected. *S. trichodon* methanol extract caused cell death after 50 $\mu\text{g/mL}$ concentration. The cells viability at the concentration of 400 $\mu\text{g/mL}$ was 54%. *S. apocarpum* methanol extract induces proliferation in HeLa cells at concentrations less than 50 $\mu\text{g/mL}$ however, inhibited cell viability at 100 $\mu\text{g/mL}$ and higher concentrations. IC_{50} value was calculated as 193.68 ± 15.10 $\mu\text{g/mL}$.

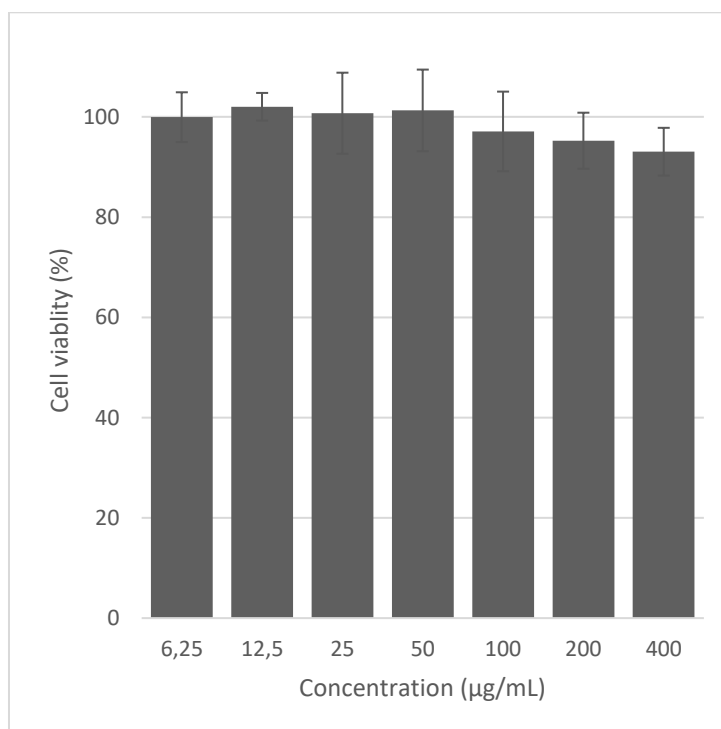


Figure 1. Cytotoxic effects of *S. papillosum*. Results are given as median of cell viability (%). The error bar represents \pm standard error.

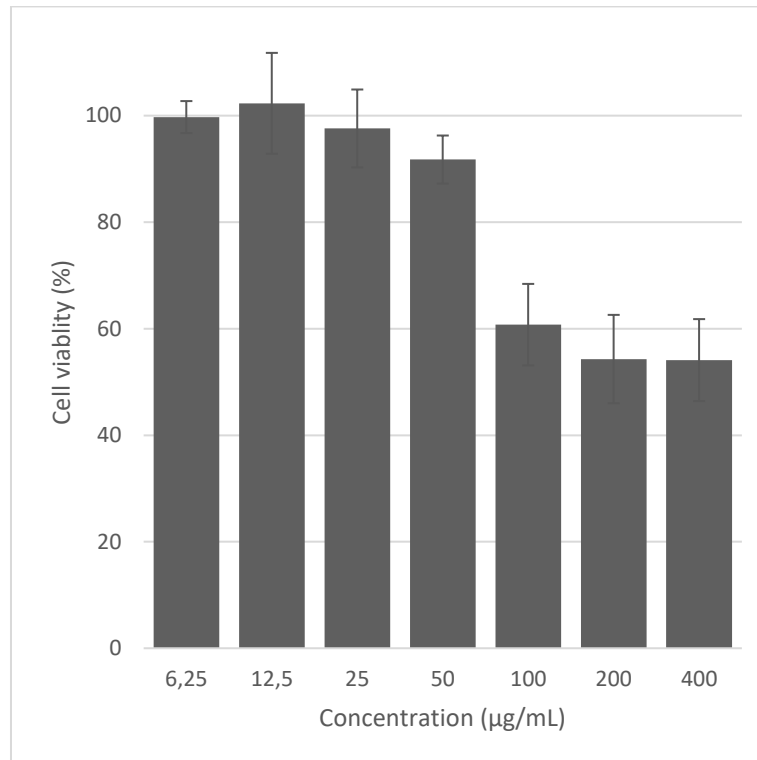


Figure 2. Cytotoxic effects of *S. trichodon*. Results are given as median of cell viability (%). The error bar represents \pm standard error.

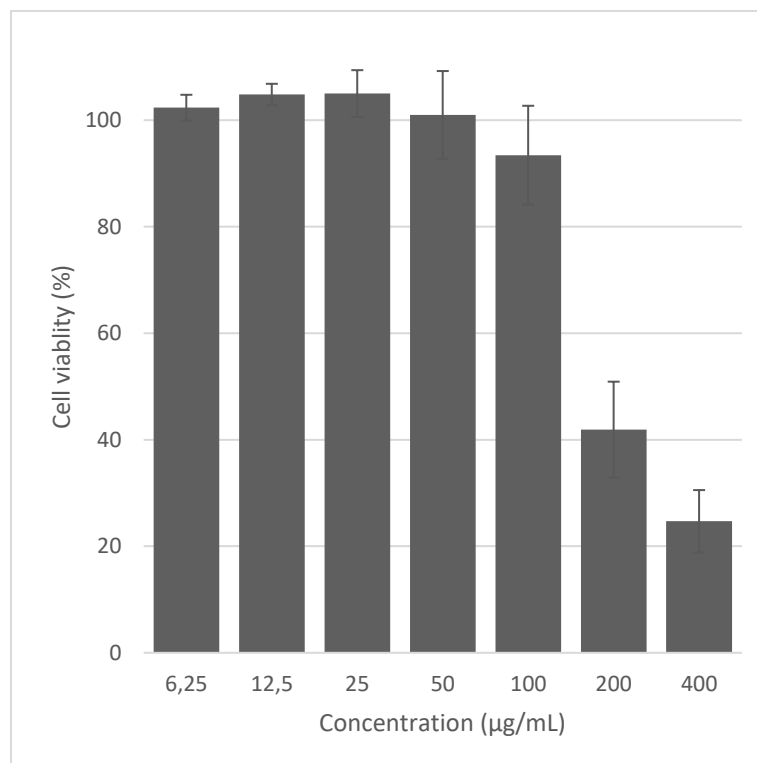


Figure 3. Cytotoxic effects of *S. apocarpum*. Results are given as median of cell viability (%). The error bar represents \pm standard error.

4. CONCLUSION

The results of the current study suggest that essential oil of all three *Schistidium* species have rich in aldehydes (28.0%, 55.1%, and 45.5%) content. *S. papillosum*, *S. trichodon*, and *S. apocarpum* extracts have no cytotoxic potential on HeLa cells at tested concentrations for 24 h. Although in higher concentrations cell death was induced these doses were farther than the American National Cancer Institute (NCI) criteria of a crude extract ($IC_{50} < 30 \mu\text{g/mL}$) [17]. May be useful in medicine or promoting human health. Further investigations are needed.

REFERENCES

- [1] G. Tosun, B. Yaylı, T. Özdemir, N. Batan, A. Bozdeveci, N. Yaylı, 2015, Record of Natural Products. 9: 237-242.
- [2] G. Tosun, B. Yaylı, T. Özdemir, N. Batan, N. Yaylı, Ş. Alpay Karaoğlu, 2014, Asian Journal of Chemistry. 26: 2001-2004.
- [3] N. Jockovic, P.B. Andrade, P. Valentao, M. Sabovljevic, 2008, J. Serb. Chem. Soc., 73, 1161.
- [4] A. Sabovljevic, M. Sokovic, J. Glamoclija, A. Ciric, M. Vujicic, B. Pejcin, M. Sabovljevic, 2010, Afr. J. Microbiol. Res., 4, 808.
- [5] O. Üçüncü, T.B. Cansu, T. Özdemir, Ş. Alpay Karaoğlu, N. Yaylı, 2010, Turkish Journal of Chemistry. 34: 825-834.
- [6] F. Savaroğlu, S. İlhan, C. Filik-Iscen, 2011, J. Med. Plants Res. 5, 3236-3292.
- [7] E. Valarezo, V. Vidal, J. Calva, S.P. Jaramillo, J.D. Febres, A. Benitez, 2018, Teop. 21: 189-197.
- [8] V.E. Fedosov, E.A. Ignatova, 2009, Arctoa. 18: 189-194.
- [9] G. Uygur, B. Çetin, 2004, Journal of Bryology. 26: 203-220.
- [10] G. Renda, G. Tosun, N. Yaylı, 2016, Records of Natural Products. 10: 497-502.
- [11] R.P. Adams, 2004, Identification of essential oil components by gas chromatography/ quadrupole mass spectroscopy. Carol Stream, IL: Allured Publication.
- [12] Ö. Özgenç, S. Durmaz, G. Çelik, B. Korkmaz, N. Yaylı, 2017, South African Journal of Botany. 113: 23-28.
- [13] C. Bicchi, C. Cordero, E. Liberto, B. Sgorbini, P. Rubiolo, 2008, Journal of Chromatography A. 1184: 220-233.
- [14] C.Ö. Yalçın, H. Baş, B. Barut, A. Özel, Z. Bıyıklıoğlu, 2020, Dalton Transactions. 49: 4927-4934.
- [15] National Institute of Standards and Technology, 2008, NIST\EPA 365\NIH Mass Spectral Library, Version 2.0.
- [16] A.S. Sherikar, M.C. Mahanthesh, 2015, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 4 (4): 36-40.
- [17] A. Itharat, P.J. Houghton, E. Eno-Amooquaye, P.J. Burke, J.H. Sampson, A. Raman, 2004, Journal of Ethnopharmacol. 90: 33-38.

BİYOBOZUNUR HYALURONİK ASİT-POLİ (3-HİDROKSİBÜTİRAT) TAŞIYICI SİSTEMLERİN KLİK REAKSİYONLARI İLE SENTEZİ VE DOKU MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARI**SYNTHESIS OF BIODEGRADABLE HYALURONIC ACID-POLY(3-HYDROXYBUTIRATE) CARRIER SYSTEMS BY CLICK REACTIONS AND TISSUE ENGINEERING APPLICATION****Berken AÇIKGÜZ***Yüksek Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Polimer Bilimi ve Teknolojisi Programı (sorumlu yazar)***Prof. Dr. Dilek KAZAN***Prof. Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü***Prof. Dr. Nilhan KAYAMAN APOHAN***Prof. Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü***ÖZET**

Günümüzdeki modern anlayış, yara iyileşme sürecinde epitel hücrelerin hareketine izin verecek ideal ortam koşullarının oluşturulmasına dayanmaktadır. Bu nedenle, çalışmamızda, özellikle nekrotik ülserler için, sulu ortam sağlayabilen hidrojellerin kullanılması ile yara iyileşme sürecini hızlandıran yara örtü sistemlerinin sentezi ve bu bağlamda çapraz bağlı Hyalüronik asit (HA)- Poli(3-hidroksibütirat) (PHB) hidrojellerin klik kimyası kullanılarak hazırlanması hedeflenmiştir.

Hyalüronik asit (HA) hidrofilik özelliği olan cildin hücre dışı matrisinin ana bileşenidir. Nemli bir ortam sağlayan, yaralı doku yüzeyini kuruluktan koruyan ve yara iyileşmesini teşvik eden HA, ayrıca yara bölgesindeki kollajen salgılanmasını artırarak yara iyileşmesini hızlandırır. Bütün bu eşsiz özelliklerinin yanında, en önemli dezavantajı, HA ile oluşturulan hidrojellerin, mekanik bütünlüğünün zayıf olması, vücutta hızlı bir bozunma ve boşluk göstermesidir. Bu nedenle, HA kovalent olarak çapraz bağlanmalı veya modifikasyonla stabilize edilmelidir. Stabilizasyonun artırılması amacı ile, bu çalışma kapsamında HA molekülü C6 karbonunun oksidasyonundan sonra, ortama farklı reaksiyon koşullarında alkin grubu eklenerek, alkinlenmiş HA elde edilmiştir.

PHB, biyolojik uyumluluk, toksik olmaması ve nispeten yüksek erime noktası ve toksik yan ürünleri olmaksızın, su ve karbondioksit komple ayrışma gibi eşsiz özellikleri bir arada bulunduran mikrobiyal bir polimerdir. Çalışma kapsamında, mantar kompostundan izole edilen *Bacillus marmarensis* kullanılmış ve kültürasyon ortamına farklı oranlarda sodyum nonanoat/11-bromoundekanoik asit eklenerek, brom fonksiyonel PHB elde edilmiştir. Bu reaksiyonu takiben sodyum azid reaksiyonu üzerinden azido-PHB hazırlanacaktır.

Klik kimyası iki bileşenin çapraz bağlanması için çok güçlü bir araçtır. Bir azid ve bir alkin arasındaki 1, 3 dipolar siklo katılmaya dayanmaktadır ve klik reaksiyonu ile çapraz bağlanan HA-PHB hidrojelleriyle, hızlı biyobozunan hyaluronik asidin aksine tedavi süresi boyunca mekanik kararlılığını koruyan örtü sistemleri sentezlenecektir. Klik reaksiyonlarını takiben elde edilecek hidrojel yara örtülerinin yapısal karakterizasyonu FTIR, morfolojik özellikleri için SEM yöntemleri ile belirlenecektir. FEN-B-170419-0120 numaralı bu proje, Marmara Üniversitesi BAPKO tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: klik kimyası, hyaluronik asit, hidrojel, poli(3-hidroksibütirat), nekrotik ülser

ABSTRACT

Nowadays, wound healing process is based on the creation of ideal ambient conditions that allows the movement of epithelial cells. Therefore, in the present study, hydrogels that can provide an aqueous medium to accelerate the wound healing process for necrotic ulcers were synthesized and cross-linked Hyaluronic acid (HA) - Poly (3 - hydroxybutyrate) (PHB) hydrogels were prepared by using click chemistry.

Hyaluronic acid (HA), the main component of the extracellular matrix of the skin, has hydrophilic properties. HA provides a moist environment, protects the injured tissue surface from dryness and promote wound healing. Additionally, HA accelerates wound healing by increasing collagen secretion in the wound area. However, the hydrogels formed with HA have poor mechanical integrity and show a rapid degradation and cavity in the body. For that reason, HA should be covalently crosslinked or stabilized by modifications. In the present work, in order to increase the stabilization of hydrogels, HA was alkynylated by addition of an alkyn groups under different reaction conditions after oxidation of the sixth C atom of HA.

PHB, a microbial polymer, has unique properties such as biocompatibility, non-toxicity and relatively high melting point and complete decomposition to water and carbon dioxide without toxic byproducts. With in the scope of this work, PHB produced from *Bacillus marmarensis* which was isolated from mushroom compost was used and was brominated by addition various amounts of sodium nonanoate / 11-bromoundecanoic acid to the cultivation medium. After the bromination reaction, the azido-PHB will be prepared over the sodium azide substitution reaction. In addition, alkyne functional hyaluronic acid was prepared.

Click chemistry was a very powerful chemical reaction for cross-linking of two components and it is based on 1, 3 dipolar cyclo addition between an azide and an alkyne. By using the HA-PHB hydrogels, unlike rapid biodegradable hyaluronic acid, it is aimed to synthesize wound dressing systems that retain their mechanical stability during the healing period. Following the click reactions to obtain hydrogels, the structural and morphological characterization will be investigated by FTIR and SEM studies. This work has been supported by Marmara University BAPKO with project number FEN-B-170419-0120.

Key Words: Click Chemistry, hyaluronic acid, hydrogels, poly(3-hydroxy butyrate), necrotic ulcers

**BİYOBZUNUR BAKTERİYEL SELÜLOZ-HYALÜRONİK ASİT DOKU İSKELELERİNİN
ÇİT-ÇİT REAKSİYONLARI İLE SENTEZİ VE UYGULAMALARI****SYNTHESIS OF BIODEGRADABLE BACTERIAL CELLULOSE-HYALURONIC ACID TISSUE
SCAFFOLDS VIA CLICK REACTIONS AND THEIR APPLICATIONS****Şeyma TURAN OKULMUŞ***Yüksek lisans öğrencisi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Polimer Bilimi ve Teknolojisi programı,
(sorumlu yazar)***Nilhan KAYAMAN APOHAN***Prof. Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi / Kimya Bölümü***Dilek KAZAN***Prof. Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü Biyomühendislik Anabilim Dalı***ÖZET**

Günümüzde, biyouyumlu ve biyobozunur polimerler kullanılarak hazırlanan hidrojeller, benzersiz biyouyumlulukları, esnek sentez yöntemleri, istenilen fiziksel özellikleri oluşturmadaki proses kolaylığı nedeniyle birçok biyolojik uygulama için tercih edilen malzemelerdir. Pekçok uygulama alanları arasında, hidrojellerin en önemli kullanım alanı, yara örtüsü olarak kullanılmasıdır. Hidrojel yara örtüleri, nemli bir yara iyileştirme ortamı oluşturabilirken, hava akışını sağlar, yara eksudasını emebilir ve yaraya zarar vermeden kolayca çıkarılabilir.

Bu açıklamalar ışığında, bu çalışmada, Hyaluronik asit (HA) ve bakteriyel selüloz (BC) içeren hidrojellerin çit-çit kimyası ile hazırlanması hedeflenmiştir. Çit-çit kimyası, iki moleküler yapı bloğunun, az veya hiç yan ürün içermeyen hafif reaksiyon koşullarında kolay, seçici, yüksek verimli reaksiyona girmesine izin veren organik reaksiyonların kullanımını teşvik eder. Çit-çit kimyası iki bileşenin çapraz bağlanması için çok güçlü bir araçtır ve bir azid ve bir alkin arasındaki 1, 3 dipolar sikloza dayanmaktadır. Çit-çit reaksiyonu ile çapraz bağlanan HA-BC hidrojelleriyle, hızlı biyobozunan hyaluronik asitin, tedavi süresi boyunca mekanik kararlılığının korunması hedeflenmektedir.

Çalışma kapsamında kullanılan BC, *Komagataeibacter hansenii* kullanılarak, mikrobiyal proses ile üretilmiş ve sonrasında alkinlenmiştir. HA, streptococcus equi bakteri kaynaklı olarak alınmış ve iyon değişimi sonrasında tosilleme yapılarak, sodyum azid ile azid fonksiyonallitesi kazandırılmıştır. Azid fonksiyonel HA ve alkin fonksiyonel bakteriyel selüloz'un yapısal karakterizasyonu FTIR ile yapılmıştır. Elde edilen azid fonksiyonel HA ve alkin fonksiyonel bakteriyel selüloz ışık kullanılarak, indüklenmiş Cu(I) katalizli çit-çit reaksiyonu ile çapraz bağlanarak hidrojeller elde edilecek ve sonrasında karakterize edilecektir. Bu çalışma MÜ Bapko tarafından Fen-c-ylp-130319-0041 proje numarası ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hidrojel, Bakteriyel selüloz, Çit-çit kimyası, Hyalüronik asit

ABSTRACT

Nowadays, hydrogels prepared using biocompatible and biodegradable polymers have been used in different biological applications due to their unique biocompatibilities, flexible synthesis methods, and ease of processing in creating desired physical properties. Among these application fields, the most important areas in which the hydrogels used is the utilization them as wound patch. Wound patch prepared by hydrogels creates a moist wound healing environment, ensure air flow, absorb wound exudate and be easily removed without harming the wound.

In the light of these explanations, within the scope of this work, hydrogels including hyaluronic acid (HA) and bacterial cellulose (BC) were prepared by click chemistry. Click chemistry promotes the usage of organic reactions that allow to react two molecular building blocks easily, selectively, efficiently under mild reaction conditions without producing byproducts. The click chemistry is a very powerful tool for cross-linking two components and is based on 1, 3 dipolar cyclois between an azide and an

alkyn groups. It is aimed to maintain the mechanical stability of the fast biodegradable hyaluronic acid by preparation of HA-BC hydrogels through crosslinking HA and BC by click reaction.

The BC used in the study was produced by microbial process using *Komagataeibacter hansenii* and then alkyn modified. HA was supplied from *Streptococcus equi* bacterial origin, and was azide functionalized by sodium azide following to ion exchange and tosylation procedures.

Structural characterization of azide functional HA and alkin functional bacterial cellulose was performed by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). The resulting azide functional HA and alkyn functional bacterial cellulose will be crosslinked by the click reaction using light-induced Cu (I) catalysis to produce hydrogels and then hydrogels will be characterized. This work has been supported by MU BAPKO with project number Fen-c-ylp-130319-0041.

Keywords: Hydrogel, bacterial cellulose, click chemistry, hyaluronic acid

PAKLİTAKSEL YÜKLÜ JELATİN NANOPARTİKÜL HAZIRLANMASI ve SALIM PROFİLİNİN BELİRLENMESİ**PREPARATION OF PACLITAXEL-LOADED GELATIN NANOPARTICLE and DETERMINATION OF RELEASE PROFILE****Aydan GÜLSU***Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı***Büşra KILLI***Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı***ÖZET**

Dünya genelinde ölüm sebeplerinin başında gelen metastatik kanser tedavisinde kemoterapi, en sık başvurulan tedavi yöntemlerinden biridir. Kanserli dokulardaki neoplastik hücrelerin sınırsız çoğalabilme yeteneklerini benzersiz bir moleküler mekanizma ile engellemesi ve mitozu etki etmesi ile taksan grubu ilaçlar, en çok araştırılan kemoterapik ajanlardandır. Son yıllarda kontrollü ilaç salım sistemleri kemoterapötik ajanların, yan etkilerini azaltma, doz sıklığını azaltma ve ilaç salım hızını, süresini ve yerini kontrol etme ve ayrıca hedef dokuya ulaşmadan önce ilacın inaktivasyondan korunması ile tedavinin etkinliğini arttırmaktadır. Taksan grubu kemoterapi ajanlarından biri olan paklitakselin (Mw:853,906 g/mol) biyobozunur ve toksik olmayan nanopartikül taşıyıcı sistem içinde hapsedilmesi, ilacı dolaşım sırasında bozulmaya karşı koruyarak vücudu ilacın toksik yan etkilerinden koruyabilir ve dolayısıyla ilacın toksisitesini düşürür, dolaşım yarı ömrünü artırır, gelişmiş farmakokinetik profil sergilemesini sağlar. Biyopolimerik nanopartiküller, biyoyumlulukları, biyobozunurlukları, toksik olmamaları ve biyoaktif molekülleri adsorbe edebilme özellikler ile kontrollü ilaç salım sistemlerinde araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Doğal polimerden biri olan jelatin, kaynaklarının çokluğu, kolay elde edilmesi, güvenli plazma ve doku profili sergilemesi ile ilaç salım sistem uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çalışmada, iki basamaklı desolvasyon yöntemi ile jelatin nanopartiküller hazırlanmıştır. Karakterizasyon çalışmaları kapsamında hazırlanan nanopartiküllerin, yüzey morfolojisi ve partikül büyüklüğü TEM ile belirlenmiştir. Buna göre 10 ila 22 nm boy dağılımına sahip küresel, gözeneksiz katı jelatin nanopartiküller elde edilmiştir. Karakterizasyon çalışmaları sonrası, paklitaksel yüklü jelatin nanopartiküller, partikül hazırlama sırasında, hidrofobik ilacın DMSO da çözülmesi ile hazırlanmıştır. İlaç yüklü nanopartiküllerin enkapsülasyon etkinliği hazırlanan nanopartiküllerin özelliklerine bağlı olarak, %100 ilaç yükleme verimliliğine sahip olduğu gözlenmiştir. İlaç yüklü partiküllerin in vitro salım profili pH 7.4 fosfat tamponu ortamında 37°C de belirlenmiştir. Buna göre Paklitaksel yüklü jelatin nanopartiküllerin ani bir salım (burst effect) olmaksızın, yaklaşık 40 güne kadar kontrollü salım profili sergilediği belirlenmiştir. Bu çalışma sonuçlarının kanser tedavisindeki yan etkileri ortadan kaldıracak özellikte, yeni ilaç salım sisteminin geliştirilmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kanser, Paklitaksel, Kontrollü İlaç Salımı, Nanopartiküller, Biyopolimer, Jelatin

ABSTRACT

Chemotherapy is one of the most frequently used treatment methods in the treatment of metastatic cancer worldwide. The taxane group of drugs is one of the most researched chemotherapeutic agents because it inhibits the unlimited reproductive abilities of neoplastic cells in cancerous tissues with a unique molecular mechanism and affects mitosis. The entrapment of paclitaxel in biodegradable and non-toxic nanoparticulate systems can protect the drug from degradation during circulation and protect the body from toxic side effects of the drug thereby lowering its toxicity, increasing its circulation half-life, exhibiting improved pharmacokinetic profiles. In recent years, controlled drug delivery systems have increased the effectiveness of treatment by reducing the side effects of chemotherapeutic agents, reducing the frequency of doses and controlling the drug release rate, duration and location, and also

protecting the drug from inactivation before reaching the target tissue. Biopolymeric nanoparticles are biocompatible, biodegradable, non-toxic, and with their properties to adsorb bioactive molecules have been the focus of researchers in controlled drug release systems. Gelatin, which is one of the natural polymers, is widely used in drug delivery system applications with its sources, easy obtain, safe plasma and tissue profile.

In the study, gelatin nanoparticles were prepared by two-step desolvation method. The surface morphology and particle size of nanoparticles prepared within the scope of characterization studies were determined by TEM. Accordingly, spherical, nonporous solid gelatin nanoparticles with a size distribution of 10 to 22 nm were obtained. After characterization studies, paclitaxel-loaded gelatin nanoparticles were prepared during particle preparation by dissolving the hydrophobic drug in DMSO. The encapsulation efficiency of drug loaded nanoparticles was observed to have 100% drug loading efficiency depending on the properties of the nanoparticles prepared. The in vitro release profile of drug loaded particles was determined at 37 ° C in pH 7.4 phosphate buffer medium. Accordingly, it has been determined that paclitaxel loaded gelatin nanoparticles exhibited controlled release profile up to 40 days without a sudden burst effect.

It is thought that the results of this study will contribute to the development of the new drug delivery system, which will eliminate the side effects in cancer treatment.

Keywords: Cancer, Paclitaxel, Controlled Drug Release, Nanoparticles, Biopolymer, Gelatin

**YÜKSEK YAĞLI DİYETLE BESLENEN SIÇANLARDA KARACİĞER GLİKOZ
TRANSPORTER 4 (GLUT4) DÜZEYLERİNDEKİ DEĞİŞİMLER****LIVER GLUCOSE TRANSPORTER 4 (GLUT4) LEVEL ALTERATIONS IN RATS FED A HIGH
FAT DIET****Hasan GENÇOĞLU***Arş. Gör. Dr., Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü***Fusun ERTEN***Dr., Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü***Kazım ŞAHİN***Prof. Dr., Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı***ÖZET**

Glikoz taşıyıcılar (GLUT) olarak bilinen beş trans-membran protein ailesi, glikozun hücre plazma zarında kolaylaştırılmış difüzyon yoluyla taşınmasına izin verir. Böylece GLUT seviyeleri, kinetik olarak ve doku dağılımında farklılık gösterir. Glikoz taşıyıcı 4 (GLUT4 / SLC2A4), ağırlıklı olarak kas hücrelerinde ve adipositlerde (yağ hücreleri) bulunan insüline cevap veren glikoz taşıyıcıdır. İnsülin direnci, GLUT4 seviyelerinin azalması nedeniyle iskelet kası ve yağ dokusunda artan glikoz alımına ve kullanımına neden olur. Bununla birlikte karaciğer GLUT4 seviyelerinin değişimleriyle ilgili literatürde yeterli veri yoktur. Bu çalışma, yüksek yağlı diyetle beslenen sıçanlarda karaciğer GLUT4 seviyelerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla çalışmada, 14 adet Sprague-Dawley erkek sıçan aşağıdaki iki gruba ayrıldı: (i) Kontrol (standart diyet): Sıçanlar kalorisinin %12'si yağlardan sağlanan standart diyet ile beslendi, (ii) YYD (Yüksek Yağlı Diyet): Sıçanlar kalorisinin %42'si yağlardan elde edilen yüksek yağlı bir diyet ile beslendi. Sekiz haftalık normal diyet ve yağlı diyetle beslenmenin sonunda sıçanlar anestezi altında dekapite edildi ve karaciğer örnekleri alındı. GLUT4 seviyeleri, SDS-PAGE ve Western-Blot teknikleri kullanılarak tespit edildi. Araştırma sonunda, karaciğer GLUT4 seviyelerinin normal beslenen hayvanlardan anlamlı derecede düşük olduğu bulundu ($P < 0,001$). Sonuç olarak, glikoz taşıyıcı protein 4 seviyelerinin yüksek yağlı bir diyetle beslenmenin bir sonucu olarak azaldığı görülmektedir. Ek olarak, terapötik ajanlarla veya mikro besinlerle yapılacak muhtemel çalışmalar, insüline duyarlı bir glikoz taşıyıcı olduğu bilinen GLUT4 seviyelerindeki değişimleri ortaya koyacaktır.

Anahtar Sözcükler: GLUT4, Karaciğer, Yüksek Yağlı Beslenme, Sıçan**ABSTRACT**

A family of five transmembrane proteins, known as GLUTs, allow to transport glucose via facilitated diffusion through the cell plasma membrane and GLUT levels differ in kinetics and tissue distribution. Glucose transporter 4 (GLUT4 / SLC2A4) is a glucose transporter that responds to insulin, predominantly found in muscle cells and adipocytes (fat cells). Insulin resistance causes increased glucose uptake and utilization in the skeletal muscle and adipose tissue due to reduced GLUT4 levels. However, there is insufficient data in the literature regarding changes in liver GLUT4 levels. This study aimed to investigate the difference of GLUT4 protein levels in the liver of normal fed and high fat fed rats for eight weeks of study. Fourteen Sprague-Dawley male rats were divided into two groups as follows: (i) Control (standard diet), (ii) HFD (High Fat Diet). (i) Control (standard diet): Rats were fed with the standard diet provided 12% of calories from fat, (ii) HFD (High Fat Diet): Rats were fed a high-fat diet provided 42% of calories from fat. Rats were decapitated under anesthesia after eight weeks of feeding, and liver samples obtained. GLUT4 Levels were evaluated using the SDS-PAGE and Western-Blotting techniques. According to the results, GLUT4 liver levels were found to be significantly lower than the normal fed animals ($P < 0,001$). This preliminary study shows that glucose transporter protein 4 levels are decreased as a result of HFD nutrition. Also, possible studies with therapeutic agents or

micronutrients will reveal changes in GLUT4 levels known to be an insulin-sensitive glucose transporter.

Keywords: GLUT4, Liver, High Fat Feeding, Rats

DETERMINATION OF OBESITY RISKS, NUTRITION HABITS AND KNOWLEDGE LEVELS OF SİİRT UNIVERSITY HEALTH SCHOOL STUDENTS**Emrah YERLİKAYA***Assistant Professor, Siirt University, Health School, Nutrition and Dietetics Department, (Corresponding Author)***Hasan KARAGEÇİLİ***Assistant Professor, Siirt University, Health School, Nursing Department***ABSTRACT**

Nowadays, reasons such as deterioration of healthy eating habits, increasing the variety and accessibility of foods that contain food additives in order to increase shelf life and taste, increased consumption of ready-made foods and decreased physical activities pose important health risks. The studies carried out to give students a healthy eating habit, improve their knowledge of nutrition, reduce the risk of obesity and change their malnutrition habits are increasing their importance day by day. In our research we have done in this context; Demographic characteristics, body mass indexes, nutritional habits, nutritional knowledge levels and obesity risks of normal and evening education students who continue their education at Siirt University School of Health were determined. The data were collected with the help of a questionnaire using face to face interview technique. The necessary written permission was obtained from the Directorate of Health School of Siirt University and the ethics committee report was obtained from the Siirt University Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee (2020/01.01). Students' consents were obtained by paying attention to the willingness / volunteering principle to participate in the research. The obtained data was evaluated scientifically using IBM SPSS Statistics program. A total of 681 students participated in the survey, 369 women (54.2%) and 312 men (48.8%). 90.9% of students are between the ages of 19-24. 82.7% of them live in the city center. The proportion of students who have taken any nutrition lessons is 67%. Chronic illness exists in 10.4% of students. The rate of students who use medicine constantly is 4.4%. Smoking and alcohol use are 21.1% and 6%, respectively. 24.2% of students do not do any sports. 76.9% of the students do not find the nutrition facilities on the university campus sufficient. 30.8% of them think their weight is too much. While normal education students skipped breakfast with 46.4% and lunch with 45.2%, evening school students skipped breakfast with 26.9% and lunch with 65%. 52% of the students find the food provided in the university refectory satisfying. 55.9% of them have fast food eating habits. When the BMI of the students is examined; It was determined that 10.7% were weak, 75.2% were normal, 13% were slightly fat, and 1.1% were obese. According to the results of the research, it is recommended to provide nutrition education in all departments of the university in order to correct the malpractice habits of university students and provide them with a healthier lifestyle.

Keywords: Obesity, Nutrition, Knowledge Level, Body Mass Index.

FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELLERİNİN I-V EĞRİLERİNİN ANALİTİK YÖNTEMLE ÇİZİMİ: AKBABA MODEL**PLOTTING OF THE PHOTOVOLTAIC SOLAR PANELS I-V CURVES BY ANALYTICAL METHOD: AKBABA MODEL****Nurettin GÖKŞENLİ***Dr. Öğr. Üyesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Elektronik ve Otomasyon Bölümü (Sorumlu Yazar)***Mehmet AKBABA***Prof. Dr., Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü***ÖZET**

Fotovoltaik (FV) Güneş Panellerinin diyot modelinden elde edilen geleneksel I-V veya V-I karakteristikleri, üretilen elektrik enerjisinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için, maksimum güç noktalarının bulunabilmesi için çok önemlidir. Ancak bu karakteristikler çıkarılırken kullanılan denklemler doğrusal değildirler. Bundan dolayı da, çözüm için çok uzun, sıkıcı ve zaman harcayan işlemler gerekmektedir. Özellikle maksimum güç trajektörü hesaplamaları çok sıkıcı olmaktadır. Üstelik bu denklemlerin analitik çözümleri de bulunmamaktadır. Denklemlerin çözümü bilgisayar programları yardımıyla yapılabilmektedir. Bu zorlukları ortadan kaldırmak için PVG literatüründe Akbaba modeli olarak bilinen bir model geliştirilmiştir. Kullanılan akım denkleminde, A,B,ve C katsayıları Akbaba Modelinde anahtar faktörlerdir. Burada diyot modeli gerçek model olarak alınarak, A,B,ve C katsayılarının hesaplanmasında bu modelden faydalanılmaktadır. Bu modelin diğer bir faydası da, zaman içerisinde kısmi olarak kaybedilen özelliklerinden dolayı, FV Panellerin gerçek I-V karakteristiklerinin ölçümler yapılarak tekrar çıkarılabilmesidir.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik, Yenilenebilir Enerji, Solar Panel, Maksimum Güç, Elektrik Güç Üretimi

ABSTRACT

The conventional I-V or V-I characteristics obtained from the diode model of Photovoltaic (FV) Solar Panels are essential for finding the maximum power points so that the produced electrical energy can be used efficiently. However, the equations used when extracting these characteristics are not linear. Therefore, very long, tedious and time consuming processes are required for the solution. Especially the calculations of maximum power trajectories are very boring. Moreover, these equations do not have analytical solutions. The solution of the equations can be done with the help of computer programs. To overcome these difficulties, a model known as the Akbaba Model has been developed in the PVG literature. In the current equation used, the coefficients A, B, and C are key factors in the Akbaba Model. Here, the diode model is taken as the real model and is used to calculate the coefficients A, B, and C. Another benefit of this model is that, due to its partially lost properties over time, the true I-V characteristics of the FV Panels can be removed again by taking measurements.

Keywords: Photovoltaic, Renewable Energy, Solar Panel, Maximum Power, Electrical Power Generation

1.GİRİŞ

Küresel büyüme, teknoloji ve sanayideki gelişmenin hızla artması ve dolayısıyla yaşam şeklinin de buna ayak uydurması gibi sebeplerden dolayı her geçen gün dünyada tüketilen enerji miktarı artmaktadır. Ancak, Geleneksel enerji kaynakları sınırlı rezervlere sahip olması, bulunup kullanılabilmesinin zor ve pahalı olması, çevre kirliliğine sebep olmaları gibi sebeplerden dolayı, yeni enerji kaynaklarına yönelim gün geçtikçe artmaktadır. Bunun alternatifi ise, hem çevre dostu hem de genelde rezerv sınırı olmayan Yenilenebilir Enerji kaynaklarıdır. Bunlardan biri de, belki de en önemlisi; Güneş'tir. Çünkü çevreyi

kirletmez, her yerde kullanılabilir, bakım maliyeti çok azdır, ve sonsuz enerji kaynağıdır. Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için Fotovoltaik Güneş Panelleri kullanılmaktadır. Güneş panelleri yenilenebilir enerji teknolojileri arasında en büyük gelişme ve uygulama alanı bulanların başında gelmektedir. Fotovoltaik (FV) Güneş Paneli bir Fotovoltaik Üreteçtir (Photovoltaic Generator: PVG). FV'lerin yakıt gereksinimlerinin olmaması, kirlilik oluşturmamaları ve gürültü çıkarmamaları gibi önemli avantajları vardır. FV hücrelerinin diğer önemli bir avantajı da, temel ham maddeleri silisyumun doğada bol miktarda var olmasıdır. Bunun yanında dezavantajları ise, yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve enerji dönüşüm verimliliklerinin henüz düşük olması diyebiliriz. Bu nedenle FV Güneş Panellerinin verimini iyileştirmeye yönelik çalışmalar yoğun olarak devam etmektedir (URL 1). FV Güneş Panellerinin veriminin iyileştirilmesi için ya FV Güneş Pillerinin veriminin artırılması için çalışmalar yada FV Güneş Panellerinin çıkışında elektrik enerjisini maksimum seviyede kullanılması için çalışmalar yapılmaktadır (Akbaba, 2006 ve Brambilla, 1999 ve Kulaksız ve Akkaya, 2012). Bu çalışmamız 2. yöntem ile ilgilidir. Yani, FV Güneş Panellerinin çıkışında elektrik enerjisini maksimum seviyede kullanma çalışmasıdır. Literatürde Güneş Panelleri kullanarak Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için iki yol takip edilmektedir. Bunlar, Maksimum güç noktası izleyicisi (MPPT) ve Güneş Takip Sistemleri yöntemleridir. Bu yöntemlerle ilgili literatürde değişik alanlarda yapılan bir çok çalışma vardır (Akbaba, 2007 ve Appelbaum, 1989 ve Saided, 1988 ve Oscar ve Penella, 2010). Güneş Takip Sistemleri ile sabit Güneş Paneline göre, Güneş ışınım miktarı tek eksenli takip sistemlerinde %30, iki eksenli Güneş takip sistemlerinde ise %35 civarında arttığı gözlenmiştir (Durusu, 2011). Maksimum güç noktası izleyici (MPPT) sistemlerinde ise, bu oran çok daha fazladır. Çünkü, MPPT sistemleri değişik çevre şartlarına rağmen o andaki maksimum Güneş ışınım miktarını elektrik enerjine dönüştürerek çıkışta maksimum elektriksel gücün elde edilmesini sağlamaktadır (Akbaba, 2007).

2. METODOLOJİ

FV Üreteçlerin elektriksel karakteristiğinin matematiksel modeli, FV Üreteç ile çalışan sistemlerin verimliliğinin analizi için çok önemlidir. Çünkü maksimum enerji kullanımı için tasarımda kullanılması gerekmektedir. Bundan dolayı, FV Üreteç ile çalıştırılan yüklerin performans analizinde, I-V karakteristiğinin matematiksel modeli en önemli anahtar elemanlardan biridir(Akbaba, 2007). Yayımlanan tüm literatürde FV pillerinin veya FV pili üreteçlerinin I-V karakteristiği için tek bir matematiksel model kullanılmaktadır. O da, elektronik cihazlarda uzun süredir kullanılan geleneksel bir p-n bağlantı olan I-V veya V-I karakteristik modelidir (Appelbaum ve Sarma, 1989).

Güneş Panellerinin geleneksel I-V Karakteristiği

$$I = I_{ph} - I_o [\exp(\Lambda(V + IR_s)) - 1] \quad (1)$$

V-I Karakteristiği ise;

$$V = -IR_s + \frac{1}{\Lambda} \ln \left[\frac{I_{ph} - I + I_o}{I_o} \right] \quad (2)$$

denklemleriyle gösterilmektedir. Burada, I_{ph} : üretilen ışık akımı, I_o : ters doyum akımı, Λ : FV Üreteç sabiti ve R_s : FV Üretecin seri direncidir. Geleneksel I-V ve V-I Karakteristikleriyle yukarıda verilen denklemler oldukça non-lineerdir. Bundan dolayı da, çözüm için çok uzun, sıkıcı ve zaman harcayan işlemler gerekmektedir. Özellikle maksimum güç trajektörü hesaplamaları çok sıkıcı olacaktır. Bu zorlukları ortadan kaldırmak için PVG literatüründe Akbaba modeli olarak bilinen aşağıdaki model geliştirilmiştir (Akbaba ve Alattawi, 1995). Bu modelde akım denklemi

$$I = \frac{V_{oc} - V}{A + B V^2 - C V} \quad (3)$$

olarak alınır. Buradaki A,B,ve C katsayıları Akbaba Modelinde anahtar faktörlerdir. Burada diyot modeli gerçek model olarak alınmıştır ve A,B,ve C katsayılarının hesaplanmasında diyot modelinden faydalanılmıştır.

$A=V_{oc} / I_{sc}$ ile bulunur. Burada, V_{oc} , açık devre voltajı ve I_{sc} kısa devre akımıdır. Diğer iki katsayı, I-V Karakteristiği üzerinde bulunan ve kısa devre akımının %94'üne karşılık gelen "a" noktası ve %68'ine karşılık gelen "b" noktasındaki değerler kullanılarak hesaplanacaktır(Akbaba ve Alattawi, 1995). Yapılan matematiksel işlemlerle B ve C katsayılarını şu şekilde hesaplayabiliriz.

$$B = (K1 - K2) / K3 \quad (4)$$

$$C = (K1*V_a - K2*V_b) / K3 \quad (5)$$

Burada;

$$K1 = V_a * I_a (V_{oc} - V_b - A * I_b) \quad (6)$$

$$K2 = V_b * I_b (V_{oc} - V_a - A * I_a) \quad (7)$$

$$K3 = I_a * V_a * I_b * V_b (V_b - V_a) \quad (8)$$

denklemleriyle ifade edilmektedir.

Herhangi bir noktadaki PVG gücü $P=V*I$ denklemiyle hesaplanacağından, güç denklemi,

$$P = \frac{V (V_{oc} - V)}{A + B V^2 - C V} \quad (9)$$

şeklinde elde edilir.

Denklem (9)'un türevi alınarak, $dP / dV = 0$ ile maksimum noktası için denklem (10) elde edilir.

$$V_{max}^2 - Q_1 V_{max} + Q_2 = 0 \quad (10)$$

Denklem (10)'un çözümüyle maksimum voltaj;

$$V_{max} = 0.5 \left(Q_1 - \sqrt{Q_1^2 - 4Q_2} \right) \quad (11)$$

bulunur. Burada ;

$$Q1 = 2*A / (C - B*V_{oc}) \quad (12)$$

$$Q2 = A*V_{oc} / (C - B*V_{oc}) \quad (13)$$

denklemleriyle ifade edilmektedir.

Buradan maksimum akım denklemini elde etmek için, denklem (3)'teki Akbaba Model denklemindeki V yerine V_{max} değerini yazarsak, maksimum akım denklemi

$$I_{max} = \frac{V_{oc} - V_{max}}{A + B V_{max}^2 - C V_{max}} \quad (14)$$

bulunur.

Sonuç olarak, $P_{max} = V_{max} * I_{max}$ denklemiyle maksimum güç hesaplanabilir.

Böylece, Akbaba Modelini kullanarak FV Üreteçlerin I-V karakteristik eğrileri analitik çözümleme yöntemiyle kolayca çizilebilir. Bu nedenle, Akbaba Modeli diye sunulan yöntem, I-V karakteristik eğrisi için yeni ve daha basit, ancak doğru modeldir Gökşenli ve Akbaba, 2016). Bu yeni modelin doğruluğu, esnekliği ve sadeliği geleneksel model ile karşılaştırılarak kanıtlanmıştır. FV Üreteçler literatüründe Akbaba Modeli diye bilinen modelin önerildiği bir çalışmada (Akbaba ve Alattawi, 1995), simülasyon ortamında geleneksel model ile karşılaştırma yaparak, geleneksel ve Akbaba Modeli arasında yüzde 1-

2 civarında önemsenmeyecek kadar küçük bir fark olduğunu kanıtlamışlardır (Akbaba ve Alattawi, 1995).

3. UYGULAMA METODU VE I-V KARAKTERİSTİK EĞRİSİNİN ÇİZİMİ

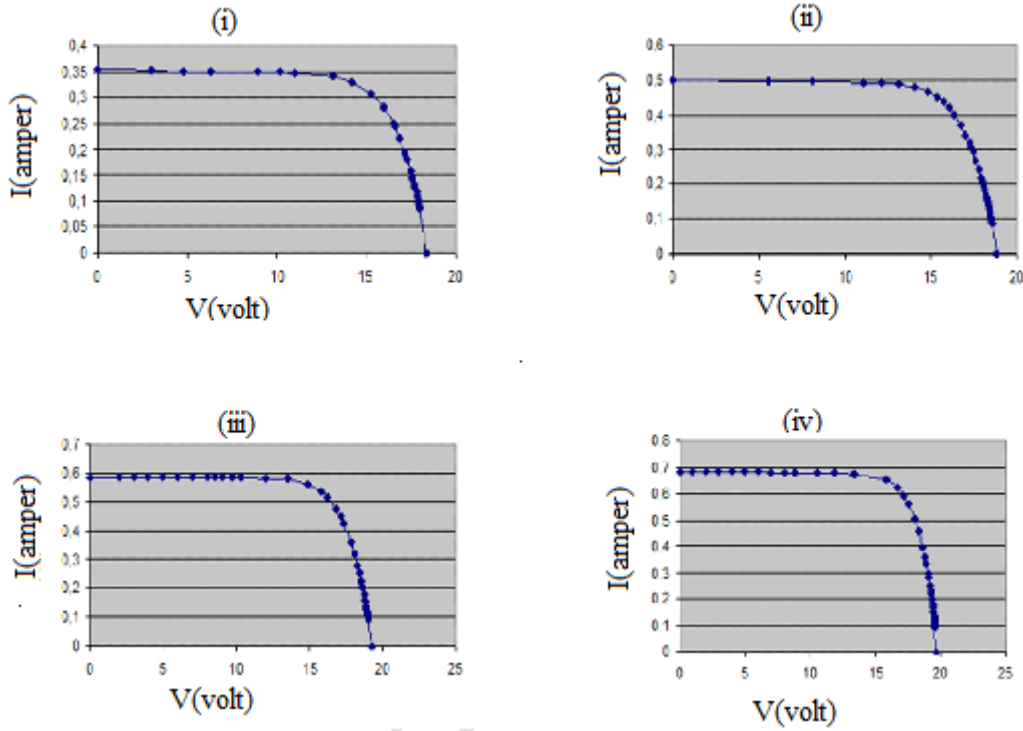
Bu çalışmamızda FV Güneş panellerinin farklı Güneş ışınımlardaki ölçümleri ilk defa yapılarak hesaplamaları ve I-V karakteristik eğrisinin analitik olarak çizimi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın diğer bir avantajı da, zaman içerisinde kullanılan Güneş Panellerinin bazı elektriksel özelliklerinde değişiklik olabileceğinden, bu yöntemle I-V karakteristik eğrisinin yeniden ölçüm yapılarak çizilmesine imkan tanınmasıdır.

Güneş Panelinin I-V karakteristik eğrisini çizmek için Güneş Panelinin V_{oc} (açık devre voltajı), I_{sc} (kısa devre akımı) ve çıkışa bir reosta bağlayarak değişik yüklerdeki akım ve voltajlar gerçek Güneş ışınımı altında ölçülmüştür. Farklı Güneş Işınım değerlerindeki ölçümler sonucunda elde edilen değerler, Akbaba Model denklemi (3)'te yerine konularak, hesaplamaları da yapılarak, ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve birbirlerine çok yakın sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar, literatürde simülasyonu yapılan (Akbaba ve Alattawi, 1995) çalışmadaki gibi yüzde 1-2 civarında, önemsenmeyecek kadar küçük farklılıklar göstermiştir. Ölçüm ve hesaplamalar sonucu elde edilen verilerin bir kısmı Tablo 1'de gösterilmiştir. Tablo 1'de farklı Güneş ışınımlarında çok sayıda yapılan ölçümlerden her bir akım (I) ve voltaj (V) değerlerinin bir kısmı ayrı sütunlar halinde verilmiştir.

Farklı Güneş ışınımlarında yapılan çok sayıdaki ölçümler sonucu elde edilen verilerin kullanılmasıyla FV Güneş Panelinin I-V karakteristik eğrileri analitik olarak da hesaplanarak, Akbaba Model denklemi (3) ile kolayca çizilmiştir (Şekil 1). Böylece, FV Güneş panelleri için geleneksel olarak I-V karakteristik çizimlerinde kullanılan oldukça non-lineer olan denklem (1 ve 2)'deki, sıkıcı ve zaman alıcı, zorlu hesaplamalar gerektiren işlemlere gerek kalmamıştır.

Tablo 1. Farklı Güneş Işınımlarında Ölçümleri Yapılan Akım (I) ve Voltaj (V) Değerleri

V1	I1	V2	I2	V3	I3	V4	I4	V5	I5
0	0,354	0	0,5	0	0,585	0	0,6	0	0,68
3	0,351	5,55	0,495	2	0,585	1	0,6	1	0,68
4,78	0,35	8,15	0,494	3	0,585	2	0,6	2	0,68
6,3	0,35	11,06	0,492	4	0,585	3	0,598	3	0,68
8,95	0,349	12,1	0,489	5	0,585	3,7	0,598	4	0,68
10,2	0,348	13,1	0,485	6	0,585	4,5	0,597	5	0,68
11	0,347	14	0,478	7	0,585	5,19	0,596	6	0,68
13,12	0,34	14,85	0,465	8	0,585	6,65	0,593	7	0,679
14,18	0,329	15,37	0,45	8,5	0,585	7,63	0,592	8	0,679
15,27	0,306	15,72	0,435	9	0,585	9,15	0,59	8,79	0,679
15,95	0,281	16,05	0,418	9,7	0,584	10,45	0,588	10,57	0,679
16,48	0,25	16,32	0,4	10,33	0,583	11,72	0,587	11,83	0,677



Şekil 1 Farklı Güneş Işınımlarında Çizilen I-V Karakteristik Eğrileri

i) Işınım %35 ii) Işınım %50 iii) Işınım %85 iv) Işınım %100

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Fotovoltaik (FV) Güneş Panellerinin diyot modelinden elde edilen geleneksel I-V veya V-I karakteristikleri, üretilen elektrik enerjisinin verimli bir şekilde kullanabilmesinde, maksimum güç noktalarının bulunabilmesi için çok önemlidir. Çünkü maksimum enerjinin hangi noktada olduğu bu karakteristikler üzerinde görülebilmektedir. Ancak bu karakteristikler çıkarılırken geleneksel olarak kullanılan denklemler doğrusal değildirler. Bundan dolayı da, çözüm için çok uzun, sıkıcı ve zaman harcayan işlemler gerekmektedir. Özellikle maksimum güç trajektörü hesaplamaları oldukça zor ve çok sıkıcı olmaktadır. Üstelik bu denklemlerin analitik çözümleri de bulunmamaktadır. Bundan dolayı, denklemlerin çözümü bilgisayar programları yardımıyla yapılabilmektedir. Bu zorlukları ortadan kaldırmak için PVG literatüründe Akbaba modeli olarak bilinen bir model geliştirilmiştir. Bu modelin, geleneksel denklemlere göre daha kolay ve uygulama ve hesaplamalar için daha uygun olduğu görülmüştür. En önemlisi de yaptığımız bu çalışmada, bu modelin analitik olarak da incelenebileceği gösterilmiştir.

Bu modelin diğer bir faydası da, zaman içerisinde FV Güneş panellerinde kısmi olarak kaybedilen elektriksel özelliklerden dolayı, FV Güneş Panellerinin gerçek I-V karakteristiklerinin tekrar ölçümler yapılarak çıkarılabilmesidir. Böylece daha önce kullanılan, ancak zamanla olabilecek elektriksel değişikliklerden dolayı gerçekliğini kaybeden değerlerin, özellikle maksimum güç noktası değerlerinin yeniden gerçek değer olarak bulunabilmesidir.

Bu çalışmanın, FV Güneş Panelleriyle ilgili bundan sonraki I-V karakteristik eğrileriyle üzerine çalışma ve uygulama gerektiren işlemlerde kullanılabilirliğinin gösterilmesiyle, geniş bir uygulama alanı bulacağı ümit edilmekte ve önerilmektedir.

5. KAYNAKLAR

1. Akbaba, M. (2007), "Matching induction motors to PVG for maximum power transfer", *Desalination*, 209 (1): 31-38.
2. Akbaba, M., Alattawi, M. A. A. (1995), "A New Model for I-V Characteristic of Solar Cell Generators and its Applications", *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 37(2): 123-132.
3. Akbaba, M. (2006), "Optimum matching parameters of an MPPT unit used for a PVG- powered water pumping system for maximum power transfer", *International Journal of Energy Research*, 30: 395-409.
4. Appelbaum, J. ve Sarma, M.S. (1989), "The operation of permanent magnet DC motors powered by a common source of solar cells", *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 4 (4): 635-642.
5. Brambilla, A. (1999), "New Approach to Photovoltaic Arrays Maximum Power Point Tracking", 30th Power Electronics Specialists Conference, 2: 632-637.
6. Durusu, A. (2011), "Fotovoltaik Güneş Enerji Sistemlerinde Kullanılan Maksimum Güç Noktası Takip Ediciler İçin Farklı Algoritmaların Karşılaştırılması Yüksek Lisans Tezi", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
7. Gökşenli, N. ve Akbaba, M. (2016), "Development of a new microcontroller based MPPT method for photovoltaic generators using Akbaba model with implementation and simulation," *Solar Energy*, vol.136,pp. 622-628.
8. Kulaksız, A. A., Akkaya, R. (2012), "Training Data Optimization for ANNs using Genetic Algorithms to Enhance MPPT Efficiency of a Stand-alone PV System", *Turkish Journal of Electrical Engineering & ComputerSciences*, 20 (2): 241-254.
9. Oscar, L.L. ve Penella, P.T. (2010), "A new MPPT method for low power solar energy harvesting", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 57 (9): 3129-3138.
10. Saied, M.M. (1988), "Matching of DC motors to photovoltaic generators for maximum daily gross mechanical energy", *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 3 (3): 465-472.
11. URL 1, NREL, (2016). "Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL)", <http://www.nrel.gov>.

DEPOLAMA SÜRESİNİN KUMLANMIŞ BIYOMEDİKAL YÜZEY ENERJİSİNE ETKİSİ
STORAGE DURATION EFFECTS ON BLASTED BIOMEDICAL SURFACE ENERGIES**Asli GÜNAY BULUTSUZ***Dr. Arş. Gör., Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü,, Türkiye***ÖZET**

Günümüzde biyomedikal yüzeylerin performansını geliştirmek amacı ile birçok farklı yüzey imalat tekniği kullanılmaktadır. Bahsi geçen bu yüzey modifikasyonlarının osseointegrasyon süresince büyük bir önemi vardır. Uygulanan yüzey modifikasyonları ile birlikte istenilen kimyasal bileşimde, makro, mikro ve nano yüzey topografyaları imal etmek mümkündür. Doku ve implant arasındaki temas bölgesi olan bu arayüz kontak alanının artırılmasına olanak kılarak yüzeye daha fazla doku tutunumunu mümkün kılmakta, implantın uzun dönem başarısını olumlu yönde etkilemektedir. İmplantasyon işlemini gerçekleştirdikten sonra özellikle yaşlı ve kronik rahatsızlığa sahip hastalar için iyileşme süreci uzun olabilmektedir. Bu hastalar için yüzey performansının iyileştirilmesi ve daha kısa süren ilk iyileşme döneminin sağlanması kritik öneme sahiptir. Performansın artırılması amacı ile doku-implant temas alanı, yüzey kimyası ve yüzey enerjisi, kaplamalar, asit ve asit karışımları ile farklı sıcaklıkta dağlama işlemleri, kumlama tekniği ve bunların kombinasyonları kullanılmaktadır. Titanyum ve alaşımları sahip oldukları mekanik özellikler ve biyolojik uyumluluğu ile yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu malzemenin biyolojik olarak inert olmasının yanı sıra ilave modifikasyonlar ile yüzey performansı geliştirilmektedir. Literatürde şimdiye kadar titanyum ve alaşımlarının yüzey performansını iyileştirmek amacı ile gerçekleştirilmiş farklı çalışmalar mevcuttur. Birçok ulusal ve uluslararası biyomedikal firmaları tarafından bu yüzeyler imal edilmektedir ve ürünler pazarda mevcuttur. Bununla birlikte literatürde imal edilen yüzeylerin depolama süresi boyunca enerjilerinin, kontak açılarının değişimi ve bunun biyolojik performans etkilerini inceleyen kısıtlı bir sayıda çalışma olduğu gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen deneysel çalışma kapsamında, kumlanmış yüzeylerin 3 ay depolama süresi boyunca kontak açısı değişimleri incelenmiştir. Bu amaçla yaygın olarak kullanılmakta olan Ti6Al4V disk numuneler altlık olarak tercih edilmiş ve kumlama amacı ile Ha/ β TCP aşındırıcı abrasifler kullanılmıştır. Kumlama ve temizleme işlemleri ilgili implant standartlarına uygun şartlarda gerçekleştirilmiş, paketlenme ise temiz oda şartlarında yapılmıştır. Yüzeylerin kontak açılarındaki değişimler modifikasyondan hemen sonra, 1. Ay ve 3. Ay gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Ha/BTCP, Depolama, Kontak Açısı, Yüzey Enerjisi**Abstract**

Nowadays, with the improvement of surface manufacturing technologies, the osseointegration success of biomedical surfaces significantly improved by various surface modification applications. These techniques manufacture macro, micro, and nano topographies with a proper biocompatible chemical content. Surface topography has an ability to improve contact, interaction area with implant and tissue. Enhancing the contact area enables more stable mechanical attachment between implant and tissue. Another critical factor is that surface chemistry. Rapid osseointegration is needed, especially for elderly patients and patients with chronic diseases. A proper implant-tissue interaction, topographical and chemical properties of the interlayer is critic. Coating, chemical etching, blasting are the most common surface modifications to improve chemical and topographical properties. Titanium and their alloys are biologically inert, and with its exceptional mechanical properties, commonly, they are being used as the base material. Additional to these mechanical properties, surface modifications enhance implant success. In literature, there are plenty of studies that investigate the effect of surface modification on final surface topography, energy, contact angle, and biological performance. However, in literature, very few studies focus on surface performance changes after specific storage periods. In this experimental study, blasted surface contact angles observed for 3 months. Ti6Al4V surface is blasted with Ha/ β TCP abrasives and cleaned according to biomedical standards. The disc samples were packaged in a clean

room and keep in storage, similar to the implant conditions. After blasting procedure, 1st month and 3th month contact angle changes recorded in order to understand the changes during this period.

Keywords: Ha/BTCP, Storage, Contact Angle, Surface Energy

TÜRKİYE’DE 2010 – 2019 YILLARI ARASINDA ENERJİ ÜRETİMİNDE YERLİ KAYNAKLARIN PAYININ DEĞİŞİMİ**PERCENTAGE CHANGE OF NATIONAL RESOURCES RELATED TO ENERGY GENERATION IN TURKEY BETWEEN 2010-2019****Arda ZAİM***Doktora Öğrencisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı,
(Sorumlu Yazar)***Haydar ARAS***Prof.Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü***ÖZET**

Dünya’daki nüfus artışı, sanayileşme ve şehirleşme, enerji ve doğal kaynaklara olan talebi her geçen gün artırmaktadır. Enerji politikaları sürdürülebilir büyüme, güçlü ekonomi ve dış siyasetin temel bileşeni konumundadır. Enerji üretiminin yerli kaynaklarla yapılması, güçlü ekonomi ve ulusal güvenlik için büyük önem arz etmektedir. Elektrik üretimi için büyük oranda fosil enerji kaynaklarını kullanan ülkemiz fosil enerji kaynakları bakımından sınırlı ve dışa bağımlıdır. Bu çalışmada ülkemizin enerji arz güvenliği ve ekonomisinin bir performans göstergesi olarak sayılabileceğimiz, enerji üretiminde yerli kaynakların payının 2010 ile 2019 yılları arasındaki değişimi incelenmiş ve kaynaklar bazında irdelenmiştir. 2010 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payı %26,3 iken 2019 yılında %41,8’e ulaşmıştır. Elektrik üretiminde doğalgaz kullanımındaki azalma ve yerli kömürün payındaki artış ile yerli kaynakların elektrik üretimindeki payı yenilenebilir enerji kaynaklarının da kullanımıyla artmaya başlamıştır. Enerji üretiminde yerli kaynakların payının büyük oranda artırılması için yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını artırılmalı, nükleer enerji kullanımına öncelik verilmeli, termik ve doğalgaz kombine çevrim santrallerinin sayısı azaltılmalıdır.

Anahtar Kelimeler : Elektrik Enerjisi, Enerji Arzı, Yenilenebilir Enerji Kaynakları

ABSTRACT

The population growth in the world increases the demand for industrialization and urbanization, energy and natural sources day by day. Energy policies are the main component of sustainable growth, strong economy and foreign policy. The production of energy with national resources is of great importance for strong economy and national security. Our country, which uses fossil energy sources for electricity generation, is limited and externally dependent on fossil energy sources. In this study, the change in the percentage of national resources in energy generation between 2010 and 2019, which can be considered as a performance indicator of our country’s energy supply security and economy, was examined and analyzed on the basis of resources. While the percentage of renewable energy sources in electricity generation was 26,3% in 2010, it reached 41,8% in 2019. With the decrease in the use of natural gas in electricity generation and the increase in the share of domestic coal, the percentage of national resources in electricity generation started to increase with the use of renewable energy resources. In order to increase percentage of national resources in energy generation, the use of renewable energy resources should be increased, the use of nuclear energy should be given priority, and the number of thermal and natural gas combined cycle power plants should be reduced.

Keywords : Electric Energy, Energy Supply, Renewable Energy Resources

1. GİRİŞ

Enerji, gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde tüm faaliyetlerin işleyişi için gerekli olan temel unsurlar arasında yer almaktadır. Dünya’daki nüfus artışı ve büyüyen ekonomilerle birlikte enerjiye olan talep de artmaya devam etmektedir. Enerji arz güvenliğinin yetersizliği ve konvansiyonel enerji kaynaklarının

artan maliyetleri ekonomik ve politik istikrara yönelik büyük tehditler oluşturmaktadır. Bununla birlikte konvansiyonel enerji kaynakları kullanımı hava kirliliği ve küresel ısınmanın artışına neden olmaktadır [1].

Elektrik üretimi için büyük oranda fosil enerji kaynaklarını kullanan Türkiye, fosil enerji kaynakları bakımından sınırlı ve dışa bağımlıdır. Türkiye’de kişi başına enerji tüketimi gelişmiş ülkelere kıyasla düşük olmasına karşın, artan enerji talebinin dış kaynaklardan sağlanması sebebiyle enerjide dışa bağımlılığının artışı, Türkiye’nin enerji arz güvenliği açısından sorun oluşturmakta ve bu sorunun sürekli olarak gündemde kalmasına sebep olmaktadır. Enerji kaynaklarına hakim olan ülkelerin enerji arzını uluslararası politikada bir güç aracı olarak kullanmaları ve enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar, enerji arz güvenliği için tehdit oluşturmasının yanında Türkiye’nin cari açık sorununun büyümesine neden olmaktadır [2].

Günümüzde enerji talebinin büyük çoğunluğu fosil enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Enerji üretiminde fosil kaynakların kullanılmasının çevreye ve ekonomiye negatif etkisi bulunmaktadır. Fosil yakıtların temel bileşenleri karbon ve hidrojenidir. Aynı zamanda yakıtın bünyesinde kükürt ve rafinasyon sürecinde yapıya eklenen diğer kirleticiler (kurşun ve alkol türevleri) bulunmaktadır. Fosil yakıtların yanmasıyla atmosfere karışan karbon, kükürt, azot ve metan bileşikler emisyonları hava kirliliği oluşturmaktadır. Atmosferde kalan yanma ürünleri özellikle karbondioksit ve sera gazları, termal değişikliklere neden olarak küresel ısınma sorununu ortaya çıkarmaktadır. Küresel ısınmayla birlikte buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi ve çeşitli iklim değişiklikleri meydana gelmektedir [3].

Enerji ihtiyacının güvenilir, ekonomik ve yeterli bir biçimde karşılanabilmesi temel amaçtır. Enerji üretiminde yerli kaynaklara ağırlık verilmesi; enerji arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılık risklerinin azaltılması, çevrenin korunması ve iklim değişikliğine karşı mücadelenin etkinliğinin sağlanması hususlarında önemli bir araçtır. Bu çalışmada ülkemizin enerji arz güvenliği ve ekonomisinin bir performans göstergesi olarak sayabileceğimiz, enerji üretiminde yerli kaynakların payının 2010 ile 2019 yılları arasındaki değişimi incelenmiş ve kaynaklar bazında irdelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

1902 yılında Tarsus’ta kurulan 2 kW gücündeki hidrolik santralle birlikte Türkiye’de enerji üretimi başlamıştır. II.Dünya Savaşı sonrası dönemde Soma ve Tunçbilek Termik Santralleri ile Sarıyar, Hirfanlı ve Demirköprü gibi hidroelektrik santrallerinin devreye alınmasıyla elektrik enerjisi üretiminde artış sağlanmıştır. 2000’li yıllara kadar olan süreçte ise devlet destekli projelerle yenilenebilir enerji kaynaklı santrallerin elektrik üretimindeki payı artmış, doğalgaz kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte doğalgaz kombine çevrim santralleri de elektrik üretimi için kullanılmaya başlamıştır [4].

2010 yılında elektrik üretimimiz 210,18 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Kaynaklar bakımından değerlendirildiğine toplam elektrik üretiminin %45,9’u doğalgazdan, %25,3’ü kömürden %24,5’i hidrolik kaynaklardan, %2,5’i sıvı yakıtlardan, %1,35’i rüzgardan ve %0,47’si jeotermal ve biyogazdan elde edilmiştir [5]. 2011 yılında elektrik üretimimiz 228,41 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Kaynaklar bakımından değerlendirildiğine toplam elektrik üretiminin %44,7’si doğalgazdan, %28,2’si kömürden, %22,8’i hidrolik kaynaklardan, %2,1’i rüzgardan, %1,7’si sıvı yakıtlardan, ve %0,5’i jeotermal, güneş ve biyogazdan elde edilmiştir. Bir önceki yıl ile karşılaştırıldığında kömür ve rüzgardan faydalanma oranı artış göstermiştir. Hidrolik, doğalgaz ve sıvı yakıtlarda ise düşüş gözlenmiştir [6]. 2012 yılında elektrik üretimimiz 239,1 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Kaynaklar bakımından değerlendirildiğine toplam elektrik üretiminin %43,1’i doğalgazdan, %27,5’i kömürden %24,2’si hidrolik kaynaklardan, %2,4’ü rüzgardan, %2’si sıvı yakıtlardan, %0,6’sı jeotermal ve biyogazdan sağlanmıştır [7]. 2013 yılında elektrik üretimimiz 239,5 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Kaynaklar bakımından değerlendirildiğine toplam elektrik üretiminin %44’ü doğalgazdan, %25,4’ü kömürden, %24,8’i hidrolik kaynaklardan, %3,1’i rüzgardan, %1,9’u jeotermal ve biyogazdan, %1,6’sı sıvı yakıtlardan sağlanmıştır. Bir önceki yıl ile kıyaslandığında yenilenebilir kaynak kullanımı artarken, kömür kullanımında düşüş gözlenmiştir [8]. 2014 yılında elektrik üretimimiz 250,44 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Kaynaklar bakımından değerlendirildiğinde toplam elektrik üretiminin %48,1’i

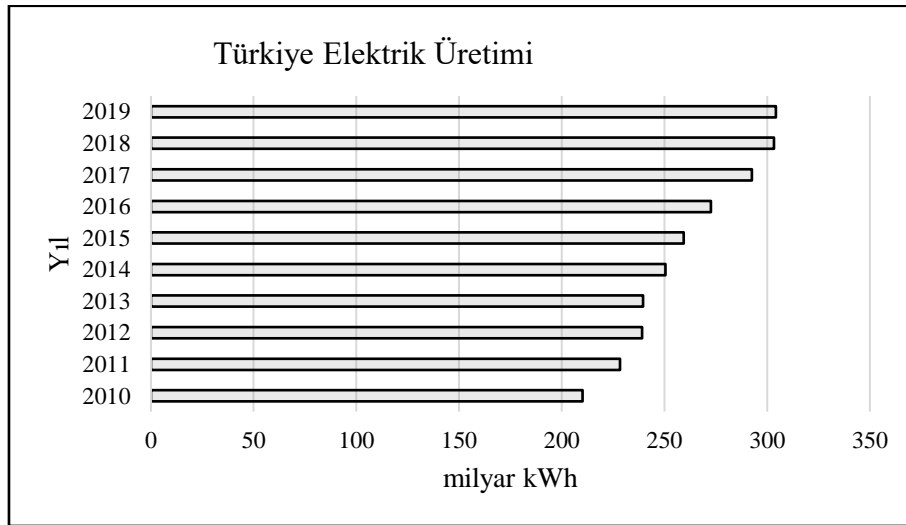
doğalgazdan, %29,2'si kömürden, %16,1'i hidrolik kaynaklardan, %3,3'ü rüzgardan, %1,9'u sıvı yakıtlardan, %1,4'ü jeotermal ve biyogazdan karşılanmıştır. Yağışların azlığı nedeniyle bir önceki yıla göre hidrolik kaynaklardan yararlanma oranında düşüş gözlenmiştir [9]. 2015 yılında elektrik üretimimiz 259,39 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Kaynaklar bakımından değerlendirildiğinde toplam elektrik üretiminin %37,7'si doğalgazdan, %28,2'si kömürden, %25,7'si hidrolik kaynaklardan, %4,5'i rüzgardan, %2,3'ü sıvı yakıtlardan, %1,6'sı jeotermal ve biyogazdan karşılanmıştır. 2014 yılı ile kıyaslandığında hidrolik, rüzgar, sıvı yakıtlar, jeotermal ve biyogazdan yararlanma oranı artarken, doğalgaz ve kömür oranlarında düşme gözlemlenmiştir [10]. 2016 yılında elektrik üretimimiz 272,56 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Kaynaklar bakımından değerlendirildiğine toplam elektrik üretiminin %33,9'u kömürden, %32,2'si doğalgazdan, %27,4'si hidrolik kaynaklardan, %5,7'si rüzgardan, %1,8'i jeotermalden, %1'i sıvı yakıtlardan, %0,8'i biyogaz ve güneş enerjisinden karşılanmıştır [11].

2017 yılında elektrik üretimimiz 292,58 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Kaynaklar bakımından değerlendirildiğinde toplam elektrik üretiminin %36,95'i doğalgazdan, %32,5'i kömürden, %19'u hidrolik kaynaklardan, %6,1'i rüzgardan, %2,04'ü jeotermalden, %1,49'u sıvı yakıtlardan, %0,92'si biyogaz ve güneş enerjisinden elde edilmiştir [12]. 2018 yılında elektrik üretimimiz 303,38 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Kaynaklar bakımından değerlendirildiğinin toplam elektrik üretiminin %37,4'ü kömürden, %29,9'u doğalgazdan, %19,8'i hidrolik kaynaklardan, %6,6'sı rüzgardan, %3,5'ü biyogaz ve güneş enerjisinden, %2,5'i jeotermalden ve %0,3'ü sıvı yakıtlardan karşılanmıştır. Bir önceki yıl ile karşılaştırıldığında rüzgar, güneş ve jeotermal enerjinin üretimdeki payı artış göstermiştir [13].

2019 yılında elektrik üretimimiz 304,25 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Kaynaklar bakımından değerlendirildiğinde toplam elektrik üretiminin %37,2'si kömürden, %29,2'si hidrolik kaynaklardan, %18,6'sı doğalgazdan, %7,4'ü rüzgardan %5,2'si ise jeotermal, güneş ve biyogazdan %0,24'ü sıvı yakıtlardan elde edilmiştir [14].

3. BULGULAR

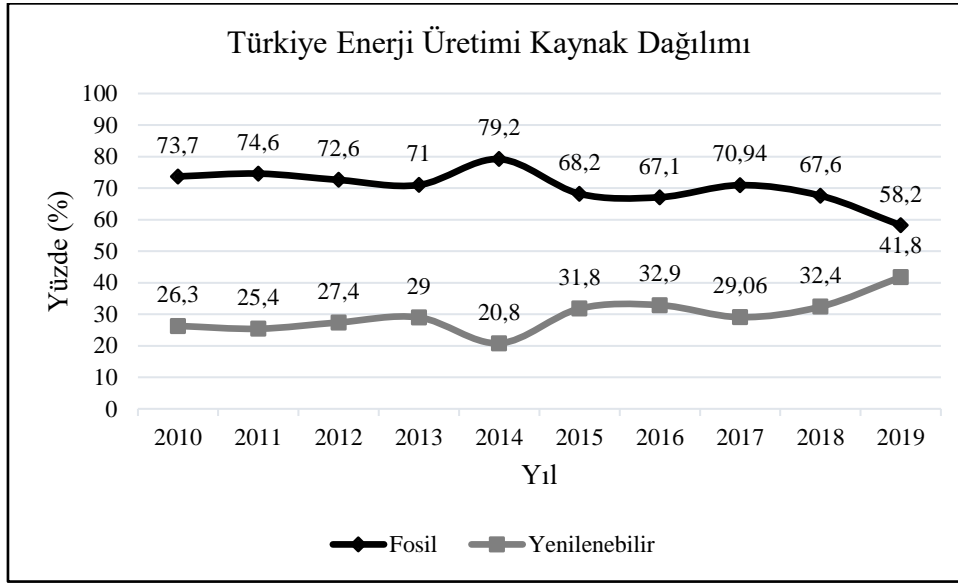
Ülkemizin enerji üretimi artan nüfus ve ticari ilişkilerle birlikte artış göstermektedir. Şekil 1.'de görüleceği üzere 2010 yılında 210,18 milyar kWh olan elektrik üretimimiz 2019 yılına gelindiğinde %44,7 artış göstererek 304,25 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 1. Türkiye elektrik üretimi (2010-2019).

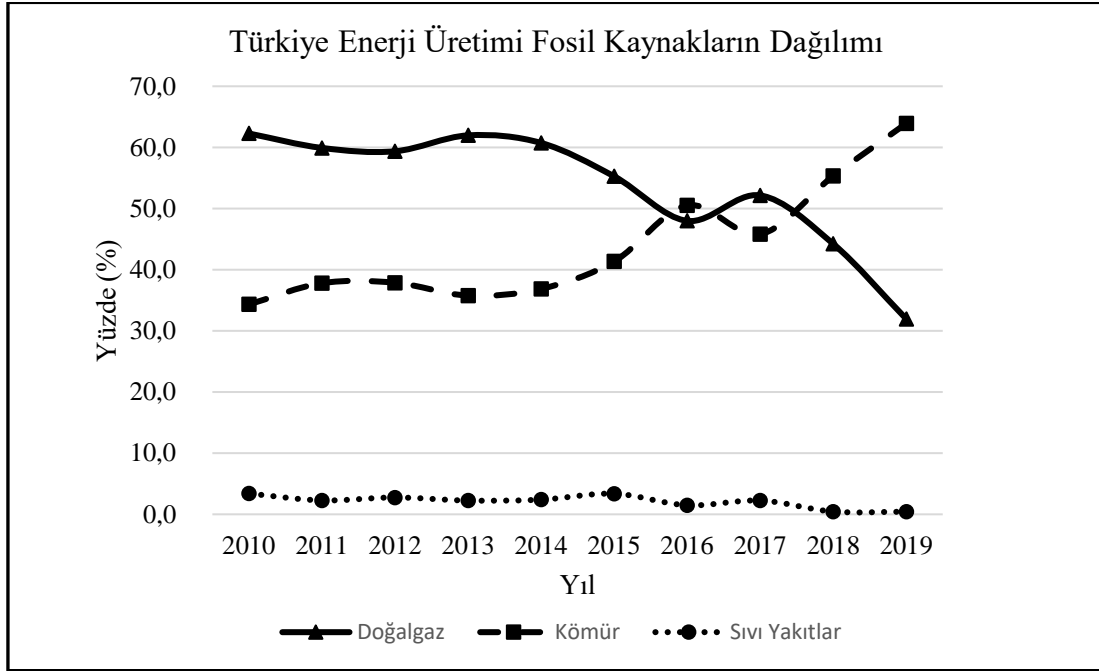
Türkiye'nin enerji üretimi, tüketimi ve ithalatı, ekonomisinde de olduğu gibi hızlı bir artış içerisindedir. Türkiye'deki enerji sektörü son yıllarda kamudan özel sektöre doğru bir geçiş içerisindedir. Enerji

üretim santrallerinin uzun dönemli yatırım süreçleri ciddi finansal kaynaklara ihtiyaç duymaktadır. Eski teknolojilerle yapılan enerji üretim tesisleri, ülkenin güç talebinde negatif etkiye sebep olmaktadır. Artan talebi karşılamak ve sektörün fonksiyonlarını geliştirmek için, özel sektörün enerji projelerine “Yap-İşlet-Devret”, “Yap-İşlet” ve “İşletme Hakkı Devri” gibi modeller yardımıyla yatırım yapmaları teşvik edilmektedir. Kömür madenleri, elektrik santralleri ve elektrik dağıtım faaliyetleri İşlet Hakkı Devri modeliyle özelleştirilmektedir [15]. Ülkemizde bu modeller ve YEKDEM gibi yenilenebilir enerji kaynakları destekleme unsurlarının da katkısıyla özel sektör iştiraki bir çok santral elektrik üretimi alanında yer almaya başlamıştır. Şekil 2.’de Türkiye’de 2010-2019 yılları arasında fosil ve yenilenebilir kaynakların toplam enerji üretimindeki payı görülmektedir. 2010 yılında elektrik üretiminde %26,3 paya sahip olan yenilenebilir enerji kaynakları geçen süre zarfında yapılan yatırımlarla birlikte payını artırmış ve 2019 yılında %41,8’e ulaşmıştır.



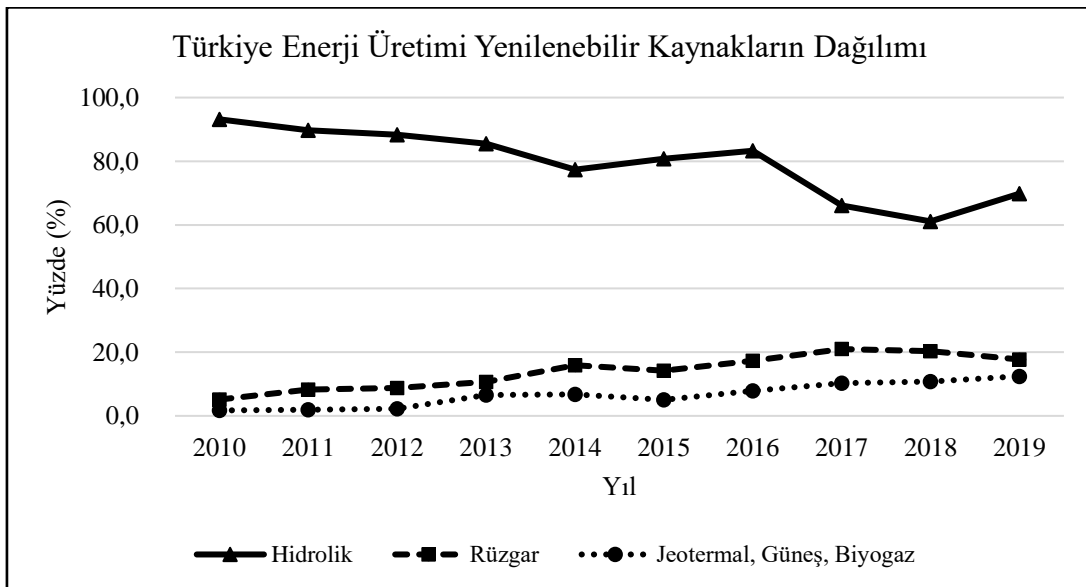
Şekil 2. Türkiye 2010 – 2019 yılları arası enerji üretimi kaynak dağılımı.

Ülkemizin elektrik üretiminin büyük bir çoğunluğu fosil enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Fosil enerji bakımından sınırlı kaynaklara sahip Türkiye, bu konuda net ithalatçı konumunda yer almaktadır. Şekil 3.’de 2010 – 2019 yılları arasında enerji üretiminde kullanılan fosil enerji kaynaklarının dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 3. Türkiye 2010 – 2019 yılları arası enerji üretiminde kullanılan fosil enerji kaynak dağılımı.

Büyük bir çoğunluğunu ithal edilen doğalgazın enerji üretiminde kullanılan fosil enerji kaynakları içindeki payı belirtilen yıl aralığında %62,3'ten %32'ye kadar gerilemiştir. Ülkemizin 2014 -2018 yılları arasındaki süreci kapsayan Yerli Kaynaklara Dayalı Enerji Üretim Programı Eylem Planıyla birlikte kömür rezervlerimizin büyük bir kısmının enerji üretimi için kullanılması kararlaştırılmıştır. Bu eylem planının da etkisiyle kömürün enerji üretiminde kullanılan fosil kaynaklar arasındaki payı belirtilen yıl aralığında %34,3'ten %63,9'a kadar yükselmiştir. Sıvı yakıt kullanımı da günden güne azalmıştır.



Şekil 4. Türkiye 2010 – 2019 yılları arası enerji üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji kaynak dağılımı.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması'nın etkisi sayesinde yenilenebilir enerji kullanımı özellikle son yıllarda büyük oranda artış göstermiştir. Şekil 4.'de 2010 – 2019 yılları arasında enerji üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının dağılımı gösterilmektedir. Yenilenebilir kaynak olarak kurulu gücün en fazla olduğu hidrolik enerjinin belirtilen yıl aralığında enerji üretimindeki payı %93,2'den %69,9'a kadar azalmıştır. Hidrolik kaynakların enerji potansiyeli yağış miktarıyla doğrudan bağlantılıdır. Bu nedenle yağış miktarına göre stabil olmayan bir üretim söz konusudur. Öte yandan rüzgar enerjisinin enerji üretimindeki payı %5,1'den %17,7'ye yükselmiştir. Jeotermal, güneş ve biyogazın payı ise kurulan yeni santrallerle birlikte artış içerisinde.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'de 2010 – 2019 yılları arasında enerji üretiminde kullanılan kaynakların trendi fosil kaynaklardan yenilenebilir kaynaklara doğru bir yönelim içerisinde. Yerli kaynakların enerji üretimindeki payı yerli kömür rezervlerinin kullanımı ve yenilenebilir enerji santrallerinin artışıyla birlikte artmaktadır. Fosil kaynak rezervlerinin sınırlı olduğu ve tüketimin sürekli artış gösterdiği durumda Türkiye enerji kaynaklarını geliştirmek ve üretim hacmini genişletmek zorundadır. Enerji arz güvenliğinin sağlanması ve dışa bağımlılığın azaltılması için yerli kaynakların enerji üretimindeki etkinliğini artırılmalıdır. Türkiye'nin enerji üretimi stratejisiyle ilgili öneriler aşağıda belirtilmiştir.

1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) sayesinde enerji üretimindeki yenilenebilir enerji kullanımı artış göstermiştir. Yenilenebilir enerji üretim projelerini destekleme yardımlarının devamlılığı sağlanmalıdır.
2. Kömür rezervlerinin sınırlı oluşu ve neden olduğu çevre sorunları göz önünde bulundurularak termik santrallerin kullanımı kademeli olarak azaltılmalıdır.
3. Nükleer enerji santrallerinin devreye girmesiyle kaynak bakımından tamamen dışa bağımlı olduğumuz doğalgaz kombine çevrim santralleri termik santraller gibi kademeli olarak kullanımdan çıkarılmalıdır.
4. Mersin ve Sinop'ta kurulması planlanan nükleer enerji santrallerine ek olarak orta vadede uygun bölgeler için yeni santral yatırım planları hazırlanmalı, nükleer enerji mühendisliği lisans ve lisansüstü eğitim programları yaygınlaştırılarak nükleer santrallerde çalışacak kalifiye iş gücü kaynağı oluşturulmalıdır.
5. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında özellikle rüzgar enerjisinin payı ciddi oranda artış göstermiştir. Bu artışın sürekliliği korunmalıdır.
6. Güneşli gün sayısı potansiyelinin güneş enerjisi kullanımı için uygun olan bölgelerde verimsiz tarım arazileri, güneş enerji santralleri kurulumu için tercih edilmelidir.
7. Jeotermal enerji potansiyelinin yüksek olduğu alanlar jeotermal enerji santrali yatırımlarıyla değerlendirilmelidir.
8. Katı atıklardan enerji üretimi için tesis yatırımları yapılmalı, bu yatırımlar mahalli idarelere indirgenerek desteklenmelidir.

KAYNAKÇA

1. Jacobson M., (2009), "Review of solutions to global warming, air pollution, and energy security", Energy & Environmental Science, Vol.2, p.148-173.
2. Çalışkan Ş., (2009), "Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılık ve enerji arz güvenliği sorunu", Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı 25, s.297-310.
3. Barbir F., Veziroğlu T.N., Plass H.J., (1990), "Environmental damage due to fossil fuels use", International Journal of Hydrogen Energys, Vol.15, No.10, p.739,749.

4. Karabulut Y., (2004), “Türkiye’de elektrik enerjisi üretimi”, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, Sayı.3, s.53-77.
5. Elektrik Üretim Anonim Şirketi, (2011), “2010 yılı elektrik üretim sektör raporu”.
6. Elektrik Üretim Anonim Şirketi, (2012), “2011 yılı elektrik üretim sektör raporu”.
7. Elektrik Üretim Anonim Şirketi, (2013), “2012 yılı elektrik üretim sektör raporu”.
8. Elektrik Üretim Anonim Şirketi, (2014), “2013 yılı elektrik üretim sektör raporu”.
9. Elektrik Üretim Anonim Şirketi, (2015), “2014 yılı elektrik üretim sektör raporu”.
10. Elektrik Üretim Anonim Şirketi, (2016), “2015 yılı elektrik üretim sektör raporu”.
11. Elektrik Üretim Anonim Şirketi, (2017), “2016 yılı elektrik üretim sektör raporu”.
12. Elektrik Üretim Anonim Şirketi, (2018), “2017 yılı faaliyet raporu”.
13. Elektrik Üretim Anonim Şirketi, (2019), “2018 yılı elektrik üretim sektör raporu”.
14. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, (2020), “2019 yılı elektrik istatistikleri”.
15. Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği, (1998), “21.Yüzyıla girerken Türkiye’nin enerji stratejisinin değerlendirilmesi”, TÜSİAD-T/98-12/239.

ÇİFT BORULU ISI DEĞİŞTİRİCİNİN ISI TRANSFER PERFORMANSININ DENEYSEL OLARAK BELİRLENMESİ

Eda Feyza AKYÜREK

Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Erzurum, Türkiye

ÖZET

Son yıllarda ısı değiştiricileri enerji tasarrufu, dönüşümü, geri kazanımı ve yeni enerji kaynaklarının başarılı bir şekilde uygulanması açısından oldukça önemli hale gelmiştir. Önemi termal kirlilik, hava kirliliği, su kirliliği ve atık bertarafı gibi çevresel kaygılar açısından da artmaktadır. Isı değiştiricileri güç, nakliye, iklimlendirme ve soğutma, ısı geri kazanımı, alternatif yakıtlar ve imalat endüstrilerinde kullanılır ve piyasada bulunan birçok endüstriyel ürünün temel bileşenleri olarak kullanılır (Shah 2003). Bu çalışmada da uygulamalarda sıkça karşılaşılan çift borulu ısı değiştiricilerin termal performansı deneysel olarak değerlendirilmiştir. Bunun için 4 farklı debi (1 L/dk, 1.5 L/dk, 2 L/dk ve 2.5 L/dk), 3 farklı giriş sıcaklığının (50 °C, 60 °C, 70 °C) çift borulu ısı değiştirici performansına olan etkisi deneysel olarak test edilmiştir. Sonuç olarak değiştirilen parametrelere karşı Toplam Isı Transfer Katsayısı (U), logaritmik sıcaklık farkı (ΔT_{lm}) ve ısı değiştirici gücü (W) değerleri kıyaslamalı olarak irdelenmiştir.

Anahtar Kelime: çift borulu ısı değiştirici, ısı değiştirici, termal performans

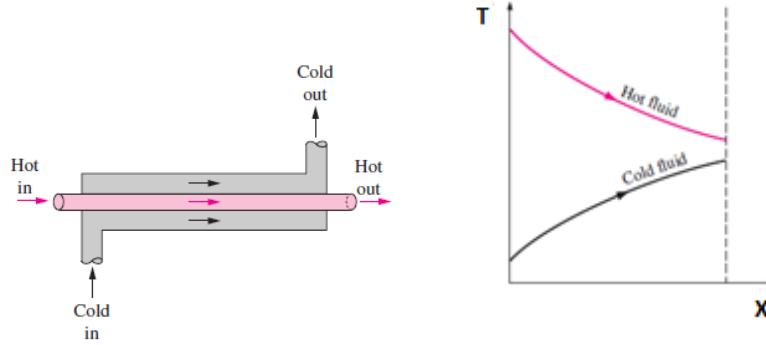
1.GİRİŞ

Isı değiştiricileri, termal enerjiyi (entalpi) farklı sıcaklıklarda ve termal temastaki iki veya daha fazla akışkan arasında, katı bir yüzey ile akışkan arasında veya katı partiküller ile akışkan arasında aktarmak için kullanılan bir cihazlardır. Isı değiştiricilerinde genellikle harici ısı ve iş etkileşimi yoktur (Shah 2003). Isı değiştiricileri, birçok endüstriyel prosesteki önemlerinden dolayı son yıllarda geniş çapta incelenmiştir. Isı eşanjörlerinde kontrolün ana amacı, içinde akan akışkanın çıkış sıcaklığını belirli bir ayar noktasına düzenlemektir. Borunun içindeki akışkanın çıkış sıcaklığı genellikle dışındaki akışkanın sıcaklığı değiştirilerek kontrol edilir. Bu işlem değişkeni üzerinde herhangi bir kontrol olmadığında, içindeki akışkanın hızı sıcaklık kontrolü amacıyla kullanılır. (Tsay, Yu, and Huang 2007). En basit ve uygulanabilir ısı değiştiricilerinden biri çift borulu ısı değiştiricisidir. Bu tür ısı değiştiricileri kimya, gıda, petrol ve gaz endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Nispeten küçük bir çapa sahip oldukları zaman, birçok hassas araştırma da bu tip ısı değiştiricinin yüksek basınçlı uygulamalarda kullanıldığı bilinmektedir. Geniş bir sıcaklık aralığının gerekli olduğu yerlerde de büyük önem taşırlar (Omid, Farhadi, and Jafari 2017). Lachi et al. (1997) çift borulu ısı değiştiricisinin zaman sabiti üzerinde çalışma yaptılar. Bu araştırmanın özel amacı, bu ısı eşanjörlerinin özelliklerini geçici bir durumda, özellikle giriş hızlarında ani değişikliklerin dikkate alındığı zamanda sınıflandırmaktı. Bu çalışma yapıldıktan sonra, iki zaman gecikmesi ve zaman sabiti parametresi olan bir model kullanılmıştır. Analitik terimin, enerji dengesi denklemi uygulanarak türetildiği de belirtilmektedir. Ayrıca, gözlemlenen en yüksek farkın yüzde ondan az olduğu belirlenen sayısal verileri doğrulamak için deneysel bir yöntem kullanıldığı ifade edilmiştir. Maré et al. (2008) eş merkezli çift borulu ısı değiştiricisinde geri akışlı karışık ısı transferini hem sayısal hem de deneysel olarak incelediler. Bu araştırmadaki çalışma akışkanı laminer rejimde akan sudur. Karşılıklı gelen hız vektörleri ayrıca en belirgin akış görselleştirme yöntemlerinden biri olan PIV tekniği ile görselleştirildi. Hız dağılımı, halkadaki yüksek akış hızının, iç borunun sabit sıcaklık sınır koşulu ile sonuçlandığını gösterdi. Yapılan bu çalışmada uygulamalarda sıkça karşılaşılan çift borulu ısı değiştiricilerin termal performansı deneysel olarak değerlendirilmiştir.

2.MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada çift borulu tip ısı değiştirici paralel akış şartı için deneysel olarak analiz edilmiştir. Paralel akış durumu ve paralel akış durumu için logaritmik sıcaklık değişimi Şekil 1 de verilmiştir. Paralel akış

durumunda sıcak ve soğuk akışkanın ikisi de ısı değiştiriciye aynı taraftan girer ve aynı yönde hareket eder.



Şekil 1. Paralel Akış durumu ve sıcaklık değişimi

Paralel akış durumu ve paralel akış durumu için logaritmik sıcaklık değişimi Şekil 1 de verilmiştir. Sıcak ve soğuk akışkanlar ısı değiştiriciye ters taraflardan girer ve zıt yönde hareket ederler.

2.1. Deney Seti



Şekil 2. Deney setinin resmi

Deney seti üzerinden sıcak ve soğuk hattın giriş çıkış sıcaklıkları, debileri okunabilmektedir. Modüler olarak tasarlanmış bu deney setinde veriler bir veri okuma ekranı üzerinden takip edilmektedir.

2.2. Hesap Yöntemi

Isı değiştiricisinde, sıcak akışkandan soğuk akışkana ısı transferi gerçekleşir. Transfer edilen ısı miktarı; akışkanın kütleli debisinin, akışkanın sıcaklık değişiminin ve özgül ısı kapasitesinin bir fonksiyonudur.

$$Q_{alınan} = \dot{m}C_p(T_{g,soğuk} - T_{ç,soğuk})$$

$$Q_{verilen} = \dot{m}C_p(T_{g,sıcak} - T_{ç,sıcak})$$

$$Q_{ort} = \frac{Q_{alınan}}{Q_{verilen}}$$

$$\Delta T_1 = T_{g,sıcak} - T_{ç,soğuk}$$

$$\Delta T_2 = T_{\text{ç,sıcak}} - T_{\text{g,soğuk}}$$

Isı değiştiricisinin her bir ucundaki sıcak ve soğuk devre arasındaki sıcaklık farkının logaritmik ortalaması;

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln\left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right)}$$

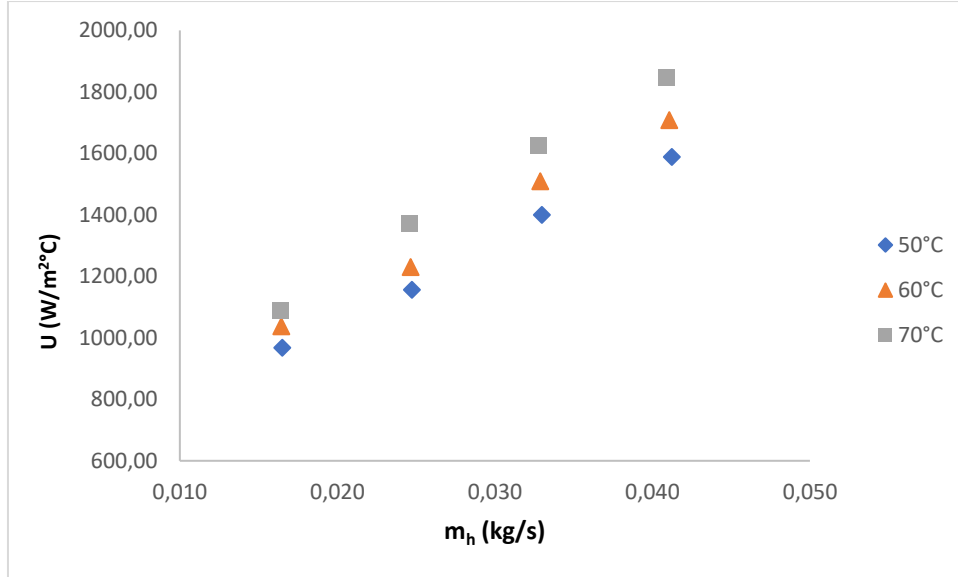
$$A_i = \pi D_i L$$

$$1/U = (1/h_i) + (1/h_o)$$

$$Q_{ort} = UA_i \Delta T_{lm}$$

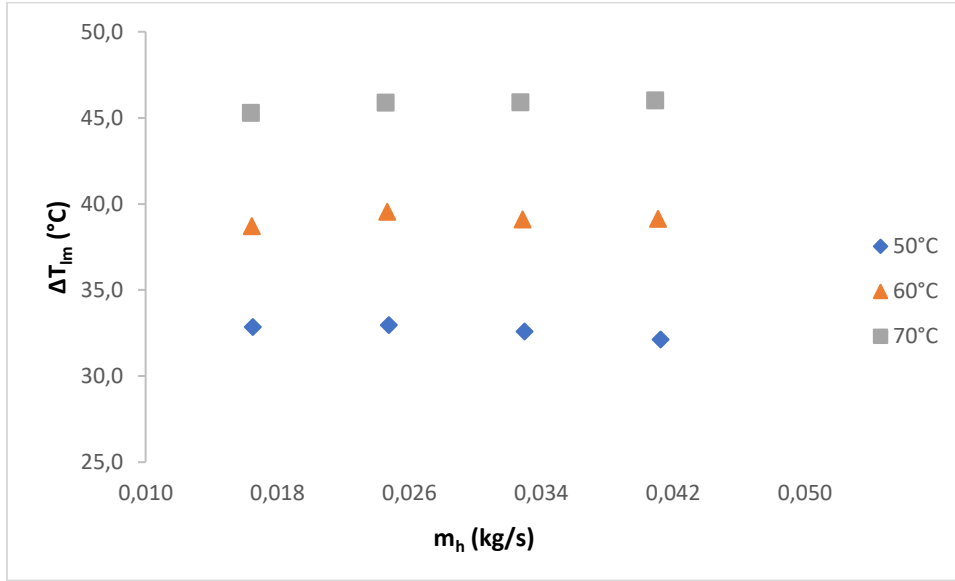
Isı transfer katsayısı (U) ısı değiştiricisinin ne kadar iyi çalıştığının bir ölçüsüdür. Bu değer mühendisler için önemlidir çünkü; iyi bir ısı değiştiricisi yüksek ısı transfer katsayısına sahip olmalıdır.

3.ARAşTIRMA BULGULARI



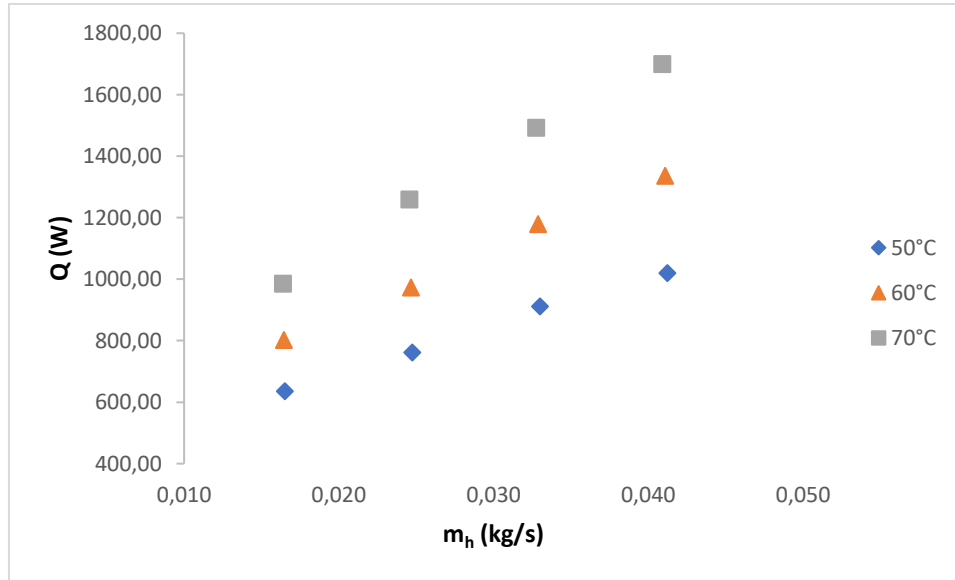
şekil 3. Deneysel Toplam Isı Transfer Sayısı- Kütlesel Debi

şekil 3 'de çift borulu ısı değiştiricisinde farklı sıcak taraf giriş sıcaklıkları için deneysel toplam ısı transferi katsayısı kütlesel debi ile değişimi sunulmuştur. Sabit kütlesel debide farklı sıcak taraf giriş sıcaklıklarında deneysel toplam ısı transfer katsayısı değişmiştir. Sıcak taraf giriş sıcaklığı sabit olup kütlesel debi değişimi ile deneysel toplam ısı transfer katsayısı değişmiştir. Kütlesel debide deneysel toplam ısı transfer katsayısı farkı kütlesel debiye bağlı olarak artmaktadır.



Şekil 4. Deneysel Logaritmik Sıcaklık Farkı- Kütlesel Debi

Şekil 4 'de çift borulu ısı değıştiricisinde farklı sıcak taraf giriş sıcaklıkları için deneysel logaritmik sıcaklık farkı kütlesel debi ile değışimi sunulmuştur. Sabit kütlesel debide farklı sıcak taraf giriş sıcaklıklarında deneysel logaritmik sıcaklık farkı değışmiştir. Sıcak taraf giriş sıcaklığı sabit olup kütlesel debi değışimi ile deneysel logaritmik sıcaklık farkı değışmiştir.



Şekil 5. Deneysel Ortalama Isı Transferi - Kütlesel Debi

Şekil 5 'de çift borulu ısı değıştiricisinde farklı sıcak taraf giriş sıcaklıkları için deneysel ortalama ısı transferi kütlesel debi ile değışimi sunulmuştur. Sabit kütlesel debide farklı sıcak taraf giriş sıcaklıklarında deneysel logaritmik sıcaklık farkı değışmiştir. Sıcak taraf giriş sıcaklığı sabit olup kütlesel debi değışimi ile deneysel ortalama ısı transferi değışmiştir.

4.SONUÇ

Bu çalışmanın deneysel parametreleri; 3 farklı besleme suyu sıcaklığı (50°C, 60°C, 70°C) ve 4 farklı besleme debisi(1 L/dk,1.5 L/dk, 2 L/dk ve 2.5 L/dk) olarak belirlenmiş ve deneyler tamamlanmıştır. Deneylerden elde edilen verilerden şu sonuçlara varılmıştır:

- Aynı besleme suyu sıcaklığında, kütleli debi arttıkça toplam ısı transfer katsayısı artmıştır.
- Aynı kütleli debi değeri için; besleme suyu sıcaklığı arttıkça toplam ısı transfer katsayısı artmıştır.
- Aynı besleme suyu sıcaklığında; kütleli debinin değişimi ile logaritmik sıcaklık farkında dikkat çeken değişim gözlemlenmemiştir.
- Aynı kütleli debi değeri için; sıcaklığın artışı ile logaritmik sıcaklık farkı artmıştır.
- Aynı besleme suyu sıcaklığında değerinde; kütleli debi arttıkça ortalama ısı transfer değeri artmıştır.
- Aynı kütleli debi değeri için; sıcaklık arttıkça ortalama ısı transfer değeri artmıştır.

REFERANSLAR

Lachi, M., N. El Wakil, and J. Padet. 1997. "The Time Constant of Double Pipe and One Pass Shell-and-Tube Heat Exchangers in the Case of Varying Fluid Flow Rates." *International Journal of Heat and Mass Transfer* 40(9): 2067–79.

Maré, Thierry et al. 2008. "Experimental and Numerical Study of Mixed Convection with Flow Reversal in Coaxial Double-Duct Heat Exchangers." *Experimental Thermal and Fluid Science* 32(5): 1096–1104.

Omidi, Mohamad, Mousa Farhadi, and Mohamad Jafari. 2017. "A Comprehensive Review on Double Pipe Heat Exchangers." *Applied Thermal Engineering* 110: 1075–90.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.09.027>.

Shah, Ramesh K. 2003. *FUNDAMENTALS OF HEAT*.

Tsay, L. W., S. C. Yu, and R. T. Huang. 2007. "Effect of Austenite Instability on the Hydrogen-Enhanced Crack Growth of Austenitic Stainless Steels." *Journal of Process Control* 17(9): 689–701.

BİYOĞAZ SANTRALLERİ İLE İLGİLİ SON GELİŞMELERİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ
A REVIEW OF THE RECENT PROGRESS ABOUT BIOGAS POWER PLANTS

Muhammed ARSLAN

*Öğretim Görevlisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Çay Meslek Yüksekokulu Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojisi Bölümü,
(sorumlu yazar)*

Ceyhun YILMAZ

Dr. Öğr. Üyesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Enerji, insanlar için her geçen gün artan bir gereksinimdir. Buna ek olarak, enerji modern uygarlığın gelişimini hızlandırmış ve ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin bir göstergesi haline gelmiştir. Bir ülkenin enerji ihtiyacının ne kadar yüksek olduğu açıkça o ülkenin ne kadar kalkındığını gösterir. Enerji ihtiyacını karşılamak için enerji dönüşüm sistemlerinde birçok yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynağı kullanılmaktadır. Fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğal gaz), rüzgâr, gelgit, nükleer, hidrolik ve biyokütle gibi enerji kaynakları birçok enerji tesisinde enerji üretmek için kullanılırlar. Özellikle belediye katı atıkları gibi çevreyi ciddi şekilde kirleten enerji kaynaklarının enerji üretimi için kullanılması, hem çevre hem de ekonomi açısından önemli bir avantaj sağlar. Günümüzde ise enerji tesislerinde meydana gelen enerji kayıplarını azaltmak, atık ısıyı geri kazanmak ve yanma sonunda açığa çıkan ve yüksek sıcaklıkta bulunan egzoz gazlarını kullanmak için birçok çalışma yürütülmektedir. Bu derleme çalışmasında, bazı biyogaz tesisine ait konfigürasyonlar ve çalışma prensipleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Buna ek olarak, biyogaz tesislerinin termodinamik ve termoekonomik analiz çalışmaları gözden geçirilmiştir. Mevcut biyogaz enerji tesislerini iyileştirmek için termoekonomik analiz ve optimizasyon yöntemleri kullanılarak bazı önemli öneriler geliştirilmiştir. Bu öneriler göz önünde bulundurulduğunda mevcut enerji kaynaklarının çok daha verimli kullanılması ve çok daha az miktarda çevreye zarar veren egzoz gazlarının açığa çıkması mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz Tesisi, Termodinamik Analiz, Termoekonomik Analiz, Optimizasyon.

ABSTRACT

Energy is an increasing requirement for human beings day by day. In addition to this, the energy has accelerated the development of modern civilization and has become an indicator of the development levels of countries. Many renewable and non-renewable energy sources are used in energy conversion systems to supply energy requirements. Energy sources such as fossil fuels (coal, oil, and natural gas), wind, tidal, nuclear, hydraulic, and biomass are used in order to produce energy in many power plants. Especially use of the sources which are polluting environment seriously like municipal solid wastes in power plants is a significant advantage in terms of environment and economy. In today, many studies are carried out in power plants to reduce energy losses, recover waste heat and utilize the high temperature exhaust gases that are released at the end of combustion. In this review study, the configurations and working principles of some biogas plants have been examined. Also, the study of thermodynamic and thermoeconomic analysis on biogas power plants has been examined. Some important recommendations have been developed by using thermoeconomic analysis and optimization methods in order to improve the existing biogas power plants. When these suggestions are taken into consideration, it will be possible to use the existing energy resources more efficiently and to release much less harmful gases to environmental.

Keywords: Biogas Plant, Thermodynamic Analysis, Thermoeconomic Analysis, Optimization.

1. GİRİŞ

İnsan toplumunun ve ekonominin gelişimi, tüm dünyada enerji sorununa yol açmaktadır. Enerji tüketiminde ki artış büyük ölçüde fosil yakıtların tüketilmesiyle ve yenilenebilir enerji kaynak arayışının zorlanmasıyla sonuçlanmıştır. Özellikle son yıllarda otomobiller tarafından çevreye zararlı emisyonlar salınmaktadır (Qian et al. 2017, Wu et al. 2020). Avrupa Komisyonu, enerjiye potansiyel dönüşüm için tarımsal yan ürünler, ormancılık ile ilgili endüstriler, ayrıca geleneksel endüstrinin fosil olmayan, biyolojik olarak parçalanabilen kısımları ve belediye katı atıkları gibi çeşitli biyokütle çeşitlerinin bulunduğunu belirtmiştir. Enerjik ve çevresel sorunları çözmek için, biyokütle bazlı yakıtların otomobillere uygulanması, bilim insanlarının ve toplulukların ilgisini çekmiştir. Biyokütle'den türetilen enerji sistemlerinin, yakın gelecekte gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir enerji sistemlerine ve sürdürülebilir kalkınmaya önemli katkıda bulunacağı düşünülmektedir (Nahar et al. 2017, Qian et al. 2017).

Alternatif yakıtlar içerisinde, yaygın bir şekilde biyoyakıt olarak bilinen biyokütle bazlı yakıtların fosil yakıtlara göre birçok avantajı vardır. İlk olarak, yaygın biyokütle kaynaklarından biyoyakıtlar kolayca elde edilebilir. İkincisi, biyoyakıtların uygulanması, karbonu hava ve yakıt arasında dolaştırarak sera gazı emisyonları ve enerji kıtlığı gibi sorunları aynı anda çözebilir. Üçüncüsü, biyodizel ve etanol gibi çoğu biyoyakıt, içten yanmalı motorlarda küçük modifikasyonlarla veya modifikasyonsuz bir şekilde etkili yanma için uygun fizikokimyasal özelliklere sahiptir. Özellikle, çoğu biyoyakıt yakıtın yanmasına yardımcı olabilecek belirli bir oranda moleküler oksijen içerir (Qian et al. 2017). Biyogaz, giderek yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji teknolojisi olarak büyük ilgi görmektedir (**Budzianowski 2016**). Fabrikaları petrol yakıtlarına basit bir alternatif olan sıvı biyoyakıtlar kullanmaya yönlendirerek birçok endüstriyel ve evsel uygulama için iyi bilinen bir yakıt haline gelmiştir. Özellikle organik materyallerin mikrobiyolojik aktivite ile parçalandığı anaerobik sindirim yoluyla biyogaz üretmek, fosil yakıtların ümit verici bir alternatiftir (Gholizadeh et al. 2020). Son yıllarda, yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak organik atıklardan biyogaz/kanalizasyon gazı/depolama gazı üretimi, toplanması ve kullanılması, devamlı artan bir küresel ilgi kazanmıştır, çünkü ithal fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmaya yardımcı olmaktadır ve buna paralel olarak antropojenik sera gazı (GHG) emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunur (Ros and **Kaltschmitt 2016**). Biyogaz, doğal gazın (NG) alternatif yakıtı olarak önemli bir potansiyel kaynaktır. Biyogazın ana bileşeni metan olduğundan, doğalgaz boru hatları ve gaz tankları tarafından depolanabilir ve kullanıcıya taşınabilir. Aslında, biyogaz kullanımı, sera gazı emisyonunu hafiflettiği ve sosyo-ekonomik kalkınma için faydalı olduğu düşünülen dünyanın dördüncü en büyük enerji kaynağı haline gelmiştir (Wu et al. 2020).

Biyogaz toprakta, bataklıklarda, okyanusta vb. yerlerde bulunan organik maddenin anaerobik bakteriler tarafından ayrışmasının bir yan ürünüdür. Organik gıda atıklarının anaerobik koşullarda ayrıştığı çöp sahalarında, anaerobik çürütücülerde ve geniş getiren hayvanların rumeninde (işkembe) üretilebilir. Bunlar içerisinde en yaygın olan teknolojiler mutfak atıkları, hayvan gübreleri, insan/hayvan atığı fermantasyonu, gıda endüstrisi organik atıkları ve belediye atık depolama alanlarından metan yakalama'dır. Biyogaz, yemek pişirmek, sıcak su veya buhar üretmek ve elektrik üretmek için doğal gaz yerine kullanılacak temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Biyogazdan elektrik üretmek için mikrotürbinler, içten yanmalı motorlar ve katı oksit yakıt hücreleri gibi teknolojiler kullanılmaktadır. Bu sistemler arasında katı oksit yakıt hücresi (SOFC) ilginç bir seçimdir, çünkü çoğu yakıt hücresi teknolojisi gibi modüler, ölçeklenebilir ve verimli olmak gibi bazı avantajlara sahiptir. Ayrıca, ısı motorları olmadıkları için Carnot çevrimi sınırlamalarına maruz kalmazlar. Üretim kaynağına bağlı olarak biyogazın bileşimi farklı olmaktadır. Bu bileşenler metan (CH₄), hidrojen sülfür (H₂S), karbondioksit (CO₂), hidrojen gazı (H₂), su buharı, diğer gazlar ve daha az miktarda buharlar olarak sıralanabilir. Ancak üretim kaynağı ne olursa olsun, metan (CH₄) ve karbondioksitin (CO₂) biyogazın iki ana bileşeni olduğu görülmektedir. Biyogazın kalitesi, metan konsantrasyonuna bağlıdır ve ayrıca çürütme sürecindeki düzensizlikleri de gösterir (Mehr et al. 2015, Ros and **Kaltschmitt 2016**, Gholizadeh et al. 2020, Silva et al. 2018).

Biyogazın hazırlanması genellikle termokimyasal ve biyokimyasal dönüşüm yöntemleriyle yapılır. Hammadde özelliklerinin termodinamik süreç üzerinde çok az etkisi vardır, ancak biyokimyasal sürecin üzerindeki etkisi büyüktür. Özellikle, bir hammaddenin bileşimi ve nemi biyokimyasal dönüşümü büyük

ölçüde etkiler. Dönüşüm enzimi, bir veya birkaç tip hammadde için yararlıdır ve çoğu hammadde tipine uygulanamaz. Biyokimyasal yöntemle karşılaştırıldığında, termodinamik yöntem genellikle daha iyi dönüşüm verimi elde etmek için daha yüksek sıcaklık gerektirir. Bu da ekstra enerji tüketeceği anlamına gelir (Qian et al 2017).

Biyogazın termokimyasal veya biyokimyasal dönüşümle çeşitli hammaddelerden hazırlanabileceğini gösteren birçok çalışma yapılmıştır. Minowa ve Sawayama (1999), metanca zengin bir gaz yakıtı sağlayan mikroalga dayalı düşük sıcaklıkta katalitik reaksiyon sistemi geliştirmişlerdir (Minowa and Sawayama 1999). Hirano ve ark. (1998), 850, 900 ve 1000 °C'de sıcaklığın mikroalgal biyokütlenin sürekli gazlaştırılması üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Spirulina'nın neredeyse tamamen gazlaştırılmasının 1000 °C sıcaklıkta başarılabileceğini görmüşlerdir (Hirano et al. 1998). Onwudili ve ark. (2013) çeşitli katalizörlerle farklı alglerin gazlaştırma süreçlerini incelemişlerdir. Saccharina'nın hidrotermal gazlaştırma için mikroalgere göre daha uygun olduğunu görmüşlerdir (Onwudili et al. 2013). Sanchez-Silva ve ark. (2013), Nannochloropsis gaditana mikroalga'nın piroliz, yanma ve gazlaştırma karakteristiklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda reaktif gazdaki suyun artmasıyla H₂ üretiminin arttığı ve CH₄ veriminin azaldığı görülmüştür (Sanchez-Silva et al. 2013). Guo ve ark. (2015), hammadde olarak odunsu biyokütle ile biyogazın hazırlanmasını incelemişlerdir. Gazlaştırma işleminden sonra anaerobik sindirim ile sentez gazı üretiminin maliyet açısından avantajlı olmadığını görmüşlerdir (Guo et al. 2015). Papurello ve ark. (2015), kuru anaerobik çürütücülü bir pilot tesiste katı atıklardan biyogaz üretmişlerdir. Çalışma sonucunda hacimce sırasıyla %60-70 ve %30-40 arasında metan ve karbon dioksit konsantrasyonları elde etmişlerdir (Papurello et al. 2015). Tedesco ve ark. (2014), biyogaz üretimi için hammaddenin ön-iyileştirmesini incelemişlerdir. Anaerobik çürütme işleminde mevcut spesifik yüzey alanı, mekanik ön işlem ile arttırmışlar. 10 dakikalık ön işlemden sonra, makroalglerin en iyi biyogaz veriminin 50 °C gibi bir düşük sıcaklıkta bulunduğunu tespit etmişlerdir (Tedesco et al. 2014). Ward ve ark. (2008), tarımsal kaynakların anaerobik sindirimini optimizasyonunu üzerinde çalışmışlar ve sürecin sürekli olarak optimum performansta çalışmasını sağlamak için paralelleştirilmiş kontrol sistemlerinin kullanılabilirliğini görmüşlerdir (Ward et al. 2008). Christy ve ark. (2014), anaerobik çürütmenin detayları üzerinde çalışmışlar ve anaerobik teknolojinin çeşitli kısıtlamalarını ve biyogaz üretiminin artırılmasının farklı yöntemlerini araştırmışlardır. Sonuçlara göre bakterilerin ve enzimlerin anaerobik sindirimde çok önemli rol oynadıklarını ve etkili bir işlem için gerekli olduklarını görmüşlerdir (Christy et al. 2014). Jury ve ark. (2010), biyogaz üretiminin yaşam döngüsünü incelemiş ve doğal gazla karşılaştırmışlardır. İnsan sağlığı ve ekosistem açısından, enerji bitkilerinin mono fermantasyonundan elde edilen biyogazın doğal gazla rekabet edebildiğini görmüşlerdir (Jury et al. 2010). Divya ve ark. (2015), anaerobik çürütme ile biyogaz üretmişler ve özel çok kademeli çürütücülerin icadının, biyogazın dönüştürülmesinde faydalı olan pH, sıcaklık ve yükleme hızı gibi başlıca parametrelerin izlenmesini, örneklenmesini ve kontrolünü sağladığını belirtmişlerdir (Divya et al. 2015, Qian et al 2017).

Birçok ülke biyogaz kaynaklarından büyük ölçekte yararlanma programı başlatmıştır. Bu durum pek çok araştırma ve araştırmacının, hammadde türleri arama veya elektrik üretmek için kentsel ve endüstriyel atıklardan geri dönüşüm sürecini modelleme konusunda efor göstermesi gerektiğini ortaya koymuştur. Hosseini ve ark. (2016), gaz türbini çevriminde (GTC) atık ısıyla daha fazla güç elde etmek için GTC'ye bir Organik Rankin Çevrimi (ORC) entegre etmişlerdir. Yakıt olarak metan yerine biyogaz kullanmışlar ve 1.4 MW net güç için termal tasarım ve parametrik çalışmanın bir incelemesini yapmışlardır (Hosseini et al. 2016). Barzegaravval ve ark. (2018), biyogaz temelli bir GTC için ekserjik-ekonomik bir değerlendirme yapmışlardır. Yakıt bileşimi ve sistemin büyüklüğünün, ekserji ve ekonomi açısından kritik parametreler üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırılan durumlar için 0.05–0.18 \$/kWh net elektrik maliyeti hesaplamışlar ve metan içeriğini 0.95'ten 0.6'ya düşürerek sistemin toplam maliyetinde yaklaşık %1'lik bir artış gerçekleştiğini görmüşlerdir (Barzegaravval et al. 2018). Mehr ve ark. (2015), katı oksit yakıt pili'nin (SOFC) farklı konfigürasyonları için biyogaz kullanmışlar ve performanslarını termodinamik ve termoeconomik olarak karşılaştırmışlardır. Anot geri dönüşüm oranının artırılmasının veya katot geri dönüşüm oranının azaltılmasının sistemin birim ürün maliyetini artıracaklarını görmüşlerdir. Ayrıca anot ve katot geri dönüşümü ile biyogaz bazlı SOFC'nin termodinamik ve termoeconomik açısından doğal gaz bazlı olandan daha üstün olduğunu tespit etmişlerdir (Mehr et al. 2015). Wu ve Ma (2016), çöp gazı biyogaz yakıtlı bir motor tarafından tahrik edilen bir ısı pompası

sistemini modellemek için deneysel bir düzenek kurmuşlardır. Daha fazla ısı çıkışı ve atık ısı egzoz gazının %70-90'lık yüksek biyogaz motor hızı oranında üretildiğini ve bunun sırasıyla maksimum 4.2 COP (performans katsayısı) ve 1.4 PER (birincil enerji oranı) ile sonuçlandığını görmüşlerdir (Wu and Ma 2016, Gholizadeh et al. 2020). Ghaebi ve ark. (2019), modifiye edilmiş bir ORC ile entegre edilerek biyogaz buhar yapılandırması (BBY) sisteminin termodinamik değerlendirmesini ve optimizasyonunu gerçekleştirdiler. Hem çevresel hem de termodinamik açıdan üstün özellikleri nedeniyle OR600 için en uygun seçim olarak R600'ü önermişlerdir. Bu sayede 15.9 kW elektrik ve 0.02529 kg/s hidrojen üretirken, sırasıyla %45.63 ve %74.89 termal ve ekserji verimi elde etmişlerdir (Ghaebi et al. 2019). Rostamzadeh ve ark. (2018), temiz bir enerji kaynağı sağlamak için hibrit biyogaz-jeotermal ısı kaynağı kullanarak çok aşamalı bir sistemin kapsamlı bir termodinamik modellemesini gerçekleştirmiştir. Bu kapsamlı termodinamik modellemede sırasıyla %62.28 enerji ve %74.9 ekserji verimi elde etmişlerdir (Rostamzadeh et al. 2018, Gholizadeh et al. 2020). Leonzio (2018), biyogaz beslemeli inovatif bir CCHP (kombine soğutma, ısıtma ve güç) sistemi için ChemCad 6.3® yazılımı ile sistemin tasarımı ve simülasyonunu gerçekleştirmiştir. Tesis, 3280 kW biyogazın yanmasıyla 925 kW elektrik enerjisi, 2523 kW termal enerji ve 473 kW soğutma enerjisi üretmektedir. Ayrıca önerilen trijenerasyon sisteminin bir kojenerasyon sistemine kıyasla %28 daha fazla elektrik ve %40 daha düşük karbondioksit emisyonu ürettiğini görülmüştür (Leonzio 2018). Khaljani ve ark. (2015), bir CHP (birleşik ısı ve güç) döngüsünün enerjik, ekserjik ve ekonomik analizini yapmışlardır. Analizde, yanma odasının en büyük ekserji yıkımına sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca hava ön ısıtıcısı çıkış sıcaklığının artmasının, sistemin termodinamik ve termoeconomik tasarım parametreleri açısından performansını artıracağı tespit edilmiştir (Khaljani et al. 2015). Mudasar ve ark. (2017), farklı çalışma koşullarında yakıt olarak biyogaz yakılarak konutların ısı ve elektriğini sağlamak için bir ORÇ'yi kanalizasyon tesisine entegre etmişlerdir. Biyogaz bazlı enerji tesislerinin kırsal alanlara enerji tedarikinde etkili bir seçenek olduğunu görmüşlerdir (Mudasar et al. 2015, Gholizadeh et al. 2020). Abuşoğlu ve ark. (2013), GASKİ biyogaz beslemeli gaz motorlu kojenerasyon sisteminin termodinamik ve termoeconomik analizini gerçekleştirmişlerdir. Kojenerasyon sisteminin ekserji verimi %26.6 olarak belirlenmiş, kalan ekserjinin yıkıma uğradığı görülmüştür. Kojenerasyon sisteminde üretilen elektriğin ekserjiye bağlı maliyet oranı ve birim ekserji maliyeti sırasıyla 90 \$/saat (159.3 ₺/saat) ve 25 \$/GJ (44.25 ₺/GJ) olarak hesaplanmıştır (Abuşoğlu et al. 2013). Kâhya (2019), Kayseri ilinin biyokütle potansiyelini araştırmış ve bir pilot biyogaz tesisinin teknik ve ekonomik analizini yapmıştır. Kayseri ilinde bir yılda hayvansal, bitkisel ve kentsel atıklarından oluşan toplam 10 milyon ton biyokütlenin enerji potansiyelini 4 milyon ton eşdeğer petrol enerji olarak hesaplamıştır. Yıllık bazda yatırım maliyetinin 992 859 ₺, operasyon maliyetinin 240 000 ₺ ve gelirin 367 920 ₺ olduğu varsayıldığında tesisin 8 yılda yatırım maliyetini amorti edeceği görülmüştür (Kâhya 2019). Yinanç (2017), Kayseri kentsel katı atık düzenli depolama sahası biyogaz elektrik tesisinden elde edilen atık ısıdan dört farklı Organik Rankine Çevrimi (ORC) kullanarak elektrik üretmiştir. Her bir ORC sisteminde R245fa, R600, R123, R124 olmak üzere dört farklı çalışma akışkanı kullanılmış ve sistemin enerji ve ekserji analizleri yapılmıştır. En yüksek ısı verim ısı değiştiricili organik rankine çevriminde R600 akışkanının kullanımı ile %13.8 olarak elde edilmiştir. En yüksek ekserji verimi ise R600 akışkanı ile tüm çevrimlerde %55 seviyelerinde hesaplanmıştır (Yinanç 2017). Doseva ve Chakyrova (2015), Varna atık su arıtma tesisinin termodinamik ve termoeconomik analizini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, sistemin %75'inin termodinamik açıdan verimli olduğu görülmüştür. Turbo makine veya hidrolik ayırıcı bileşenlerde yapılacak büyük iyileştirmelere nazaran içten yanmalı motorlarda yapılacak olan iyileştirmelerin termodinamik performansta daha fazla bir artış sağlayacağını önermişlerdir (Doseva and Chakyrova 2015).

2. BİYOGAZ TESİSİ İÇİN HAMMADDE SINIFLANDIRMASI

Belirli bir hammadde ile potansiyel biyogaz verimi arasındaki korelasyonu anlamak için çeşitli faktörler dikkate alınmalıdır. Nem içeriği ve mevcut organik maddeler dahil olmak üzere hammaddelerin fizikokimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi, bunların karakterize edilmesi için gereklidir. Örneğin, toplam katı maddeler (%TK), bir numunede mevcut olan toplam katı madde miktarını belirtirken, uçucu katılar (%UK), biyogaz üretimi için mevcut toplam katı maddenin organik kısmını ifade eder (550 ° C'de aşırı kurutulmuş numunelerin gece boyunca yanması olarak tanımlanır). Taze madde miktarı ise kalite açısından önemlidir, çünkü bu miktar çürütücülere beslenen madde miktarını temsil eder. Her

değerin önemli sonuçları vardır ve belirli bir hammaddeyi karakterize etmek için gereklidirler. Metan enerji değer sistemi (MEDS) gibi sistemlerin ham protein, ham yağ, selüloz, yarıselüloz ve azot içeriği (Amon et al. 2007a, Amon et al. 2007b) gibi göstergelere dayanarak metan verimlerini tahmin ettiği de unutulmamalıdır. Benzer şekilde sıvı hammaddelerin değerlendirilmesinde daha temel hammadde sistemleri kullanılmaktadır. Ayrıca (C/N, C/P, N/P) gibi oranlar ve nadir bulunan elementler besin içeriğini ifade ederler. Bunlara ek olarak, ilave bileşim düşüncelerinin de ele alınması gerekmektedir. Örneğin, gübre ve sıvı atık sular gibi kolayca hidrolize edilebilir hammaddeler ve katı bitki biyokütlesi, biyogaz üretimi için gerekli olan mikrobiyal hidroliz'e önemli ölçüde daha dirençli olan lignoselülozlar içerirler. Başka bir deyişle, hem selüloz hem de lignin varlığından dolayı, sindirimleri önemli ölçüde sınırlıdır, çünkü selülozun kristal yapısı ve lignin varlığı yavaş hidrolize sebep olur. Ancak ön iyileştirme ile lignoselülozik biyogaz verimi artırılabilir. Yapılarına göre bir biyogaz tesisi için hammadde sınıflandırılması aşağıdaki gibidir (Tabatabaei and Ghanavati 2018):

- Lignoselülozik Olmayan Hammaddeler

Giderek artan insan sayısı şehirlerde üretilen atıkları etkilemektedir. Son yıllarda gıda üretim sistemleri, tarımsal üretim ile diğer ekonomik faaliyetler arasında artan bir entegrasyon geliştirmiştir. Bu da, büyük ölçekli, karmaşık tarımsal-endüstriyel zincirlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (FAO 2013). Büyük tarımsal-endüstriyel tesislerin kalıntıları, özel şirketler tarafından hayvan yemi, biyolojik bileşikler (proteinler, yağlar), biyo-bazlı ürünler ve besin maddeleri olarak hedeflenirken, atık sular ve yan ürünler biyogaz hammaddeleri olarak tedarik edilebilir. Biyogaz hammaddelerinin başlıca kaynakları, nişasta, protein, yağ, içecek, et ve tahılın da dahil olduğu ana gıda endüstrilerinin işleme birimlerinde bulunur. Bu nedenle bu endüstriler potansiyel olarak büyük enerji kaynakları olarak değerlendirilebilir. Patates nişastası, palm yağı veya kahve gibi kaynaklardan gelen sıvı atıkların yanı sıra gübre ve kentsel katı atıklar (KKA) gibi kentsel ve tarımsal-endüstriyel kalıntılar hammadde olarak kullanılabilir. Kuru madde miktarı son derece düşük olan atık sular için TK'yi dikkate almanın önemli olduğuna dikkat edilmelidir. Gıda işleme atıkları, her ton çığ gıda için 250-800 kg aralığında değişmekte, ancak bileşimde büyük değişiklikler göstermektedir. Biyolojik olarak parçalanabilen kentsel atıklar yılda kişi başına 70 kg kadar yüksek olabilir. Organik atık veya "biyo atık" olarak tanımlanan KKA'nın organik kısmı, biyolojik olarak parçalanabilir. Biyogaz üretiminde kullanmak için yüksek potansiyele sahip bu değerli hammaddeyi değerlendirme çalışmaları giderek artmaktadır. Hayvancılık, özellikle yoğun üretim sistemlerinde başka bir hammadde kaynağı sağlar. Gübreler, sıvı (kuru maddesi çok az olan "sulu çamur") veya katı (saman veya yataklama maddesi) olabilmektedir. Hayvan dışkısı, tavuk dışkısı haricinde katılarda (< %25) genellikle düşüktür. Bir çiftlik için her yıl genellikle 100 tonun altındadır, ancak büyük ölçekli çiftliklerde daha yüksek olabilir (Tabatabaei and Ghanavati 2018).

- Lignoselülozik Hammaddeler

Lignoselülozik hammaddeler, çoğunlukla şekerlerden (pentozlar ve heksozlar) (%60-75) oluşan çok çeşitli materyalleri içerir; geri kalan (%25) lignin ve protein ile lipitlerin küçük bir kısmıdır. Önemli olarak, bu şekerler ister selüloz ister yarı selüloz olsun polisakaritler olarak bulunurlar. Selüloz kristal glikozdan oluşur ve bu nedenle enzimatik hidrolize karşı isteksizdir. Ayrıca su içermez ve temel yapısal destek sağlar. Yarı selüloz, selüloz liflerini bir arada tutan, tutkal görevi gören ksiloz ve arabinoz gibi pentoz şekerlerin dallanmış polimerlerinden oluşur. Ayrıca, lignin mikrobiyal parçalanmaya karşı koyan kompleks aromatik polimerlerden oluşur. Lignoselülozik kalıntılar veya yüksek lignin içeriğine sahip bitki biyokütlesi, çoğunluğu tarımsal veya tarımsal sanayi olan çeşitli kaynaklardan gelir. Örneğin, muz ve palmye yağı tarımı, hasattan sonra (yani muz ağaçları, çiçekler, yapraklar) büyük miktarda tarla kalıntıları üretirken, şeker ve palm yağı arıtımı gibi işleme faaliyetleri büyük miktarlarda lifli lignoselülozik biyokütle üretir. Diğer lignoselülozik hammaddeler arasında ormancılık artıkları, kahve küspesi ve mısır samanı gibi tarla atıkları bulunmaktadır.

Yukarıda belirtildiği gibi muz, şeker kamışı ve palmye yağı gibi birkaç tropikal tarımsal ürün, doğada önemli lignoselülozik kalıntılar bırakır. Örneğin, şeker kamışı tarlası ekimi önemli miktarda yaprak üretir. Hasat edilen bir ton gıda başına 150-500 kg arasında kalıntı bırakır. İstisnai olarak saman/koçan (yüksek kullanılabilirlik) ve bazı küçük kalıntılarda bulunmaktadır. Çoğunlukla, lignoselülozik malzemelerdeki TK içeriği orta (mısır, çim) ile yüksek (saman, kabuklar, pres küspesi, şeker kamışı küspesi) seviyelerde değişir. Kalıntıların çoğu selüloz ve bazen yarıselüloz bakımından zengindir (birlikte kuru maddenin %40-60'ını oluşturur). Orman kalıntıları ve palm çekirdeği kabukları lignin bakımından zengindir, bu da parçalanabilirliklerini kısıtlar.

Bu hammaddeler, enerji içerikleri açısından elverişli kaynaklar olarak görülse de, karmaşık yapıları (yani, kristalli selüloz, lignin ve ilişkili yarıselülozun iç içe geçmiş ağı), mikrobiyal kullanım için gerekli olan şekerlere hidrolize karşı oldukça dirençlidir. Tipik anaerobik çürütücüler, bu malzemeleri hidrolize edebilen mikroorganizmaları içerir, ancak sonuç olarak sindirim oranı azalır, bu da daha uzun tutma süreleri ve daha büyük çürütücü hacimleri gerektirir. Uzun tutma sürelerini kısaltmak için bazı ön-iyileştirme teknikleri uygulanabilir. Bu teknikler mekanik (örneğin öğütme), kimyasal (örneğin asit veya alkali iyileştirme) veya doğada ki termal yöntemlerdir (buhar patlaması). Her ne kadar bu teknikler biyogaz üretimini artırsa da yüksek enerji maliyeti, furfural ya da hidroksimetilfurfural (HMF) gibi inhibitör alt ürünlerin üretilmesi gibi dezavantajlara sahiptir (Tabatabaei and Ghanavati 2018).

- Eşçürütme Hammaddeler

Eşçürütme, farklı hammaddelerden oluşan bir karışım, örneğin gübre ve bitki biyokütlesinin aynı anda çürütülmesidir. Geçmişte, anaerobik çürütme çoğunlukla tek substrat/tek ürün işlemi olarak gerçekleştirilmekteydi, ancak son zamanlarda eşçürütme, birçok ülkede tarımsal biyogaz üretiminde standart bir teknoloji haline geldi (Tabatabaei and Ghanavati 2018).

Hayvan gübresini arıtmak için dört tip anaerobik çürütücü kullanılabilir (Mathias 2014):

- Sürekli Akışlı Karıştırmalı Tepkime Kazanı (SAKTK);
- Yukarı Yatay Akışlı Anaerobik Çamur Yataklı Reaktörler (YYAAÇYR);
- Yukarı Akış Anaerobik Filtre Çürütücüler (YAAFÇ),
- Bölmeli Çürütücüler.

Tipik olarak çürütücü tipi, kullanılan ana hammaddenin, özellikle TS'nin özelliklerine bağlı olarak seçilmelidir. Yüksek TK konsantrasyonları ve sulu çamur içeren hammaddeler çoğunlukla SAKTK'lerde işlem görür; çözünür organik atıklar ise çoğunlukla anaerobik filtrelerde (YAAFÇ), akışkan yataklı reaktörlerde ve yukarı akışlı anaerobik çamur yataklı reaktörlerinde (YYAAÇYR) çürütülür (Mathias 2014). Eşçürütme genellikle ıslak tek aşamalı işlemlerde (örneğin SAKTK) gerçekleştirilir. Substratlar kuru katı içeriği %8-15 olana kadar seyreltilir. Islak sistemler özellikle katı kısım ayrılmadan tarlalarda çürütme uygulandığı zaman daha faydalıdır (FNR 2010). Ürünlerin sindirimi genellikle aylarca sürebilen uzun hidrolik tutma süreleri gerektirir ve hem mezofilik hem de termofilik sıcaklıklar uygulanabilir. Eşçürütmenin avantajları arasında gelişmiş biyogaz verimi ve sera gazı azaltımı, homojenizasyon, yüksek proses stabilitesi, koku azaltma, yüksek besin geri dönüşümü (azot, fosfor), çok sayıda farklı ve dönüştürülebilir substrat, çiftlik hayvanı üretim tesislerinde atıksu arıtımına entegrasyon olasılığı, sezon boyunca istikrarlı biyogaz üretimi ve atık arıtımından gelen potansiyel gelirlerin artması yer almaktadır (Langeveld et al. 2016, Tabatabaei and Ghanavati 2018).

3. TEMEL BİYOGAZ TESİSİ ÇEŞİTLERİ ve SİSTEM TANIMI

Biyogaz üretimi temel olarak organik maddelerin ayrıştırılmasından meydana geldiğinden biyogaz üretiminde kullanılan temel maddeler havyansal gübreler ve bitkisel atıklardır. Özellikle havyansal

gübreler, fermantasyon sonucu daha faydalı hale geldiğinden dünyada biyogaz üretiminde temel materyal olarak kullanılmaktadır. Bunların içerisinde tavuk gübresi, toprakta tuzluluğa sebep olmaktadır. Verim artırmak amacıyla da kullanılmadığından bu gübrenin biyogaz üretiminde kullanılması oldukça yararlıdır. Aşağıdaki tabloda farklı biyogaz kaynaklarına ait biyogaz verimi ve metan oranı verilmiştir (ALTACAENERJİ 2015, YEGM 2019).

Tablo 1. Çeşitli kaynaklardan elde edilebilecek biyogaz verimleri ve biyogazdaki metan miktarları (YEGM 2019).

<i>Kaynak</i>	<i>Biyogaz Verimi (litre/kg)</i>	<i>Metan Oranı (Hacim %'si)</i>
<i>Sığır Gübresi</i>	90-310	65
<i>Kanatlı Gübresi</i>	310-620	60
<i>Domuz Gübresi</i>	340-550	65-70
<i>Buğday Samanı</i>	200-300	50-60
<i>Çavdar Samanı</i>	200-300	59
<i>Arpa Samanı</i>	290-310	59
<i>Mısır Sapları ve Artıkları</i>	380-460	59
<i>Keten & Kenevir</i>	360	59
<i>Çimen</i>	280-550	70
<i>Sebze Artıkları</i>	330-360	<i>Değişken</i>
<i>Ziraat Artıkları</i>	310-430	60-70
<i>Yerfıstığı Kabuğu</i>	365	-
<i>Dökülmüş Ağaç Yaprakları</i>	210-290	58
<i>Algler</i>	420-500	63
<i>Atık Su Çamuru</i>	310-800	65-80

Günümüzde biyogaz üretimi, biyogaz tesisinin kurulu gücüne bağlı olarak, tek bir evin ısıtma ve mutfak giderlerini karşılamaktan, jeneratörlerle elektrik üretimine kadar yapılmaktadır. 2019 itibariyle Türkiye'de 85 tane biyogaz tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerin içerisinde en büyük kurulum gücüne sahip olan İstanbul'da bulunan Odayeri Çöp Gazı Santrali'dir ve kapasitesi 34 MW'tır. En küçük kurulum gücüne sahip olan ise Bursa'da bulunan Cargill Tarım Bursa Bioenerji Santrali'dir ve kapasitesi 0.12 MW'tır (ENERJİEKONOMİSİ 2019, ENERJİATLASI 2020). Dünyada faaliyet gösteren en büyük biyogaz tesislerinden bazıları aşağıda verilmiştir. Meksiko atık enerji santrali, 2017'de kurulumuna başlanan ve 2020'de operasyonlara başlaması beklenen bir santraldir. Meksiko metrosu tarafından doğrudan kullanılmak üzere yılda 965 000 MWh elektrik üretmesi ve 1.6 milyar \$'a mâl olması hedeflenmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Kuzey Carolina'da bulunan Carbon Cycle Energy (C2E) biyogaz santrali, 2017'de inşa edilmiş ve yılda 290 GW saat elektrik üretmektedir. 100 milyon \$ değerindeki santral, yılda 750 000 tondan fazla organik atık ve 32 000 eve enerji sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. 2018'de Danimarka'da faaliyete geçen Nature Energy Korsbro biyogaz santrali, Danimarka gaz şebekesine yılda 41 milyon Nm³ biyometan (45.4 MW'ye eşit) üretmektedir. Hammade olarak gübre, bitki kalıntıları ve organik yan ürünleri kullanmaktadır. İsveç Jordberga bölgesinde Swedish Biogas International biyogaz santrali, İsveç'in en büyük biyogaz santralidir ve yılda 110 000 ton yeşil atık işlemektedir. 2015 yılında faaliyete geçen tesise 23 milyon \$ yatırım yapılmıştır. Tesis, yılda 110 GWh elektrik üretmekte ve karbondioksit emisyonlarını 30 000 ton azalmaktadır. 2016 yılında İngiltere Manchester bölgesinde Dong Energy'nin bir yan kuruluşu olan RENescience Northwich için 6 MW'lık bir biyogaz santrali kurulmuştur. Santral, yaklaşık 110 000 evden yılda 120 000 tona kadar atık işlemektedir. 2013 yılında operasyonlarına başlayan Hollanda merkezli Nijhuis Industries biyogaz tesisi tavuk gübrelerini çürütmekte ve ısıtma/soğutma ve enerji sağlamaktadır. 15 000 daireye elektrik ve 1 500 daireye ısı sağlayarak yılda toplam 5 MW saat enerji üretmektedir. Avrupa'nın tavuk gübresi ve mezbahe atıklarını işleyen en büyük biyogaz tesislerinden biridir. 2017'da İspanya'da Biogasur Generación tarafından geliştirilen santral, Merkezi Lechera Asturiana'da biyogaz ve katı-sıvı gübreler üretmek için yılda 400.000 ton gübre işlemek üzere tasarlanmıştır. Santralin kurulu gücü 4.5 MW'tır (NSENERGYBUSINESS 2017).

Biyogaz tesisleri planlanan amaca göre farklı teknolojiler kullanılarak inşa edilmektedir. Biyogaz tesislerinin kapasite olarak sınıflandırılması aşağıdaki gibidir:

- Aile tipi tesisler: 6 - 12 m³ kapasiteli
- Çiftlik tipi tesisler: 50 - 100 - 150 m³ kapasiteli
- Köy tipi tesisler: 100 - 200 m³ kapasiteli
- Sanayi ölçekli tesisler: 1000 – 10 000 m³ kapasiteli (ALTACAENERJİ 2015).

Biyogaz tesisinin ana bileşenleri şu şekildedir: Atık hazırlama sistemi, organik madde/atıkların fermantörlere gönderilmeden önce istenen boyutlara getirilmesini sağlayan elemandır. Bu üniteler ile aynı zamanda günlük beslenecek hammadde istenen zaman ve miktarlarda fermantörlere beslenebilmektedir. Endüstriyel biyogaz tesisinde kullanılan örnek bir atık hazırlama sistemi aşağıdaki verilmiştir (ALTACAENERJİ 2015).

- Fermantörler

Sanayi tipi biyogaz tesislerinde, tesis kapasitesi ve hidrolik bekleme süresine bağlı olarak fermantörlerin büyüklükleri ve sayıları değişmektedir. Fermantörler beton veya çelikten inşa edilebilmektedir. Gaz deposu görevi genellikle, fermantör üzerine yerleştirilen elastik özelliğe sahip gaz örtüsü ile sağlanır. Fermantör içerisindeki materyalin iyi bir şekilde fermante olabilmesi için fermantör içerisine karıştırıcılar yerleştirilir. Ayrıca, fermantör iç sıcaklığını istenilen değer aralığında tutmak için fermantör içerisine ısıtıcılar yerleştirilmekte ve fermantör izolasyon malzemesi ile kaplanmaktadır (ALTACAENERJİ 2015).

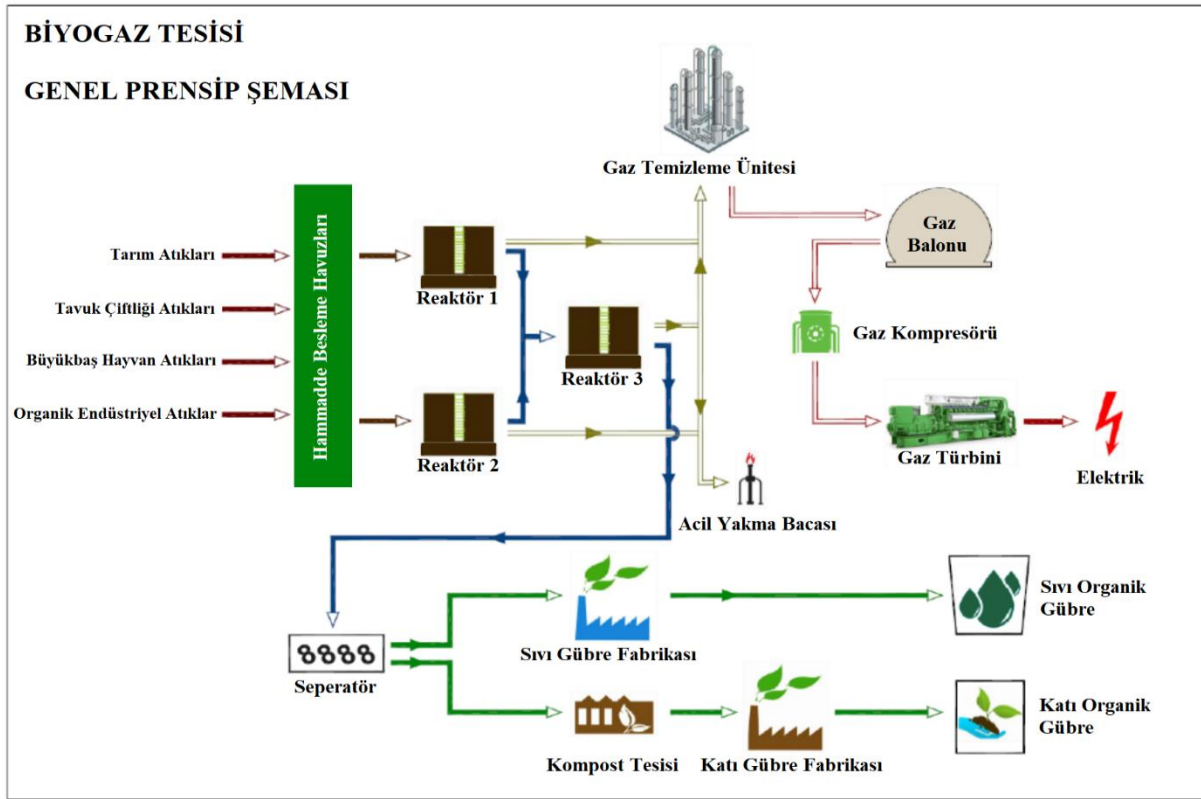
- Kojenerasyon Ünitesi

Kojenerasyon ünitesi, üretilen biyogazın elektriğe ve ısıya dönüştürüldüğü kısımdır. Fermantörden alınan biyogazın içeriğinde %50-60 CH₄, %30-40 CO₂, 500-2500 ppm H₂S, çok az miktarda diğer gazlar ve nem bulunur. Biyogazın içeriğindeki H₂S, nem ile birleşerek gaz motoru, boru hatları vb. mekanik parçalarda korozyona neden olmaktadır. Bu yüzden biyogazın gaz motorunda kullanılmadan önce içeriğindeki H₂S ve nemin ayrıştırılması gerekmektedir. H₂S ve nemi ayrıştırılan biyogaz, gaz motorlarında kullanılarak ısı ve elektrik elde edilir. Üretilen ısının bir kısmı fermantör içerisindeki materyallerin ısıtılmasında, geriye kalan kısmı ise konut vb. yerlerin ısıtılmasında kullanılabilir. Üretilen elektriğin büyük bir kısmı elektrik şebekelerine verilerken bir kısmı da tesisteki ekipmanların çalıştırılmasında değerlendirilmektedir (ALTACAENERJİ 2015).

- Organik Gübre Fabrikası

Hammaddeler fermantörlerde hidrolik bekleme süresi kadar bekleyip, fermante olmuş nihai ürün pompalar vasıtasıyla seperatöre gönderilir. Burada seperatör, nihai ürünü %25-30 katılığa çıkararak katı organik gübre fabrikasına, geriye kalan sıvı kısmı (%3-6 katılık) ise sıvı gübre fabrikasına gönderir (ALTACAENERJİ 2015).

Bu bağlamda aşağıda biyogaz tesisinin genel çalışma prensibi şema halinde verilmiştir.



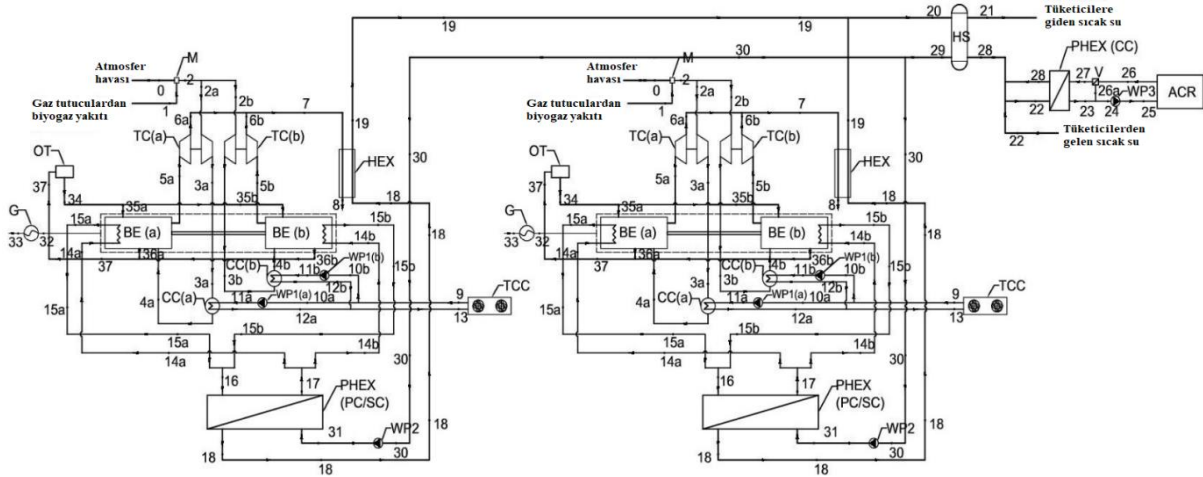
Şekil 1. Biyogaz tesisi genel çalışma prensibi (ALTACAENERJİ 2015).

4. KOJENERASYON BİYOĞAZ TESİSİNİN TERMODİNAMİK MODELİ

Literatürde kojenerasyon biyogaz tesisleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Aşağıda Doseva ve Chakyrova (2015) tarafından yapılan bir kojenerasyon atık su tesisinin enerji ve ekserji analizi hakkında detaylı bilgi verilmektedir. Tesis, Bulgaristan/Varna bölgesinde kuruludur ve katı madde stabilizasyon ürünü olan metan gazı üretmektedir. İçten yanmalı motorlar temelli kojenerasyon sisteminin termodinamik verim değerlendirmesi için bir metodoloji sunmuşlardır. Metodoloji şunları içermektedir (Doseva and Chakyrova 2015):

- i- Kojenerasyon sistemi bileşenlerinin enerji ve ekserji dengesi denklemlerinin formüle edilmesi;
- ii- Aşağıdaki enerji ve ekserji performans değerlendirme parametrelerinin belirlenmesi: sistem verimi, yakıt enerji/ekserji tasarruf oranı, güç/ısı oranı ve;
- iii- Bileşen seviyesinde ayrıntılı değerlendirme.

Tesis, biyogaz yakan Cento T300 SP BIO+ZP model içten yanmalı motorlarla çalışan iki adet birleşik ısı-güç modülünden oluşmaktadır. Atık sudan sıcak su ve elektrik üretmektedir. Elektrik, biyogaz motorlu iki jeneratör seti tarafından üretilmektedir. Biyogaz motor jeneratör setlerinin her biri, çıkışın %100'ünde 320 kW elektrik üretmektedir. Tesisin ısı eşanjöründe (HEX), suyu ısıtmak için yüksek sıcaklıkta egzoz gazı enerjisi kullanılır. Üretilen sıcak suyun akış hızı 7.6 kg/s ve maksimum ısı oranı 2 x 322 kW'tır. Şekil 2'de kojenerasyon tesisinin akış diyagramı verilmiştir (Doseva and Chakyrova 2015).



M – karıştırıcı; TC(a), TC(b) – turbolar; BE(a), BE(b) – içten yanmalı motorlar; CC(a), CC(b) – ara soğutucular; WP1(a), WP1(b) – teknolojik devre su pompaları; TCC – teknolojik devre soğutucu; PHEX (PC/SC) – sekonder devreden plakalı ısı değiştiricisi; WP2 – ikincil devre su pompası; HEX – ısı değiştiricisi; G – jeneratör, OT – benzin deposu; HS – hidrolik ayırıcı

Şekil 2. Analiz edilen kojenerasyon sisteminin şematik gösterimi (Doseva and Chakyrova 2015).

Çalışmada yapılan kabuller aşağıdaki gibidir:

- (i) Kojenerasyon sistemi kararlı halde çalışmaktadır;
- (ii) Hava, biyogaz, hava yakıtı, karışım ve yanma gazlarına ideal gaz modeli uygulanmıştır. Antifriz, yağlama yağı ve su sıkıştırılmaz sıvılar olarak kabul edilmiştir;
- (iii) Enerji ve ekserjinin kinetik ve potansiyel değişiklikleri göz ardı edilebilir;
- (iv) Mikser, kompresör, türbin, su pompaları ve hidrolik ayırıcı adyabatik sistemler olarak kabul edilir;
- (v) Kojenerasyon sisteminin çeşitli ünitelerini bağlayan boru hatları için ısı kaybı oranı ve basınç düşüşü ihmal edilebilir;
- (vi) Hidrolik ayırıcı (HS) ve yağ devresi için basınç düşüşü ihmal edilebilir;
- (vii) Hava referans sıcaklığı, basıncı ve bağıl nemi 288.15 K, 1.013 bar ve %60'tır;
- (viii) Hava bileşimi: %77.48 N₂, %20.59 O₂, %0.03 CO₂, %1.18 H₂O (g) (Bejan and Tsatsaronis 1996);
- (ix) Enerjik ve ekserjik analizler biyogazın alt ısı değer (AID) esasına göre yapılır. Varna Atıksu Arıtma Tesisi biyoyakıtında elde edilen bileşim ve alt ısı değer, Tablo 2'de verilmiştir.
- (x) Kojenerasyon sisteminin iki kısmı (Şekil 2'de "a" ve "b" sembolü ile belirtilmektedir) ve iki CHP (Birleşik ısı-güç sistemi) modülü benzer şekilde çalışmaktadır (Doseva and Chakyrova 2015).

Tablo 2. Biyogaz bileşimi ve alt ısı değer (Doseva and Chakyrova 2015).

Bileşen	Hacim (%)	Kütle (%)	Alt Isıl Değer (kJ/kg)
CH ₄	65	40.4	50050
CO ₂	35	59.6	-
Toplam	100	100	20204.8

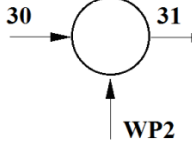

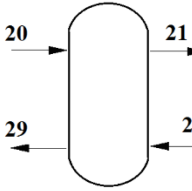
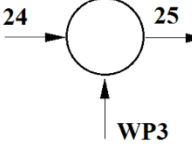
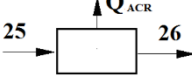

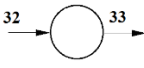
Kojenerasyon sistemi, Tablo 3'te şematik olarak gösterildiği gibi alt sistemlere (kontrol hacimlerine) ayrılmıştır. Bu kontrol hacimlerinin enerjik ve ekserjik ilişkileri de bu tabloda sunulmaktadır. Bu denge denklemleri, kararlı durumdaki kontrol hacmi için enerji ve ekserji oranı dengeleri temelinde formüle edilmiştir (Moran and Shapiro 2006, Doseva and Chakyrova 2015):

$$\dot{Q}_{in} + \dot{W}_{in} + \sum_{in} \dot{m}_{in} e_{in} = \dot{Q}_{out} + \dot{W}_{out} + \sum_{out} \dot{m}_{out} e_{out} \quad (1)$$

$$\sum_k \left(1 - \frac{T_0}{T_k}\right) \cdot \dot{Q}_k - \dot{W}_k + \sum_{in} \dot{m}_{in} e_{in} - \sum_{out} \dot{m}_{out} e_{out} - \dot{E}_{XD} = 0 \quad (2)$$

Tablo 3. Kojenerasyon sistemi bileşenleri için enerji ve ekserji dengesi denklemleri (Doseva and Chakyrova 2015).

Nu mar a	Bileşen	Kontrol Hacmi	Enerji ve ekserji dengesi denklemleri
1	Biyogaz motoru		$\dot{m}_{f,AID} = \dot{m}_{cg,5a(b)}(h_{5a(b)} - h_{4a(b)}) + W_{BEa(b)} + \dot{m}_{ant,PC,14a(b)}(h_{14a(b)} - h_{15a(b)}) + Q_{loss,BEa(b)} + \dot{m}_{oil,35a(b)}(h_{35a(b)} - h_{26a(b)})$ $\dot{m}_{oil,35a(b)}(e_{35a(b)} - e_{26a(b)}) - W_{BEa(b)} + \dot{m}_{af,4a(b)}(e_{4a(b)} - e_{5a(b)})$ $\left(1 - \frac{T_0}{T_{b,BEa,b}}\right) \cdot \dot{Q}_{loss,BEa(b)} + \dot{m}_{ant,PC,14a(b)}(e_{14a(b)} - e_{15a(b)}) = \dot{E}_{XD,BI}$
2	Karıştırıcı		$\dot{m}_{a,0}h_0 + \dot{m}_{f,1}h_1 = \dot{m}_{af,2}h_2$ $(\dot{m}_{a,0}e_0 + \dot{m}_{f,1}e_1) - \dot{m}_{af,2}e_2 = \dot{E}_{XD,M}$
3	Benzin deposu		$\dot{m}_{oil}(h_{37} - h_{35}) = \dot{Q}_{loss,OT}$ $\dot{m}_{oil,37}(e_{37} - e_{25}) + \left(1 - \frac{T_0}{T_{b,OT}}\right) \cdot \dot{Q}_{loss,OT} = \dot{E}_{XD,OT}$
4	Turbolar		$\dot{m}_{af,2a(b)}(h_{3a(b)} - h_{2a(b)}) = W_{CMa(b)}$ $\dot{m}_{cg,6a(b)}(h_{5a(b)} - h_{6a(b)}) = W_{TBA(b)}$ $\dot{m}_{af,2a(b)}e_{2a(b)} - \dot{m}_{af,3a(b)}e_{3a(b)} - W_{Ma(b)} = \dot{E}_{XD,CMa(b)}$ $\dot{m}_{cg,5a(b)}e_{5a(b)} - \dot{m}_{cg,6a(b)}e_{6a(b)} - W_{TBA(b)} = \dot{E}_{XD,TBA(b)}$
5	Teknolojik k devre soğutucu		$\dot{m}_{ant,TC,13}(h_{13} - h_{19}) = \dot{Q}_{loss,TCC}$ $\dot{m}_{ant,TC,13}e_{13} - \dot{m}_{ant,TC,9}e_9 + \left(1 - \frac{T_0}{T_{b,TCC}}\right) \cdot \dot{Q}_{loss,TCC} = \dot{E}_{XD,TCC}$
6	Teknolojik devre su pompaları		$W_{WP1a(b)} + \dot{m}_{ant,10a,b}(h_{11a(b)} - h_{10a(b)}) = 0$ $\dot{m}_{ant,TC,10a(b)}(e_{10a(b)} - e_{11a(b)}) - W_{WP1a(b)} = \dot{E}_{XD,WP1}$
7	Ara soğutucu		$\dot{m}_{af,3a(b)}(h_{3a(b)} - h_{4a(b)}) - \dot{m}_{ant,TC,11a(b)}(h_{12a(b)} - h_{11a(b)}) = \dot{Q}_{loss,CC}$ $(\dot{m}_{af,3a(b)}e_{3a(b)} + \dot{m}_{ant,TC,11a(b)}e_{11a(b)}) + \left(1 - \frac{T_0}{T_{b,TCC}}\right) \dot{Q}_{loss,TCC} - (\dot{m}_{af,4a(b)}e_{4a(b)} + \dot{m}_{ant,TC,12a(b)}e_{12a(b)}) = \dot{E}$
8	Isı değiştirici		$\dot{m}_{w,SC,19}(h_{19} - h_{18}) + \dot{m}_{cg,7}(h_7 - h_8) = \dot{Q}_{loss,HEX}$ $(\dot{m}_{w,SC,19}e_{19} + \dot{m}_{cg,7}e_7) - (\dot{m}_{cg,8}e_8 + \dot{m}_{w,SC,18}e_{18}) + \left(1 - \frac{T_0}{T_{b,HEX}}\right) \dot{Q}_{loss,HEX} = \dot{E}_{XD}$

9	<i>İkincil devre su pompası</i>		$W_{WP2} + \dot{m}_{w,SC,29}(h_{31} - h_{30}) = 0$ $\dot{m}_{w,SC,30}\epsilon_{30} - \dot{m}_{w,SC,31}\epsilon_{31} - W_{WP2} = \dot{E}_{XD,WP2}$
10	<i>Sekonder devreden plakalı ısı değiştirici isi</i>		$\dot{m}_{ant,PC}h_{16} + \dot{m}_{w,SC}h_{31} = \dot{m}_{ant,PC}h_{17} + \dot{m}_{w,SC}h_{18} + \dot{Q}_{loss,PHEX(PC)}$ $(\dot{m}_{ant,PC,16}\epsilon_{16} + \dot{m}_{w,SC,17}\epsilon_{17}) - (\dot{m}_{ant,PC,17}\epsilon_{17} + \dot{m}_{w,SC,18}\epsilon_{18}) + \left(1 - \frac{T_0}{T_{b,PHEX(PC)}}\right) \cdot \dot{Q}_{loss,PHEX(PC)} = \dot{E}_{XD,PH}$
11	<i>Hidrolik ayırıcı</i>		$\dot{m}_{w,20}h_{20} + \dot{m}_{w,28}h_{28} = \dot{m}_{w,21}h_{21} + \dot{m}_{w,29}h_{29}$ $\dot{m}_{w,20}(\epsilon_{20} - \epsilon_{29}) + \dot{m}_{w,21}(\epsilon_{28} - \epsilon_{21}) = \dot{E}_{XD,HS}$
12	<i>Soğutma devresi su pompası</i>		$W_{WP3} + \dot{m}_{ant,25}(h_{25} - h_{24}) = 0$ $\dot{m}_{ant,24}\epsilon_{24} - \dot{m}_{ant,25}\epsilon_{25} - W_{WP3} = \dot{E}_{XD,WP3}$
13	<i>Hava soğutma radyatörü</i>		$\dot{m}_{ant,CC,25}(h_{25} - h_{26}) = \dot{Q}_{ACR}$ $\dot{m}_{ant,25}\epsilon_{25} - \dot{m}_{ant,26}\epsilon_{26} + \left(1 - \frac{T_0}{T_{b,ACR}}\right) \cdot \dot{Q}_{loss,ACR} = \dot{E}_{XD,ACR}$
14	<i>Soğutma devresindeki plakalı ısı değiştiricisi</i>		$\dot{m}_{w,CC}(h_{22} - h_{28}) + \dot{m}_{ant,27}(h_{27} - h_{23}) = \dot{Q}_{loss,PHEX(CC)}$ $(\dot{m}_{ant,CC,27}\epsilon_{27} + \dot{m}_{w,CC,22}\epsilon_{22}) - (\dot{m}_{ant,CC,23}\epsilon_{23} + \dot{m}_{w,CC,28}\epsilon_{28}) + \left(1 - \frac{T_0}{T_{b,PHEX(CC)}}\right) \cdot \dot{Q}_{loss,PHEX(CC)} = \dot{E}_{XD,PHEX(CC)}$
15	<i>Jeneratör</i>		$W_{32} = W_{33} + W_{loss,G}$ $\dot{E}_{x,32} - \dot{E}_{x,33} = \dot{E}_{XD,G}$

Kojenerasyon sisteminin enerji verimi, sistem ürünlerinin elektrik ve ısı enerjisinin toplam yakıt enerjisi girişine oranı olarak tanımlanabilir. Böylece, kojenerasyon sistemi termodinamiğin birinci yasasına göre değerlendirilebilir. Enerji verimi aşağıdaki denklemlerden elde edilir (Gohstain and Werhivker 1985, EDUCOGEN 2001):

$$\eta_{cogen} = \frac{W_{el} + \dot{E}_Q}{E_f} \quad (3)$$

Sistemin ekserji verimi benzer şekilde tanımlanabilir:

$$\eta_{EX,cogen} = \frac{W_{el} + \dot{E}_{xQ}}{\dot{E}_{x,f}} \quad (4)$$

k. sistem bileşeninin ekserji verimi aşağıdaki denklem ile hesaplanır (EDUCOGEN 2001):

$$\eta_{EX,k} = \frac{E_{xp,k}}{E_{xf,k}} \quad (5)$$

Ek olarak, kojenerasyon sisteminin termodinamik performansının değerlendirilmesinde aşağıdaki termodinamik performans değerlendirme parametreleri kullanılmıştır:

Güç/ısı oranı (GIO) (EDUCOGEN 2001, Ballı et al. 2010a):

$$GIO = \frac{W_{el}}{E_Q} \quad (6)$$

W ve Q'nun, ayrı ayrı elektrik ve ısı üretiminde enerji verimini belirtmesi kaydıyla yakıt enerji tasarrufu oranı (YETO) (EDUCOGEN 2001, Ballı et al. 2010a):

$$YETO = 1 - \frac{1+GIO}{\eta_{cogen} \cdot \left(\frac{GIO+1}{\eta_W} + \frac{1}{\eta_Q} \right)} \quad (7)$$

olur. Ekserji yıkım oranı, k. sistem bileşenindeki ekserji yıkımının toplam yakıt ekserji girdisine oranı olarak tanımlanır (Ballı et al. 2010a):

$$\eta_D = \frac{E_{xD,k}}{E_{xF,tot}} \quad (8)$$

Bağıl tersinmezlik, k. sistem bileşenindeki ekserji yıkımının, sistemin toplam ekserji yıkımına oranı olarak ifade edilir. Böylece, en yüksek tersinmezliğe sahip sistem bileşeni kurulabilir (Ballı et al. 2010a):

$$\beta_k = \frac{E_{xD,k}}{E_{xD,cogen}} \quad (9)$$

Sistem bileşenlerinin termodinamik davranışının anlaşılmasını sağlayan verim eksikliği oranı, k. bileşenin ekserji tüketiminin faydalı ürünlerin ekserjisine oranından hesaplanabilir (Doseva and Chakyrova 2015):

$$X_k = \frac{E_{xD,k}}{E_{xUP,k}} \quad (10)$$

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMALAR

Sistem termodinamik analizinden elde edilen sonuçlar (tablo 4), enerji ve ekserji verimlerini sırasıyla %53.347 ve %34.636 olarak göstermektedir. Bu çalışmadan elde edilen ekserji verimi sonuçları, kojenerasyon sistemleri dizel motoru ile çalıştırılan diğer çalışmalarla (Abuşoğlu ve Kanoğlu (2009) Yıldırım ve Güngör (2012)) karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalarda tesise giren ekserjinin yaklaşık %40'ı CHP sistemlerinde ürünün ekserjisine dönüşmektedir (Abuşoğlu ve Kanoğlu 2009, Yıldırım ve Güngör 2012). Ballı ve Aras (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ise ekserji verimi %36.13 olarak hesaplanmıştır (Ballı ve Aras 2010b). Dolayısıyla, kojenerasyon sisteminin verimi motorun çevrimi, yakıt tipi, elektrik enerjisi üretim oranı gibi farklılıklardan dolayı kabul edilebilir seviyede diğerlerinden düşüktür (Doseva and Chakyrova 2015).

Tablo 4. Tüm kojenerasyon sisteminin enerjik ve ekserjik performans değerlendirme parametreleri (Doseva and Chakyrova 2015).

<i>Enerjik Performans Değerlendirme Parametreleri</i>			<i>Ekserjik Performans Değerlendirme Parametreleri</i>		
<i>Data</i>	<i>Birim</i>	<i>Değer</i>	<i>Data</i>	<i>Birim</i>	<i>Değer</i>
$\eta_{kojenere}$	%	53.347	$\eta_{Eks.kojenere}$	%	34.636
η_{YETO}	%	50.00	$\eta_{Eks.YETO}$	%	50.00
<i>GIO</i>	-	1.714	<i>GIO_{Eks}</i>	-	11.735

Bu çalışmada değerlendirilen bir diğer parametrede güç-ısı oranıdır (GIO). Üretilen iş ile üretilen ısının ekserjilerinin oranı ile, enerji bazında belirlenen güç/ısı değerinin arasında önemli bir fark vardır. Bu sonuçlar, ekserjik performans parametrelerinden elde edilen bulguların sağlaması olarak düşünülebilir, yani bir formdan diğerine enerji dönüşümünü niteliksel ve niceliksel olarak değerlendirir. Bir kojenerasyon sisteminin GIO değeri 0'dan büyük ise CHP tesisi enerji tasarrufu açısından mantıklı bir seçimdir (Doseva and Chakyrova 2015).

Termodinamik analiz sonuçlarına göre sistemin verimi üzerinde en büyük etkiye sahip elemanlar biyogaz motorları, ısı eşanjörleri ve karıştırıcıdır. Tablo 5'te sistemin bileşen seviyesinde ekserjik değerlendirme parametreleri verilmiştir (Doseva and Chakyrova 2015).

Tablo 5. Kojenerasyon sistemi bileşenlerinin ekserjik performans değerlendirme parametreleri (Doseva and Chakyrova 2015).

<i>Bileşen</i>	<i>Ekserji Yıkım Oranı, (%)</i>	<i>Bağul Tersinmezlik Oranı, (%)</i>	<i>Verim Eksikliği Oranı, (%)</i>	<i>Ekserjik Potansiyel Gelişme Değeri, (kW)</i>
<i>İçten yanmalı benzin motoru</i>	6.449	12.47	13.356	26.962
<i>Karıştırıcı</i>	1.115	2.156	2.309	0.241
<i>Teknolojik devre soğutucu</i>	0.144	0.278	0.297	1.724
<i>Teknolojik devre su pompaları</i>	0.021	0.041	0.044	0.301
<i>Ara soğutucu</i>	0.197	0.381	0.408	2.772
<i>Isı değiştiricisi</i>	3.451	6.673	7.147	33.362
<i>İkincil devre su pompası</i>	0.021	0.041	0.0435	0.226
<i>Sekonder devreden plakalı ısı değiştiricisi</i>	0.158	0.305	0.326	0.773
<i>Jeneratör</i>	0.665	1.286	1.377	0.4
<i>Soğutma devresinden plakalı ısı değiştiricisi</i>	1.157	2.237	2.396	11.605
<i>Hidrolik ayırıcı</i>	0.056	0.109	0.117	0.0106
<i>Soğutma devresi su pompası</i>	0.037	0.071	0.0763	0.517
<i>Hava soğutmalı radyatör</i>	0.118	0.229	0.2452	1.003
<i>Benzin deposu</i>	0.221	0.428	0.458	1.9374

6. SONUÇLAR

Bu çalışmanın amacı biyogaz üretimi ve biyogaz tesisleri hakkında detaylı bilgi vermek ve son gelişmeleri gözden geçirmektir. Çalışmada, bir kojenerasyon tesisinin termodinamik analiz çalışması örnek olarak sunulmuş ve benzer çalışmalarla karşılaştırılması yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, bir kojenerasyon biyogaz tesisi için ulaşılan sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibidir:

-Bileşen seviyesinde termodinamik analiz ve optimizasyon yapılarak sistem bileşenlerinin enerji ve ekserji verimleri arttırılmalıdır.

- Sistemde en yüksek ekserji yıkımına sahip bileşenlerde yapılacak küçük değişimlerin bile, düşük ekserji yıkımına sahip bileşenlerde yapılacak büyük değişimlerden daha etkili olacağı görülmüştür.

- Literatürde ve analiz edilen çalışmada da görüldüğü gibi en yüksek ekserji yıkımı genellikle içten yanmalı biyogaz motorlarına aittir. Motorların ekserji verimlerinin artması sistemin ekserji verimini de arttıracaktır. Buji ile ateşlemeli motorların ekserji verimi üzerindeki en büyük etki yük, devir ve sıkıştırma oranı gibi operasyon parametrelerine aittir. Dolayısıyla ekserji verimini arttırmak için öncelikle motor optimizasyonu yapılmalıdır.

- Bununla birlikte içten yanmalı biyogaz motorlarına alternatif olarak katı oksit yakıt hücreleri enerji dönüşümünde kullanılabilir. Çünkü içten yanmalı motorlar gibi carnot çevrimi sınırlamalarına maruz kalmazlar.
- Ancak, bir CHP tesisinin yapılandırılması için teknolojik seçeneklerin önerilmesinin yanında sistemin termoeconomik olarak da analiz edilmesi gerekmektedir.
- Tesisin bileşenlerinin görevlerini ne kadar yerine getirdikleri, ömürleri ve bakımları dikkate alınmalıdır.
- Sadece elektrik üretimi veya ısıtmaya değil, hidrojen üretimi ve enerji depolama gibi alanlara yönelmek faydalı olacaktır.

7. GELECEK ÇALIŞMA ve GELİŞTİRME

Bu derleme çalışması, gelecekte yapılacak olan bir doktora tezinin ön çalışmasıdır. Tez çalışmasında Afyonkarahisar’da bulunan bir kojenere biyogaz tesisinin durum çalışması yapılacaktır. Bu çalışmada elde edilen bulgular ve öneriler göz önüne alınarak biyogaz tesisinin termodinamik ve termoeconomik analizi gerçekleştirilecek ve detaylı bir metodoloji sunulacaktır.

Terminoloji

Semboller

\$	Amerikan doları
₺	Türk lirası
η_{cogen}	Kojenere sistemin verimi
$\eta_{EX,cogen}$	Kojenere sistemin ekserji verimi
$\eta_{EX,k}$	k. sistem bileşeninin ekserji verimi
η_D	Ekserji yıkım oranı
β_k	Bağıl tersinmezlik
X_k	Verim eksikliği oranı
CH ₄	Metan
CO ₂	Karbondioksit
C/N	Karbon/azot
C/P	Karbon/fosfor
\dot{E}_f	Sisteme giren yakıt gücü
\dot{E}_Q	Sistemde üretilen ısı gücü
\dot{E}_{x_f}	Sisteme giren yakıt ekserjisi
\dot{E}_{x_Q}	Sistemde üretilen ısı ekserjisi
H ₂	Hidrojen gazı
H ₂ O	Su
H ₂ S	Hidrojen sülfür
m ³	Metreküp
N ₂	Azot gazı
N/P	Azot/fosfor
W_{ei}	Üretilen elektrik gücü

Kısaltmalar

K	Kelvin
kg	Kilogram
kg/s	Kilogram/saniye
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt.saat
MW	Megawatt
MWh	Megawatt.saat
ppm	Milyonda bir

8. KAYNAKLAR

- Abuşoğlu, A., Demir, S., Kanoğlu, M. (2013). Biyogaz Beslemeli Gaz Motorlu Bir Kojenerasyon Sisteminin Termoekonomik Analizi. *J. of Thermal Science and Technology*, **33(2)**: 9-21.
- Abuşoğlu, A. ve Kanoğlu, M. (2009). Exergetic and thermoeconomic analyses of diesel engine powered cogeneration: Part 2 – Application. *Journal of Applied Thermal Engineering*, **29(2-3)**: 242-249.
- Altacaenerji. (2015). <http://www.altacaenerji.com/biyogaz/uretim/> , Erişim Tarihi: 03.05.2020.
- Amon, T., Amon, B., Kryvoruchko, V., Machmüller, A., Hopfner-Sixt, K., Bodiroza, V., Hrbek, R., Friedel, J., Pötsch, E., Wagentristl, H., Schreiner, M., Zollitsch, W. (2007a) Methane production through anaerobic digestion of various energy crops grown in sustainable rotations. *Biores Technol*, **98**: 3204–3212.
- Amon, T., Amon, B., Kryvoruchko, V., Machmüller, A., Hopfner-Sixt, K., Bodiroza, V., Hrbek, R., Friedel, J., Pötsch, E., Wagentristl, H., Schreiner, M., Zollitsch, W. (2007b) Methane production through anaerobic digestion of various energy crops grown in sustainable crop rotations. *Biores Technol*, **98**: 3204–3212.
- Ballı, O., Aras, H., Hepbaşlı, A. (2010a). Thermodynamic and Thermoeconomic Analyses of Trigenation (TRIGEN) System with a Gas-Diesel Engine: Part I – Methodology. *Energy Conversion and Management*, **51(11)**: 2252-2259.
- Ballı, O., Aras, H., Hepbaşlı, A. (2010b). Thermodynamic and thermoeconomic analyses of a trigenation (TRIGEN) system with a gas–diesel engine: Part II – An application. *Energy Conversion and Management*, **51(11)**: 2260-2271.
- Barzegaravval, H., Hosseini, S.E., Wahid, M.A., Saat, A. (2018). Effects of fuel composition on the economic performance of biogas-based power generation systems. *Appl Therm Eng*, **128**: 1543–54.
- Bejan, A, and Tsatsaronis, G. (1996). Thermal Design and Optimization. John Willey & Sons Ltd. New York, USA.
- Budzianowski, W.M. (2016).** A review of potential innovations for production, conditioning and utilization of biogas with multiple-criteria assessment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **54**: 1148–1171.
- Christy, P.M., Gopinath, L.R., Divya, D. (2014). A review on anaerobic decomposition and enhancement of biogas production through enzymes and microorganisms. *Renew Sustain Energy Rev*, **34**: 167–73.
- Divya, D., Gopinath, L.R., Christy, P.M. (2015). A review on current aspects and diverse prospects for enhancing biogas production in sustainable means. *Renew Sustain Energy Rev*, **42**: 690–9.
- Doseva, N. and Chakyrova, D. (2015). Energy and Exergy Analysis of Cogeneration System With Biogas Engines. *Journal of Thermal Engineering*, **1(3)**: 391-401.

- EDUCOGEN. (2001). The European Education Tool on Cogeneration System. [pdf] Available at: https://www.appa.org/files/PDFs/EDUCOGEN_Cogen_Guide.pdf.
- Enerji Atlası. (2020). <https://www.enerjiatlası.com/> , Erişim Tarihi: 03.05.2020.
- Enerji Ekonomisi. (2019). <https://www.enerjiekonomisi.com/turkiye-de-kac-biyogaz-tesisi-var/6171/> , Erişim Tarihi: 03.05.2020.
- FAO (2013). Reviewed strategic framework. Paper discussed at the thirty-eight session, Rome.
- FNR (2010). Leitfaden Biogas. Gülzow, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Von der Gewinnung zur Nutzung, 272.
- Ghaebi, H., Yari, M., Gargari, S.G., Rostamzadeh, H. (2019). Thermodynamic modeling and optimization of a combined biogas steam reforming system and organic Rankine cycle for coproduction of power and hydrogen. *Renew Energy*, **130**: 87–102.
- Gholizadeh, T., Vajdi, M., Mohammadkhani, F. (2020). Thermodynamic and thermoeconomic analysis of basic and modified power generation systems fueled by biogas. *Energy Conversion and Management*, **181**: 463–475.
- Gohstain, D.P, and Werhivker, G.P. (1985). Application of the thermodynamic analysis methods to energy conversion system, Visha shkola, Kiev.
- Guo, M., Song, W., Buhain, J. (2015). Bioenergy and biofuels: history, status, and perspective. *Renew Sustain Energy Rev*, **42**: 712–25.
- Hirano, A., Hon-Nami, K., Kunito, S., Hada, M., Ogushi, Y. (2013). Temperature effect on continuous gasification of microalgal biomass: theoretical yield of methanol production and its energy balance. *Catal Today*, **45(1)**: 399–404.
- Hosseini, S.E., Barzegaravval, H., Wahid, M.A., Ganjehkaviri, A., Sies, M.M. (2016). Thermodynamic assessment of integrated biogas-based micro-power generation system. *Energy Convers Manage*, **128**: 104–19.
- Jury, C., Benetto, E., Koster, D., Schmitt, B., Welfring, J. (2010). Life cycle assessment of biogas production by monofermentation of energy crops and injection into the natural gas grid. *Biomass Bioenergy*, **34(1)**: 54–66.
- Kâhya, F.Z. (2019). Investigation of Kayseri Province Biomass Potential and Technical and Economic Analysis of A Pilot Biogas Plant. M.Sc. Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Erciyes University, Kayseri.
- Khaljani, M., Saray, R.K., Bahlouli, K. (2015). Comprehensive analysis of energy, exergy and exergo-economic of cogeneration of heat and power in a combined gas turbine and organic Rankine cycle. *Energy Convers Manage*, **97**: 154–65.
- Langeveld, J.W.A., Guisson, R., Stichnothe, H. (2016). Mobilising sustainable supply chains-biogas cases. In: Biogas production from municipal solid waste, oil palm residues and co-digestion. *International Energy Agency*, Paris,
- Leonzio, G. (2018). An innovative trigeneration system using biogas as renewable energy. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, **26(5)**: 1179-91.
- Mathias, J.F.C. (2014). Manure as a resource: livestock waste management from anaerobic digestion, opportunities and challenges in Brazil. *Intern Food Agribusiness Manage Rev*, **17**: 87–110.
- Mehr, A., Mahmoudi, S., Yari, M., Chitsaz, A. (2015). Thermodynamic and exergoeconomic analysis of biogas fed solid oxide fuel cell power plants emphasizing on anode and cathode recycling: a comparative study. *Energy Convers Manage*, **105**: 596–606.
- Minowa, T. and Sawayama, S. (1999). A novel microalgal system for energy production with nitrogen cycling. *Fuel*, **78(10)**: 1213–5.

- Moran, M, and Shapiro, H. (2006). Fundamentals of Engineering Thermodynamics. 5th ed.: John Wiley & Sons Ltd. England.
- Mudasar, R., Aziz, F., Kim, M.H. (2017). Thermodynamic analysis of organic Rankine cycle used for flue gases from biogas combustion. *Energy Convers Manage*, **153**: 627–40.
- Nahar, G., Mote, D., Dupont, V. (2017). Hydrogen production from reforming of biogas: Review of technological advances and an Indian perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **76**: 1032–1052.
- NSENERGYBUSINESS. (2017). <https://www.nsenenergybusiness.com/news/newslargest-biogas-plants-061017-5943061/> , Erişim Tarihi: 04.05.2020.
- Onwudili, J.A., Lea-Langton, A.R., Ross, A.B., Williams, P.T. (2013). Catalytic hydrothermal gasification of algae for hydrogen production: composition of reaction products and potential for nutrient recycling. *Bioresour Technol*, **127**: 72–80.
- Papurello, D., Lanzini, A., Tognana, L., Silvestri, S., Santarelli, M. (2015). Waste to energy: exploitation of biogas from organic waste in a 500 W el solid oxide fuel cell (SOFC) stack. *Energy*, **85**: 145–58.
- Rios, M. and Kaltschmitt, M. (2016). Electricity generation potential from biogas produced from organic waste in Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **54**: 384–395.
- Rostamzadeh, H., Gargari, S.G., Namin, A.S., Ghaebi, H. (2018). A novel multigeneration system driven by a hybrid biogas-geothermal heat source, Part I: thermodynamic modeling. *Energy Convers Manage*, **177**: 535–62.
- Sanchez-Silva, L., López-González, D., Garcia-Minguillan, A.M., Valverde, J.L. (2013). Pyrolysis, combustion and gasification characteristics of *Nannochloropsis gaditana* microalgae. *Bioresour Technol*, **130**: 321–31.
- Silva, F.P., Melegari de Souza, S.N., Kitamura, D.S., Nogueira, C.E.C., Otto, R.B. (2018). Energy efficiency of a micro-generation unit of electricity from biogas of swine manure. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **82**: 3900–3906.
- Tabatabaei, M. and Ghanavati, H. (2018). Biogas. Biofuel and Biorefinery Technologies Series of books 6, Springer, ISBN 978-3-319-7335-3 (eBook).
- Tedesco, S., Barroso, T.M., Olabi, A.G. (2014). Optimization of mechanical pre-treatment of Laminariaceae spp. biomass-derived biogas. *Renew Energy*, **62**: 527–34.
- Tstatsaronis, G. (2002). Combination of Exergetic and Economic Analysis in Energy-Conversion Processes. Odessa, Studio Negociant.
- Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı. (2019). <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx> , Erişim Tarihi: 03.05.2020.
- Yıldırım, U. ve Güngör, A. (2012). An application of exergoeconomic analysis for CHP system. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, **42(1)**: 250-256.
- Yinanç, S. (2017). Organik Rankine Çevrimi Kullanılarak Biyogaz Tesisi Atık Isısından Elektrik Enerjisi Elde Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Ward, A.J., Hobbs, P.J., Holliman, P.J., Jones, D.L. (2008). Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. *Bioresour Technol*, **99(17)**: 7928–40.
- Wu, Z., Yao, J., Zhu, P., Yang, F., Meng, X., Kurko, S., Zhang, Z. (2020). Study of MW-scale biogas-fed SOFC-WGS-TSAPEMFC hybrid power technology as distributed energy system: Thermodynamic, exergetic and thermo-economic evaluation. *International Journal of Hydrogen Energy*, in press.

- Wu, J. and Ma, Y. (2016). Experimental study on performance of a biogas engine driven air source heat pump system powered by renewable landfill gas. *Int J Refrig*, **62**: 19–29.
- Qian, Y., Sun, S., Ju, D., Shan, X., Lu, X. (2017). Review of the state-of-the-art of biogas combustion mechanisms and applications in internal combustion engines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **69**: 50–58.

SU VE ATIKSULARDA VİRÜSLERİN ANALİZ YÖNTEMLERİNE GENEL BAKIŞ AN OVERVIEW OF ANALYSIS METHODS OF VIRUSES IN WATER AND WASTEWATER

Murat EYVAZ

Dr. Öğr. Üyesi, Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Virüsler, DNA ya da RNA taşıyan bir çekirdeğe sahip protein kaplı varlıklardır. Kendi başlarına yaşama ya da üreme yetenekleri olmadığından canlı bir hücreye (konak); insan, hayvan, bitki ya da bakterilere ihtiyaçları vardır. Virüsler çoğalırken, içinde bulunduğu (enfekte ettiği) konağa da zarar verir ve çeşitli hastalıklara sebep olurlar. Su ortamı, insanlarda hastalığa neden olan birçok virüs için önemli bir bulaşma aracıdır. Sular aracılığıyla virüs bulaşmasından dolayı, doğrudan veya dolaylı olarak her yıl dünya çapında çok sayıda hastalık salgını rapor edilmektedir. Genel olarak insanlar tarafından rekreasyon amaçlı kullanılan sulara veya diğer yüzeysel sulara virüsler rutin olarak izlenmemektedir. Bununla birlikte, rutin olarak gerçekleştirilen bakteriyel ve fekal analizlerin ise virüs kontaminasyonu hakkında güvenilir bilgi sağlamadığı bildirilmektedir. Son yıllardaki gelişmiş analiz teknolojileri yardımıyla atıksuların virüs bulaştırma riskini ölçmek, arıtma proseslerinin virüs giderme verimlerini ortaya koyabilmek ve içme suyu kalitesini ölçebilmek daha efektif hale gelmiştir. Ayrıca, virüs çeşitliliğinin belirlenebilmesi ile muhtemel hastalık dağılımlarının da ortaya konması mümkün olabilmektedir. Bu nedenle, su kaynaklı viral hastalıkların yayılmasını azaltmak için su ortamındaki virüslerin tespiti için hassas yöntemler geliştirmek, standartlaştırmak ve uygulamak gerekli ve önemli hale gelmiştir. Bütün bu gerekliliklerin yanında, su kütlesinin özelliği (yüzeysel sular, yeraltı suları vb.), çeşidi (nehir, göl, vb.), coğrafi şartlar (mevsim, taşınım olayları vb.) virüs analizini kompleks hale getirmekte ve standardizasyonunu zorlaştırmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelebilmek için, hızlı, uygun maliyetli ve çeşitli virüs tipleri ile çeşitli sular için uygulanabilecek numune hazırlama ve analiz tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, insanlarda hastalığa sebep olan su kaynaklı bulaşan virüsler, sağlık etkileri, sulardan alınan numunelerin hazırlanma aşamaları ve analiz yöntemleri incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Virüs, Su Kaynaklı Virüsler, Salgın, Taşınım, Numune Hazırlama, Hücre Kültürü Analizi, Moleküler Analiz

ABSTRACT

Viruses are protein-coated organisms with a nucleus carrying DNA or RNA. As viruses cannot live or reproduce on their own, they need a living cell (host), such as people, animals, plants, or bacteria. Since viruses reproduce, they also damage the host (in which it is infected) and cause various diseases. The aquatic environment is an important means of transmission for many viruses that cause disease in humans. A large number of disease outbreaks worldwide are reported, directly or indirectly, every year due to virus transmission through waters. In general, viruses are not routinely monitored in waters used for recreation purposes or other surface waters. However, routine bacterial and fecal analyzes are reported to not provide reliable information about virus contamination. With the help of advanced analysis technologies in recent years, it has become more effective to measure the risk of contamination of wastewater, to reveal the virus removal efficiency of the treatment processes and to measure the quality of drinking water. Besides, it is possible to reveal possible disease distributions by determining virus diversity. Therefore, it has become necessary and important to develop, standardize, and apply sensitive methods for the detection of viruses in the aquatic environment to reduce the spread of waterborne viral diseases. In addition to all these requirements, the nature of the water body (surface waters, groundwater, etc.), type (river, lake, etc.), geographical conditions (season, transport events, etc.) complicate both virus analysis and standardization. To overcome these difficulties, rapid and cost-effective sample preparation and analysis techniques applicable to various virus types and various waters need to be developed. In this compilation, the water-borne viruses that cause disease in humans, their

health effects, the preparation stages of the samples taken from the water, and the analysis methods will be examined.

Keywords: Virus, Waterborne Viruses, Epidemic, Transport, Sample Preparation, Cell Culture Assays, Molecular Assays

A PERFORMANCE EVALUATION OF FEATURES FOR SPEAKER AGE CLASSIFICATION**Mohammed Muntaz Osman***Doktora Öğrencisi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü***Doç. Dr. Osman BÜYÜK***Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü***Doç. Dr. Cemal HANILÇI***Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü***ABSTRACT**

In this paper, we compare a variety of speech features for speaker age classification using the same database. The mel frequency cepstral coefficient (MFCC) is one of the most popular features used in speech processing researches. In addition to the MFCC, three feature extraction techniques which are based on modification of the shape and order of filter banks in the MFCC extraction are used in this paper. Additionally, three spectrum-based and two phase based features are tested. A hamming window of length 20 milliseconds and a frame shift of 10 milliseconds is applied for all these feature extraction techniques. We have carried out two parallel experiments with and without applying voice activity detection (VAD) to the power spectrums of each frame. We use three classifiers to determine the age of speakers; Gaussian mixture model (GMM), cosine distance score with i-vector and probabilistic linear discriminant analysis (PLDA) with i-vector. We use the common aGender database in the experiments. Modified group delay (MODGD) features with GMM classifier and rectangular filter cepstral coefficient (RFCC) with PLDA classifier achieves the best 57.97% and 56.34% recognition accuracy in the female and male genders respectively. As a result a 0.34% accuracy improvement is achieved in the female gender compared to literatures carried on the same database previously.

Keywords: i-vector, classification, speaker age, speech features.

1. Introduction

The motivation for identifying the age of a speaker from his/her voice comes from the fact that the vocal tract anatomy changes as the person gets older. There must be a way that can be used to find out important features which associate people of the same age. Not only features, but also a well-designed classifier is needed for this task. Age classification is a crucial issue in the twenty first century as online activities such; as online shopping, online advertising, electronic commerce, etc. are getting increasing importance. One way to recognize a person's age is through speech. Speech is one of the ways which enable us to estimate age of a person in addition to appearance. Age recognition together with gender, accent and emotional recognitions has got a wide range of applications in language learning, remote advertising (tele-marketing), criminal investigations, automated health, education and human-computer interaction(HCI) [1]. For all these application areas, systems can be customized based on speaker age category. This will highly improve user satisfaction level. Games can be designed based on age group central requirement, commercials can also be broadcasted for specific age category, and medical diagnosis can be carried out according to speaker's age [2].

Background noise, accent variation, speech duration, text-dependent or text-independent control variable, recording device variation, channel and space variability, and other related factors make speaker age classification as one of the most challenging tasks in speech processing research. Speaker age classification consists of feature extraction and classification. A carefully designed feature extraction technique is not only able to extract age related features from the speech but also combat the effect of background noise as the noise coming from the surrounding is unavoidable [3]. Classification in this context, is grouping training samples in discrete categories and to develop models for each category.

MFCC [4], relative spectral transform-perceptual linear prediction (RASTA-PLP) [2,5], speech rate[6], prosody and energy based features are commonly used in age classification. I-vector is first proposed for speaker verification and it is successfully applied to age classification task in [7]. In [7], i-vectors corresponding to each age class are averaged in the training phase. The cosine distance between the test and age class i-vectors is computed during the test. The proposed i-vector approach achieved state-of-the-art performance on the aGender database which consists utterances from children aged below 14 and three age classes in both male and female genders[7]. A feed-forward deep neural network (DNN) for age classification is proposed in [8]. In this method, GMM supervectors are fed into the DNN similar to the GMM/support vector machine (SVM) method. A DNN age classification method that combines database of German and Turkish speech utterances is proposed in[9]. In the experiments, aGender database which is first distributed for Interspeech 2010 paralinguistic challenge is used for German language [7]. This method achieved an absolute improvement of 7% over the classical GMM classifier.

A weighted non-negative matrix factorization is used together with a general regression neural network (GRNN) for age identification in [10]. This matrix factorization is supervised and is abbreviated as (WSNMF). This matrix is trained with GMM weight supervectors. General regression NN is preferred over other neural networks since it does not demand an iterative training and it is more effective if it is used for sparse data. An age classification performance better than chance level, is obtained in the experiments.

A summary of performance evaluation results of three classifiers (GMM, Cosine Score and PLDA) using 9 features for age classification is presented in this paper. Most of these features are used in [11] for replay spoofing attack detection and their performance on GMM and i-vector classifiers is presented. However, to the best of our knowledge, they are not applied for age classification. We use the aGender dataset in our tests. Constant Q cepstral coefficient (CQCC) features with i-vector classifier was found to offer the smallest error rate with 21.38%.

2. Classifiers

The Gaussian mixture model is a classifier which models a mixture of data samples coming from different Gaussian distributions [12]. For parameterized and single cluster i consisting of a unique set of parameters (the mean and covariance) the Gaussian normal distribution is given by (1) below. A mixture is formed when data size gets bigger and a small set of parameters couldn't define all the data at hand. For a big database consisting of more than one cluster the Gaussian will be a weighted sum of all the Gaussians of individual clusters as defined in (2).

Universal background model (UBM) is a large GMM trained to represent speaker-independent distribution of features [13]. It is used to determine the total space variability matrix T and the mean supervector in the i-vector approach. They are used later in the i-vector extraction, cosine score and probabilistic linear discriminant analysis (PLDA) classifiers.

$$N(x_i | \mu_i, \Sigma_i) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^D |\Sigma_i|}} \exp\left(-\frac{1}{2}(x_i - \mu_i)^T \Sigma_i^{-1} (x_i - \mu_i)\right) \quad (1)$$

$$N(x | \lambda) = \sum_{i=1}^M w_i N(x_i | \mu_i, \Sigma_i) \quad (2)$$

The parameter λ consists of $\{w_i, \mu_i, \Sigma_i\}$ and the weight parameter w_i satisfies the following constraint. $\sum_{i=1}^M w_i = 1$

The cosine distance scoring (CDS) is a score given to a test speech sample after determining the cosine distance between the test sample and target class [14]. I-vectors are determined for each utterance. Then

average of i-vectors is calculated for each target class as in (3). Every test i-vector is scored against target class i-vectors as shown in (4).

$$\omega_{tarclass_i} = \frac{1}{M_i} \sum_{k=1}^{M_i} \omega_{train_k} \quad (3)$$

$$\cos_score_{k,i} = \frac{\omega_{test_k}^T * \omega_{tarclass_i}}{\|\omega_{test_k}\| \|\omega_{tarclass_i}\|} \quad (4)$$

In the equations, ω_{train_k} is i-vector for training sample k in the i th target class, i is the specific target class, $i = \{1, 2, 3, \dots, N\}$, $\omega_{tarclass_i}$ is average i-vector for target class i and N is the number of target classes in (3) and (4). And M_i is the number of training samples in target class i . $\cos_score_{k,i}$ stands for cosine distance scoring between test sample k and target class i .

In addition to T matrix and UBM, PLDA classifier needs a dimensionality reduction via linear discriminant analysis (LDA) to transform model i-vectors in to a new low dimensional space [15]. LDA models intra class and inter class variations as multidimensional Gaussians [16]. The relationship between PLDA and LDA is analogous to that of factor analysis (FA) and principal component analysis (PCA). Overall block diagram of the two classifiers; cosine scoring and PLDA scoring are shown in Fig. 1 below.

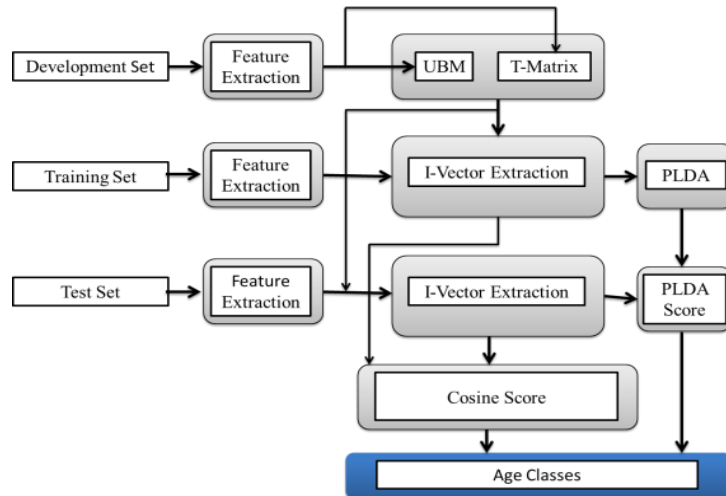


Fig. 1. Overall process diagram of cosine and PLDA scoring

I-vectors are used both in the cosine scoring and PLDA scoring. They are identity vectors extracted from a joint factor analysis (JFA) expression of an utterance [17]. A super-vector \mathbf{M} consisting of speaker and channel or session subspaces. The speaker dependent super-vector is defined as shown in (5).

$$\mathbf{M} = \mathbf{m} + \mathbf{V}\mathbf{y} + \mathbf{U}\mathbf{x} + \mathbf{D}\mathbf{z}$$

In (5), \mathbf{m} denotes session-independent speaker super-vector generally obtained from UBM, \mathbf{V} and \mathbf{D} represent eigen voice matrix and diagonal residue of speaker subspace respectively, and \mathbf{U} denotes

session subspace (Eigen channel matrix). The vectors $\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z}$ are assumed to be random variables with a normal distribution $\mathbf{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I})$. They are speaker, channel and residual factors in their respective subspaces [18]. A new space referred to as “total variability space,” that contains speaker and channel variability simultaneously is proposed in [17]. It is defined by the total variability matrix that contains the eigenvectors with the largest eigenvalues of the total variability covariance matrix [19]. Accordingly for a given utterance the new space redefines the GMM super-vector \mathbf{M} as:

$$\mathbf{M} = \mathbf{m} + \mathbf{T}\boldsymbol{\omega} \quad (6)$$

where \mathbf{m} is the new speaker channel-independent universal super-vector, \mathbf{T} is the rectangular total variability matrix of low rank and $\boldsymbol{\omega}$ is an identity vector commonly known as i-vector.

3. Features

A total of nine feature extraction methods are used in this study. A hamming window of 20 milliseconds is used to divide each utterance into frames. An overlapping length of 10 milliseconds is chosen. 13 features for static, dynamic, acceleration and additional one feature for energy are calculated for each frame in each method. As a result, a total of 42 features for each frame are obtained. Energy is calculated for each frame and energy based voice activity detection (VAD) is employed to discard the frames which has energy less than a pre-defined threshold E . At the same time an experiment without VAD is also carried out and results are displayed for both scenarios in the next section.

Three of the features used in this study are obtained with a small modification of classical MFCC method [20]. Basically the modification is done on the filter banks analysis [11]. In rectangular filter cepstral coefficient (RFCC) extraction, rectangular shaped filter banks are used instead of triangular. In linear frequency cepstral coefficient (LFCC) a linear scale is used instead of a mel-scale to uniformly divide the spectrum into M equally spaced triangular filter banks. Inverted MFCC (IMFCC) features are obtained by inverting the filter bank channels in the classical MFCC extraction [21].

Two features which characterize subband energy are used in [22, 23]. They are named as subband centroid magnitude and frequency (SCMF) and subband spectral flux coefficient (SSFC). SCMF combines spectral centroid magnitude (SCM) and spectral centroid frequency (SCF) [23]. Given the frequency spectrum of a speech frame $\mathbf{x}[\mathbf{n}]$ as its Fourier transform $\mathbf{X}(\boldsymbol{\omega})$ we divide the spectrum into M subbands. Each subband consists of a filter frequency response of $\mathbf{H}_k(\boldsymbol{\omega})$ with a lower frequency f_{lk} and an upper frequency f_{uk} both the centroid magnitude and frequency are computed using (7) and (8) respectively as:

$$m_k = \frac{\sum_{f=f_{lk}}^{f_{uk}} f X(f) H_k(f)}{\sum_{f=f_{lk}}^{f_{uk}} f} \quad (7)$$

$$F_k = \frac{\sum_{f=f_{lk}}^{f_{uk}} f X(f) H_k(f)}{\sum_{f=f_{lk}}^{f_{uk}} X(f) H_k(f)} \quad (8)$$

where m_k and F_k denote centroid magnitude and centroid frequency. SSFC is the other subband energy based feature which is determined from the definition of spectral flux. Spectral flux is the average variation value of spectrum between the adjacent two frames computed as:

$$Sf = \frac{1}{(N-1)(K-1)} \sum_{n=1}^{N-1} \sum_{k=1}^{K-1} [\log(X(n, k) + \delta) - \log(X(n-1, k) + \delta)]^2 \quad (9)$$

where Sf is spectral flux, $X(n, k)$ is the discrete Fourier transform (DFT) of the n^{th} frame of speech signal $x[m]$, N is the total number of frames, K is the order of DFT and δ is a very small value to avoid calculation overflow [24].

Finally, classical RASTA-PLP as well as two more phase based features namely cosine phase and modified group delay (MODGD) features are used in our study for speaker age classification. The cosine phase feature is taken from the phase envelope of speech frames and used together with MFCC in [25] for improved speech recognition performance. The MODGD feature is the negative rate of change of the phase spectrum $\theta(\omega)$ with respect to frequency ω as defined in (10). This feature is used in [26] for speech recognition. It is used for speaker age classification for the first time in this study and the best result is achieved in the female test set.

$$\tau(\omega) = -\frac{d(\theta(\omega))}{d\omega} \quad (10)$$

$\theta(\omega)$ is taken from $X(\omega)$ written in its magnitude and phase components using polar representation as $|X(\omega)|e^{j\theta(\omega)}$.

4. Experimental setup

The aGender dataset (Annotated Telephone Speech) is used to test performance of the nine features. The database consists of 47 hours of prompted and free text [27]. It includes seven categories: Children (7-14 years old) for both genders, young female (YF, 15-24), young-male (15-24), adult-female (25-54), adult-male (25-54), senior-female (55-80), and senior-male (55-80). The children class is not used in this study. Young, adult and senior classes are treated separately in their respective genders. This database is prepared to help in overcoming the low compatibility of results, by addressing three selected sub-challenges namely; age, gender and affect sub-challenges [7]. A total of 184 male and 190 female speakers are used in the training set. The development set consists of 130 male and 131 female speakers. 15 male and 14 female speakers are selected for testing performance.

Age classification accuracy is used as the evaluation metric in the experiments. Once the scoring is calculated for each test sample against each age class, the scores are sorted in descending order. A script is used to generate a confusion matrix for each age category. Accuracies in Table 1 and 2 are computed as the average of the values on the diagonal entries of the confusion matrix. We run two separate experiments with and without VAD. If a frame spectral energy is found to be 30 below the maximum energy, the frames are regarded as silence and are not included in the training or test.

5. Results and discussion

In the female gender a maximum of 57.03% accuracy using SCMF on cosine scoring, the same accuracy using MFCC on GMM classifier and 48% accuracy using RASTAPLP on PLDA classifier is achieved applying VAD for all feature extractions. Similarly a maximum of 47.729% accuracy using RFCC on cosine scoring, 47.358% using RASTAPLP on GMM classifier and 46.987% accuracy using IMFCC on PLDA classifier is achieved for male dataset.

Without VAD, the cosine score classifier offered 56.95% with MODGD feature and 44.11% with the same feature for female and male test sets respectively. Similarly the GMM classifier achieved a maximum of 57.97% and 50.97% with MODGD feature for female and male test sets respectively. PLDA performed better without VAD in all the features except the cosine phase feature for male test

set. The best performances without VAD for this classifier are 57.03% using MFCC and 56.35% using RFCC for female and male test sets respectively. These results are shown in table 1 and table 2 for female and male test sets respectively.

The best classification accuracy which is obtained by applying MODGD features to GMM classifier for female dataset has improved the result obtained in [28] previously by 0.34%. It has been conducted on the same database aGender except that seven classes are used in [28] whereas gender based speaker age classification is carried out in our study.

Table 1. Performance evaluation of female test set with and without VAD

Female test set performance	cosine Score		GMM		PLDA Score	
	VAD	No VAD	VAD	No VAD	VAD	No VAD
MFCC	56.27	56.44	57.03	57.03	46.97	57.03
IMFCC	53.79	46.63	51.58	43.90	29.50	50.13
LFCC	52.94	46.63	52.43	48.68	42.97	49.79
RFCC	54.31	52.26	51.83	48.17	44.33	53.37
SCMF	57.03	51.32	53.62	52.17	44.59	51.32
Cosine phase	47.06	53.62	44.84	49.62	39.47	44.25
SSFC	53.88	52.43	51.07	50.64	38.70	51.15
MODGD	50.90	56.95	50.13	57.97	35.72	50.72
RASTAPLP	47.83	46.72	50.64	53.37	48.00	55.41

Table 2. Performance evaluation of male test set with and without VAD

Male test set performance	Cosine Score		GMM		PLDA Score	
	VAD	No VAD	VAD	No VAD	VAD	No VAD
MFCC	43.93	41.80	42.35	42.63	43.65	53.75
IMFCC	40.87	41.15	41.80	40.96	46.99	54.59
LFCC	42.35	39.76	42.91	40.96	39.85	52.64
RFCC	47.73	41.89	41.71	40.96	38.83	56.35
SCMF	45.97	43.47	44.76	41.33	45.78	52.64
Cosine phase	35.87	39.30	33.83	33.27	39.20	31.42
SSFC	38.00	37.26	39.57	37.91	33.46	48.66
MODGD	36.79	44.11	35.50	50.97	40.50	45.32
RASTAPLP	42.72	43.19	47.36	40.69	42.91	48.29

6. Conclusion

This paper presented a brief summary of performance evaluation of nine features on three classifiers. Applying VAD to the feature extraction phase showed some degradation as well as improvements on the performance of the GMM and cosine score classifiers whereas the PLDA classifier showed major variations in most of the features. The highest degradation is observed in the female test set using IMFCC which resulted in 20.63% reduction in accuracy due to removal of frame indexes using VAD. On the other hand the MFCC feature on GMM classifier has not shown any change for the same gender.

Maximum accuracies of 57.03% with SCMF, 57.97% with MODGD and 57.03% with MFCC are achieved using cosine score, GMM, and PLDA classifiers respectively for the female test set. Likewise 47.73% with RFCC, 50.97% with MODGD and 56.35% with RFCC accuracies are achieved for the male test set on cosine score, GMM and PLDA respectively.

Although applying voice activity detection is vital in most speech processing applications specially in speech recognition, it does not help significantly in our speaker age classification experiment. In fact it

affected the performance negatively in some feature-classifier pairs. The MODGD feature consistently performed better without VAD both in male and female datasets for all classifiers.

References

1. Gałka J, Grzybowska J, Igras M, Jacio ´w P, Wajda K, Witkowski M, Zio ´lko M., "System supporting speaker identification in emergency call center," In: INTERSPEECH, 1(16): pp.724–726, 2015.
2. Ortega-Garcia J, Gonzalez-Rodriguez J, Marrero-Aguilar "AHUMADA: a large speech corpus in Spanish for speaker characterization and identification," *Speech Commun.*, 31(2): pp.255–264, 2000.
3. Barkana BD, Zhou J "A new pitch-range based feature set for a speaker's age and gender classification", *Appl Acoust* vol. 98: 2015, 52–61.
4. Li M, Jung C-S, Han KJ "Combining five acoustic level modeling methods for automatic speaker age and gender recognition," In: INTERSPEECH2010, 2010, pp. 2826–2829.
5. H. Hermansky and N. Morgan, "RASTA processing of speech," *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, 2(4): pp. 578–589, Oct. 1994.
6. Dobry G, Hecht RM, Avigal M, Zigel Y., "Supervector dimension reduction for efficient speaker age estimation based on the acoustic speech signal," *IEEE Trans Audio Speech Lang Process* 19(7): pp. 1975–1985, 2011.
7. Schuller, B., Steidl, S., Batliner, A., Burkhardt, F., Devillers, L., Müller, C.A. and Narayanan, S.S., "The INTERSPEECH 2010 paralinguistic challenge." In INTERSPEECH Vol. 2010, 2010, pp. 2795-2798.
8. J. Grzybowska and S. Kacprzak, "Speaker age classification and regression using i-vectors," presented at the INTERSPEECH2016, 2016, pp. 1402–1406.
9. Buyuk, O., and Arslan, L.M., "Combination of long-term and short-term features for age identification from voice," *Advances in Electrical and Computer Engineering* 18 (2): pp. 101-108, 2018.
10. Buyuk, O., and Arslan, L.M., "An investigation of multi-language age classification from voice," in *BIOSIGNALS*, 4(12), pp. 85-92, 2019.
11. Bahari MH, "Speaker age estimation and gender detection based on supervised non-negative matrix factorization," In: 2011 IEEE workshop on biometric measurements and systems for security and medical applications (BIOMS). IEEE, 2011, pp 1–6.
12. C. Haniłci, "Features and classifiers for replay spoofing attack detection," in 2017 10th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO), 2017, pp. 1187–1191.
13. Douglas A. Reynolds, T. F. Quatieri, and R. B. Dunn, "Speaker verification using adapted Gaussian mixture models," in *Digital Signal Processing*, Vol. 10, 2000, 19–41.
14. M. H. Bahari, M. McLaren, H. Van hamme, and D. A. van Leeuwen, "Speaker age estimation using i-vectors," In: INTERSPEECH, 1(16): pp.724–726, 2015.
15. K. W. Gamage, V. Sethu, P. N. Le, and E. Ambikairajah, "An i-vector GPLDA system for speech based emotion recognition," in 2015 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA), 2015, pp. 289–292.
16. S. J. D. Prince and J. H. Elder, "Probabilistic linear discriminant analysis for inferences about identity," in 2007 IEEE 11th International Conference on Computer Vision, Rio de Janeiro, Brazil, 2007, pp. 1–8.

17. N. Dehak, P. J. Kenny, R. Dehak, P. Dumouchel, and P. Ouellet, "Front-end factor analysis for speaker verification," *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 19(4): pp. 788–798, May 2011.
18. S. Cumani and P. Laface, "e-vectors: JFA and i-vectors revisited," in *2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2017, pp. 5435–5439.
19. N. Dehak, Discriminative and generative approaches for long- and short-term speaker characteristics modeling: Application to speaker verification. Ph.D. dissertation, École de Technologie Supérieure, Montreal, QC, Canada, 2009.
20. Zheng F., Zhang, G. and Song, Z., "Comparison of different implementations of MFCC," *Journal of Computer Science & Technology*, 16(6), Sept. 2001, pp. 582-589.
21. Sandipan C., Anindya R. and Goutam S., "Improved closed set text-independent speaker identification by combining MFCC with evidence from flipped filter banks", *International Journal of Signal Processing*, Vol. 4, 2006, p 114-121.
22. K. K. Paliwal, "Spectral subband centroids as features for speech recognition," in *IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding Proceedings*, 1997, pp. 124–131.
23. Kua JM, Thiruvaran T, Nosratighods M, Ambikairajah E, Epps J., "Investigation of spectral centroid magnitude and frequency for speaker recognition," In *Odyssey-2010*, paper 007.
24. Lie Lu, Hong-Jiang Zhang, and Hao Jiang, "Content analysis for audio classification and segmentation," *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, 10(7): pp. 504–516, Oct. 2002.
25. R. Schluter and H. Ney, "Using phase spectrum information for improved speech recognition performance," in *2001 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. Proceedings vol. 1*, pp. 133–136, 2001.
26. R. M. Hegde, H. A. Murthy, and V. R. R. Gadde, "Significance of the modified group delay feature in speech recognition," *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 15(1):pp. 190–202, 2006.
27. F. Burkhardt, Eckert, M., Johannsen, W. and J. Stegmann, "A database of age and gender annotated telephone speech," *Proceedings of the Language and Resources Conference (LREC)* 2010.
28. Mallouh, Arafat Abu, Zakariya Qawaqneh, and Buket D. Barkana. "New transformed features generated by deep bottleneck extractor and a GMM–UBM classifier for speaker age and gender classification." *Neural Computing and Applications* 30(8): pp. 2581-2593, 2018.

**ULTRASONİK YAYICI/ALGILAYICI DİZİMLERİNİN YÖN VE ZAYIFLAMA
ÖRÜNTÜLERİNİN BELİRLENMESİ İÇİN BİR TEST DÜZENİĞİ****A TESTBENCH FOR DIRECTIVITY AND ATTENUATION PATTERNS OF ULTRASONIC
SENSOR ARRAYS****Gökhan DINDİŞ***Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü,
(Sorumlu Yazar)***Abdurrahman KARAMANCIOĞLU***Prof. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü***ÖZET**

Ultrasonik algılayıcılar var-yok tesbiti, uzaklık ölçümü, engelden kaçınma, seviye ölçümü gibi bir çok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Ultrasonik algılayıcılarda çalışma prensibi, ultrasonik frekansa sahip, birbirinin peşi-sıra ve yönlendirilmiş olarak gönderilen bir çarpık ses dalgasının hedef bir objeye çarpıp geriye yansması temeline dayanır. Hedef obje hakkındaki algılama ve yorumlamalarda, gönderilen ve objeden yansarak geri dönen sinyaller arasındaki zaman farkını ölçmek büyük önem arz etmektedir. Maalesef, aynı tip gibi görünen ultrasonik verici/alıcı elemanları, yayılım karakteristikleri açısından da algılama karakteristikleri açısından da birbirlerinden farklılıklar gösterebilmektedir. Dolayısıyla, iki farklı verici/alıcı elemanı ile yapılan aynı tür deneylerden de farklı sonuçlar alınabilmektedir. Bu üzücü gerçek, verici/alıcı elemanlarının dizilimleriyle oluşturulmuş algılayıcılarda daha da önemli hale gelmektedir. Bu yüzden, tekli veya dizilimli kullanımlarda, her bir ultrasonik verici/alıcı elemanın yön ve zayıflama örüntü karakteristiklerini, özellikle de eşik seviyelerinin beraber kullanıma uygunluklarının montaj öncesi test edip belirlenmesinde fayda vardır.

Bir ray üzerine gerçekleştirilen test düzeneğinde, rayın bir ucuna alıcı diğer ucuna verici blokları yerleştirilmiştir. Bir uçta motorize olarak dönebilen diğer uçta ise sabit bir fikstür bulunmaktadır. Her bir fikstür verici, alıcı veya verici/alıcı bloğu monte edilerek kullanılabilir. Bu sebeple, hem tek yönde gönderme-alma, hem de yansmalı gönderme-alma test taramaları yapılabilir.

Yapılan çalışma, tek veya dizilimli şekilde düzenlenmiş uygulamalarda, ultrasonik alıcı/verici elemanlarının yön ve zayıflama örüntülerinin çıkarılması için pratik bir deney seti sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ultrasonik Algılayıcı, Uçuş Süresi, Algılayıcı Dizilimi

ABSTRACT

Ultrasonic sensors are widely used in presence detection, distance measurement, collision avoidance, level measurement, and so on. Basically, an ultrasonic sensor works as follows: It emits a burst of acoustic waves and detects it if it comes back as a reflection from a target. In the case of detection, the time elapsed between emitting and detecting back is crucial in interpreting the properties of the target object. Unfortunately, ultrasonic sensors of the same kind do not have the same characteristics. Therefore, the same experiment with two different sensors of the same kind may result in different outcomes. This upsetting reality is more severe for the case of ultrasonic sensors when configured as an array. Thus, it is useful to know directivity and attenuation characteristics of ultrasonic sensors, particularly their threshold levels, as an individual or a group configured as an array, prior to assembling in a system.

The test bench we use is a long rail track segment, with adjustable receiver and transmitter blocks positioned at each end. One end has stationary and other has motorized fixture. Each fixture is suitably constructed for transmitting, receiving, or both. So that, test-scans can be performed stand-alone for one way signals in each direction, or for their reflected back extensions.

This study presents a practical experimental setting that generates directivity and attenuation patterns for ultrasonic sensors as an individual or a configured array.

Keywords: Ultrasonic Sensor, Time of Flight, Sensor Array

1. INTRODUCTION

Due to their unique features, ultrasonic sensors have become widespread than ever before. Their unique features include sensing transparent objects even in shiny or foggy environment where most of its alternatives fail to perform properly. Besides, the materials that ultrasonic sensors can sense include metal, plastic, glass, wood, rocks, sand, oil, water, and so on [1]. Ultrasonic sensors have, therefore, enormous potential in sensing based detection and measurement applications. The sources and receivers of ultrasonic waves are transducers, generally, made from piezoelectric material which deforms under the application of a voltage. Voltage applied generates a mechanical distortion which propagates into and travels through the component as a wave. When it arrives at the receiver, the piezoelectric material converts this wave into a voltage that depends on the orientation and magnitude of the distortion [2].

The most widely used functions of an ultrasonic sensor are sensing distant objects and measuring their distances. For the distant object sensing, firstly ultrasonic sensor emits a burst of sound waves and waits for the reflecting signal. If it is detected then it shows presence of an object in the direction of wave propagation. This process can be extended to distance measurement by an additional calculation. Time of flight, which is the duration between emitting and detecting the ultrasonic wave, is multiplied by the speed of sound and half of it is used. The distance formula is, thus,

$$D = \frac{v \times T}{2} \quad (1)$$

where D , v , and T are distance to the object, speed of sound, and round trip time of flight respectively. Schematic representation of this process and wave timings are shown in Figure 1. The receiver echo signal becomes high upon detection of the reflecting wave. A follow-up electronic circuitry, generates this pulse when it detects a reflected signal above a specific threshold level.

It is well-known that, measurement using ultrasonic sensors is one of the cheapest among various options [3]. This motivates a deeper understanding of ultrasonic sensor functioning. In this research, propagation and directivity properties of 40 kHz ultrasonic sensor Devantech-SRF04, in stand alone and in array forms, are investigated in a dedicated experimental setting.

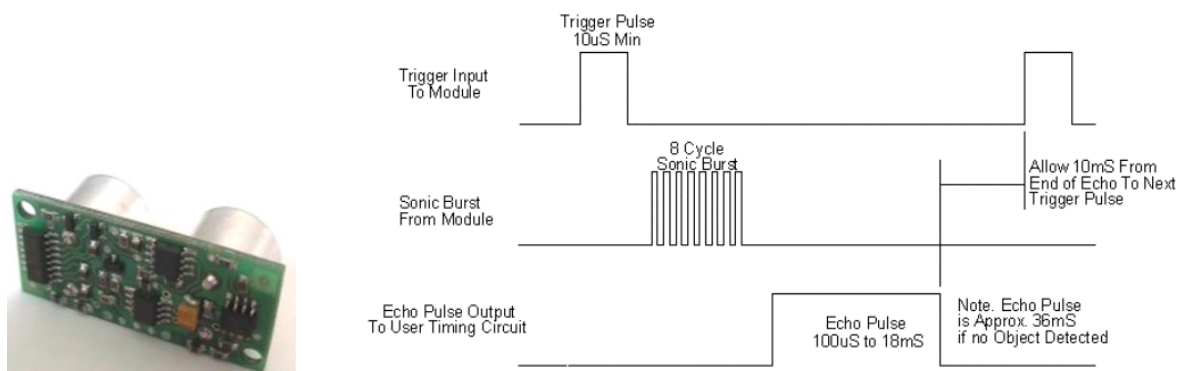


Figure 1: Original Devantech SRF04 and its Timing Diagram

Attenuation, as an ultrasonic wave propagates through a homogeneous gas, is caused by totality of absorption and scattering [4]. Under some simplified assumptions, attenuation can be modeled in an exponential decaying form; however, for a practically useful results it must be determined by measurement [5]. There has been credible results on attenuation of sound during propagation in air for

almost three decades [6]. In [6], attenuation due to atmospheric absorption is specified in terms of an attenuation coefficient as a function of the frequency of the sound (50 Hz to 10 kHz), the temperature ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$), the relative humidity (10 % to 100 %) and pressure (101,325 kPa) of the air. Obviously, attenuation models have high complexity and every ultrasonic sensor's actual model may likely differ from the predicted theoretical results. In this regard, practical experiments yielding attenuation characteristics of an ultrasonic sensor are useful.

Acoustic waves generated by ultrasonic sensors do not propagate towards every direction with the same power. Directivity patterns is a graphical mean showing acoustic signal amplitude versus directions. In most practical applications planar directivity patterns are used. Besides, planar directivity patterns can be represented by two-dimensional graphs. In this manuscript, an experimental setting that generates 2D patterns of ultrasonic sensors is presented. In [7], it is remarked that each ultrasonic sensor has its own specific directivity pattern, therefore, measurement of directivity is necessary.

In the next section various experimental settings are introduced to show a) received wave shapes prior to being processed by its electronic circuitry, which shows attenuation characteristics of an ultrasonic signal as a function of distance. b) Ultrasonic wave lobe strengths corresponding to changes in its nose direction up to 180 degrees, in which the experimental data obtained is used for generating the directivity pattern. We also present directivity patterns for a two sensor array configured in two different ways.

2. EXPERIMENTAL SETTINGS FOR ATTENUATION AND DIRECTIVITY PATTERNS

In this section a testbench for directivity and attenuation patterns and consequential experimental results are presented. The testbench used and its transmitter unit in detail are shown in Figure 2. It consists of an ultrasonic transmitter and receiver on the same linear track where the distance between them is adjustable manually and transmitter's direction is adjustable by a step motor mounted on the pole. A step motor has capability of rotating the ultrasonic transmitter in the xy plane, where the z direction is chosen to point upward. Experiment 1 shows a simple reading at the receiver end to illustrate its time graph and envelope. Experiments 2 and 3 presented below are aimed to determine an individual ultrasonic sensor's directivity and attenuation patterns. For the directivity experiments, angular descriptions are shown in Figure 3.

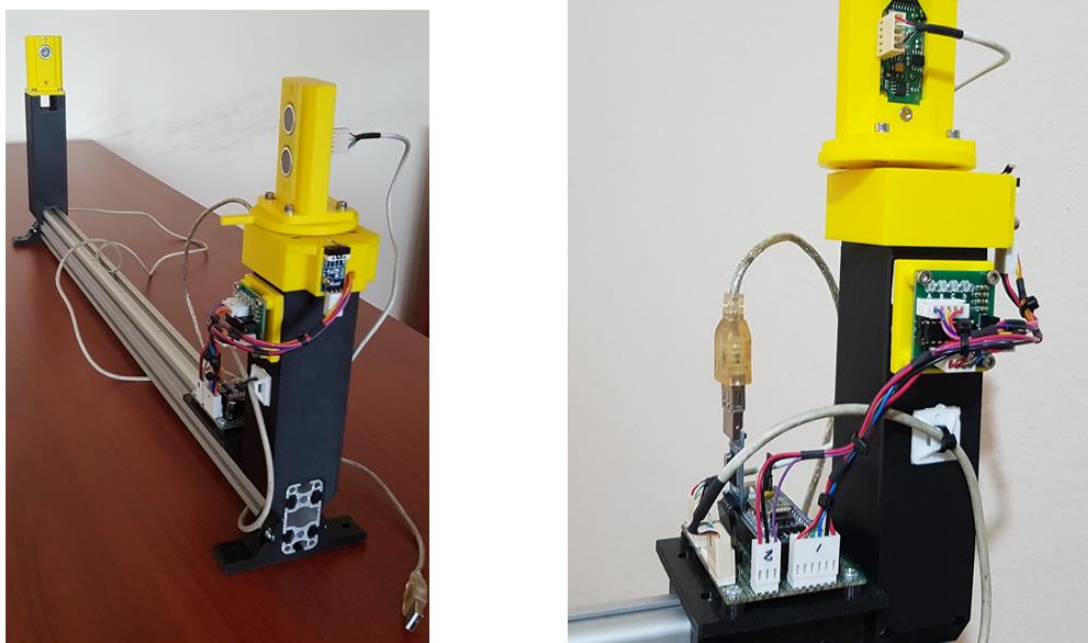


Figure 2: (a) The experimental setting (b) Transmitter unit in detail

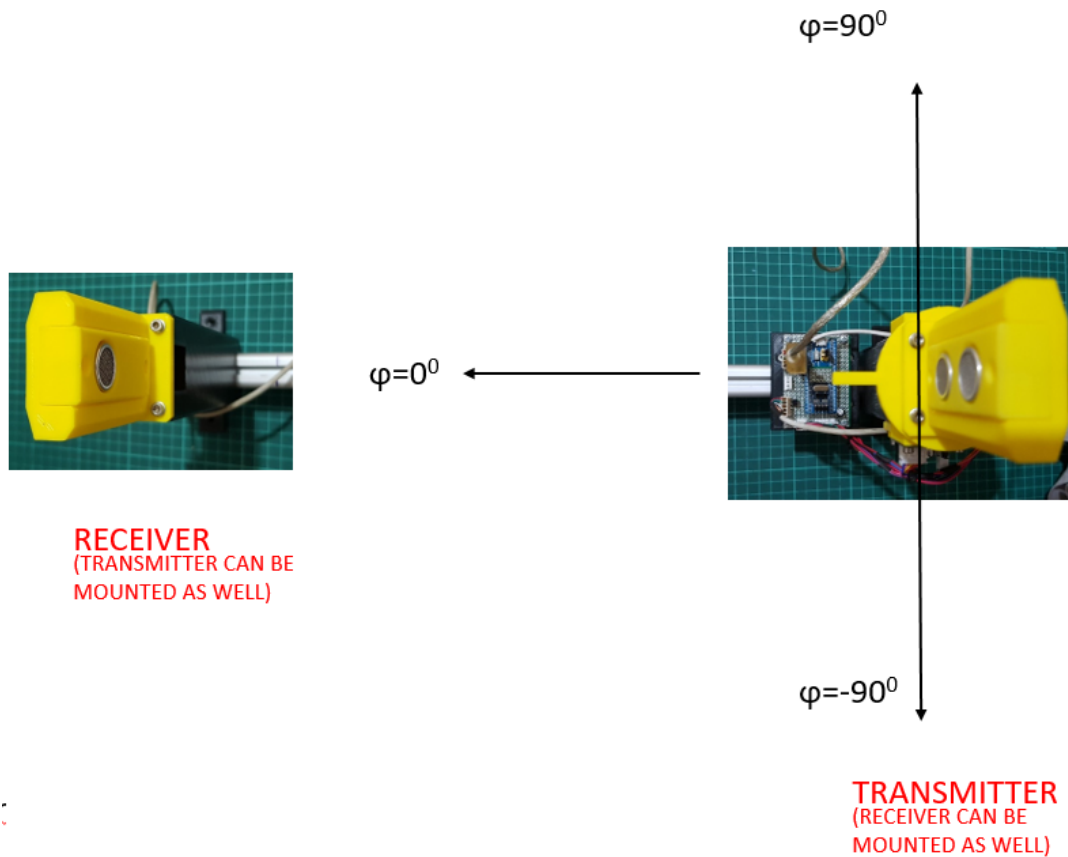


Figure 3: Angular descriptions for the directivity tests

Experiment 1

In this experiment, we place receiver part of ultrasonic sensor Devantech-SRF04 on the lefthand pole, 80cm apart from the transmitter on the right pole . Prior to the placement its buit-in electronic circuitry is demounted. In the original product, receiver output signal goes through a comparator and timing circuitry which are responsible of generating the echo pulse. With the demounting, analog raw data measurements of the receiver output become possible. The transmitter is 80cm apart from and directed towards the receiver at = 0 degrees. An ultrasonic burst is sent by the transmitter and the receiver signal captured with 1 MSPS (mega samples per second) sampling rate. ADC resolution was 12 bits and record length was 4096 microseconds (see Figure 3). Its envelope is shown in Figure 4. Because the signal is symmetric with respect to it DC value, upper parts of the signal graphs are shown only. From the graphs its dc level and marked peak level can be seen clearly.

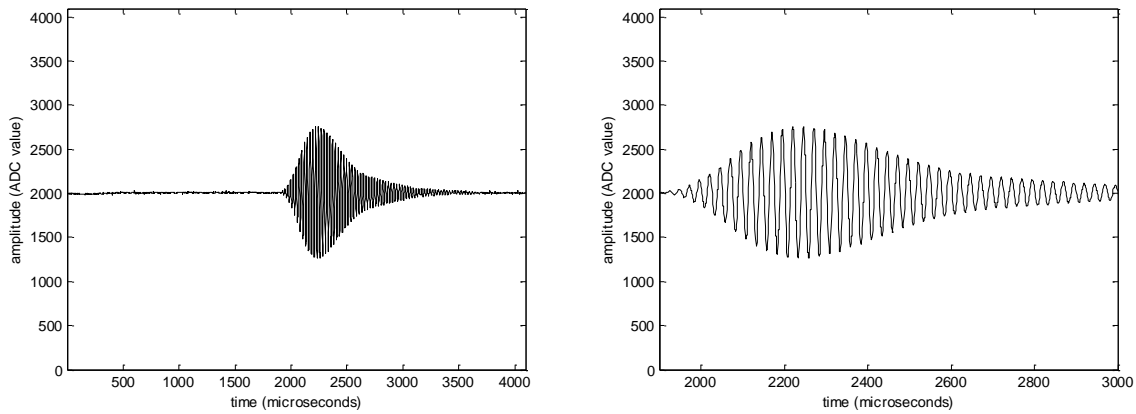


Figure 3: Received signal and magnified echo section.

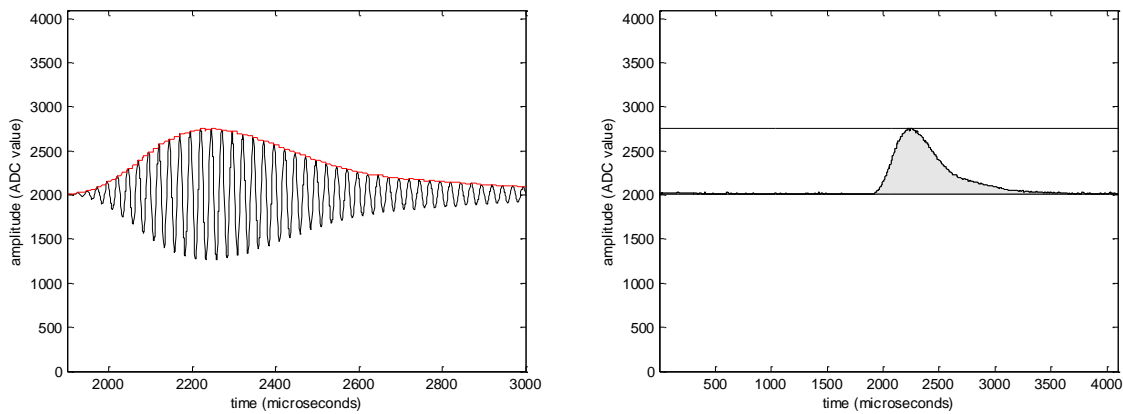


Figure 4: Obtaining the envelope of the echo, and re-drawn signal in enveloped form.

Experiment 2

This experiment shows the attenuation pattern for a single ultrasonic sensor by distance in the air. Receiver of the ultrasonic sensor is placed 80cm, 60cm, 40cm, and 20cm apart from the transmitter. Transmitter direction is set to 0 degree. Received signals in envelope form are shown in Figure 5.

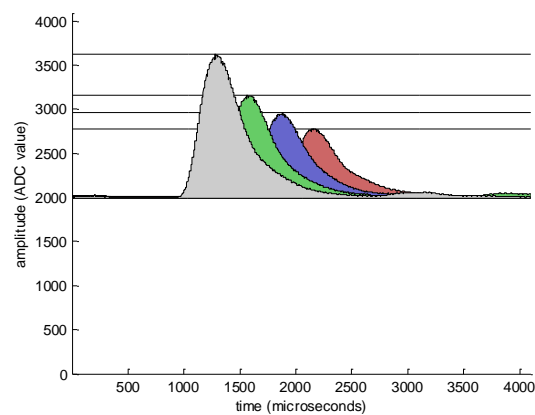


Figure 5: Attenuated signals' envelopes

Experiment 3

This experiment aims to obtain directivity pattern of an ultrasonic sensor. For this purpose, the transmitter on the right pole is gradually rotated from 90 degrees to -90 degrees. At every 1 degree it transmits a burst of sound waves at 40 kHz frequency and the resulting receiver detections are recorded at the other end of the track. The graphical data describing the ultrasonic sensor directivity characteristics for a sample ultrasonic sensor is given in logarithmic scale in Figure 6.

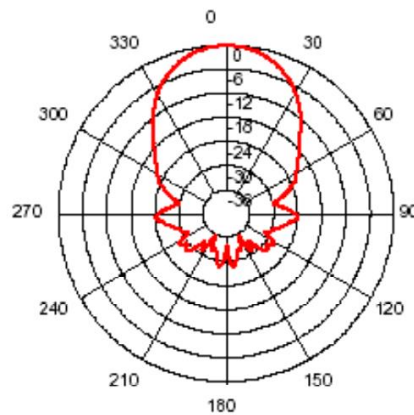


Figure 6: Directivity pattern of a sample ultrasonic sensor

Experiment 4

In the first array experiment, a two transducer array each one having the same transmitting direction is used to examine whether a larger area is coverable. Each of the transducers are tested apriority to make sure that they are identical. Then, two transmitters are triggered simultaneously and observed that the signal intensity graph has fluctuating behavior. The experimental setting and the graphical results are shown in Figure 7 below.



Figure 7-a. Two transmitters having the same transmitting direction

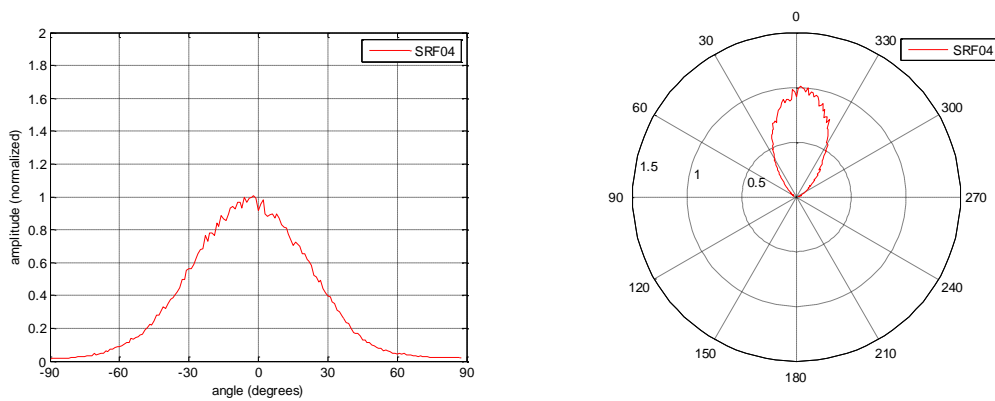


Figure 7-b. Stand-alone characteristics of the transmitter on the left

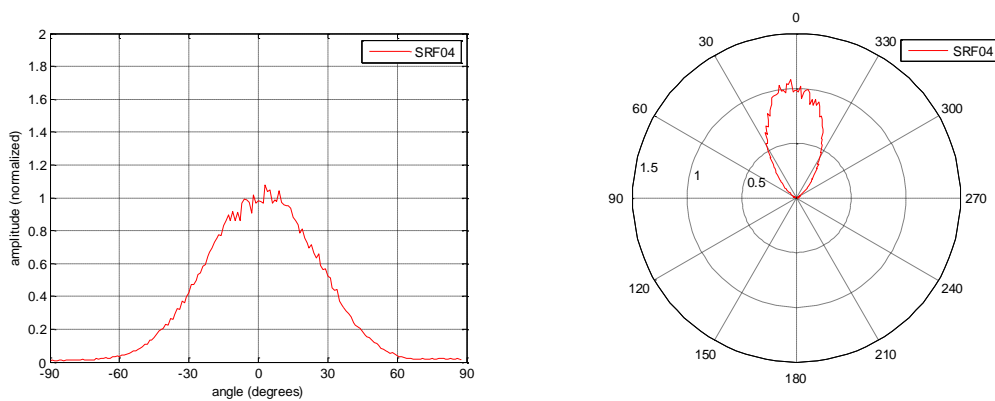


Figure 7-c. Stand-alone characteristics of the transmitter on the right

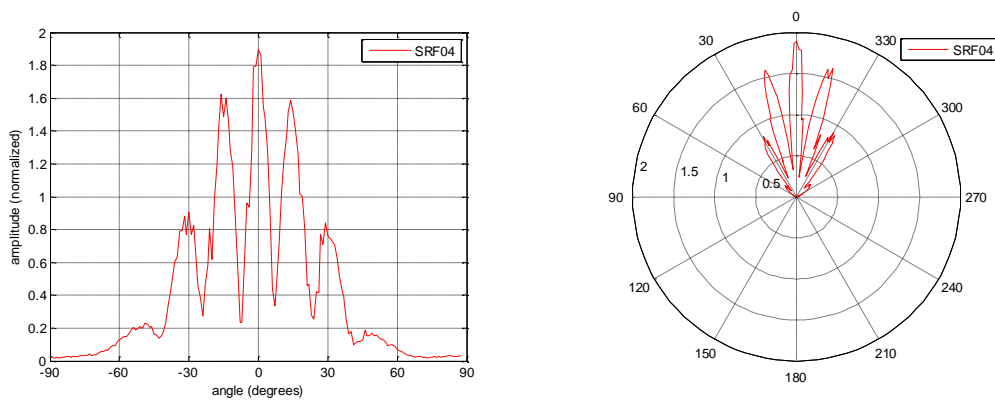


Figure 7-d. Signal intensity graphics when both transmitters triggered simultaneously

The case where two transducers are not identical is also analyzed in the same experimental setting. In such a case it is observed that the stronger one increases the fluctuative behaviour on the other transducer's side.

Experiment 5

This array experiment conducted considers the case where the transmitting directions of the sensors are ± 18 degrees (Figure 8-a). It is observed that in the commonly covered areas the fluctuations in the signal intensities are more significant, however, dc signal intensity level is weaker. For the array under consideration the graphical outcomes are given in Figure 8 below.



Figure 8-a Two transmitters configured with +/- 18 degrees transmitting angles.

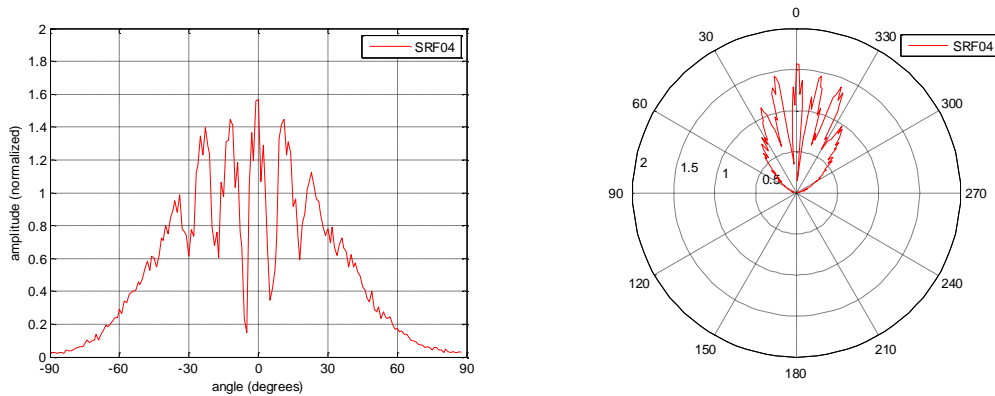


Figure 8-b The graphical outcome when both sensors are identical.

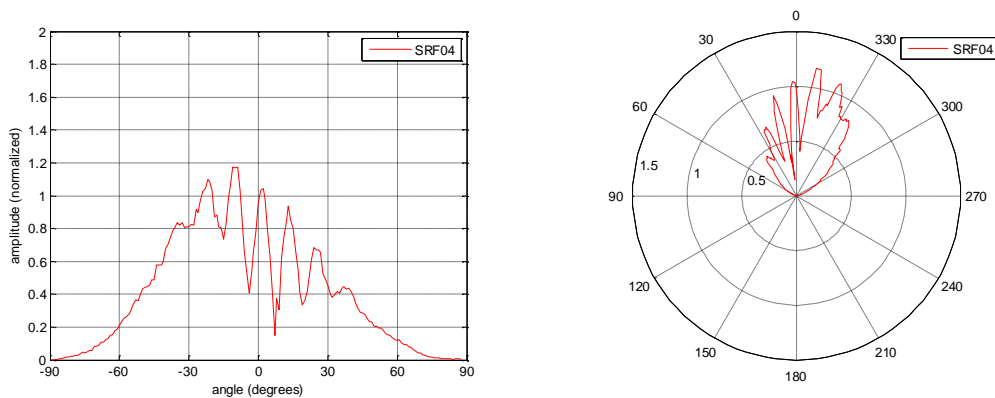


Figure 8-b The graphical outcome when two sensors of the same kind have different properties.

The above experiment is repeated for the case when the transmitters are configured with +/- 22.5 degrees transmitting angles. The resulting graphics are given in Figure 9. It is seen that the signal level is weaker.

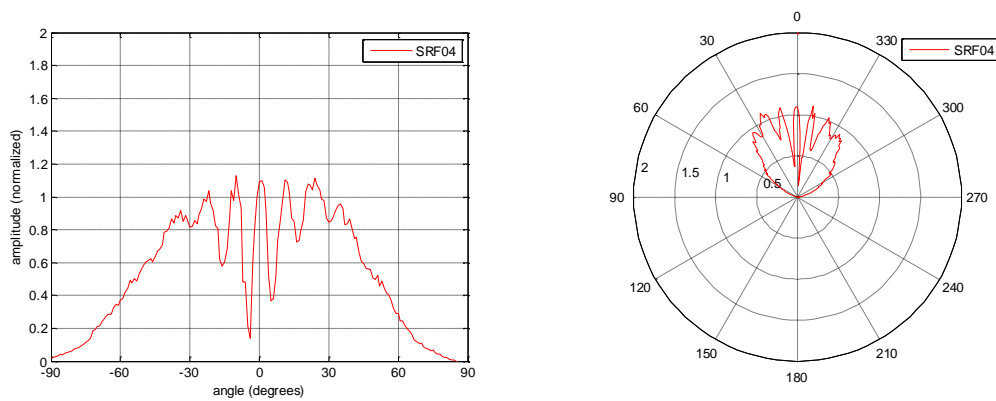


Figure 9. The graphical outcome for identical sensors configured at ± 22.5 degrees angle

It can be concluded that having a two sensor array a wider area coverage is possible. However, in the commonly covered area there may exist fluctuations in the graphics due to the superposition effects. Designers must be careful on this matter, and the intended outcomes must go through an experimental verification process.

CONCLUSIONS

A test bench for determining ultrasonic sensor characteristics is designed and implemented. It is demonstrated through the experiments that this test bench is practical and yielding accurate results for attenuation and directivity patterns. It is shown that the test bench also fits to a more general experiments having sensor arrays. In particular, ultrasonic sensors are tested in the testbench using burst of sound waves at 40 kHz frequency and the resulting receiver detections are presented. It is concluded that even the sensors of the same kind may have different attenuation and directivity characteristics. In a more general problem, the array tests have shown that wider signal aperture is possible when the sensors are configured appropriately.

REFERENCES

- [1] M. Toa and A. Whitehead, Ultrasonic Sensing Basics, Application report, Texas Instruments, 2020.
- [2] J. P. Charlesworth and J. A. G. Temple, Engineering Applications of Ultrasonic Time-of-Flight Diffraction, Research Studies Press, 2001.
- [3] A. K. Shrivastava, A. Verma, and S. P. Singh, Distance Measurement of an Object or Obstacle by Ultrasound Sensors using P89C51RD2, International Journal of Computer Theory and Engineering, Vol. 2, No. 1 February, 2010, 1793-8201.
- [4] Ultrasonic transducers: Materials and design for sensors, actuators and medical applications, Edited by K. Nakamura, Woodhead Publishing Limited, 2012
- [5] L. W. Schmerr Jr. and S.-J. Song, Ultrasonic Nondestructive Evaluation Systems: Models and Measurements, Springer 2007.
- [6] ISO 9613-1, Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere, 1993.
- [7] S. Umchid, Directivity Pattern Measurement of Ultrasound Transducers, International journal of Applied Biomedical Engineering, V. 2, No. 1, pp. 39-43, 2009.

MARBLE QUALITY CLASSIFICATION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

İdris Karaali

Dokuz Eylül Univ., Dept. of Computer Science, İzmir, Türkiye

Dr. Mete Eminagaoglu

Dokuz Eylül Univ., Dept. of Computer Science, İzmir, Türkiye

ABSTRACT

The basic policy of marble enterprises is to establish sustainable high-quality products in a standardized manner. Identification and classification of different types of marbles is a critical task that is usually carried out by human experts. However, marble quality classification by human experts can be time-consuming, error-prone, subjective, and unreliable. This study aims to propose a novel marble quality classification model that might be implemented and used in the marble industry in the near future. In this study, a deep learning model is developed to perform the multi-classification task of 2100 colored (RGB) marble slab images with six different quality classes. A specific convolutional neural network (CNN) architecture was designed and implemented and the results obtained by CNN were comparatively analyzed by some well-known machine learning algorithms. The average accuracy scores among six marble classes obtained by our CNN model were observed to be much higher than the results obtained by other machine learning algorithms.

Keywords: convolutional neural networks, marble quality, multi-classification, machine learning

Discipline: Computer Science and Engineering

**YAPAY SİNİR AĞLARI İLE ÇUBUK KANGAL HADDE PARAMETRELERİNİN
BELİRLENMESİ****DETERMINATION OF THE ROLL PASS OF WIRE AND ROLL MILL WITH NEURAL
NETWORKS****Sefa ÇETİNKAYA***Karabük Üniversitesi***Doç. Dr. İlhami Muharrem ORAK***Karabük Üniversitesi***ÖZET**

Demir çelik sektöründeki artan rekabet şartları işletmelerin her geçen gün proseslerini iyileştirme ve verimliliğini artırmalarını zorunlu kılmaktadır. Çelik üretim süreçleri de verimliliğin ve kalitenin çok önemli olduğu süreçlerden biridir. Çelik üretim süreçlerinin en önemli aşamalarından biri nihai ürüne şeklinin verildiği haddeleme aşamasıdır. Bu aşamadaki her parametre doğrudan kaliteyi etkilemektedir. Bu çalışmada, Kardemir Çubuk ve Kangal Haddehanesinde yapay sinir ağı ile hadde parametrelerinin üretim öncesinde tespit edilerek verimlilik ve kalitede artış hedeflenmiştir. Sekiz adet giriş ve sekiz adet çıkış parametresi üzerinde çalışma yapılarak sinir ağı geliştirilmiştir. Yapay sinir ağlarının öğrenme yeteneğine bağlı ağırlık güncelleme yapılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Yapay sinir ağı mimarisi olarak ileri beslemeli geri yayılım algoritması kullanılmıştır. Giriş ve çıkış parametrelerinin ölçeklendirilmesi için normalizasyon yöntemi kullanılmıştır. Nöronların değerlerinin hesaplanması için doğrusal olmayan fonksiyonlardan sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır. Çalışma hazır kütüphaneler kullanılmadan, bu probleme özel kütüphane yazılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Matlab nntool kütüphanesi ile aynı metod yardımı sonucu oluşturulan veriler ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak yapay sinir ağı kullanarak hadde parametrelerinin belirlenmesi işlemi için tüm sonuç parametreleri gerçek değerler ile karşılaştırılmış olup hata oranları kabul edilebilir sonuçlar vermesi sebebiyle yaklaşım ve algoritma başarılı olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Haddeleme parametreleri, matematiksel model, yapay sinir ağı, C#

ABSTRACT

The increasing competitive conditions in the iron and steel industry require companies to improve their processes day by day and increase their efficiency. Steel production processes are also one of the processes where efficiency and quality are very important. One of the most important stages of steel production processes is the rolling stage, in which the final product is shaped. Each parameter at this stage directly affects quality. Steel producers aim to increase their productivity and optimize process parameters according to maximum efficiency and quality. The work to be done to achieve these goals is to determine the parameters by automation systems. In this study, an increase in productivity and quality is aimed by determining the parameters of the rolling mill with the artificial neural network in Kardemir Rod and Wire Rolling Mill before production. The neural network was developed by working on eight input and eight output parameters. We tried to determine the weight depending on the learning ability of artificial neural networks by updating. Feed back propagation algorithm is used as artificial neural network architecture. Normalization method is used to scale the input and output parameters. Sigmoid function, one of the nonlinear functions, was used to calculate the values of neurons. The study was done by using a special library for this problem without using ready-made libraries. The results obtained were compared with the data created by the same method with the Matlab nntool library. SQL SERVER database was used to store data with C # as the coding language. As a result, all the result parameters were compared with the actual values for the determination of the rolling parameters using the artificial neural network, and the approach and the algorithm were successful since the error rates gave acceptable results.

Keywords: Rolling parameters, mathematical model, artificial neural network, C#

1. GİRİŞ

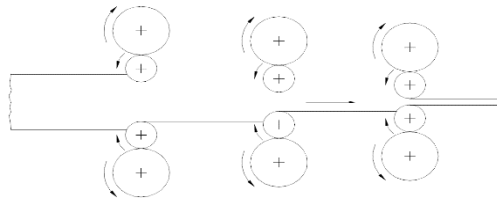
Demir çelik sektöründeki artan rekabet şartları işletmelerin her geçen gün proseslerini iyileştirme ve verimliliğini artırmalarını zorunlu kılmaktadır. Çelik üretim süreçleri de verimliliğin ve kalitenin çok önemli olduğu süreçlerden biridir. Özellikle otomotiv ve savunma sanayi başta olmak üzere bağlantı elemanları gibi yan sektör temsilcileri için çelik kalitesi çok önemlidir. [1]. Hadde parametreleri nihai ürünü doğrudan etkileyen en önemli faktörlerden biridir. İşlenecek ürün ve ebadı göre merdane hızı, çap, sıcaklık, kayma ve sürtünme değerleri gibi parametreler haddeleme prosesinde önemli parametrelerdir. [6] Bu nedenle haddeleme sonucunda üretilen nihai ürünün yüksek verimlilik ve istenilen kalitede olabilmesi için tüm hadde parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir.[2] Günümüzde genellikle hadde parametreleri matematiksel ve istatistiksel modelleme yöntemleriyle belirlenmektedir.[4] Ancak kalite, ebat, model, gibi özelliklerin değiştiği durumlarda tekrar hadde parametrelerinin modellenmesi ciddi maliyet ve zaman kayıplarına yol açmaktadır.[3] Bu sebeple hadde parametrelerinin belirlenmesindeki maliyet ve zaman kayıplarının önüne geçmek için son zamanlarda geleneksel matematiksel modeller ve yapay sinir ağları ile süreç parametreleri arasında çok boyutlu ilişkilerde öğrenme yöntemi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. [5]

Haddeleme parametrelerinin yapay sinir ağları kullanarak belirlenmesi ve modellenmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle bir ya da bir kaç sayıda parametre belirleme üzerine çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar genellikle yassı ürün haddeleme parametreleri veya haddeleme kuvveti hesaplama gibi konular üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmada Kardemir Çubuk ve kangal haddehanesinde daha önce deneysel yöntemlerle belirlenen, haddeye ait çap, hız, alan, gap gibi üretim ve kaliteyi doğrudan etkileyen parametrelerin, YSA öğrenme yeteneği ile üretim öncesinde belirlenmesi sağlanmıştır.

2. HADDELEME

Yarı mamüllere bir kalıp yardımıyla kalıcı şekil verilmesi işlemine haddeleme adı verilmektedir. Haddeleme işlemi genellikle metalleri şekillendirmek için kullanılmaktadır. Metal yarı mamüller merdane adı verilen kalıplarla haddelenmesi sonucu uzatılarak ürün haline getirilir. Yarı mamül şekillendirme aşamalarının büyük bir bölümü de haddeleme metoduyla yapılmaktadır. Nihai ürün haline getirilecek yarı mamül, birbirlerine ters şekilde döndürülen iki veya daha çok merdanenin arasından belirli yükler üstünde ilerletilerek şekillendirilir.[12] Haddelemedeki ilk hedef, haddelenecek yarı mamülü sıkıştırarak daha yoğun bir forma sokmaktır. Diğer bir amaç ise yarı mamüllerin kesitini azaltarak uzaması ile istenen şekile sokulmasıdır [13].



Şekil 1. Hadde düzeni [13]

Haddeleme ile çok yüksek mukavemette malzemeleri şekillendirme yapılabilir. Çelik üretiminin büyük bir kısmı hadde mamülleri olarak kullanıma sunulmaktadır.[13] Yarı mamul olarak slab, kütükler kullanarak çeşitli profiller, raylar, köşebentler, demir yolu tekeri, çubuk ve kangallar üretilebilmektedir.

2.1. Çubuk Ve Kangal Haddeleme

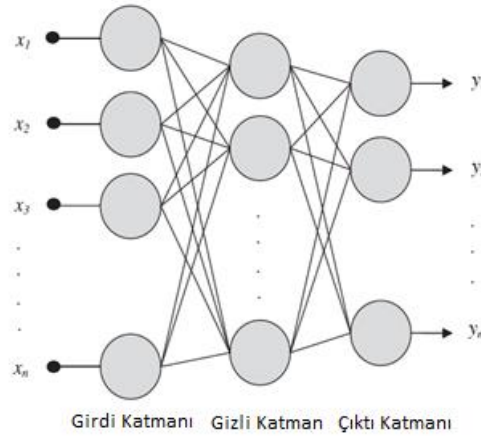
Yarı mamuller iticiler yardımıyla tavlama fırınına alınır. Yarı mamuller yeterli sıcaklığa ulaşıncaya kadar fırında tavllanır. Tavlama sonrası üretilecek ürünün reçetesine göre hazırlanmış hat içerisinde gönderilir. İlk olarak yarı mamul kütük merdaneler ile haddelenerek nihai mamul oluşumuna hazırlanır ve haddenin ikinci bölümüne doğru ilerler. Daha sonra yolluk sistemi ile haddeleme esnasında ayar yapma, düşük redüksiyon oranları ve hassas malzeme toleransları imkânları olan bölgeye doğru ilerler.

Son bölümde ürün çeşit ve ebadına göre farklı hatlar üzerinden ürün nihai şeklini alır. Soğutma kesme ve paketleme işlemlerinin ardından ürün satışa hazır hale gelir.

2. YAPAY SİNİR AĞI

Yapay sinir ağları; bilgisayar destekli bir makinenin, insan beynine özgü nitelikler olduğu düşünülen öğrenme, fikir edinme, anlamlandırma, kabuller ve varsayımlar yapma gibi zihinsel problemleri çözme olarak isimlendirilmektedir. [12] Yapay sinir ağlarında, istenilen sonucu elde etmek için matematiksel modeller ve algoritmalar gibi birçok yöntem kullanılmaktadır. Yapay sinir ağlarının en önemli amacı, kendisine sunulan bir öğrenme girdi değerlerine karşılık gelebilecek bir sonuç ortaya koymaktır. [14]

Yapay sinir ağında nöronların bir düzlemde bir araya gelmeleriyle katmanlar oluşur. Bir yapay sinir ağı üç tip katmandan meydana gelir. Bunlar girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olarak adlandırılır.[13] Katmanların belirli bir düzende dizilmesiyle ağlar oluşur. Şekil 3.2 de üç katmanlı yapay sinir ağı modellenmiştir.



Şekil 4. Üç katmanlı YSA[14]

Toplam fonksiyonu sonucunda net değeri çeşitli matematiksel işlemler sonucunda üreteceği çıktıyı hesaplayan fonksiyona aktivasyon fonksiyonu denir. Aktivasyon fonksiyonu geri beslemeli algoritmalarda türev işlemini kullanması sebebiyle işlemlerin yavaşlamaması için türevi kolay hesaplanabilen bir fonksiyon seçilmektedir. Günümüzde sık olarak uygulanan “Çok katmanlı ağ” algoritmalarında genel olarak aktivasyon fonksiyonu olarak “Sigmoid fonksiyonu” seçilir. [8]

3.1. Yapay Sinir Ağlarının Eğitimi ve Öğrenme

YSA’da girdi katmanındaki ağırlık değerleri, belirli bir hesaplama yöntemiyle hesaplanmaz ve girişte önceki değeri olmadığı için rasgele üretilir. Bu nedenle YSA, istenen sonucu verecek şekilde, giriş olarak aldığı veri setini kullanarak ağırlıkları her iterasyonda güncelleyerek giriş ile çıkış arasındaki ilişkiyi öğrenmelidir. [7].Eğitim süresini hızlandırmak için bazı metotlar geliştirilmiştir. Bunlardan biri ağırlıkların değişim miktarlarının belirlendiği öğrenme katsayısıdır. Öğrenme katsayısı küçük kabul edildiğinde eğitim süresi uzayacak, büyük kabul edilirse sonuçlar çok fazla aralık içerisinde dolaşacak olması sebebiyle tutarsız olacaktır. Momentum katsayısı 0 ile 1 aralığında seçilir. Momentum kullanımı ile YSA eğitme aşamasında hızlanma gözlenmektedir. [9]

4. GİRİŞ VE ÇIKIŞ PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Yapılan çalışmada sekiz adet giriş parametresi ve buna bağlı sekiz adet çıkış parametresi kullanılmıştır. Parametreler, ürünün ebadını, kalitesini ve verimliliği doğrudan etkileyen ve birbirine bağlı değişkenlerdir.[10,11] Parametreler ile YSA’ya öğrenim için gerekli veri kümesinin oluşturulması adına parametreler aşağıda verilmiştir.

Tablo 1a Kullanılan giriş parametreleri

PARAMETRE	ÖB	AÇIKLAMA
MÇ	mm	Merdane Çapı
G	mm	İki merdane arasındaki hava boşluğu
ÇH	m/s	Malzemenin merdaneden çıkış hızı
S	°C	Malzemenin Sıcaklığı
TK		Tezgah katsayısı (projeye göre)
GA	mm ²	Malzemenin merdaneye giriş kesiti
ÇA	mm ²	Malzemenin merdaneden çıkış kesiti
BL	mm	Malzemenin köşegen uzunluğu

Tablo 2a Kullanılan çıkış parametreleri

PARAMETRE	ÖB	AÇIKLAMA
H0	mm	Malzemenin giriş yüksekliği
H1	mm	Malzemenin çıkış yüksekliği
FWS	-	Kayma miktarı
Dw	mm	Kalibre çapı
Deff.	mm	Merdanenin efektif çapı
RH	m/s	Referans Hız
PF	mm	Merdane paso faktörü
MD	RPM	Merdane devir sayısı

5. UYGULAMA

5.1. Kullanılan Teknolojiler

Bu çalışmada, uygulama desktop uygulaması olarak tasarlanmış, kodlama dili olarak C# kullanılmış oluş mimari olarak 2016 yılında Microsoft tarafından duyurulan .Net Core mimarisi kullanılmıştır. .Net Core açık open soruce olarak geliştirilmesi devam etmekte olan, platform bağımsız çalışan, esnek ve modern geliştirme platformudur. Bu teknoloji, geleneksel mimari olan .Net freamework mimarisinden farklı olarak her platformda çalışan, günümüz esnek yapısına uygun ağır kütüphaneler içermeyen hızlı çalışan bir mimaridir. Bu avantajları sayesinde makine öğrenmesi, cloud ve IOT teknolojileri için uygun bir mimaridir. Uygulamamızda öğrenme, normalizasyon ve çeşitli fonksiyonlar kullanılıyor olması sebebiyle .net core mimarisi seçilmiştir. Entegrasyon için Entity Freamework yapısı kullanılmıştır. Entity Freamework .Net Core platformunda Nesne ilişkilendirme araçlarından birisidir. Nesne ilişkilendirme aracı veritabanı ile nesneye yönelik programlama arasındaki ilişkiyi yönetmek için kullanılmıştır. Entity Framework, nesne tabanlı programlamada veri tabanındaki tablolara uygun nesnelere oluşturulma amacıyla kullanılmıştır. Veri tabanı nesnelere oluşturmak için code first yapısı kullanılmıştır.

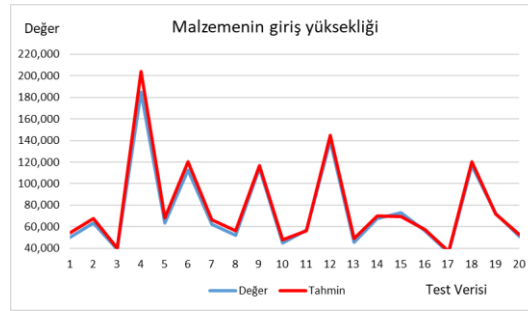
Verilerin saklanması ve işlenmesi işlemleri için veri tabanı olarak yine Microsoft'un ortaya çıkardığı ilişkisel veri tabanı yönetim sistemi olan SQL SERVER tercih edilmiştir. Microsoft tarafından SQL server için çeşitli versiyonlar sunulmuştur. Verilerin Matlab ile karşılaştırılması için Matlab 2019 versiyon nntool kütüphanesi kullanılmıştır.

5. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada Kardemir AŞ'de Çubuk ve Kangal Haddehanesinin kaliteye etki eden hadde parametrelerinden sekiz giriş ve sekiz çıkış parametresi kullanılmıştır. Veri seti haddehanede kullanılan verilerden oluşturulmuştur. Tahmin yapma üzerine oluşturulmuş mimaride eğitim kuralı olarak 3. Bölümde anlatılan ileri ve geri beslemeli algoritma seçilmiş, sekiz adet çıkış parametresi olması sebebiyle eğitim, 1000 iterasyon olarak belirlenmiştir. Hem geliştirilen uygulamada hem de Matlab uygulamasında 80 adet değerle eğitim yapılmış ve 20 adet veri ile benzetim yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Veriler, oluşturulan sinir ağlarında eğitim ve test aşamalarından önce normalize edilmiştir. İki farklı uygulama ile ortaya çıkan sonuçlar grafikler ve tablolar ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca uygulamaların tahmin doğruluklarını ve başarılarını karşılaştırmak için MAPE ve MSE matematiksel uygulamalar kullanılmıştır. İlk olarak geliştirilen uygulamanın tahmin grafikleri ve hata oranları tablosu daha sonra Matlab uygulaması tahmin grafikleri ve hata oranları tablosu ve son olarak iki uygulamanın karşılaştırma sonuçları ortaya konmuştur.

Tablo 2a. Geliştirilen uygulama sonucuna göre çıktı 1 malzemenin giriş yüksekliği test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

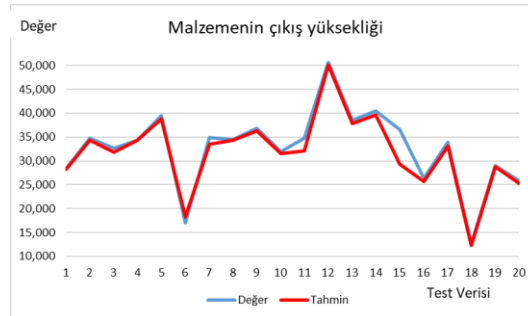
No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	50,471	54,561	8,104	11	57,097	56,600	0,871
2	63,690	67,471	5,937	12	139,726	144,850	3,668
3	38,920	40,430	3,880	13	45,698	49,185	7,630
4	185,002	204,024	10,282	14	67,968	69,974	2,951
5	63,652	68,451	7,541	15	73,295	69,636	4,992
6	112,633	120,500	6,985	16	56,508	57,240	1,296
7	62,396	66,571	6,691	17	35,785	37,246	4,082
8	51,905	56,042	7,970	18	116,527	120,061	3,033
9	114,327	116,679	2,057	19	72,391	72,169	0,308
10	44,920	48,168	7,231	20	50,724	52,641	3,779



Şekil 10. Geliştirilen uygulama sonucuna göre malzemenin giriş yüksekliği değer ve tahmini değer grafiği

Tablo 2b. Geliştirilen uygulama sonucuna göre çıktı 2 malzemenin çıkış yüksekliği test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

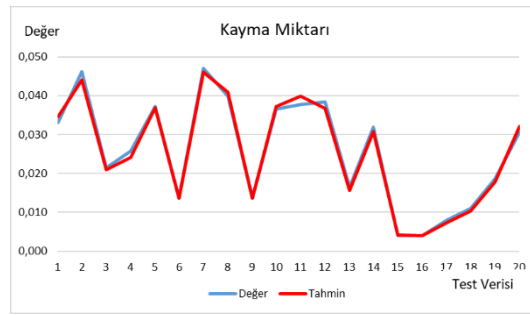
No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	28,361	28,173	0,666	11	34,696	32,122	7,420
2	34,793	34,409	1,103	12	50,679	50,092	1,158
3	32,625	31,786	2,573	13	38,539	37,786	1,956
4	34,302	34,377	0,220	14	40,545	39,702	2,079
5	39,503	38,846	1,664	15	36,542	29,284	19,862
6	17,093	18,360	7,412	16	26,445	25,693	2,845
7	34,957	33,449	4,316	17	33,905	33,135	2,271
8	34,541	34,313	0,661	18	12,566	12,220	2,749
9	36,784	36,349	1,182	19	29,064	28,742	1,109
10	31,920	31,510	1,284	20	25,857	25,325	2,057



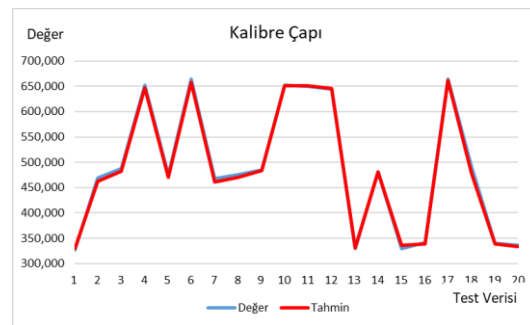
Şekil 11. Geliştirilen uygulama sonucuna göre malzemenin çıkış yüksekliği değer ve tahmini değer grafiği

Tablo 2c. Geliştirilen uygulama sonucuna göre çıktı 3 kayma miktarı test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	0,033	0,035	4,516	11	0,038	0,040	6,067
2	0,046	0,044	4,693	12	0,038	0,037	4,255
3	0,021	0,021	2,666	13	0,017	0,016	5,629
4	0,026	0,024	6,527	14	0,032	0,031	3,628
5	0,037	0,037	0,942	15	0,004	0,004	4,580
6	0,014	0,014	0,167	16	0,004	0,004	2,421
7	0,047	0,046	2,000	17	0,008	0,007	8,641
8	0,040	0,041	2,522	18	0,011	0,010	5,882
9	0,014	0,014	0,290	19	0,019	0,018	4,818
10	0,037	0,037	1,718	20	0,031	0,032	4,742

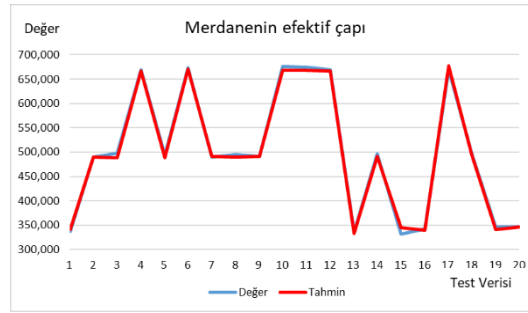
**Şekil 12.** Geliştirilen uygulama sonucuna göre kayma miktarı değer ve tahmini değer grafiği**Tablo 2d.** Geliştirilen uygulama sonucuna göre çıktı 4 kalibre çapı test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	326,539	329,300	0,846	11	649,804	651,127	0,204
2	468,807	462,147	1,421	12	644,321	646,238	0,298
3	487,275	482,782	0,922	13	329,761	330,194	0,131
4	652,998	646,996	0,919	14	481,155	480,397	0,158
5	476,097	470,597	1,155	15	329,958	336,459	1,970
6	664,507	657,710	1,023	16	341,055	339,181	0,549
7	467,843	460,503	1,569	17	663,995	662,191	0,272
8	475,959	470,563	1,134	18	491,734	478,334	2,725
9	484,616	483,305	0,271	19	340,636	338,755	0,552
10	44,920	44,140	1,736	20	50,724	50,450	0,539

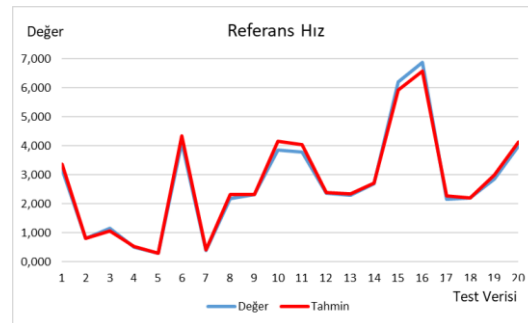
**Şekil 13.** Geliştirilen uygulama sonucuna göre kalibre çapı değer ve tahmini değer grafiği

Tablo 2e. Geliştirilen uygulama sonucuna göre çıktı 5 merdanenin efektif çapı test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	337,364	341,409	1,199	11	674,270	668,653	0,833
2	490,450	490,279	0,035	12	669,064	666,067	0,448
3	497,735	487,945	1,967	13	335,216	332,522	0,804
4	669,854	666,626	0,482	14	496,476	490,824	1,138
5	493,861	488,955	0,994	15	331,274	344,672	4,044
6	673,580	670,277	0,490	16	342,410	339,110	0,964
7	489,837	491,530	0,346	17	669,344	676,866	1,124
8	494,908	489,538	1,085	18	497,120	493,610	0,706
9	491,192	490,776	0,085	19	347,005	340,716	1,812
10	676,392	668,075	1,230	20	346,730	346,064	0,192

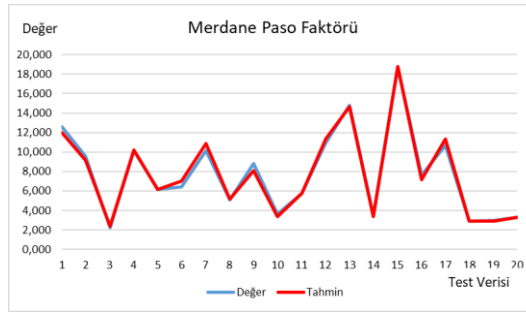
**Şekil 14.** Geliştirilen uygulama sonucuna göre merdanenin efektif çapı değer ve tahmini değer grafiği**Tablo 2f.** Geliştirilen uygulama sonucuna göre çıktı 6 referans hız test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	3,194	3,363	5,285	11	3,778	4,043	7,018
2	0,822	0,816	0,782	12	2,379	2,390	0,477
3	1,155	1,071	7,320	13	2,302	2,350	2,083
4	0,517	0,522	1,033	14	2,694	2,719	0,920
5	0,299	0,300	0,223	15	6,205	5,925	4,519
6	4,104	4,354	6,097	16	6,893	6,583	4,491
7	0,392	0,419	6,906	17	2,153	2,284	6,098
8	2,173	2,326	7,005	18	2,196	2,210	0,640
9	2,319	2,329	0,451	19	2,857	2,999	4,995
10	3,868	4,171	7,814	20	3,988	4,143	3,877

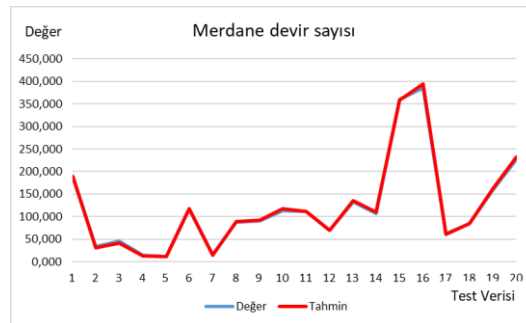
**Şekil 15.** Geliştirilen uygulama sonucuna göre referans hız değer ve tahmini değer grafiği

Tablo 2g. Geliştirilen uygulama sonucuna göre çıktı 7 merdane paso faktörü test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	12,636	12,030	4,799	11	5,730	5,769	0,687
2	9,550	9,120	4,499	12	10,936	11,365	3,924
3	2,265	2,390	5,501	13	14,784	14,660	0,838
4	10,146	10,199	0,522	14	3,524	3,369	4,398
5	6,139	6,129	0,160	15	18,726	18,782	0,299
6	6,420	7,014	9,253	16	7,590	7,159	5,682
7	10,163	10,871	6,964	17	10,656	11,369	6,689
8	5,092	5,170	1,526	18	2,880	2,890	0,350
9	8,808	8,093	8,118	19	2,995	2,880	3,847
10	3,608	3,390	6,032	20	3,270	3,289	0,583

**Şekil 16.** Geliştirilen uygulama sonucuna göre merdane paso faktörü değer ve tahmini değer grafiği**Tablo 2h.** Geliştirilen uygulama sonucuna göre çıktı 8 merdane devir sayısı test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

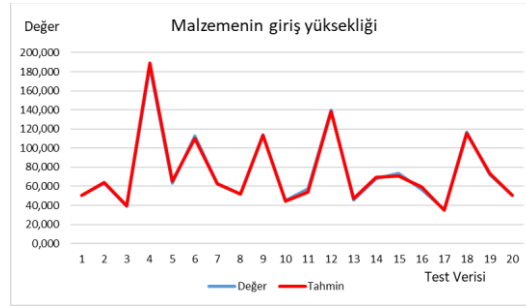
No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	186,817	189,965	1,685	11	111,033	111,494	0,415
2	33,489	30,191	9,848	12	70,507	70,126	0,540
3	45,278	40,948	9,563	13	133,319	135,706	1,791
4	15,111	13,068	13,520	14	106,942	109,586	2,472
5	11,988	11,397	4,932	15	359,172	358,174	0,278
6	117,952	117,993	0,035	16	385,977	394,770	2,278
7	15,986	14,574	8,834	17	61,917	60,350	2,532
8	87,214	89,336	2,433	18	85,289	85,349	0,070
9	91,373	92,129	0,827	19	160,162	162,790	1,641
10	113,226	117,173	3,486	20	226,387	232,298	2,611

**Şekil 17.** Geliştirilen uygulama sonucuna göre merdane devir sayısı değer ve tahmini değer grafiği

Aynı veri seti ile 8 adet giriş ve 8 adet çıkış parametresi Matlab üzerinde 80 adet veri ile eğitim gerçekleştirilerek 20 adet veri ile sonuçlar değerlendirilmiştir. Test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablolarda, tahmin edilen değer ile gerçek değer grafikleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 3a. Matlab uygulaması çıktı 1 malzemenin giriş yüksekliği test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

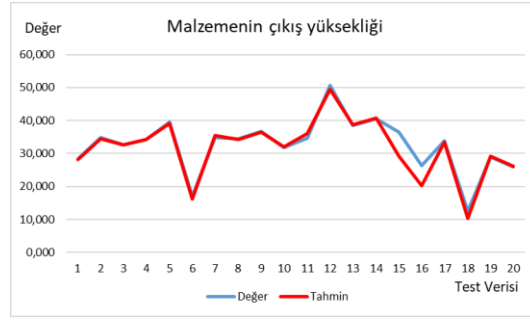
No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	50,471	50,440	0,061	11	57,097	53,614	6,101
2	63,690	64,237	0,860	12	139,726	138,490	0,884
3	38,920	39,488	1,461	13	45,698	47,148	3,171
4	185,002	189,079	2,204	14	67,968	69,135	1,718
5	63,652	65,408	2,759	15	73,295	70,543	3,754
6	112,633	109,842	2,479	16	56,508	59,350	5,030
7	62,396	62,834	0,701	17	35,785	34,838	2,646
8	51,905	52,067	0,312	18	116,527	115,632	0,768
9	114,327	113,635	0,606	19	72,391	73,180	1,089
10	44,920	44,140	1,736	20	50,724	50,450	0,539



Şekil 18. malzemenin giriş yüksekliği değer ve tahmini değer grafiği

Tablo 3b. Matlab uygulaması çıktı 2 malzemenin çıkış yüksekliği test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

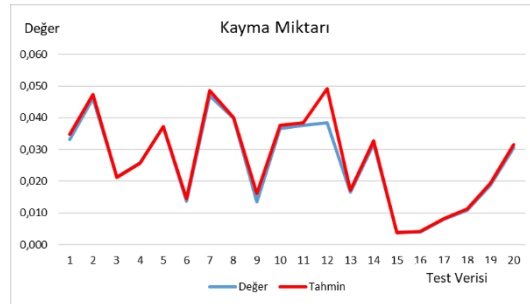
No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	28,361	28,075	1,010	11	34,696	36,172	4,253
2	34,793	34,535	0,743	12	50,679	49,568	2,193
3	32,625	32,727	0,311	13	38,539	38,710	0,443
4	34,302	34,298	0,009	14	40,545	40,749	0,502
5	39,503	39,161	0,865	15	36,542	29,157	20,211
6	17,093	16,206	5,185	16	26,445	20,331	23,121
7	34,957	35,489	1,522	17	33,905	33,470	1,286
8	34,541	34,340	0,581	18	12,566	10,318	17,884
9	36,784	36,453	0,900	19	29,064	29,139	0,258
10	31,920	31,966	0,143	20	25,857	26,128	1,049



Şekil 19. malzemenin çıkış yüksekliği değer ve tahmini değer grafiği

Tablo 3c. Matlab uygulaması çıktı 3 kayma miktarı test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

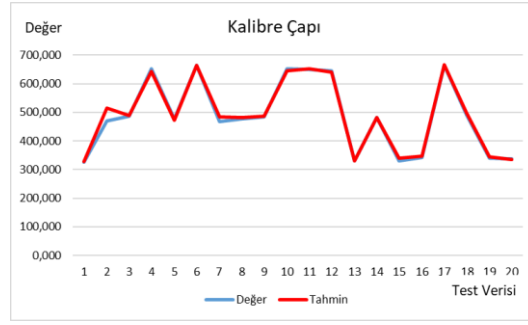
No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	0,033	0,035	5,161	11	0,038	0,038	2,035
2	0,046	0,047	2,426	12	0,038	0,049	28,076
3	0,021	0,021	1,340	13	0,017	0,017	3,546
4	0,026	0,026	0,483	14	0,032	0,033	3,215
5	0,037	0,037	0,017	15	0,004	0,004	5,282
6	0,014	0,015	6,645	16	0,004	0,004	4,190
7	0,047	0,049	3,480	17	0,008	0,008	0,901
8	0,040	0,040	0,726	18	0,011	0,011	3,626
9	0,014	0,016	19,347	19	0,019	0,019	3,565
10	0,037	0,038	2,715	20	0,031	0,032	3,295



Şekil 20. malzemenin çıkış yüksekliği değer ve tahmini değer grafiği

Tablo 3d. Matlab uygulaması çıktı 4 kalibre çapı test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

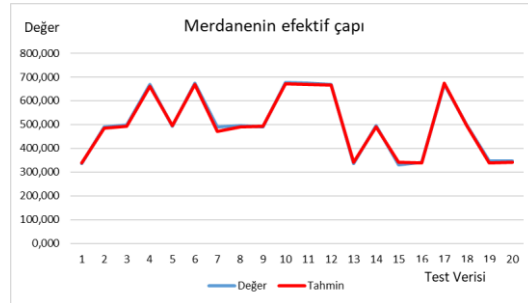
No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	326,539	327,091	0,169	11	649,804	652,596	0,430
2	468,807	514,749	9,800	12	644,321	639,514	0,746
3	487,275	487,853	0,119	13	329,761	330,857	0,332
4	652,998	641,816	1,712	14	481,155	482,332	0,245
5	476,097	471,474	0,971	15	329,958	340,011	3,047
6	664,507	663,415	0,164	16	341,055	345,797	1,390
7	467,843	483,603	3,369	17	663,995	665,398	0,211
8	475,959	480,808	1,019	18	491,734	498,735	1,424
9	484,616	487,357	0,566	19	340,636	343,729	0,908
10	652,480	645,440	1,079	20	336,443	334,441	0,595



Şekil 21. malzemenin çıkış yüksekliği değer ve tahmini değer grafiği

Tablo 3e. Matlab uygulaması çıktı 5 merdanenin efektif çapı test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

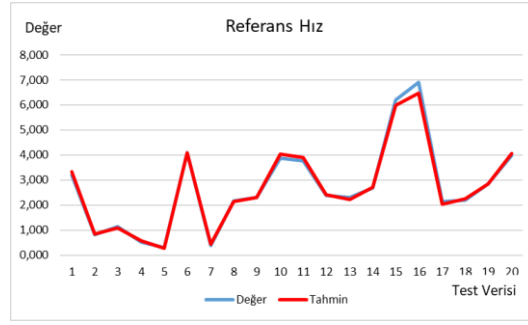
No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	337,364	339,166	0,534	11	674,270	668,883	0,799
2	490,450	485,718	0,965	12	669,064	665,723	0,499
3	497,735	492,070	1,138	13	335,216	340,555	1,593
4	669,854	661,389	1,264	14	496,476	490,514	1,201
5	493,861	496,488	0,532	15	331,274	340,852	2,891
6	673,580	669,325	0,632	16	342,410	339,756	0,775
7	489,837	472,054	3,630	17	669,344	673,201	0,576
8	494,908	489,786	1,035	18	497,120	496,508	0,123
9	491,192	492,569	0,280	19	347,005	339,743	2,093
10	676,392	671,392	0,739	20	346,730	340,459	1,809



Şekil 22. malzemenin çıkış yüksekliği değer ve tahmini değer grafiği

Tablo 3f. Matlab uygulaması çıktı 6 referans hız test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

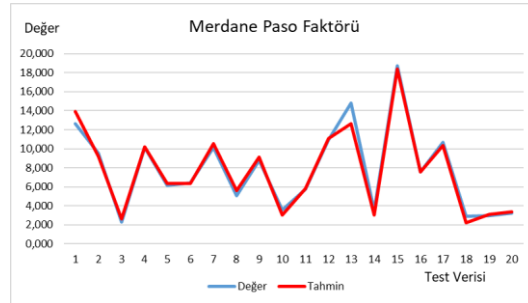
No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	3,194	3,325	4,091	11	3,778	3,901	3,254
2	0,822	0,844	2,637	12	2,379	2,413	1,461
3	1,155	1,028	11,044	13	2,302	2,219	3,622
4	0,517	0,661	28,004	14	2,694	2,712	0,657
5	0,299	0,479	60,262	15	6,205	5,975	3,711
6	4,104	4,101	0,070	16	6,893	6,470	6,132
7	0,392	0,531	35,698	17	2,153	2,025	5,938
8	2,173	2,154	0,883	18	2,196	2,239	1,949
9	2,319	2,304	0,631	19	2,857	2,857	0,024
10	3,868	4,026	4,074	20	3,988	4,077	2,230



Şekil 23. malzemenin çıkış yüksekliği değer ve tahmini değer grafiği

Tablo 3g. Matlab uygulaması çıktı 7 merdane paso faktörü test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

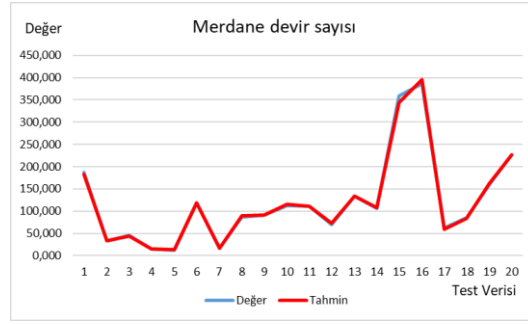
No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	12,636	13,936	10,288	11	5,730	5,799	1,210
2	9,550	9,178	3,892	12	10,936	11,123	1,711
3	2,265	2,654	17,155	13	14,784	12,654	14,407
4	10,146	10,236	0,887	14	3,524	3,058	13,223
5	6,139	6,325	3,032	15	18,726	18,369	1,907
6	6,420	6,327	1,448	16	7,590	7,541	0,649
7	10,163	10,547	3,776	17	10,656	10,369	2,695
8	5,092	5,593	9,833	18	2,880	2,258	21,595
9	8,808	9,122	3,565	19	2,995	3,100	3,498
10	3,608	3,054	15,345	20	3,270	3,369	3,029



Şekil 24. malzemenin çıkış yüksekliği değer ve tahmini değer grafiği

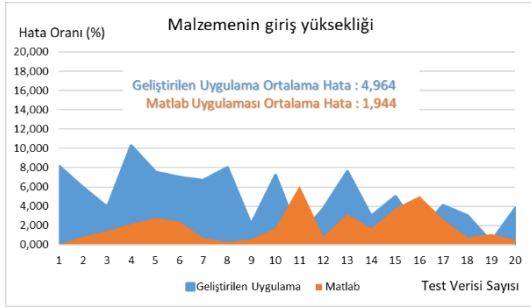
Tablo 3h. Matlab uygulaması çıktı 8 merdane devir sayısı test verileri, tahmin sonuçları ve hata oranları tablosu

No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı	No	Test Verisi	Tahmin Sonucu	Hata Oranı
1	186,817	182,329	2,402	11	111,033	110,332	0,632
2	33,489	32,864	1,866	12	70,507	72,323	2,576
3	45,278	44,133	2,529	13	133,319	133,162	0,118
4	15,111	15,503	2,595	14	106,942	108,605	1,555
5	11,988	13,988	16,681	15	359,172	344,536	4,075
6	117,952	118,566	0,520	16	385,977	395,369	2,433
7	15,986	16,294	1,931	17	61,917	59,350	4,146
8	87,214	89,234	2,316	18	85,289	83,586	1,997
9	91,373	91,860	0,533	19	160,162	162,988	1,765
10	113,226	116,045	2,489	20	226,387	225,986	0,177

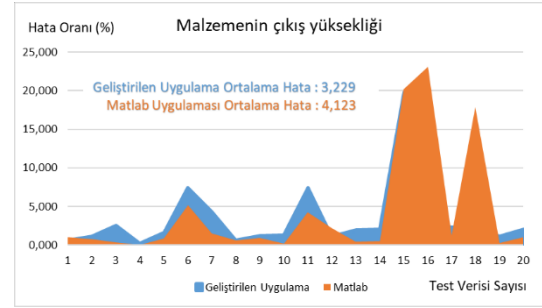


Şekil 25. malzemenin çıkış yüksekliği değer ve tahmini değer grafiği

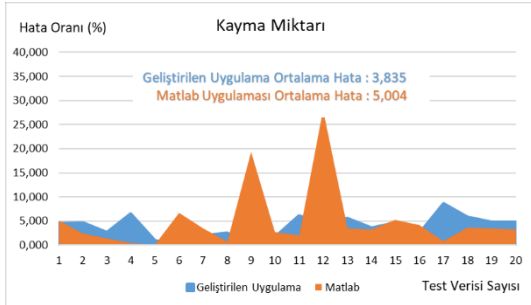
20 adet test veri seti ile elde edilen sonuçların geliştirilen uygulama ile Matlab arasındaki hata oranı karşılaştırma grafikleri aşağıda belirtilmiştir.



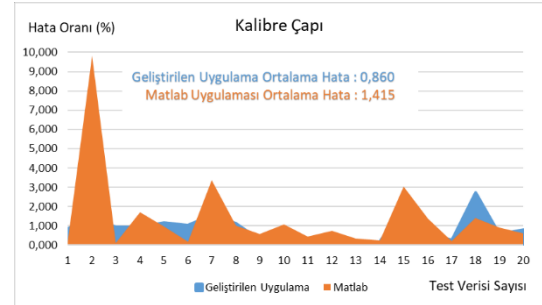
Şekil 26. Malzemenin giriş yüksekliği hata oranı karşılaştırması



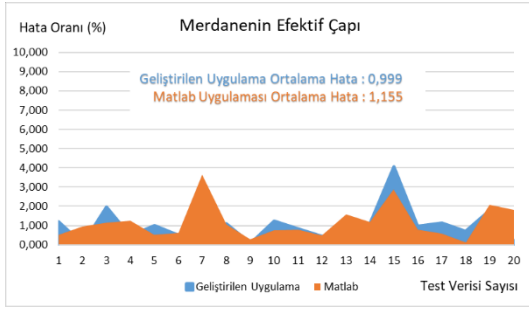
Şekil 27. Malzemenin çıkış yüksekliği hata oranı karşılaştırması



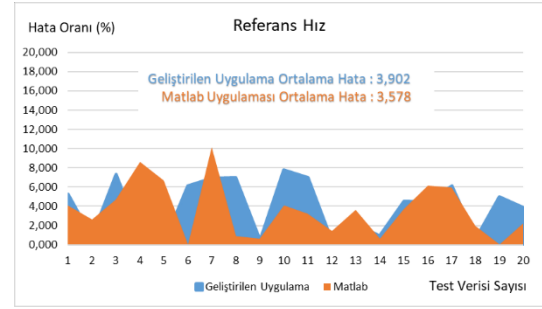
Şekil 28. Kayma miktarı hata oranı karşılaştırması



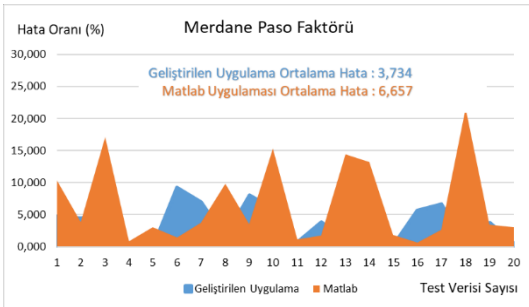
Şekil 29. Kalibre çapı hata oranı karşılaştırması



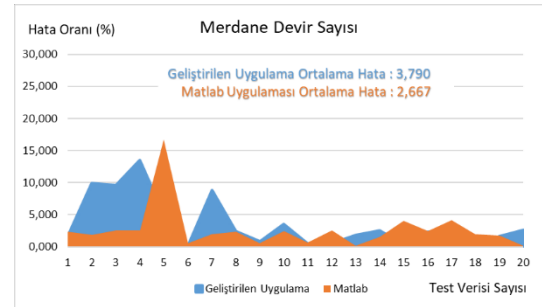
Şekil 30. Merdanenin efektif çapı hata oranı karşılaştırması



Şekil 31. Referans hız hata oranı karşılaştırması

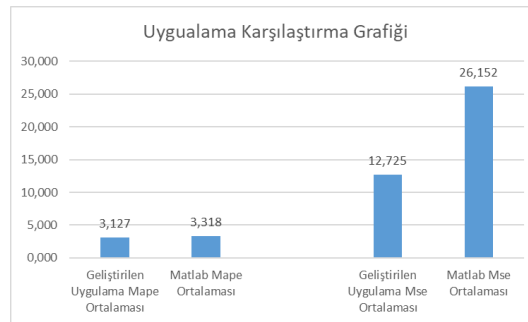


Şekil 32. Merdane paso faktörü hata oranı karşılaştırması



Şekil 33. Merdane devir sayısı hata oranı karşılaştırması

20 adet test veri seti ile elde edilen sonuçların her iki uygulama üzerinde karşılaştırılabilmesi için MSE ve MAPE istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Sonuçlar grafik olarak aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 34. Uygulama sonuçlarının MSE ve MAPE formüllerine göre karşılaştırma tablosu

5. SONUÇ

Son yıllarda; rekabet edebilmek adına teknoloji, üretim maliyetlerini düşürmek için birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi de insan aklını simule eden tahmin uygulamalarıdır. Tahmin, ortaya konan veriler ile tecrübe edilmiş bilgiler yardımıyla gelecekte olabilecek olaylardır. Hemen hemen tüm süreçler geleceğe yönelik tahminlere bağlıdır. Bu nedenlerle rekabet edebilmek, doğru kararlar ile süreçleri yönetebilmek ve çok sayıda iş süreçleri için belirsiz durumların tahmini sonuçların doğruluğu ve uygulanabilirliği açısından önemlidir. Yapay sinir ağları algoritmaları birçok süreçte tahmin için uygulanan algoritmaların başında gelir.

Bu uygulamada tahmin algoritması için YSA modeli üzerine çalışmalar yapılmıştır. Yapay sinir ağları çalışmaları yöntemleri araştırılmış, çalışma sahaları ve çoğunlukla uygulanan bazı YSA mimarileri açıklanmıştır. Uygulama kısmında YSA modeli ile Kardemir Çubuk ve Kangal Haddehanesi hadde parametreleri tahmini üzerine bir algoritma uygulanmıştır. Algoritmanın performansını ölçmek için aynı veri seti Matlab uygulaması üzerinde uygulanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar gerçek verilerle karşılaştırılarak her iki uygulamanın performansı ölçülmüştür. Yapay sinir ağı modeli olan ileri ve geri beslemeli sinir ağı ile yapılan her iki uygulamanın tahminlerinin hata oranları önemsenmeyecek kadar düşük seviyelere geldiği gözlemlenmiştir. Uygulama performanslarını karşılaştırdığımızda MSE oranlarında 0,191 farkla, MAPE oranlarında 13,427 farkla geliştirilen uygulamanın daha başarılı olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak YSA, istatistik uygulamalardan farklı olarak, verilerin özellikleri, hesaplanma algoritmaları veya matematiksel modellerine ihtiyaç duymaz. Veriler arasındaki bağlantıları ve değişkenlerin sonuçlara göre ağırlıklarını öğrenerek sonuca ulaşır. Bu sebeplerle esnek yapısı vardır. Bu nedenlerle YSA diğer yöntemlere göre tahmin uygulamalarında daha çok tercih edilmektedir. Probleme göre oluşturulmuş ve eğitilmiş bir yapay sinir ağı, uygulanan çok sayıda tahmin algoritmalarından çok daha verimli sonuçlar vermektedir.

Özellikle savunma ve otomotiv sektörü gibi kritik sektörlerle hizmet veren işletmelerin YSA kullanarak üretim yapma çalışmaları diğer sektörlerle kıyasla fazla olmadığı ve YSA uygulamalarında hazır kütüphanelerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Araştırmacıların özellikle bu sektörlerde üretim öncesinde YSA kullanarak gerekli parametrelerin hesaplanması üzerine yapacakları çalışmaların katma değerinin çok yüksek ve ülke ekonomisine katkısı olacaktır. Aynı zamanda belirli bir kütüphaneye bağlı kalmamaları ile esnek bir algoritma oluşturulmuş olacaktır. Amacımız ülkemizin dünya YSA uygulamalarında birçok çalışma ile yer alması ve yeni teknoloji olan yapay sinir ağlarının gerek otomotiv gerekse savunma sanayi verimli bir şekilde uygulanmasıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Capdevila, C., Garcia, C., Caballero, F. and García de Andrés C., “Neural network analysis of the influence of processing on strength and ductility of automotive low carbon sheet steels”, *Computational Materials Science*, 38:192–201 (2006).
- [2] Bin, H. Ke, X., Sead, S. and Kazem, A., “Development of Parameterized Roll Pass Design Based on a Hybrid Model”, *2010 International Conference on Mechanical and Electrical Technology (ICMET 2010)*, 91-93 (2010).
- [3] Lambiase, F. and Langella, A., “Automated Procedure for Roll Pass Design”, *Journal of Materials Engineering and Performance*, 18:263–272 (2008).
- [4] Larkiola, J., Myllykoski, P., Nylander, J. and Korhonen A.S., “Prediction of rolling force in cold rolling by using physical models and neural computing”, *Journal of Materials Processing Technology*, 60:381-386 (1996).
- [5] Son, J., D., Lee, Kim, I. and Choi, S., “A study on on-line learning neural network for prediction for rolling force in hot-rolling mill”, *Journal of Materials Processing Technology*, 164–165,1612–1617 (2005).
- [6] Orak, İ.M., Altınkaya, H. ve Tozlu, İ., “Ray haddeleme sisteminde ön haddeleme (bd1) işleminin yapay sinir ağı ile modellenmesi”, *6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*, 223-226 (2011).
- [7] Ergezer, H., Dikmen, M. ve Özdemir, E. “Yapay sinir ağları ve tanıma sistemleri” *Pivolka*, 2(6):14-17 (2003).
- [8] Çayıroğlu, İ., “İleri Algoritma Analizi Ders Notları”, *Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, Karabük, Türkiye (2015).

- [9] Çetin M., Uğur A., ve Bayzan Ş., “İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağlarında F (Geriye Yayılım) Algoritmasının Sezgisel Yaklaşımı”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Entüsü*, Denizli, Türkiye (2006).
- [10] Stockert S., Wehr M., Lohmar j., Hirt, G. And Abel, D. “Improving the thickness accuracy of cold rolled narrow strip by piezoelectric roll gap control at high rolling speed”, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 67:313-316 (2019).
- [11] Kwon, H.C. and Im Y.T., “Interactive computer-aided-design system for roll pass and profile design in bar rolling”, *Journal of Materials Processing Technology*, 123:399-405 (2002).
- [12] İnternet: Introduction to Artificial Neural Networks(ANN), “<https://towardsdatascience.com/introduction-to-artificial-neural-networks-ann-1aea15775ef9>” (2004).
- [13] Ozturk, Ş. and Şahin M.E., “Yapay sinir ağları ve yapay zekâ’ya genel bir bakış”, *Takvim-i Vekayi*, 6(2): 25-36 (2018)
- [14] Atasever, B., “Yapay sinir ağları ile öngörü modellemesi”, *Öneri Dergisi*, 10(39):

CORONA VİRÜSÜYLE MÜCADELEDE HAYATA GEÇİRİLEN TOPLUMSAL UYGULAMALARIN TWITTER VERİLERİYLE DUYGU ANALİZİ**Emre MUTAF***Yüksek Lisans Öğrencisi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilişim Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, (Sorumlu Yazar)***Güncel SARIMAN***Dr. Öğr. Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü***ÖZET**

2019'un sonunda Çin'in Hubei eyaleti Wuhan şehrinde ortaya çıkan ve yayılan Sars-CoV-2 virüsü sonucu meydana gelen COVID -19 (Yeni Korona virüs Hastalığı) pandemisi tüm dünya üzerinde etkisini sürdürmektedir. Kontrol altına alınamayan bu durum insanların hayatını tehdit etmesi yanında insanlar üzerine sosyal ve psikolojik olarak etkiler bırakmaktadır. Bu süreç içerisinde insanların duygu, düşüncelerini anlamak ve yorumlamak için Twitter üzerinden yaptıkları paylaşımlar işlenerek sonuçlar çıkarılmıştır.

Duygu analizi, doğal dil işleme ve makine öğrenmesine dayalı yöntemlerin kullanılması ile görüş sahibinin metin içerisinde belirttiği duygu, görüş veya tutum gibi öznel bilgilerin belirlenmesini amaçlar. Makine öğrenmesine dayalı yöntemler insan müdahalesi olmadan verilerden öğrenilebilir ve gelişebilirler. Bu yöntemler büyük veri analizi, veri madenciliği ve metin madenciliği gibi ilişkili birçok alanda kullanılmıştır. Görüş sahibinin öznel düşüncelerinin yorumlanabilmesi için görüşün doğru sınıflandırılması büyük önem taşır.

Bu çalışmada, kullanıcının gireceği anahtar kelime veya kullanıcı adı ile ilgili tweetler 'in Twitter Api aracılığı ile çekileceği bir uygulama geliştirilmiştir. Elde edilen bu veriler üzerinde kullanıcı, tweetler 'in bildirildiği konuma, tarihe veya kullanılan dil gibi parametreler üzerinde filtrelemeleri yaparak duygu analizi sonucunu rapor olarak alabilecektir.

Çalışmada belirli tarihler arası toplum üzerinde etkisi olan herhangi bir konuya ait tweetler' in toplanmasından sonra yapılan duygu analizinin, toplum neslinde nasıl yansıdığı ölçülebilecektir. Sonuca göre de ilgili kuruluşların aldığı kararların olumlu yönde yönlendirilmesi sağlanabilecektir. Analizler Türkiye de Dünya genelinde en çok konuşulan tweetler üzerinden yapılabilmektedir. Uygulamamızda; Denetimli makine öğrenmesine dayalı yöntemlerden Destek Vektör Makinesi (Svm), K-en yakın komşu, Naive Bayes sınıflandırıcı ve Lojistik regresyon algoritmaları kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler:Duygu Analizi, Twitter Api, Makine Öğrenmesi

ABSTRACT

The COVID -19 (New Corona Virus Disease) pandemic, occurred as a result of the Sars-CoV-2 virus, that appeared and spread in Wuhan, Hubei province of China at the end of 2019, has an effect on the whole world. This situation, which cannot be taken under control, threatens the lives of people and leaves social and psychological effects on people. In this process, meaningful results were obtained by processing the posts made on Twitter to understand and interpret people's feelings, thoughts.

Emotion analysis aims to identify subjective information such as emotion, opinion or attitude that the viewer indicates in the text, using methods based on natural language processing and machine learning. Machine learning methods can learn and develop from data without human intervention. These methods have been used in many related fields such as big data analysis, data mining and text mining. In order to interpret the subjective thoughts of the viewer, it is very important to classify the view correctly.

In this study, an application has been developed in which users will enter tweets related to the keyword or username through Twitter Api. On these data obtained, the user will be able to receive the emotional analysis result as a report by filtering the tweets according to the location, the date or the language.

In the study, it can be measured how the emotion analysis performed after the collection of tweets of any subject that has an impact on the society between certain dates, reflected in the community generation. According to the result, it can be ensured that the decisions taken by the relevant organizations are positively directed. Analysis can be made through the most talked tweet in Turkey or all around the World. In this study, Support Vector Machine (Svm), K-nearest neighbor, Naive Bayes classifier and Logistic regression algorithms were used as methods based on supervised machine learning.

Keywords: Sentiment Analysis, Twitter Api, Machine Learning.

TEKSTİL ATÖLYELERİNDE İŞ GÜCÜ PERFORMANS ANALİZİ İÇİN TAKİP SİSTEMİ TASARIMI

DESIGN OF FOLLOW-UP SYSTEM FOR LABOR PERFORMANCE ANALYSIS IN TEXTILE WORKSHOPS

Soydan SERTTAŞ

Dr. Öğr. Üyesi, Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Fırat AYDEMİR

Dr. Öğr. Üyesi, Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Tekstil atölyelerinde işverenler saatlik ücret ödedikleri çalışanlarından en iyi şekilde verim almayı, aynı zamanda üretim hattında meydana gelen hataların kaynağını tespit edip mümkün olduğunca malzemeden az fire vermeyi hedeflemektedirler. İşverenler bu hedeflere ulaşabilmek için; anlık olarak çalışanların ürettikleri ürün sayılarını, üretilen toplam ürün sayısını, arıza veren makinaların bilgisini, çalışma ortamının fiziksel koşullarının bilgisini takip edebilmeli ve gerekli önlemleri ve fiilleri yerine getirebilmelidirler. Bu amaçla çalışmamızda, günümüzün popüler teknolojilerinden olan nesnelere interneti tabanlı bir iş gücü performans takip sistemi tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Sistem her dikim masasına yerleştirilen kullanıcı cihazı ve bu cihazların bağlı olduğu uç birim cihazları, ortam koşullarını ölçen sensör sistemleri ve sorumlu kişilerin verilere erişebileceği kontrol yazılımından oluşmaktadır. Dikim masalarında çalışanlar, kullanıcı adı ve şifreleri ile sisteme giriş yaparak, günlük üretilmesi gereken ürünlerin listesine ulaşırlar ve çalışmaya başlarlar. Çalışanların ürettikleri her bir ürün sonunda bir butona basarak ürün sayılarının bilgisini uç birime, oradan da bulut veritabanına aktarırlar. Çalışanlar aynı zamanda kullanıcı cihazlarındaki menülerden mola verdiklerinde molada geçen sürelerini, dikim cihazlarında meydana gelen arıza durumlarını, üretim bandından gelecek olan ürünleri bekledikleri süreleri veritabanına aktarabilirler. Sistemde yer alan uç birim cihazları kullanıcı cihazlarının internete açılan kapılarıdır. Kullanıcı cihazlarından topladıkları verileri belirli bir formatta bulut veritabanına iletirler. Ortam koşullarını ölçen sensörler sıcaklık ve karbondioksit miktarlarını saatlik olarak veritabanına iletmektedirler. Sistemin en son parçası olan kontrol yazılımı bütün istenen verilerin anlamlı hale getirilebileceği yerdir. İşverenler istedikleri raporlamaları bu yazılım vasıtasıyla elde ederler. Bu sayede çalışanların günlük performansları, cihazlardaki aksamalar ve ortam koşullarının çalışanlar üzerindeki etkilerini görebilirler. Bu sayede gerekli önlemler alınarak istenen üretim seviyelerine çıkılabilir.

Anahtar Kelimeler: Nesnelere İnterneti, Performans Analizi, Kontrol Sistemi.

ABSTRACT

In textile workshops, employers who pay hourly wages to their employees aim to get the best efficiency from their work, at the same time, give as little wastage as possible by identifying the source of the errors that occur in the production line. To achieve these goals; they should be able to follow the number of products produced by workers, the total number of products produced, the information of the machines that have malfunctioned, the physical conditions of the working environment, and be able to take necessary precautions and actions. For this purpose, the internet of things (IoT) based, which is one of the most popular technologies, follow-up system for labor performance has been designed.

The system consists of the user device placed on each sewing table, edge devices to which user devices are connected, the sensor systems measuring the environmental conditions, and the control software that the data can be accessed. Those workers at the sewing tables log in to the system with their user id and password, reach the list of products that need to be produced daily, and start working. When the workers produce any product, they use a button to increase the number of the product that is transferred to the edge device and then to the cloud database. The workers can also transfer the information about the time

spent on the break when they take a break from the menus on their user devices, the status of the malfunctions occurring in the sewing devices, and the time they wait for the products from the production line by using the user devices. The edge devices in the system are the gateways of the user devices to the internet. They transmit the data collected from user devices to the cloud database in a certain format. Sensors measuring the ambient conditions transmit the temperature and carbon dioxide data to the cloud database hourly. The control software, the last part of the system, is where all the desired data can be made meaningful. Employers can obtain the reports which they desired through this software. Thus they can see the daily performance of the workers, disruptions in devices, and the effects of environmental conditions on the workers. In this way, by taking the necessary precautions, the desired production levels can be reached.

Keywords: Internet of Things, Performance Analysis, Control System.

MÜREKKEP GİDERME İŞLEMİ SONRASI YAPILAN BAZI ATIK SU VE METAL İÇERİK ANALİZLERİ**SOME WASTE WATER AND METAL CONTENT ANALYSIS AFTER DEINKING PROCESS****Selim KARAHAN***Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Kürtün Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, (Sorumlu Yazar)***Arif KARADEMİR***Prof. Dr. Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü***ÖZET**

Bu çalışmada ofis kâğıtları ile yapılan mürekkep giderme işlemi sonrasında atık suyu ve atık çamuru üzerinde bazı atık su ve inorganik (metal içerik) analizleri yapılmıştır. Çalışma, ÜSKİM’de (Üniversite Sanayi Kamu İşbirliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi) yürütülmüştür. Bu çalışmada, ofis kâğıtları üzerine siyah lazer baskılar yapılmış ve peşinden flotasyon (yüzdürme) metoduna göre mürekkep giderme işlemleri yapılmıştır. Mürekkep gidermede sırasıyla bazı kimyasallar, enzimler kullanılmış ve ayrıca ultrasonik enerjiden de faydalanılmıştır. Atık su ile ilgili analizler, enzim ve yüzdürme işlemlerinden sonra yapılan kesafet artırma işlemleri sonucunda ortaya çıkan 18 litrelik atık su üzerinde yapılmıştır. Bunlar sırasıyla pH, tuzluluk, iletkenlik ve bulanıklık ile ilgili değerler ölçülerek kaydedilmiştir. Kesafet artırma işlemi sonrası oluşan süzüntü sudan alınan numuneler üzerinden pH, tuzluluk ve iletkenlik HANNA marka cihaz ile ölçülerek bulunmuştur. Proses sırasında enzim sonrası ve yüzdürme sonrası olmak üzere iki defa olmak üzere VELP Scientifika marka ve TB1 Turbidimeter model cihaz ile de bulanıklık tayini yapılmıştır. Yüzdürme işlemi sırasında uzaklaştırılan madde, hem atık çamur miktarının hem de çamur içerisindeki inorganik madde miktarının belirlenmesi ile elde edilecek hamurun verimi ve diğer nitelikleri açısından önemlidir. Bu amaçla yüzdürme hücresinin üst kısmında biriken yüzdürme çamuru içerisindeki metal içeriğine (demir, kalsiyum) ise ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi) ile analizine bakılmıştır.

Anahtar kelimeler: Atık Su, Atık Çamur, Bulanıklık, Demir, Kalsiyum.

ABSTRACT

In this study, after the deinking process with office papers, some wastewater and inorganic (metal content) analyzes were performed on wastewater and sludge. The study was carried out in ÜSKİM (University Industry Public Cooperation Development Application and Research Center). In this study, black laser prints were made on office papers and subsequent deinking operations were performed according to the flotation method. Some chemicals, enzymes are used in deinking and ultrasonic energy is also used. Analyzes related to wastewater were made on 18 liters of wastewater resulting from concentration increase after enzyme and flotation processes. These were recorded by measuring the values related to pH, salinity, conductivity and turbidity, respectively. The filtrate formed after the concentration increase was determined by measuring the pH, salinity and conductivity with the HANNA brand device over the samples taken from the water. During the process, turbidity determination was made with VELP Scientifika brand and TB1 Turbidimeter model device, twice after enzyme and after flotation. The material removed during the flotation process is important in terms of the yield and other characteristics of the pulp that will be obtained by determining both the amount of sludge and the amount of inorganic matter in the sludge. For this purpose, the metal content (iron, calcium) in the flotation sludge accumulated in the upper part of the flotation cell was analyzed by ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry).

Keywords: Waste Water, Waste Mud, Turbidity, Iron, Calcium.

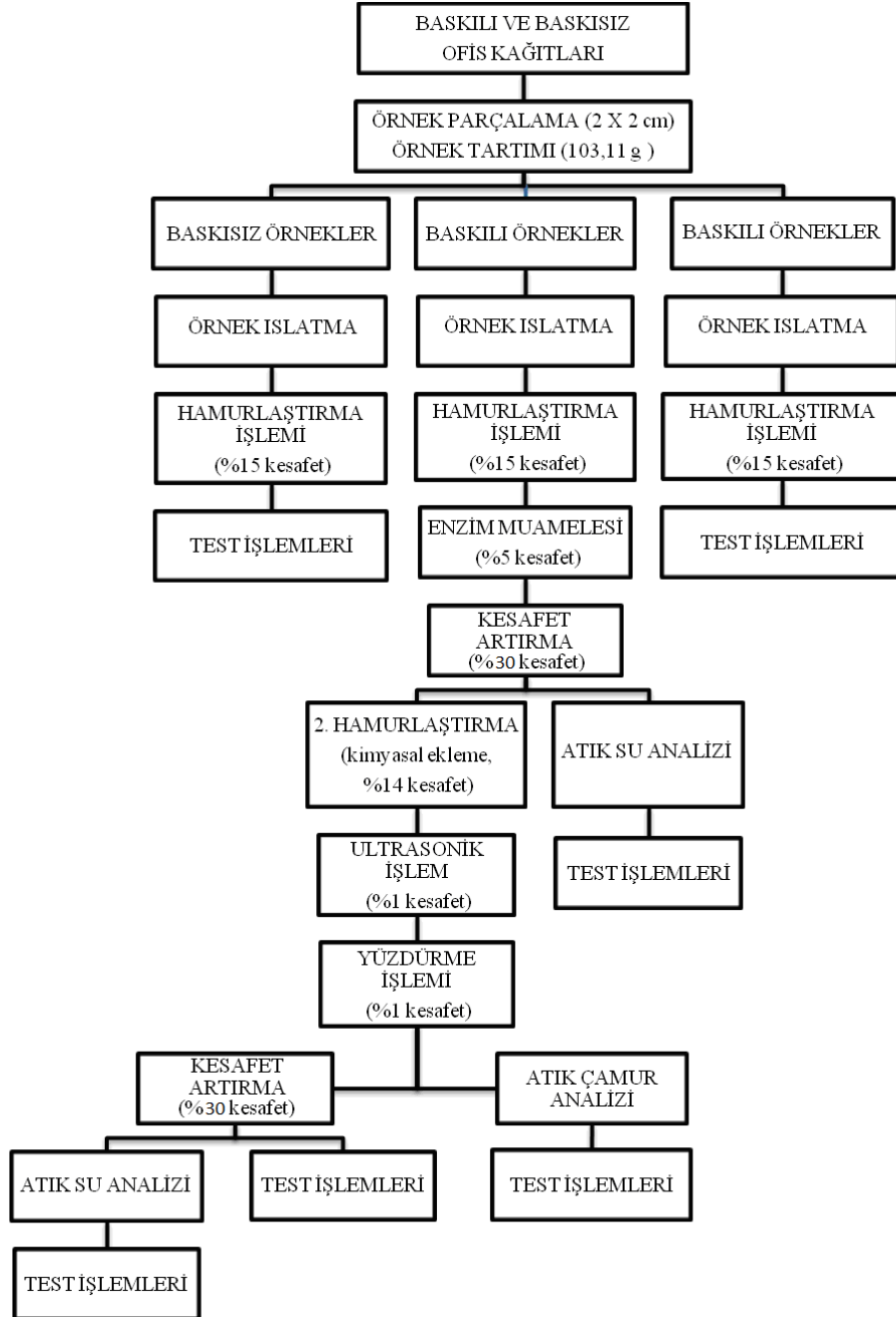
1. GİRİŞ

Endüstri kollarında kullanılan ve daha sonra tekrar işletme tarafından kullanılmak üzere devir daim ile sisteme geri verilen veya da dış çevreye atılan atıl durumdaki suların hem çevre hem de işletme açısından öngörülen bazı değerleri taşınması gerekmektedir.

Kâğıt endüstrisi en fazla su tüketen kuruluşların başında gelmektedir. Kâğıt endüstrileri için su vazgeçilemez bir materyallerdendir. Su hem bitkisel liflerin açılması için hem de uzun elek üzerinde safiha oluşturulmasına kadar oldukça önem arz etmektedir (Eroğlu ve Usta, 2004; Kırıcı, 2006; Holmberg, 1999). Kullanılan su miktarının azaltılması ve kirlilik derecesinin düşürülmesi kapalı bir sistem olarak çalışan kâğıt endüstrileri için oldukça önemli olmaktadır (Karademir ve ark., 2010). Kâğıt endüstrilerinde atık suların arıtılma aşamaları üç şekilde olmak ve bunlar ise sırasıyla fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma olarak adlandırılmaktadır (Eroğlu ve Usta, 2004; Pokhrel ve Viraraghavan, 2004; Rowe, 1995). Geri dönüşüm suyundaki kirlilikleri bilmek arıtma işlemi için kullanılacak kimyasal miktarı açısından önemlidir (Leblebici, 2007). Selüloz lifleri ve selüloz kırıntı parçaları eksi yüklü olması dolayısı ile sulu süspansiyon içerisindeki artı yüklü diğer parçacıklarla bir araya gelip farklı yapılar oluşturabilirler (Karademir ve İmamoğlu, 2007; İmamoğlu ve ark., 2005; Karademir ve ark., 2005). Kâğıtçılıkta yapıştırma işlemi, kâğıt materyalinin sıvıların emilimine karşı mukavemet sağlamak için kâğıt hamuruna su geçirmeyen kimyasal uygulama işlemidir (Casey, 1960). Yapıştırma işlemi üzerinde ise pH çok önemlidir (Karademir ve Çetin, 2005). Bu sayede ise sulu hamur süspansiyonundaki bütün organik ve inorganik olan tüm maddelerin elek üzerinde kalması sağlanacak ve daha temiz bir arıtım suyu sağlanmış olunacaktır (Karahana, 2008). Mürekkep giderme işleminde uzaklaştırılmak istenen mürekkep bileşeni, pigment olup genellikle karbon siyahı gibi inorganik maddelerden oluşmaktadır. Bu yüzden mürekkep giderme etkinliğini belirlemek için atık çamurun içerdiği inorganik madde miktarının belirlenmesi oldukça faydalı olacaktır (Karahana, 2012).

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, A4 tipi beyaz ofis kâğıtları üzerine önce siyah lazer baskı yapılmış ve ardından ise flotasyon (yüzdürme) metoduna göre mürekkep giderme işlemleri yapılmıştır. Mürekkep gidermede sırasıyla bazı kimyasallar (sodyum hidroksit, hidrojen peroksit, sodyum silikat ve oleik asit) ve enzimler (ksilanaz, β -gluktonaz, amilaz ve selülaz) kullanılmış ve ayrıca ultrasonik enerjiden de faydalanılmıştır. Atık su ile ilgili analiz işlemleri enzim ve yüzdürme işlemlerinden sonra yapılan kesafet artırma işlemleri sonucunda ortaya çıkan 18 litrelik atık su da yapılmıştır. Bu analizler ise sırasıyla; pH, tuzluluk, iletkenlik ve bulanıklık ile ilgili analizlere bakılmıştır. Yüzdürme işlemi sırasında uzaklaştırılan madde, hem atık çamur miktarının hem de çamur içerisindeki inorganik madde miktarının belirlenmesi ile elde edilecek hamurun verimi ve diğer nitelikleri açısından önemlidir. Bu amaçla yüzdürme hücresinin üst kısmında biriken yüzdürme çamuru içerisindeki metal içeriğine (demir, kalsiyum) ise ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi) ile analizine bakılmıştır. Şekil 1'de atık su ve atık çamurun alındığı iş akış çalışma programı görülmektedir.



Şekil 1. Atık su ve atık çamurun alındığı iş akış çalışma programı

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada atık su ile ilgili analizler, enzim ve yüzdürme işlemlerinden sonra yapılan kesafet artırma işlemleri sonucunda ortaya çıkan 18 litrelik atık su üzerinde yapılmıştır. Bunlar sırasıyla pH, tuz (NaCl), iletkenlik ve bulanıklık ile ilgili değerler ölçülerek kaydedilmiştir. Bu değerlerden tuz (NaCl), iletkenlik ve bulanıklık ait bulgular tablo 1 ve tablo 2’de verilmiştir. Yüzdürme hücrelerinin üst kısmında biriken yüzdürme çamuru içerisindeki metal içeriği (demir, kalsiyum) ile ilgili değerler ölçülmüş ve bu değerlere ait bulgular ise tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 1. Kimyasal sız işlemlerdeki ksilanaz, β -gluktonaz, amilaz ve selülaz uygulamaları sonrasındaki tuz, iletkenlik ve bulanıklık değerlerine ait bulgular

Deney	Enzim Uyg. %	Süzüntü Suyu					
		Enzim Sonrası			Yüzdürme Sonrası		
		NaCl %	Bulanıklık ntu	iletkenlik S	NaCl %	Bulanıklık ntu	iletkenlik S
Baskısız hamur	0	--	--	--	1,1	271	488
Baskılı hamur	0	--	--	--	1,0	120	481
Ksilanaz	0,05	1,1	563	499	1,0	120	445
	0,10	1,1	480	522	0,9	180	435
	0,20	1,2	429	526	1,0	257	468
	0,40	1,1	422	512	1,0	137	468
β -Gluktonaz	0,0025	2,8	45,7	1276	0,8	68	360
	0,005	3,8	33,1	1735	1,0	21	231
	0,01	3,1	23,7	1416	1,1	31	494
	0,02	3,1	16,51	1424	1,0	16	229
Amilaz	1	0,3	666	133,5	1,1	360	496
	2	0,3	865	143,7	1,0	314	463
	3	0,4	781	161,5	1,0	202	452
	4	0,4	851	190,3	1,0	504	462
Selülaz	0,5	0,4	211	186,1	1,0	48	442
	1	0,2	185	112,6	1,0	195	450
	1,5	0,2	312	107,6	1,0	159	469
	2	0,3	241	116,1	1,0	188	461

Çalışmada enzim sonrası ölçülen pH, değerleri ortalama 4,5 ile 7,0 arasında çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen pH, değerleri ise ortalama 7,0 ile 8,5 arasında çıkmıştır. Çalışmada kimyasal sız işlemler ile yapılan enzim sonrası ölçülen tuz değerleri ortalama 0,2 ile 3,8 arasında çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen tuz değerleri ise ortalama 0,8 ile 1,1 arasında çıkmıştır. Çalışmada kimyasal sız işlemler ile yapılan enzim sonrası ölçülen iletkenlik değerleri ortalama 107 ile 1735 arasında çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen iletkenlik değerleri ise ortalama 229 ile 496 arasında çıkmıştır. Çalışmada kimyasal sız işlemler ile yapılan enzim sonrası ölçülen bulanıklık değerleri ortalama 16 ile 865 arasında çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen bulanıklık değerleri ise ortalama 16 ile 504 arasında çıkmıştır.

Tablo 2. Kimyasallı ve ultrasonikli işlemlerdeki optimum selüloz uygulamaları sonrasındaki tuz, iletkenlik ve bulanıklık değerlerine ait bulgular

Deney	Ultrasonik İşlem Süresi dk	Selüloz Uyg. %	Kimyasal Uyg. %	Süzüntü Suyu					
				Enzim Sonrası			Yüzdürme Sonrası		
				NaCl %	Bulanıklık ntu	İletkenlik S	NaCl %	Bulanıklık ntu	İletkenlik S
% Selüloz	0	0	1	---	---	---	1,2	230	541
	0	0,5	1	0,4	211	186,1	1,0	75	469
	0	1	1	0,2	185	112,6	1,0	87	472
	0	1,5	1	0,2	312	107,6	1,0	92	461
	0	2	1	0,3	241	116,1	1,0	130	461
% Kimyasal	0	0,25	0,5	0,3	208	125,2	1,0	107	437
	0	0,25	0,25	0,2	171	113,7	1,0	89	452
	0	0,25	0,125	0,2	305	107,1	1,0	89	234
	0	0,25	0,0625	0,2	345	106,6	1,0	140	222
% Selüloz (% 0.125 Kimyasal)	0	0,125	0,125	0,3	101	123,1	1,0	100	233
	0	0,0625	0,125	0,2	335	111,0	1,0	200	232
	0	0,0312	0,125	0,2	323	101,2	0,9	108	215
	0	0,0156	0,125	0,2	107	110,2	1,0	78	228
Ultrasonik (dk) % 0 Selüloz, % 0 Kimyasal	0	0	0	---	---	---	1,0	120	481
	2,5	0	0	---	---	---	1,0	303	234
	5	0	0	---	---	---	1,1	310	244
	10	0	0	---	---	---	1,1	300	249
Ultrasonik (Enzim+Kimyasal)	0	0,0312	0,125	0,2	323	101,2	0,9	108	215
	2,5	0,0312	0,125	0,2	323	101,2	1,0	157	235

Çalışmada kimyasal sız işlemler ile yapılan dört farklı enzim denemeleri sonucunda elde edilen optimum selüloz enzimi ile yapılan kimyasallı işlemlerde enzim sonrası ölçülen tuz değerleri ortalama 0,2 ile 0,4 arasında çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen tuz değerleri ise ortalama 0,9 ile 1,2 arasında çıkmıştır.

Çalışmada kimyasallı işlemler ile yapılan selüloz enzimi sonrası ölçülen iletkenlik değerleri ortalama 101 ile 186 arasında çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen iletkenlik değerleri ise ortalama 215 ile 541 arasında çıkmıştır. Çalışmada kimyasallı işlemler ile yapılan selüloz enzimi sonrası ölçülen bulanıklık değerleri ortalama 101 ile 335 arasında çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen bulanıklık değerleri ise ortalama 75 ile 230 arasında çıkmıştır.

Çalışmada ultrasonik uygulama (0 dk, 2,5 dk, 5 dk, 10 dk) ile yapılan kimyasal sız ve enzimsiz işlemlerde, enzim sonrası değer olmadığı için kaydedilmemiştir. Ultrasonik uygulama ile yapılan yüzdürme sonrası ölçülen tuz değerleri ortalama 1,0 ile 1,1 arasında çıkmıştır.

Ultrasonik uygulama ile yapılan yüzdürme sonrası ölçülen iletkenlik değerleri ortalama 234 ile 481 arasında çıkmıştır. Ultrasonik uygulama ile yapılan yüzdürme sonrası ölçülen bulanıklık değerleri ise ortalama 120 ile 310 arasında çıkmıştır.

Çalışmada kimyasallı ve enzimli işlemler sonucunda elde edilen optimum değerler ile yapılan işlemlerde enzim sonrası ölçülen tuz değeri 0,2 çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen tuz değeri ise 0,9 çıkmıştır.

Çalışmada kimyasallı ve enzimli işlemler sonrası ölçülen iletkenlik değeri 101,2 çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen iletkenlik değeri ise 215 çıkmıştır. Çalışmada kimyasallı ve enzimli işlemler sonrası ölçülen bulanıklık değeri 323 çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen bulanıklık değeri ise 108 çıkmıştır.

Çalışmada kimyasallı, enzimli ve ultrasonikli işlemler sonucunda elde edilen optimum değerler ile yapılan işlemlerde enzim sonrası ölçülen tuz değeri 0,2 çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen tuz değeri ise 1,0 çıkmıştır.

Çalışmada kimyasallı, enzimli ve ultrasonikli işlemler sonrası ölçülen iletkenlik değeri 101,2 çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen iletkenlik değeri ise 235 çıkmıştır. Çalışmada kimyasallı, enzimli ve ultrasonikli işlemler sonrası ölçülen bulanıklık değeri 323 çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen bulanıklık değeri ise 157 çıkmıştır.

Tablo 3. Çalışmada atık çamurun içerdiği Demir ve Kalsiyum değerlerine ait bulgular

Deney	Ultrasonik İşlem Süresi	Selüloz Uyg.	Kimyasal Uyg.	Demir	Kalsiyum
	dk	%	%	%	%
Baskılı hamur	0	0	0	5,157	12,59
Selüloz	0	0,5	---	8,235	13,10
Kimyasal	0	0	1	8,936	11,45
Selüloz+Kimyasal	0	0,5	1	5,270	12,56
Selüloz+Kimyasal	0	0,25	0,125	5,390	12,01
Selüloz+Kimyasal	0	0,0312	0,125	3,423	11,87
Ultrasonik (dk) % 0 Selüloz, % 0 Kimyasal	2,5	0	0	4,189	14,5
Ultrasonik (Enzim+Kimyasal)	2,5	0,031	0,125	4,552	12,19

Çalışmada kimyasal sız ve enzimsiz ile yapılan işlemlerde, atık çamur içerisindeki demir ve kalsiyum miktarları sırasıyla % 5,15 ve % 12,59 çıkmıştır. Çalışmada optimum enzim denemeleri sonucunda elde edilen selüloz enzimi ile yapılan işlemlerde, atık çamur içerisindeki demir ve kalsiyum miktarları sırasıyla % 8,23 ve % 13,10 çıkmıştır.

Çalışmada optimum kimyasal denemesi ile yapılan işlemlerde, atık çamur içerisindeki demir ve kalsiyum miktarları sırasıyla % 8,93 ve % 11,45 çıkmıştır. Çalışmada kimyasallı ve enzimli işlemler sonucunda elde edilen optimum değerler ile yapılan işlemlerde, atık çamur içerisindeki demir ve kalsiyum miktarları sırasıyla % 3,42 ve % 11,87 çıkmıştır.

Çalışmada optimum ultrasonik uygulama (2,5 dk) ile yapılan kimyasal sız ve enzimsiz işlemlerde, atık çamur içerisindeki demir ve kalsiyum miktarları sırasıyla % 4,18 ve % 14,50 çıkmıştır.

Çalışmada kimyasallı, enzimli ve ultrasonikli işlemler sonucunda elde edilen optimum değerler ile yapılan işlemlerde ise atık çamur içerisindeki demir ve kalsiyum miktarları sırasıyla % 4,55 ve % 12,19 olarak kaydedilmiştir.

Toner, karbon elementinden oluşan toz boyalardır. Siyah, kırmızı, mavi ve sarı renk olarak üretilirler. Toner parçacıkları en basit şekliyle %50 demir oksit, %50'de plastik madde içerir. Demir oksit tonerin kolayca elektrostatik olarak yüklenmelerini sağlar. Plastik madde ise toner parçacıklarının erimesini sağlar (Sreenath, 1996).

1980'den itibaren çok renkli olan ofset baskı tekniğinin hızlı bir şekilde gelişmesiyle beraber yüksek beyazlık ve opaklığa sahip bir kağıda olan ihtiyaçta artmış ve bu durum sonucu dolgu ve kaplama pigmenti olarak kağıda yüksek beyazlık sağlayan ve dolayısıyla da renkli baskı kalitesini yükselten kalsiyum karbonat kullanımını gündeme getirmiş ve kalsiyum karbonata olan ihtiyaç gitgide artarak, 1992 yılından itibaren ürettikleri kalite kağıt ile batı Avrupa pazanının %85'ine hakim olan 10 firma, 1996 yılından bu yana dolgu ve kaplama pigmenti olarak %85-100 gibi değişen oranlarda kalsiyum karbonat kullanmaya başlamışlardır (Sabah ve Erkan, 2004; Naydowski, 1999).

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde (2008), 25 °C sıcaklıkta 1. ve 2. kalite sularında pH 6,5-8,5 arasında ve 30 °C sıcaklıkta 3. kalite sularında ise pH 6,0-9,0 arasında olması gerektiği bildirilmiştir. pH sudaki hidrojen iyonu konsantrasyonu ölçüsü ve sudaki asit ve bazlar arasındaki dengeyi belirtmektedir. Doğal yeraltı sularının pH'ı 6,0 – 8,5 arasında değişir iken kirlenmemiş suların pH'ı ise 6,5–8,5 arasında olduğu bildirilmektedir (Durhasan, 2006; Hem, 1985).

Elektriksel iletkenlik, suyun elektrik akımını iletebilme özelliğinin sayısal olarak ifadesidir. Sudaki iyonların derişimi arttıkça elektriksel iletkenlik de artar, dolayısıyla elektriksel iletkenlik ölçümleri sudaki toplam iyon derişimi hakkında iyi bir gösterge oluşturur (Durhasan, 2006). Suyun iletkenliği ölçülerek, sudaki iyon miktarı yaklaşık olarak tayin edilebilir. İletkenlik değerinin 0,55-0,70 ile çarpımı suyun tuzluluğu hakkında bir fikir edinilebilir (Sawyer, 2013). Atık suların iletkenliği, atık suları üreten kaynağın özelliklerine bağlıdır. Bazı endüstriyel atık sularında 10000 µS/cm' nin üzerinde iletkenlik değerleri gözlenmektedir (Durhasan, 2006; APHA, 1985). Elektrik iletkenliği değerleri ve bu değerlere karşılık gelen tuzluluk dereceleri tablo 4' de verilmiştir (TS 8001 / Mart 1990).

Tablo 4. Elektriksel İletkenlik Değerleri ve Tuzluluk Sınıfları

Elektriksel İletkenlik (µohms/cm)	Tuzluluk Sınıfı
0-100	Tuzsuz
100-250	Az Tuzlu
250-750	Orta tuzlu
750-2250	Yüksek Tuzlu
2250'den büyük	Çok Yüksek Tuzlu

Bulanıklık, suyun ışık geçişini engelleyen, askıda katı madde bulduran sularında görülmektedir. Bulanıklığa organik ya inorganik gibi birçok madde sebep gösterilebilir (Sawyer, 2013). Kahramanmaraş kâğıt fabrikası arıtma suyundan alınan numunelerde pH % 6,8 ve bulanıklık ise 2080 ntu olarak kaydedilmiştir. Bu arıtım suyu apol2 adlı kimyasal ile 100 ntu değerine indirilirken, bu değer 30 dakika bekleme sonunda ise 75 ntu değerine kadar düşürülmesi sağlanmıştır (Karademir ve ark, 2010).

4. SONUÇ

Çalışmada son işlem öncesi olarak yapılan yüzdürme sonrası ölçülen pH değerleri ortalama 7,0 ile 8,5 arasında çıkmıştır. Bu değer ise; Su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde, 1. ve 2. kalite sularında pH 6,5-8,5 arasında ve 3. kalite sularında pH 6,0-9,0 arasında olması gerekliliğini sağlamaktadır. Çalışmada kimyasal sız işlemler ile yapılan enzim sonrası ölçülen iletkenlik değerleri ortalama 107 ile 1735 arasında çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen iletkenlik değerleri ise ortalama 229 ile 496 arasında çıkmıştır. Bu değerler ise standarda göre; enzim sonrası için ortalama yüksek tuzlu ve yüzdürme sonrası için ortalama orta tuzlulukta olduğunu göstermektedir. Çalışmada kimyasal işlemler ile yapılan selülaz enzimi sonrası ölçülen iletkenlik değerleri ortalama 101 ile 186 arasında çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen iletkenlik değerleri ise ortalama 215 ile 541 arasında çıkmıştır. Bu değerler ise standarda göre; enzim sonrası için az tuzlu ve yüzdürme sonrası için ortalama orta tuzlulukta olduğunu göstermektedir. Çalışmada ultrasonik uygulama ile yapılan yüzdürme sonrası ölçülen iletkenlik değerleri ortalama 234 ile 481 arasında çıkmıştır. Bu değer ise standarda göre; yüzdürme sonrası için ortalama orta tuzlulukta olduğunu göstermektedir. Çalışmada kimyasal ve enzimli işlemler sonrası ölçülen iletkenlik değeri 101,2 çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen iletkenlik değeri ise 215 çıkmıştır. Bu değerler ise standarda göre; hem enzim sonrası hem de yüzdürme sonrası için orta tuzlulukta olduğunu göstermektedir. Çalışmada kimyasal, enzimli ve ultrasonikli işlemler sonrası ölçülen iletkenlik değeri 101,2 çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen iletkenlik değeri ise 235 çıkmıştır. Bu değerler ise standarda göre; hem enzim sonrası hem de yüzdürme sonrası için orta tuzlulukta olduğunu göstermektedir. Çalışmada kimyasal sız işlemler ile yapılan enzim sonrası ölçülen bulanıklık değerleri ortalama 16 ile 865 arasında çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen bulanıklık değerleri ise ortalama 16 ile 504 arasında çıkmıştır. Çalışmada kimyasal

işlemler ile yapılan selüloz enzimi sonrası ölçülen bulanıklık değerleri ortalama 101 ile 335 arasında çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen bulanıklık değerleri ise ortalama 75 ile 230 arasında çıkmıştır. Çalışmada ultrasonik uygulama ile yapılan yüzdürme sonrası ölçülen bulanıklık değerleri ise ortalama 120 ile 310 arasında çıkmıştır. Çalışmada kimyasallı ve enzimli işlemler sonrası ölçülen bulanıklık değeri 323 çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen bulanıklık değeri ise 108 çıkmıştır. Çalışmada kimyasallı, enzimli ve ultrasonikli işlemler sonrası ölçülen bulanıklık değeri 323 çıkmış ve yüzdürme sonrası ölçülen bulanıklık değeri ise 157 çıkmıştır. Çalışmada son işleme yakın olarak yapılan yüzdürme sonrası bulanıklık değeri enzim sonrasında ölçülen bulanıklık değerinden daha düşük çıkmıştır. Çalışmada ayrıca enzim uygulamalı işlemlerde bulanıklık değerleri diğer işlemlere kıyasla daha düşük çıkmıştır. Kahramanmaraş kâğıt fabrikası arıtma suyundan alınan numunelerde bulanıklık 2080 ntu değeri ile kıyaslama yaparsak, bulunan tüm bulanıklık değerleri bu değerin çok altında çıkmıştır.

Çalışmada atık çamura geçen ortalama demir miktarı % 3 ile % 8 arasında çıkmaktadır. Tonerin % 50 demir oksit ve diğer yarısının plastik olduğu düşünülürse. Bu değer ise plastiğin su ile tamamen çözüldüğü geriye kalan tonerin az bir kısmının temiz hamura geçtiğini, ultrasonik işlem ile iyice ufalan tonerin bir kısmının atık suya geçtiğini ve diğer bir kısmının da atık çamur da kaldığını göstermektedir.

Çalışmada mürekkep giderme işleminde, kalsiyum karbonatın az bir kısmı yüzdürme yöntemiyle atık çamura geçmiştir. Çalışmada atık çamura geçen ortalama kalsiyum karbonat miktarı % 12 ile % 14 arasında çıkmaktadır. Bu değer kalsiyum karbonatın yaklaşık % 85' den fazla bir kısmının temiz hamur içerisinde kaldığını ve yaklaşık % 14 lük bir kısmının ise su da çözünerek atık çamura karıştığını göstermektedir. % 15' lük bir kayıp normal kâğıt sektörü için beklenen bir çözülme kaybı olarak bilinmektedir. Bu kaybın fazla olması ekonomik olarak zarar olarak ifade edilmektedir.

Yapılan tüm bu çalışmalar için hem diğer yapılacak çalışmalar için fayda sağlayacağını hem de çevre açısından daha duyarlı bir çalışma olduğunu söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

1. Eroğlu, H., Usta, M. 'Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi', Trabzon, Türkiye: Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2004, Ders Kitabı Cilt I.
2. Kırıcı, H. (2006), Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayın No: 86, Trabzon.
3. Holmberg, M. (1999), Paper Machine Water Chemistry. Papermaking Chemistry. Ed. By Leo Neimo, Printed by Gummerus Printing, Jyväskylä, Finland.
4. Karademir, A., Varlıbaş, H., Nağaç, G., Leblebici, A. (2010), 'Kağıt Fabrikasında Atık Su Arıtmasında Yeni Bir Yaklaşım; PAC-S', III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Türkiye, c. 5, ss. 1993-2001.
5. Pokhrel, D., Viraraghavan, T. (2004), Treatment of Pulp and Paper Mill Wastewater—a review. Science of Total Environment, 333 (2004) 37– 58.
6. Rowe, D. R. (1995), Handbook of Wastewater Reclamation and Reuse, ISBN: 087371671X, US Water News.
7. Leblebici, A. 'Kahramanmaraş Kağıt Fabrikasında Kullanılan Taze ve Atık Suların İncelenmesi ve Arıtılması', Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye, 2007.
8. Karademir, A., İmamoğlu, S. (2007), 'Effects of Dry Strength Resin and Surfactant Addition on The Paper Made From Pulps with Different Freeness Level', Journal of Applied Science, c. 7, s. 4, ss. 484-488.
9. İmamoğlu, S., Atik, C., Karademir, A. (2005), Atık Kağıt Kullanan Kağıt-Karton Fabrikalarında Ortaya Çıkan Mikrobiyolojik Sorunlar. Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi 6 (1-2), 179-190.

10. Karademir, A., Chew, Y. S., Hoyland, R.W., Xiao, H. (2005), Influence of Fillers on Sizing Efficiency and Hydrolysis of Alkyl Ketene Dimer. The Canadian Journal of Chemical Engineering, 83 (3) , 603-606.
11. Casey, J.P. ‘Selüloz ve Kâğıt Kimyası ve Kimyasal Teknolojisi’, İzmit, Türkiye: Selüloz Basımevi, 1960.
12. Karademir, A., Çetin, N.S., Tutuş, A., İmamoğlu, S. ‘Sizing of Lignocellulosic Fibers in Papermaking, Proceeding of First International Workshop’, Novel Technologies in Pulp and Paper Industry Turkey, 28th-29th September, Kahramanmaraş, Turkey, 2005, ss. 1-13.
13. Karahan, S. ‘Ön Modifikasyon İşlemi ile Kağıt İç Yapıştırma İşleminin İyileştirilmesi’, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye, 2008.
14. Karahan, S. ‘Ultrasonik Enerji ve Enzim Kullanımının Lazer Baskılı Ofis Kâğıtlarından Yüzdürme Esaslı Mürekkep Giderme İşlemi Üzerine Etkileri’, Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye, 2012.
15. Sreenath, H.K., Yang, V.W., Burdsall, H., Jefferies, T.W. (1996), Toner Removal by Alkaline Active Cellulases from Desert Basidiomycetes In, Enzymes for pulp and paper Processing: American Chemical Society, 207–219.
16. Sabah, E., Erkan, Z.E. (2004), ‘Kağıt Üretim Teknolojisini Değiştiren Mineral: Kalsiyum Karbonat (CaCO₃)’, 5. Endüstriyel hammaddeler sempozyumu, 13-14 Mayıs, İzmir, Türkiye. 101-109.
17. Naydowski, C. (1999), The Contribution of Minerals in the Paper Value Creating Chain, Plüss-Stauffer AG/OMYA, Oftringen-Schweiz, 7 s.
18. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı resmi gazete. T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, 2008.
19. Durhasan, D. ‘Baraj Göllerinden Su Temininde Derinliğin Su Kalitesine Etkisi’, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, 2006.
20. Hem, J.D. (1985), Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water: U.S. Geological Survey Water- Supply Paper 2254, U.S. Geological Survey, Alexandria, VA 22304, USA, 263 p.
21. Sawyer C., McCarty P., Parkin G. (2013), Çevre Mühendisliği ve Bilimi İçin Kimya, Çeviri Editörü: İsmail Toröz.
22. APHA. (1985), Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, Washington.
23. TSE-266. (1986), Türk İçme Suyu Standartlar, Ankara, 97 s.

ISLAK PARTİ OPERASYONLARINDA TUTUNMANIN İYİLEŞTİRİLMESİ
IMPROVEMENT OF RETENTION IN WET-END OPERATIONS**Selim KARAHAN***Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Kürtün Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, (Sorumlu Yazar)***Arif KARADEMİR***Prof. Dr. Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü***ÖZET**

Bu çalışmada, kâğıt üretimindeki ıslak parti operasyonu sırasında elyaflara su ve sıvılara karşı mukavemet sağlanılmaya çalışılmıştır. Islak parti operasyonlarında kullanılan kimyasalın düşük tutunmasından dolayı ve kâğıt içerisinde kalan kısmının da yeterince liflerle reaksiyona girmemesi ile oldukça ciddi problemlere neden olmaktadır.

Çalışmada ağartılmış uzun elyaf (U.B) hamuru ve ağartılmamış uzun elyaf (U.K) hamuru için kızılçam ve karaçam karışım odunu kullanılırken ağartılmış kısa elyaf (K.B) hamuru ve ağartılmamış kısa elyaf (K.K) hamurları için ise huş ve kayın karışım odunları kullanılmıştır. Bu karışım odunlarından ağartılmamış uzun elyaf, ağartılmış uzun elyaf ve ağartılmış kısa elyaf odunlarından sülfat yöntemiyle lif elde edilirken ağartılmamış kısa elyaf odun karışımları ise taş mekanik yöntem ile lif elde edilmiştir. Öncelikle ağartılmış ve ağartılmamış uzun ve kısa elyaflar üstünde farklı sürelerde dövme denemeleri yapılmıştır. Çalışmada asidik ve alkali iç yapıştırma işlemleri yapılmıştır. Bunun içinde bazı iç yapıştırma işlemleri yapılmış ve bu uygulamalar için kolofan-şap (reçine) ve alkylketendimer (AKD) kimyasallarından da faydalanılmıştır. İşlem sonunda ise test kâğıtları üretilmiş ve bazı kimyasal analizler ile kâğıt testleri yapılmıştır. Sonuçta ise dövme süresinin uzaması ile birlikte test kâğıtlarının hava geçirgenliğini, kalınlığını ve parlaklığını azalttığını diğer taraftan ise su emme (cobb) değerini ve kırıntı miktarını ise artırdığı görülmüştür. Hamurlara dövme ile birlikte katılan yüzde 2 reçine ve yüzde 0.5 AKD eklenmesi ile dirençlerinde bir artış oluşmuştur.

Anahtar kelimeler: Dövme, Elyaf, Kâğıt İç Yapıştırma, Islak Parti, Tutunma.

ABSTRACT

In this study, it was attempted to impart resistance to water and liquid to the fibers during wet-end operation in paper production. Due to the low adhesion of the chemical used in wet-end operations and not reacting sufficiently with the fibers in the remaining part of the paper, it causes quite serious problems.

In the study, bleached long fiber (U.B) pulp and unbleached long fiber (U.K) pulp were used for redwood and larch blend wood, while bleached short fiber (K.B) pulp and unbleached short fiber (K.K) pulp were used for birch and beech wood. The unbleached long fiber, bleached long fiber and bleached short fiber wood were obtained from the blend woods with the sulfate method, while the unbleached short fiber wood blends were obtained with the stone mechanical method. Firstly, bleached and unbleached long and short fibers were used in different periods of forging trials. Acidic and alkaline internal bonding processes were carried out in the study. In this, some internal bonding processes were made and rosin-alum (resin) and alkylketendimer (AKD) chemicals were also used for these applications. At the end of the process test papers were produced and some chemical analyzes and paper tests were carried out. Acidic and alkaline internal sizing applications were carried out in the study. As a result, It has been observed that with the prolongation of the beating time, the test papers decrease the air permeability, thickness and brightness, on the other hand, increase the water absorption (cobb) value and the crumb amount. An increase in their resistance has occurred with the addition of 2 percent resin and 0.5 percent AKD added to the pulps with the beating.

Keywords: Beating, Fibre, Paper Internal Sizing, Wet-End, Retention.

1. GİRİŞ

Kâğıt fabrikaları için su vazgeçilemez bir materyallerdendir. Su, bitkisel liflerin açılması ve uzun elek üzerinde safiha oluşturulmasında önemli bir yere sahiptir (Eroğlu ve Usta, 2004).

Yapıştırma, kâğıt materyallerin sıvıların emilimine karşı mukavemet sağlamak için kâğıt hamuruna su geçirmeyen kimyasal uygulama işlemidir (Casey, 1960). Yapıştırma işlemi üzerinde pH çok önemlidir. İşlemin asit ve ya alkali olması yapışmayı etkilemektedir. Hamur süspansiyonundaki yabancı materyaller yapışmayı işleminin gerçekleşmesini zorlaştırmaktadır (Karademir ve Çetin, 2005a; Karademir ve ark., 2006).

Kâğıt işlemine geçilmeden önce liflere esneklik ve yumuşaklık sağlamak için dövülme işlemi yapılır. Bu sayede liflerden daha kolay kâğıt yapılmış olur (I'anson ve ark., 2006). Dövme işlemi ile lifler şişerek daha kolay saçaklanma sağlanmış olur. Bu sayede kâğıt daha dolgun bir duruma sahip olurken aynı zamanda da düz bir yüzeyi olacak (Karademir ve İmamoğlu, 2007).

Sulu hamur süspansiyonundaki bütün organik ve inorganik olan tüm maddelerin elek üzerinde kalması tutunma olarak adlandırılmaktadır. Tutunmada, kâğıt makinesinin elek yapısı ve hamurun özellikleri önem arz etmektedir (Karahana, 2008).

2. MATERYAL VE METOT

Araştırmada numune için ağartılmış uzun elyaf (U.B) hamuru, ağartılmış kısa elyaf (K.B) hamuru, ağartılmamış uzun elyaf (U.K) hamuru ve ağartılmamış kısa elyaf (K.K) hamurları olmak üzere toplamda dört farklı kâğıt hamurlarından faydalanılmıştır. Çalışmada bu numunelerde katyonik nişastadan faydalanılarak bazı modifikasyon üzerine çalışmalar denenmiştir. Araştırmada ayrıca bazı iç yapıştırma işlemleri yapılmış ve bu uygulamalar için kolofan-şap (reçine) ve alkilketendimer (AKD) kimyasallarından da faydalanılmıştır. Çalışmada kullanılacak numuneler üzerinde bazı dövme denemeleri de yapılmıştır. Çalışmada faydalanılan numunelerin kısa sembolleri, numunelerin elde edildiği hamur kaynağı ve lif elde edilme metotları tablo 1'de gösterilmiştir. Numuneler PFI tipi dövücüde farklı sürelerde dövülme işlemi yapılmış, bu işlemin ardından ise elde edilen hamurlara iç yapıştırıcı eklenerek süspansiyon pH 6.5-9.0 (alkali) ve pH 4.5-5.5 (asidik) olarak ayarlanmış ve 80 g/m² gramajda çok sayıda test kâğıtları elde edilmiştir. Dövme işlemleri ile ilgili çalışma programı tablo 2'de verilmiştir. Test kâğıdı üretiminde takip edilen metot ve standartlar tablo 3'de verilmiştir (Anonim, 1988).

Tablo 1. Dövme Denemelerinde kullanılan numuneler

Materyal	Kısa adı	Materyal	Lif Etme Metodu
Ağartılmış beyaz uzun elyaf	UB	%40 Karaçam, %60 Kızılcım	Sülfat metodu
Ağartılmamış kahverengi uzun elyaf	UK	%40 Karaçam, %60 Kızılcım	Sülfat metodu
Ağartılmış beyaz kısa elyaf	KB	%40 Huş, %60 Kayın	Sülfat metodu
Ağartılmamış kahverengi kısa elyaf	KK	%40 Huş, %60 Kayın	Taş mekanik metodu

Tablo 2. Dövme işlemlerinde başvuru çalışılan çalışma programı

Kâğıt Hamurları	Uzun Elyaf				Kısa Elyaf			
	UK		UB		KK		KB	
Dövme Süresi (Dk) 0-1-2-4-8-16-32	AKD %0.5	Reçine %2	AKD %0.5	Reçine %2	AKD %0.5	Reçine %2	AKD %0.5	Reçine %2

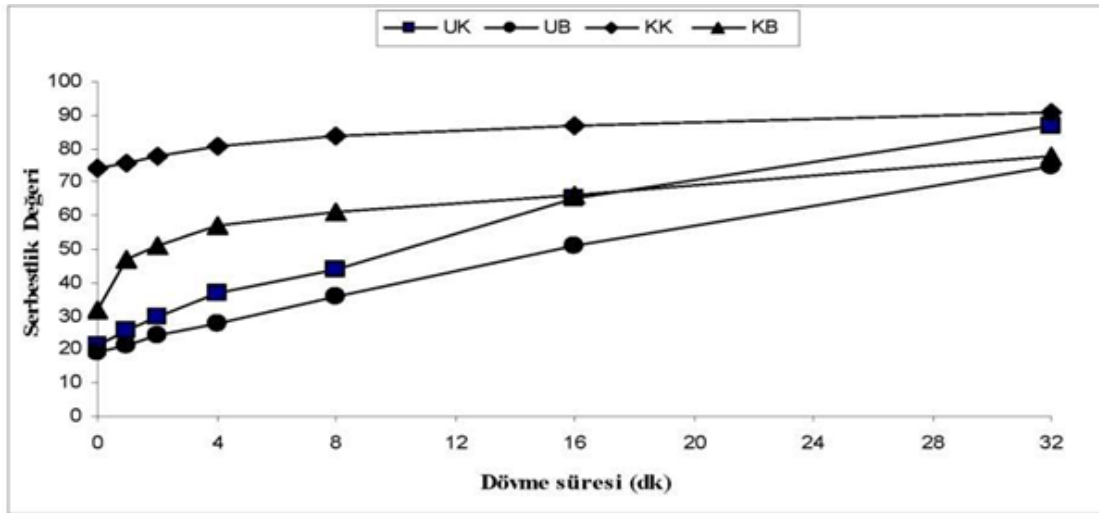
Tablo 3. Araştırmada başvurulan standartlar

Deney & Testler	Standart & Cihaz
Dövme uygulaması	PFI yöntemi
Serbestlik	Schopper Riegler
Test kâğıdı eldesi	TAPPI T 205 sp-95
Cobb	TAPPI T 441 om-04
Çekme mukavemeti	TAPPI T 494 om-88
Patlama mukavemeti	TAPPI T 403 om-91
Gramaj	TAPPI T 410 om-88
Kalınlık	TAPPI T 411 om-89
Parlaklık	ISO 2470

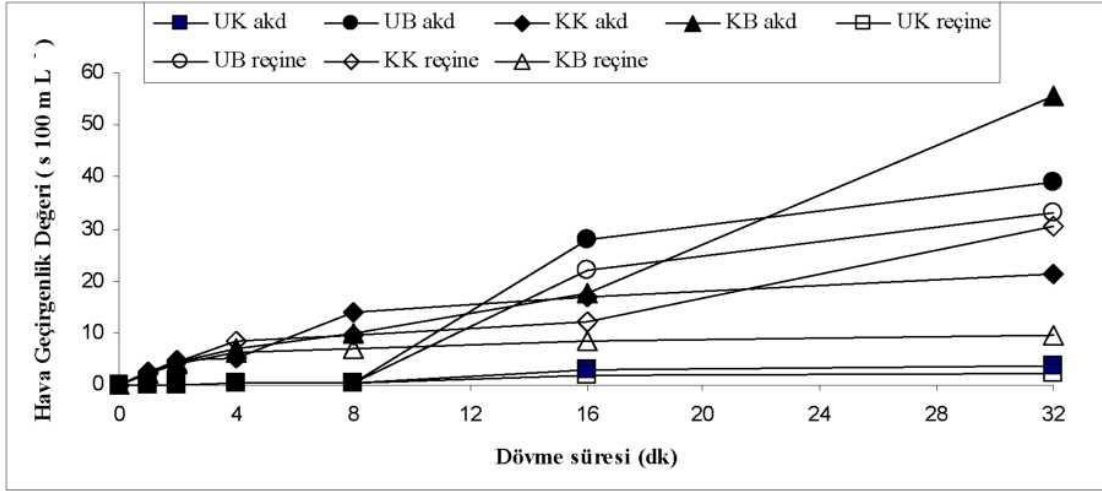
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada hamurlar üzerinde değişik sürelerde dövme işlemleri uygulanmış ve hamurlarda SR° değeri ile kâğıt özelliklerindeki farklılıklar kaydedilmiştir (Şekil 1). Dövme işlemi uygulanmış her hamurdan standart olarak % 0.5 AKD ve % 0.2 reçine (kolofan/alum) eklenmesiyle test kâğıtları yapılmıştır. Dövme işlemi uygulanmış hamurların serbestlik değerleri yükseleceğinden bu durum drenajı zorlaştıracaktır. Dövme işlemi ile test kâğıtlarının direnci belli bir dövme süresine kadar olumlu yönde gelişmekte iken aşırı dövme işleminin ise lifleri çok zayıflatacağı için kâğıt dirençlerinde azalmalara sebep olabilir.

Çalışmada elde edilen test kâğıtları üzerinde hava geçirgenlik testi yapılmıştır (Şekil 2). Bu işlemde test kâğıtlarına verilen havanın kâğıttan geçiş süresi ölçülmüştür. Bu test değerleri test kâğıtlarının yoğunluğu ve mukavemeti üzerinde doğrudan etkilidir. Dövme süresinin artması hava geçirgenlik süresinin artmasına neden olmuştur. Muhtemelen bu durum dövme işleminin uzamasıyla beraber hamurdaki kırıntı miktarının buna göre paralel artmasından kaynaklanmaktadır.



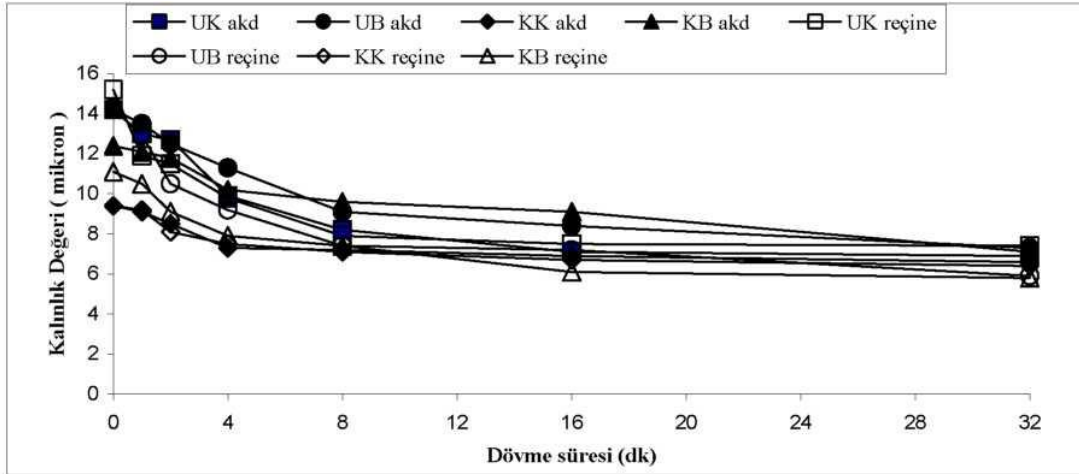
Şekil 1. Materyallerin dövme miktarına göre elde ettikleri serbestlik değerleri



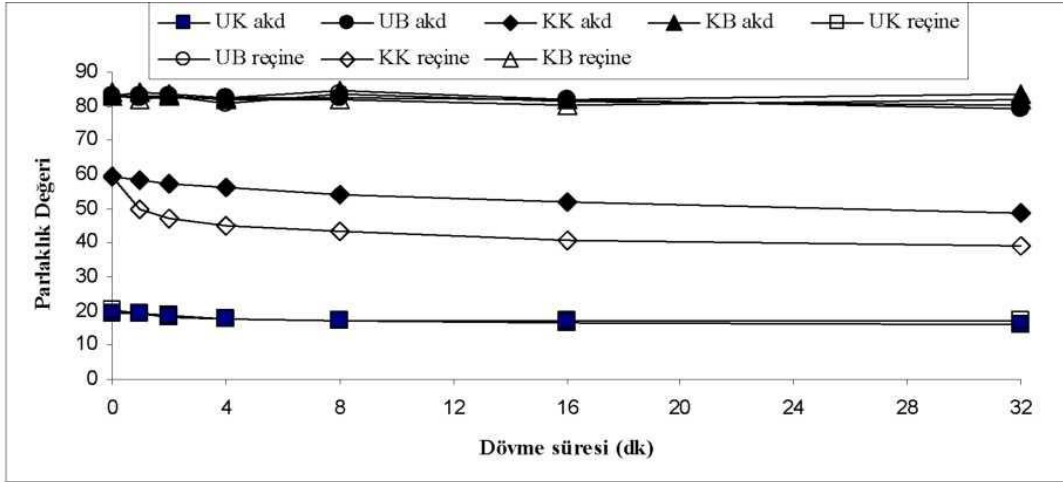
Şekil 2. Dövme süresinin hava geçirgenlik değeri üzerindeki etkisi

Dövme süresine bağlı test kâğıtlarının kalınlık ve parlaklık verileri şekil 3 ve şekil 4’te verilmiştir. Dövme süresine bağlı olarak test kâğıtlarına ait kalınlık ve parlaklık verilerinde görülen bir azalma izlenmektedir. Kalınlıktaki azalma, muhtemelen dövme işleminin artması ile lifler daha yassılaştırılmış ve kısalmış olacağı düşünülmektedir.

Parlıklıklarındaki azalma ise, muhtemelen hamurdaki lignine ait kromofom gruplarının dövme işlemi ile oluşan fiziksel kaynaklı bozulmalardan olunabileceği söylenebilir.

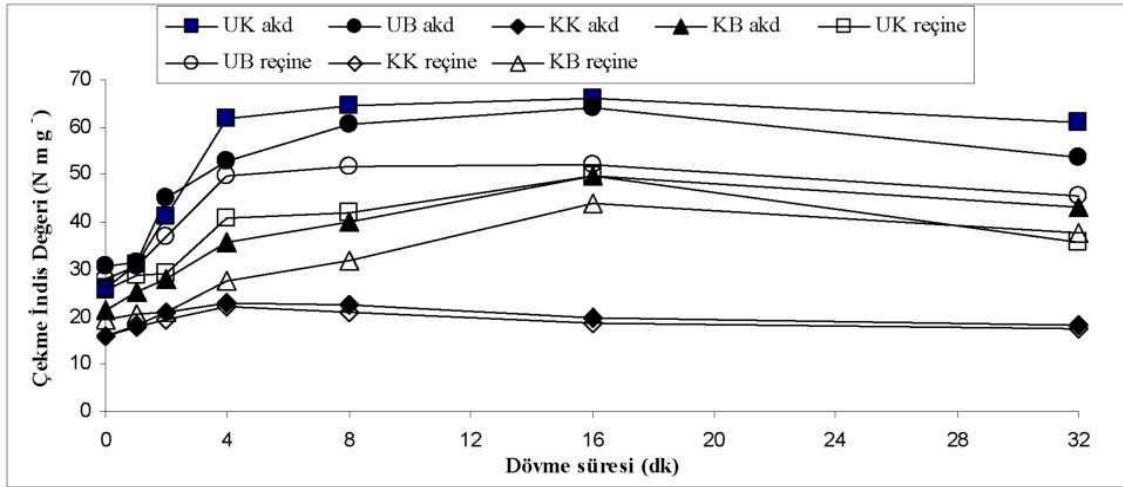


Şekil 3. Dövme süresine bağlı kâğıtların kalınlıklarındaki değişimler

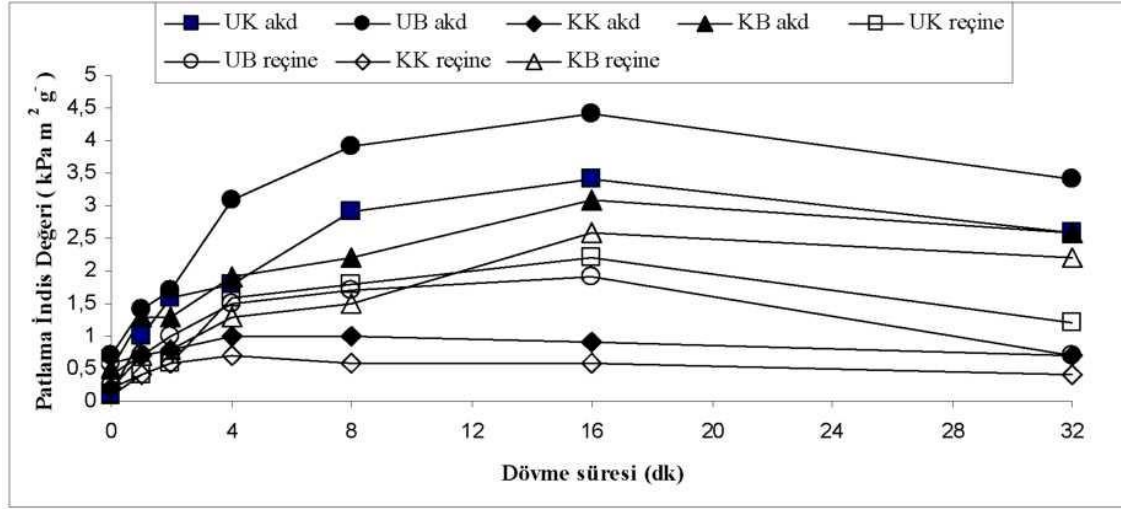


Şekil 4. Dövme süresine bağlı kâğıtların parlaklık değerlerindeki değişimler

Dövme süresine bağlı hamurlara ait çekme indis ve patlama indis değerleri şekil 5 ve şekil 6'da verilmiştir. Reçine ve AKD'nin belli oranlarda eklenmesi ile direnç önce artmış sonrasında ise liflerin direncinde azalmalar yaşanmıştır. Muhtemelen bu durum aşırı dövmenin liflerin mukavemetini azalttığı söylenebilir.



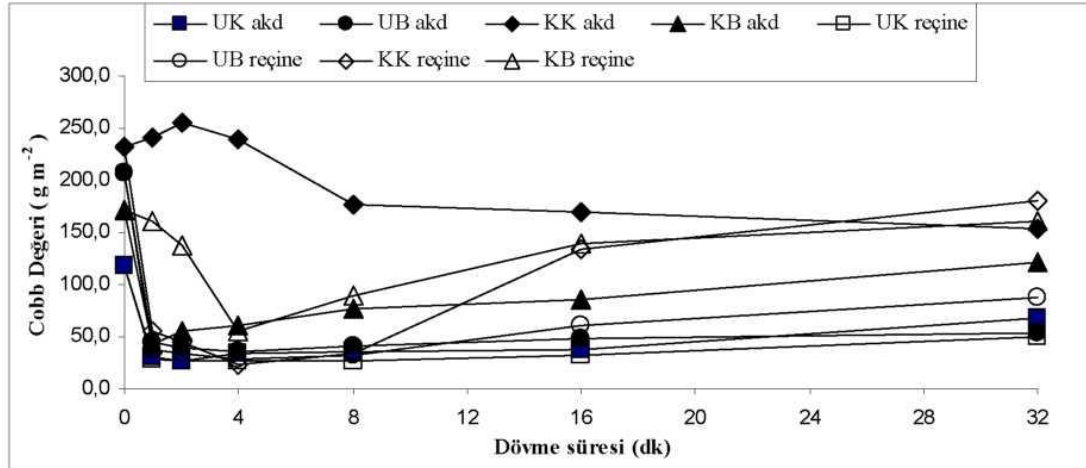
Şekil 5. Dövme süresinin çekme indisi üzerindeki etkisi



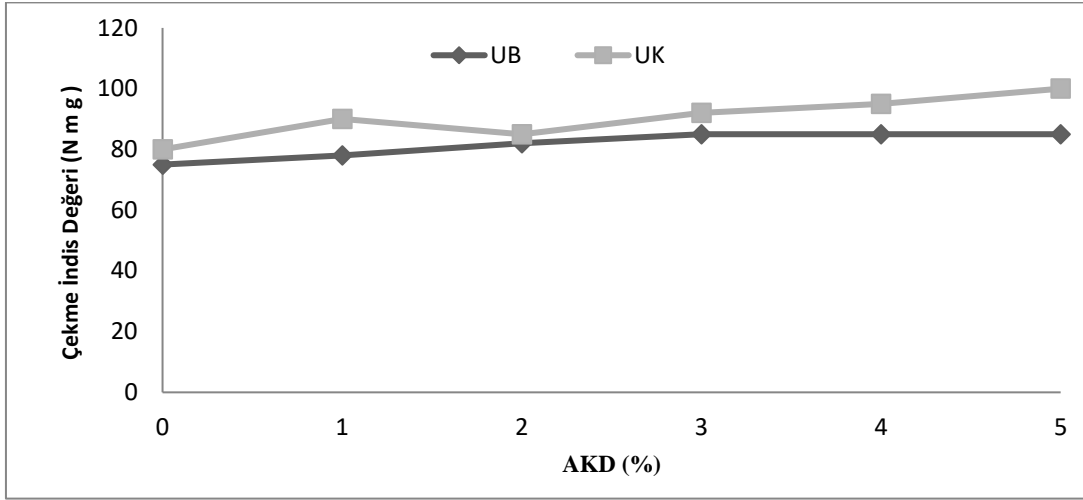
Şekil 6. Dövme süresinin patlama indis üzerindeki etkisi

Test kâğıtlarının dövme süresine bağlı su emme (cobb) değerleri şekil 7’de gösterilmiştir. Cobb değerleri önce azalmakta (iyileşmekte-az su almakta) daha sonrasında ise dövme miktarının uzaması ile birlikte bir artış göstermektedir. Muhtemelen bu durum dövme süresinin uzaması ile birlikte hamurda oluşabilecek kırıntı miktarı oranının artması olarak söylenebilir.

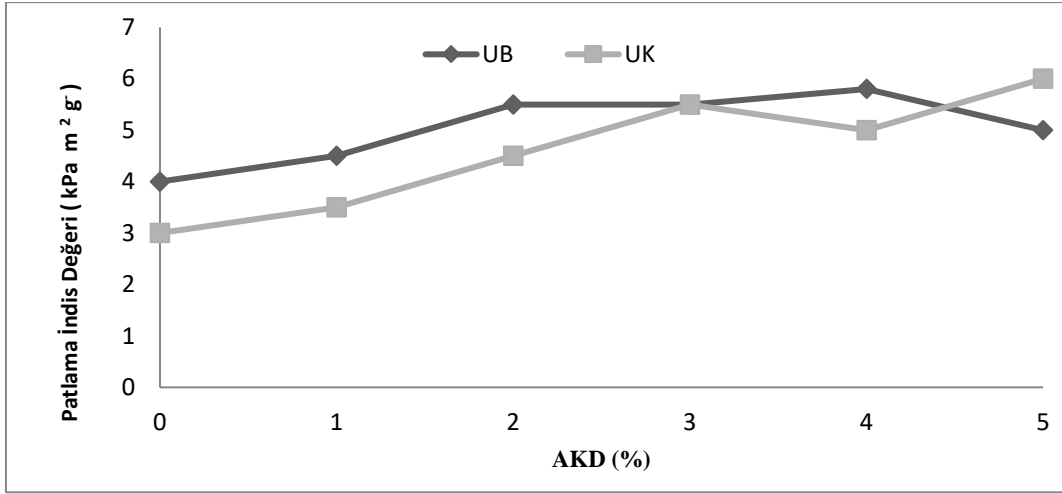
Uzun ağartılmış ve ağartılmamış hamurlar SR 37 serbestlik değerinde, artan miktarlarda AKD katılımı (% 0,25, 0,5, 1, 2 ve 5’lik) yapılarak elde edilen kâğıtların çekme ve patlama indis değerlerine (Şekil 8, Şekil 9) bakılmıştır. Giderek artan miktarda AKD katılımı belli bir yere kadar olumlu etkilemiş sonrasında ise düzensizlikler görülmüştür. Muhtemelen bu durum belli bir seviyeden sonra AKD katılımının lifler arası bağlanmayı olumsuz etkilediği söylenebilir.



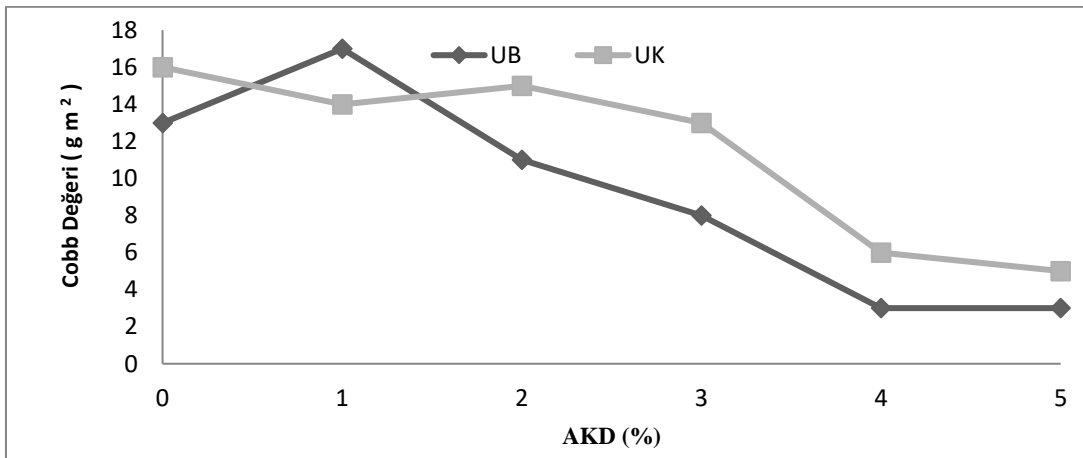
Şekil 7. Dövme süresine bağlı kâğıtların cobb değerlerindeki değişimler



Şekil 8. Test kâğıtlarının AKD katılımının çekme indisi üzerindeki etkisi



Şekil 9. Test kâğıtlarının AKD katılımının patlama indisi üzerine etkisi



Şekil 10. Uzun ağartılmış ve ağartılmamış test kâğıtlarının yüzde AKD miktarına karşı gösterdikleri cobb değerleri

AKD nin artan miktarda katılımının cobb değeri üzerindeki etkisine baktığımızda (Şekil, 10), cobb değerlerin önce bir artış sonrasında ise cobb değerinde düşmeler gözlemlenmiştir. % 0,5'lik bir AKD eklemesinin ardından test kâğıdındaki cobb değerinde bir iyileşme gözlemlenmiştir. Burada AKD'nin kâğıdın yüzeyine iyi bir şekilde örttüğünü ve dolayısıyla da kâğıdın su direncini artırdığını daha sonra ise bu özelliğinin azaldığını söyleyebiliriz. AKD, alkali kâğıt üretiminde en çok kullanılan iç yapıştırıcı kimyasaldır (Robert, 1992; Robert, 1996; Karademir ve Kurt, 2002). Hamurdaki kırıntı miktarı, dolgu maddesi ve lif dışı materyaller AKD' nin hamur içerisindeki çalışmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum ise AKD' nin life tutunmasını azaltmaktadır (Jiang ve Deng, 2000). Su hidroksil grupları içerdiği için, lifler ile kimyasal maddelerin tepkimeye girmesi gereken ortamlarda istenmezler (Karademir, 2002; Karademir ve Hoyland, 2003; Karademir ve ark., 2004). AKD kimyasalı ile selüloz lifleri arasında kovalent bağlanma oluşurken, kalsiyum karbonat, kil ve titanyum dioksitin iç yapıştırmayı olumsuz yönde etkilediği ve özellikle AKD'nin hidrolizini hızlandırmaktadır (Karademir ve ark., 2005b; Karademir ve ark., 2005c).

4. SONUÇ

Mukavemet açısından bakıldığında Uzun lifli hamurlar, kısa lifli hamurlara kıyasla daha iyi sonuçlar vermiştir. Selüloz oranı artırılmış hamurlarda fazla olduğundan direnç değerleri de genel olarak fazladır. Dövme derecesi SR° 37 değerine kadar test kâğıtlarının direnç değerleri iyi çıkmış fakat dövme süresinin uzamasının direnç üzerinde fazla etki gösterememiştir. Çünkü aşırı dövmenin test kâğıtlarının direncini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Dövme süresinin uzamasının test kâğıtlarının hava geçirgenliğini, kalınlığını ve parlaklığını azalttığını diğer taraftan ise su emme (cobb) değerini ve kırıntı miktarını ise artırdığı görülmüştür. Hamurlara dövme ile birlikte katılan yüzde 2 reçine ve yüzde 0.5 AKD eklenmesi ile dirençlerinde bir artış oluşmuştur. Hamurlara yüzde 0.25, 0.5, 1, 2 ve 5'lik AKD katılımı ile de çekme ve patlama dirençlerinde olumlu gelişmeler olmuştur. Test kâğıtlarına uygulanan cobb testi neticesinde % 0.5'lik AKD katılımı ile su direncinde iyileşmeler gözlemlenmiştir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje no: 2007/3-21).

KAYNAKLAR

1. Eroğlu, H., Usta, M. 'Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi', Trabzon, Türkiye: Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2004, Ders Kitabı Cilt I.
2. Casey, J.P. 'Selüloz ve Kâğıt Kimyası ve Kimyasal Teknolojisi', İzmit, Türkiye: Selüloz Basımevi, 1960.
3. Karademir, A., Çetin, N.S., Tutuş, A., İmamoğlu, S. 'Sizing of Lignocellulosic Fibers in Papermaking, Proceeding of First International Workshop', Novel Technologies in Pulp and Paper Industry Turkey, 28th-29th September, Kahramanmaraş, Turkey, 2005a, ss. 1-13.
4. Karademir, A., Özdemir, F., İmamoğlu, S. (2006), 'Effects of Alum-Rosin Sizing on The Properties of Some Wastepaper Gades', Biotechnology, c. 6, s. 1, ss. 148-152.
5. Ganson, S.J., Karademir, A., Sampson, W. (2006), 'Specific Contact Area and The Tensile Strength of Paper', APPITA Journal, c. 59, s. 4, ss. 297-301.
6. Karademir, A. İmamoğlu, S. (2007), 'Effects of Dry Strength Resin and Surfactant Addition on The Paper Made From Pulps with Different Freeness Level', Journal of Applied Science, c. 7, s. 4, ss. 484-488.
7. Karahan, S. 'Ön Modifikasyon İşlemi ile Kağıt İç Yapıştırma İşleminin İyileştirilmesi', Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye, 2008.

8. Anonim Tappi Test Metotları, Test Kâğıtları Kondisyonları Metodu, Tappi T 402 om-88, 1988.
9. Roberts, J. (1992), 'Neutral Sizing', PIRA Review of Pulp and Paper Technology, PIRA International, Surrey, UK.
10. Roberts, J. (1996), 'Neutral and Alkaline Sizing in Paper Chemistry', Blacklie Academic&Professional, Glasgow.
11. Karademir, A. Kurt, R. 'Alkali Papermaking and Some New Alkali Internal Sizing Agents', Proceeding of the Fourth GAP Engineering Congress, Şanlıurfa, Turkey, 2002, ss. 1638-1644.
12. Jiang, H. Deng, Y. (2000), 'The Effects of Inorganic Salts and Precipitated Calcium Carbonate Filler on The Hydrolysis Kinetics of Alkylketene Dimer', Journal Pulp Paper Science, c. 6, ss. 208-213.
13. Karademir, A. (2002), 'Quantitative Determination of Alkyl Ketene Dimer (AKD) Retention in Paper Made on A Pilot Paper Machine', Turkish Journal, of Agriculture and Forestry, c. 26, s. 5, ss. 253-260.
14. Karademir, A., Hoyland, R.W. (2003), 'The Sizing Mechanism of AKD and Its Effects on Paper Friction', APPITA Journal, c. 56, s. 5, ss. 380-384.
15. Karademir, A., Hoyland, R.W., Xiao, H., Wiseman, N. (2004), 'A Study On The Effects Of Akd and Ketone On Paper Sizing and Friction', APPITA Journal, c. 57, s. 2, ss. 116-19.
16. Karademir, A., Chew, Y.S., Hoyland, R.W., Xiao, H. (2005b), 'Influence of Fillers on Sizing Efficiency and Hydrolysis of Alkyl Ketene Dimer', The Canadian Journal of Chemical Engineering, c. 83, s. 3, ss. 603-606.
17. Karademir, A., Çetin, N.S., Tutuş, A., İmamoğlu, S. 'Sizing of Lignocellulosic Fibers in Papermaking. Proceeding of First International Workshop', Novel Technologies in Pulp and Paper Industry Turkey, 28th-29th September, Kahramanmaraş, Turkey, 2005c, ss. 1-13.

SALSOLOIDEAE ALT FAMILYASINDAKİ BAZI TÜRLERDE ANATOMİK İNCELEMELER SONUCUNDA “C₃ KOTİLEDON C₄ YAPRAK” OLGUSUNA SAHİP YENİ TÜRLERİN TESPİT EDİLMESİ

DETERMINATION OF NEW SPECIES WITH "C₃ COTYLEDON C₄ LEAF" PHENOMENON AS A RESULT OF ANATOMICAL INVESTIGATIONS IN SOME SPECIES OF SALSOLOIDEAE SUBFAMILY

Faik CEYLAN

Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)

Ferit KOCAÇINAR

Doç. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Bitki yaprağından alınan enine kesitte yapılan gözlemlerle bir bitkinin hangi fotosentetik izyoluna sahip olduğunu söylemek genellikle mümkündür. C₃ anatomisi tipik olarak yüksek oranda hücreler arası boşlukların bulunması ve fotosentetik olarak özelleşmiş demet kını hücrelerinin bulunmaması ile tanımlanmaktadır. C₄ anatomisinde ise iletim demetlerinin etrafını sıkıca saran ve mezofil hücreleriyle sıkı ilişki içinde olan fotosentetik bakımdan aktif demet kını hücreleri (Kranz anatomisi) bulunmaktadır. Salsoloideae alt familyasında C₄ Kranz anatomisinin bir tipi olan salsoloid tip Kranz anatomisi bulunmaktadır.

Salsoloideae, “C₃ kotiledon C₄ yaprak” olgusuna sahip olduğu bilinen *Haloxylon*, *Salsola*, *Halocharis*, *Halimocnemis*, *Petrosimonia* gibi cinslere ait bazı türlerin bulunduğu Chenopodiaceae'nin bir alt familyasıdır. Türkiye Florasında doğal olarak yayılış gösteren Salsoloideae alt familyasında bulunun birçok tür bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, bu olguya sahip olma olasılığı bulunan türlerden *Salsola grandis*, *S. stenoptera*, *S. turcica*, *S. tragus*, *Cyathobasis fruticulosa* ve *Petrosimonia nigdeensis*'in kotiledon ve yapraklarından enine kesit alınarak anatomik incelemeler yaparak hangi fotosentetik izyolunun kullanıldığını ortaya koymaktır.

Sonuç olarak, yaprak enine kesitinde anatomik incelemelerle *Salsola grandis*, *S. stenoptera*, *S. turcica*, *Cyathobasis fruticulosa* ve *Petrosimonia nigdeensis*'in kotiledonunda C₃ anatomisi, gelişmiş yapraklarında ise salsoloid tip C₄ Kranz anatomisi tespit edilmiştir. *S. tragus*'un ise her iki fotosentetik organında da salsoloid tip C₄ Kranz anatomisi görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Salsoloideae, C₃ izyolu kotiledon, C₄ izyolu yaprak, Kranz anatomisi, Salsoloid Kranz.

ABSTRACT

It is generally possible to say the photosynthetic pathway of a plant with the cross-sectional observations taken from the plant leaf. C₃ anatomy is typically defined by the presence of highly intercellular spaces and the absence of photosynthetically specialized bundle sheath cells. In C₄ anatomy, there are photosynthetically active bundle sheath cells (Kranz anatomy) that tightly surround the vascular bundles and are in close relationship with mesophyll cells. Salsoloideae subfamily has a salsoloid type Kranz anatomy, a type of C₄ Kranz anatomy.

Salsoloideae is a subfamily of Chenopodiaceae, where some species belonging to genus such as *Haloxylon*, *Salsola*, *Halocharis*, *Halimocnemis*, *Petrosimonia*, known to have the phenomenon of "C₃ cotyledon C₄ leaf". There are many species of Salsoloideae subfamily found in Flora of Turkey. The aim of this study is to reveal photosynthetic pathways of cotyledons and leaves of *Salsola grandis*, *S. stenoptera*, *S. turcica*, *S. tragus*, *Cyathobasis fruticulosa* and *Petrosimonia nigdeensis*, which are candidate species to have this phenomenon, by anatomical investigations.

As a result, C₃ anatomy was detected in the cotyledons of *Salsola grandis*, *S. stenoptera*, *S. turcica*, *Cyathobasis fruticulosa* and *Petrosimonia nigdeensis*, and salsoloid type C₄ Kranz anatomy was determined in mature leaves of these species by anatomical investigations from cross-sections of photosynthetic organs. Salsoloid type C₄ Kranz anatomy was observed in both photosynthetic organs of *S. tragus*.

Keywords: Salsoloideae, C₃ pathway cotyledon, C₄ pathway leaf, Kranz anatomy, Salsoloid Kranz.

SALSOLA GRANDIS'İN KOTİLEDON VE YAPRAKLARINDA BAZI C₄ VE FOTORESPİRASYON İZYOLU MARKÖR ENZİMLERİNİN İFADE SEVİYELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON OF THE EXPRESSION LEVELS OF SOME C₄ AND PHOTORESPIRATION PATHWAY MARKER ENZYMES IN THE COTYLEDON AND LEAVES OF *SALSOLA GRANDIS*

Faik CEYLAN

Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)

Nisa MUMCUOĞLU

Yüksek Lisans Öğrencisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

Ferit KOCAÇINAR

Doç. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

ÖZET

C₃ izyolunda CO₂ üç karbonlu bir bileşik olan 3-fosfogliserat (3PGA) olarak fikse edilirken C₄ izyolunda fiksasyon sonucunda dört karbonlu bir bileşik olan okzaloasetik asit (OAA) üretilmektedir. Sahip oldukları izyollarına göre bazı bitkiler C₃, C₄ veya C₃-C₄ ara türler olarak sınıflandırılmaktadır. Doğal olarak C₃ kotiledon ile başlayıp gelişen yapraklarda C₄ izyoluna dönüşüm "C₃ kotiledon C₄ yaprak" olgusu olarak ifade edilmektedir.

Bu çalışmada, Chenopodiaceae familyasının Salsoloideae alt familyasında bulunan ve kotiledonunda C₃ ile başlayıp, yaprağında C₄'e dönüşen *Salsola grandis*'in gelişmiş kotiledonlarına oranla gelişmiş yapraklarında C₄ markörü olan PPKK (pirüvat ortofosfat dakinaz) ve fotorespirasyonda kullanılan GOX (glikolat oksidaz) ile GDC-P (glisin dekarboksilaz-P alt ünitesi) enzimlerine ait gen bölgelerinin ifade seviyelerindeki değişimler tespit edilerek fotosentetik izyolu hakkında önemli ipuçları elde edilmesi hedeflenmiştir.

Sonuç olarak, *S. grandis*'te PPKK enzimine ait gen bölgesinin ifade seviyesinin kotiledondan yaprağa geçerken yaklaşık 4.4 kat arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, fotorespirasyonda bulunan GOX enzimine ait gen bölgesinin ifade seviyesinde yaklaşık 3 kat azalma gözlemlenirken GDC-P enzimine ait gen bölgesinin ifade seviyesinde ise yaklaşık 1.9 kat azalma tespit edilmiştir. Böylece, *S. grandis*'in "C₃ kotiledon C₄ yaprak" olgusuna sahip olduğu mRNA ifade seviyesinde gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Salsola grandis*, C₃ izyolu kotiledon, C₄ izyolu yaprak , qRT-PCR, mRNA

ABSTRACT

While CO₂ is fixed as a three-carbon compound 3-phosphoglycerate (3PGA) in C₃ pathway, a four-carbon compound oxaloacetic acid (OAA) is produced in C₄ pathway as a result of fixation. Some plants are classified as C₃, C₄ or C₃-C₄ intermediate species according to their pathways. Naturally conversion from C₃ cotyledons to C₄ leaves is named as the phenomenon of "C₃ cotyledon C₄ leaf".

In this study, it is aimed to obtain important clues about photosynthetic pathway of mature cotyledons and leaves of *Salsola grandis* by detecting changes in the expression levels of genes of PPKK (pyruvate orthophosphate dakinase) enzyme as a C₄ marker and GOX (glycolate oxidase) and GDC-P (glycine decarboxylase-P subunit) enzymes employed in photorespiration pathway.

As a result, it was determined that the expression level of gene region of PPKK enzyme in *S. grandis* increased approximately 4.4 fold when transition from cotyledon to leaf. In addition, while the expression level of gene region of GOX enzyme was reduced by approximately 3 fold, expression level of gene region of GDC-P enzyme was decreased by about 1.9 fold in photorespiration. Thus, it was revealed that *S. grandis* has the phenomenon of "C₃ cotyledon C₄ leaf" at mRNA expression level.

Key Words: *Salsola grandis*, C₃ pathway cotyledon, C₄ pathway leaf , qRT-PCR, mRNA

EFFICACY OF TWO NITROGENOUS WITH DIFFERENT NITRIFICATION INHIBITORS AND NON-NITROGENOUS FERTILIZERS TO CONTROL TOMATO BACTERIAL WILT**Aysu Tugce GUL***Master's student, Erciyes University Faculty of Agriculture Department of Plant Protection***Sumer HORUZ***Erciyes University Faculty of Agriculture Department of Plant Protection 38039 Kayseri-Turkey, (Corresponding author)***ABSTRACT**

Tomato is one of the most grown and consumed vegetable through the world. Over 200 plant pathogenic microorganisms are devastative on tomato plants. Tomato bacterial wilt caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* infects xylem, that's why, copper compounds are ineffective to control the disease efficiently. Plant nutrition is essential to keep plants healthy from the infections caused by plant pathogens. In this study, we examined the efficacy of ammonium sulphate included two nitrification inhibitors, dicyandiamide (DCD) and 3,5-Dimethylpyrazole gliseroborate (DMPB) and classical ammonium sulphate (AS) to control tomato bacterial wilt using pot experiments. The doses of 100, 250 and 500 ppm fertilizers were applied to tomato plants three week intervals as irrigation water. Fertilizers inhibited the pathogen development from 42.10 to 77.73% and from 44.36 to 82.16% in the first and second pot experiments, respectively. The dose applied as 500 ppm decreased bacterial wilt over 70% in all treatments. Ammonium sulphate fertilizers consisted of nitrification inhibitors have potential to combat with tomato bacterial wilt and those fertilizers can be included into integrated disease management of tomato to benefit from nitrogen. This study was funded with the Project (ID 9243) from Erciyes University Scientific Researches Coordination Unit.

Key words: plant nutrition, tomato, wilt, nitrification inhibitor

THE EXPANDED DISTRIBUTION of the INVASIVE ALIEN COPEPOD *Oithona davisae* in the MEDITERRANEAN SEA: REVIEW**Tuba TERBIYIK KURT***Cukurova University, Faculty of Fisheries, 01330, Sarıcam, ADANA***ABSTRACT**

The Mediterranean Sea is one of the areas most affected by bioinvasion due to its connection to different seas through various straits and canals. Anthropogenic factors (maritime traffic, lessepsian migration by Suez Canal, aquaculture, etc.) are important vectors for bioinvasion and approximately a thousand alien species that entered from different pathways have been reported in the Mediterranean Sea. *Oithona davisae* is a small invasive copepod typically found in highly productive coastal and estuarine areas.

This literature review was performed to characterize the spatial distribution of *O. davisae* in the Mediterranean Sea. *O. davisae* was first described in the Sacramento-San Joaquin Estuary by Ferri and Orsi in 1984 and has been recorded in different areas of the world following its discovery. The presence of this species in the Mediterranean Sea was recognized when Spanish researchers were isolated in the Barcelona Harbour for ecophysiological studies in 2000. Fourteen years later, Italian researchers observed the presence of this species in Lakes Faro and Ganzirri (Central Mediterranean Sea), as well as in the Venice lagoon. Low abundance levels were observed in Venice port, whereas this species reached peak values in Lakes Faro and Ganzirri. Following these reports, this species was also found in the Aegean Sea coast of Turkey and Greece, with high abundance in İzmir Bay. Finally, the species was also found at a low abundance level in the easternmost part of the Mediterranean Sea in 2018 (İskenderun Bay, Levantine Sea).

Conclusion, the spatial distribution of *O. davisae* has expanded within a short time and human-related factors such as ballast waters and aquaculture could be responsible for this process.

Keywords: Copepoda, *Oithona davisae*, Mediterranean Sea, alien, invasive

Расчетное исследование ГТУ с целью повышения эффективного КПД

А.А. БЕГЕНДИКОВ

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева - КАИ

В статье, расчетным путем, исследуется возможность создания газотурбинного двигателя энергетической установки с высоким эффективным КПД. Моделирование производилось с использованием программного комплекса ГРАД (Газодинамические Расчеты Авиационных Двигателей и Энергетических Установок). Были исследованы схемы двигателя с перерасширением на выхлопе с помощью парогенератора и эжектора, получены графические зависимости основных параметров двигателя.

В настоящее время ГТУ активно используются в различных областях техники, например, в авиадвигателестроении и дальнем газоснабжении [1]. На компрессорных станциях магистральных газопроводов ГТУ используются в качестве двигателей для привода газоперекачивающих агрегатов. При этом топливом служит газ, отбираемый из магистральной линии. В стационарной энергетике на тепловых электрических станциях применяются ГТУ в качестве резервных и пиковых источников энергии, а также в составе парогазотурбинных установок. Рассматриваемая установка является одним из основных компонентов газотурбинной электростанции и используется в качестве привода турбогенератора.

По сравнению с дизельными и газопоршневыми двигателями ГТУ имеет ряд преимуществ, главными из которых являются удельная масса двигателя.

Для расчетов выбранных схем ГТУ были назначены общие для всех схем параметры. Адиабатные КПД компрессоров приняты равными 0.85, а турбин - 0.89. Гидравлические потери, задаваемые в виде коэффициента потерь полного давления, приняты равными: 0.98 на входе в двигатель, 0.97 на выходе из двигателя. На охлаждение сопловых лопаток и дисков отбиралось 3% от суммарного расхода воздуха за компрессором. Топливо - природный газ по стандарту ГАЗПРОМа. Исследование проводилось при температуре газа перед турбиной $T_{г^*}=1320$ К. Полнота сгорания в камере сгорания принята равной 0.995. Гидравлические потери в камере сгорания равны 0.96.

ГТУ является одним из основных компонентов газотурбинной электростанции и предназначена для использования в качестве привода турбогенератора и выработки тепловой энергии с изменяемыми параметрами электрической и тепловой мощности в зависимости от потребности пользователя.

Установка состоит из следующих основных частей: 0 - входное устройство; 1 - компрессор низкого давления; 2 - компрессор высокого давления; 3 - камера сгорания; 4 - турбина; 5 - выходное устройство.

ГТУ представляет собой одновальную ГТУ с приводом на электрогенератор, состоящий из двух ступеней центробежных компрессоров, камеры сгорания и осевой турбины. Расчет параметров рабочего тела (T , P , G) по тракту в характерных сечениях и расчет эффективного КПД проводился для $T_{г^*}=1320$ К в диапазоне степени повышения давления в компрессоре от 6 до 36.

В полном соответствии с методикой, описанной в [2], с использованием программного комплекса ГРАД был проведен термогазодинамический расчет схемы ГТУ, из которого, при известной для компрессора двигателя ГТУ степени повышения давления $\pi_{к^*}=9$ не удалось получить высокого КПД чтобы конкурировать с ДВС аналогичной мощности.

Для повышения КПД двигателя ГТУ была предложена схема с перерасширением на выхлопе (рис. 1).

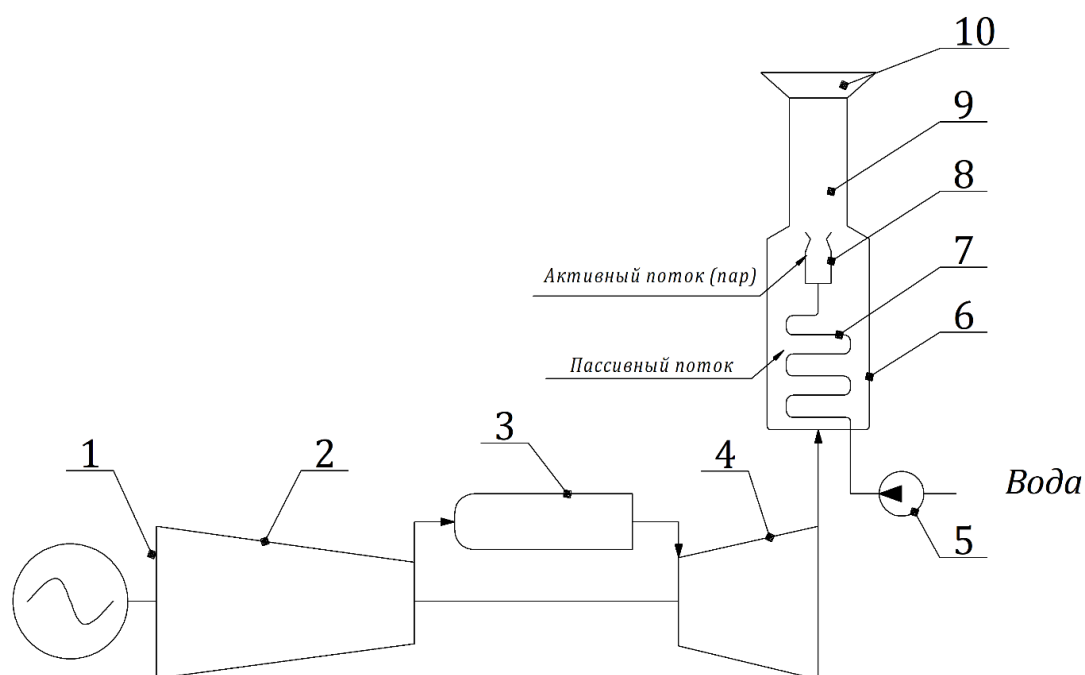


Рис.1. Схема ГТУ с перерасширением на выхлопе

Установка состоит из следующих основных частей: 1-входное устройство, 2-компрессор, 3-камера сгорания, 4-турбина, 5-питательный насос, 6-теплообменник-аэротермопрессор, расположенный за турбиной 4 на выходе ГТУ, внутри которого расположен змеевик 7, за теплообменником-аэротермопрессором 6 установлен эжектор 8 с соплом, камеры смещения 9, с выходным диффузором 10.

Установка работает следующим образом: рабочие тело из турбины 4 газотурбинной установки попадает в теплообменник-аэротермопрессор 6, который представляет собой цилиндрическую трубу, внутри которой расположен змеевик 7, сообщенный с питательным насосом 5. Через змеевик 7 протекает вода, при этом она нагревается, а газ текущий по цилиндрической трубе охлаждается, в этом случае охлаждение сопровождается повышением давления торможения (см. в книге Прикладная газовая динамика / Б.С. Виноградов - Москва - 1996), вода в результате поглощения теплоты превращается в пар, который из сопла эжектора 8 истекает с большой скоростью и является активным потоком в эжекторе 8, а пассивным потоком выхлопные газы ГТУ. В итоге, пассивный поток (выхлопные газы), имея на входе в теплообменник-аэротермопрессор 6 давление ниже атмосферного, на выходе из эжектора 8 это давление становится равным атмосферному. Давление пара на входе в эжектор 8 создает питательный насос 5.

С использованием программного комплекса ГРАД был проведен расчет схемы ГТУ с перерасширением на выхлопе (рис. 1), который позволил получить достаточно высокий КПД (44%), чтобы составить конкуренцию ДВС аналогичной мощности.

Литература

1. *Иноземцев А.А., Нихамкин М.А., Сандрацкий В.Л.* Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учеб. пособие. Т.1 / А.А. Иноземцев, М.А. Нихамкин, В.Л. Сандрацкий. - М.: Машиностроение, 2008. - 201 с.
2. *Осипов Б.М., Титов А.В.* Автоматизированная система газодинамических расчетов энергетических турбомашин. Учебное пособие / Б.М. Осипов, А.В. Титов. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2012. – 277с.
3. *Абрамович Г.Н.* Прикладная газовая динамика. В 2 ч. Ч. 1: Учебное руководство для вузов. – 5-е изд., перераб и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1991. – 600 с.
4. *Кулагин В.В., Кузьмичев В.С.* Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник. 3-е изд. В 2 кн. Кн. 1. Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ / В.В. Кулагин, В.С. Кузьмичев. – М.: Машиностроение, 2013. – 336 с.