



ISPEC

8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES
June 12-14, 2020/Ankara, Turkey

PROCEEDING BOOK

Edited by:

Assoc. Prof. Dr. Tuba TERBIYIK KURT & Atabek MOVLYANOV

ISPEC

8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING &
NATURAL SCIENCES

June 12-14, 2020/Ankara, Turkey



PROCEEDING BOOK

EDITORS

Assoc. Prof. Dr. Tuba TERBIYIK KURT
Atabek MOVLYANOV

All rights of this book belong to ISPEC Publishing House

Authors are responsible both ethically and juridically

ISPEC Publications - 2020©

Issued: 23.06.2020

ISBN: 978-625-7139-05-2

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE..... ISPEC 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

DATE AND PLACE..... June 12-14, 2020/Ankara, 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

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

8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

June 12-14, 2020/Ankara, Turkey



Conference Program



Id: 871 3360 6365

Password: 000111

*[https://us02web.zoom.us/j/871
33606365?pwd=WTl1RklxUDdQ](https://us02web.zoom.us/j/87133606365?pwd=WTl1RklxUDdQ)*

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: 13.06.2020	Hall	Moderator
Time: 10 ⁰⁰ :12 ⁰⁰	1	Doç. Dr. Önder CANBOLAT
Autors	University	Title
Doç. Dr. Önder CANBOLAT	Bursa Uludağ Üniversitesi	FARKLI TARÇIN ESANSİYEL YAĞI ve DOZLARININ İN VİTRO GAZ ÜRETİMİ, RUMEN FERMANTASYONU ve METAN ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ
Halit Burak KATIRCIOĞLU Prof. Dr. Şener AKINCI	Marmara Üniversitesi	SU STRESİNDE YETİŞEN MERCİMEK (<i>LENS CULINARIS</i> MEDIK.) FİDELERİNE UYGULUNAN HUMİK ASİTİN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ
Gürsel KOLTUK Dr. Öğr. Üyesi Işıl SEZEKLER	Marmara Üniversitesi	SELENYUM UYGULANMASININ MAŞ FASULYESİ'NİN (<i>Vigna radiata</i> L.) BÜYÜME VE BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
Assoc. Prof. Dr. Cemal KURT	Cukurova University	DETERMINATION OF PROTEIN, OIL AND SUCROSE CONTENT OF SOME TURKISH SOYBEAN GENOTYPES BY NIRS
Assoc. Prof. Dr. Cemal KURT	Cukurova University	MAJOR PROBLEMS OF SESAME GROWING IN TURKEY
Dr. Öğr. Üyesi Venhar ÇELİK	Fırat Üniversitesi	Cre-lox DİZİ-SPEŞİFİK REKOMBİNASYON SİSTEM KULLANARAK SENTETİK BİR KALITSAL MİKROBİYAL BELLEK MODÜLÜNÜN İNŞASI
Dr. Öğr. Üyesi Venhar ÇELİK Semra YILDIZ Prof. Dr. Muhammet Şaban TANYILDIZI	Fırat Üniversitesi	METABOLİK MÜHENDİSLİĞİ YAKLAŞIMIYLA LİKOPENİN FARKLI <i>Escherichia coli</i> SUŞLARINDA MİKROBİYAL BİYOSENTEZİ

Date: 13.06.2020	Hall	Moderator
Time: 10 ³⁰ :12 ³⁰	2	Dr. Öğr. Üyesi Sertan OZAN
Autors	University	Title
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YAZAR	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	DAİRESEL OLMAYAN DÜZ DİŞLİLERİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YAZAR	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	YUVARLANMA METODUNNA GÖRE BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI DÜZ DİŞLİ TASARIMI
Dr. Andaç Batur ÇOLAK	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	Y ₂ O ₃ /SU NANOSİVİSİNİN ÖZGÜL İSİSİNİN DİFERANSİYEL TERMAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ
Ali Merih KARADEMİR Dr. Öğr Üyesi Recep Muhammet GÖRGÜLÜARSLAN	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	ANALYSIS OF THE EFFECT OF GEOMETRICAL PARAMETERS TO VIBRATION ISOLATION IN LATTICE STRUCTURES WITH NEGATIVE POISSON'S RATIO
Dr. Öğr Üyesi Recep Muhammet GÖRGÜLÜARSLAN Sercan DEMİRKİRAN	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	DOĞAL PARÇACIKLI SİLİNDİRİK HARP BAŞLIKLARININ PATLAMASININ SPH YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ
Satı Cansın ERSOY Dr. Öğr Üyesi Recep Muhammet GÖRGÜLÜARSLAN	TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PROCESS PARAMETERS OF FUSED FILAMENT FABRICATION ON THE EFFICIENT ELASTIC MATERIAL PROPERTIES OF THE LATTICE STRUCTURES PRODUCED
Assist. Prof. Dr. Erol GÜLTEKİN Tahsin Berk TORUN Mustafa Buğra BARUTÇU	University of Turkish Aeronautical Association	DESIGN OF A MECHANICAL SCISSOR LIFT FOR A COACH MODEL
Dr. Öğr. Üyesi Sertan OZAN	Yozgat Bozok Üniversitesi	SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAĞI İLE BİRLEŞTİRİLMİŞ AA 6082-T6/AA 2024-T351 ALÜMİNYUM ALAŞIM ÇİFTİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Date: 13.06.2020		Hall	Moderator
Time: 12 ³⁰ :14 ³⁰		1	Dr. Öğr. Üyesi Adem SARIHAN
Autors	University	Title	
Dr. Selgin AL	<i>Izmir Democracy University</i>	LATTICE DYNAMIC PROPERTIES OF MgVCu and MgVCr HALF- HEUSLER COMPOUNDS	
Dr. Selgin AL Cihan KURKCU Çagatay YAMCİCİER	<i>Izmir Democracy University Kirsehir Ahi Evran University Gazi University</i>	PHASE TRANSITIONS, ELASTIC AND ELECTRONIC PROPERTIES OF Na ₃ AlH ₆	
Dr. Öğr. Üyesi Şenay BALBAY	<i>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi</i>	TiO ₂ KATKILI GERİ KAZANILMIŞ KARBONLU MALZEMEDEN GÖZENEKLİ MALZEME ÜRETİMİ	
Dr. Öğr. Üyesi Hasan YAKAN	<i>Ondokuz Mayıs University</i>	PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF SOME NOVEL IMINES INCLUDING VARIOUS ALDEHYDES	
Prof. Dr. İkbal KOYUNCU Prof. Dr. Tarık EREN Araş. Gör. Dilgeş BASKIN	<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>	SYNTHESIS OF RING OPENING METATHESIS POLYMERIZATION BASED ADSORBENT AND APPLICATIONS	
Dr. Öğr. Üyesi Adem SARIHAN	<i>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi</i>	POLİ (2-AKRİLAMİDO-2-METİL-1-PROPANSÜLFONİK ASİT YÜKLENEN POLİANİLİN İLE MODİFİYE EDİLMİŞ PVDF MEMBRANLARIN HAZIRLANMASI, YAPISAL VE MORFOLOJİK OLARAK KARAKTERİZASYONU	
Dr. Öğr. Üyesi Murat KIRANŞAN	<i>Gümüşhane Üniversitesi</i>	FARKLI UV RADYASYONUNUN ETKİSİ ALTINDA KATYONİK BOYALARIN SULU ÇÖZELTİLERDEN UZAKLAŞTIRILMASINDA ETKİLİ FOTOKATALİTİK BOZUNMA İŞLEMİ	
Dr. Öğr. Üyesi Murat KIRANŞAN	<i>Gümüşhane Üniversitesi</i>	ATIKSULARDA FARMASÖTİK İLAÇ VE ORGANİK BOYA KİRLİTİCİLERİNİN GİDERİMİNDE FOTOKATALİTİK BOZUNMA PROSESLERİNİN ETKİSİ. BİR DERLEME	

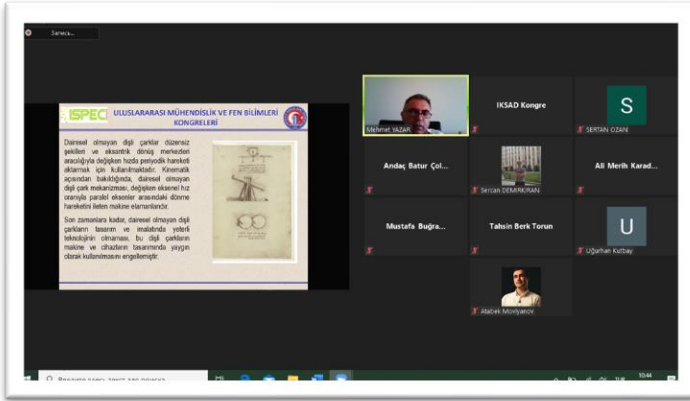
Date: 13.06.2020		Hall	Moderator
Time: 13 ⁰⁰ :15 ⁰⁰		2	Prof. Dr. Pınar BAŞER
Autors	University	Title	
Dr. Uğurhan KUTBAY	<i>Gazi University</i>	2-STAGE OPTICAL PACKAGING QUALITY CONTROL SYSTEM DESIGN FOR DENTAL IMPLANTS	
Dr. Öğr. Üyesi Asiye ASLAN	<i>Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi</i>	BALIKESİR SINDIRGI'DA JEOTERMAL ENERJİNİN KULLANIM ALANLARININ ARAŞTIRILMASI	
Araş. Gör. Dr. Yaşar AY	<i>Dicle Üniversitesi</i>	KÜRESEL PLAZMA ODAK CİHAZ SİMÜLASYONU	
Assist. Prof. Dr. Derya YILMAZ	<i>Başkent University</i>	EXAMINING THE VARIABILITY OF GAIT INTERVALS BY USING BINARY SYMBOLIC REPRESENTATIONS	
Araş. Gör. Muhammed Mert ULUPINAR Yük. Müh. Hakan ÇUKUL Dr. Öğr. Üyesi Gökhan DINDİŞ	<i>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Lider Teknoloji Geliştirme Müh. Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi</i>	A LOW COST TIME DOMAIN REFLECTOMETER (TDR) DESIGN FOR EDUCATIONAL USE	
Prof. Dr. Pınar BAŞER	<i>Sivas Cumhuriyet University</i>	DEPENDENCE of ELECTRONIC ENERGY on EXTERNAL PARAMETERS in CYLINDRICAL QUANTUM WIRES	
Dr. Öğr. Üyesi Ebru YABAŞ Prof. Dr. Pınar BAŞER Prof. Dr. Mehmet KUL	<i>Sivas Cumhuriyet University Sivas Cumhuriyet University Sivas Science and Technology University</i>	NEW GENERATION CHEMICAL MATERIAL and PROPERTIES for PHOTOVOLTAIC and OPTICAL APPLICATIONS	

Date: 13.06.2020	Hall	Moderator
Time: 15 ⁰⁰ :17 ⁰⁰	1	Dr. Öğr. Üyesi Erdinç TİMOÇİN
Autors	University	Title
Esra ÇELİK Assoc. Prof. Emre KOLOTOĞLU	Yıldız Technical University	A SURVEY ON THE EXİSTENCE OF G- FACTORİZATIONS OF λK_n
Arş. Gör. Ayse TIRYAKIOĞLU Arş. Gör. Dr. Burhan TIRYAKIOĞLU	Gebze Technical University Marmara University	RADIATION OF SOUND WAVES FROM STEPPED AND LINED DUCT
Onur ZİHNİ Doç. Dr. Yıldıray ÇELİK	Ordu Üniversitesi	BULANIK ESNEK MATRİSLERİ KULLANARAK TIP TANISINDA İLAÇ BAĞIMLILIĞININ ETKİSİNİN ÖNLENMESİ
Doç. Dr. Yıldıray ÇELİK	Ordu Üniversitesi	SEZGİSEL BULANIK ESNEK GRUPLARIN (T,S)- NORMLAR YARDIMIYLA İNŞASI
Kübra BULUT Dr. Öğr. Üyesi Davood GHADERİ	Bursa Teknik Üniversitesi	2 KADEMELİ ANAHTARLAMALI KAPASİTÖRLÜ YÜKSELTİCİ DÖNÜŞTÜRÜCÜ BULANIK MANTIK DENETLEYİCİSİ METODU İLE FOTOVOLTAİK UYGULAMALARDA MAKSİMUM GÜÇ NOKTASI İZLEME
Muammer AKÇAY Tolgahan ÇOBANOĞLU	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi	TÜRKİYE'DE HAYAT BOYU ÖĞRENME KURUMLARINDA MESLEKİ REHBERLİK HİZMETLERİ: MEVCUT DURUM ANALİZİ VE ÖNERİLER
Muammer AKÇAY Turhan Faruk CİHAN	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi	TÜRKİYE'DE LİSELERE GEÇİŞ SINAVLARINA GİRECEK ÖĞRENCİLER İÇİN TEKNOLOJİK YARDIM: MEVCUT DURUM ANALİZİ VE ÖNERİLER
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin TEMUÇİN Dr. Öğr. Üyesi Erdinç TİMOÇİN	Çankaya Üniversitesi Mersin Üniversitesi	MANYETOSFERİK VE İYONOSFERİK VERİLERİ ULUSLARARASI VERİ MERKEZLERİNDEN HIZLI VE GÜVENİLİR BİR ŞEKİLDE ELDE ETMEK İÇİN BİR VERİ BİLİMİ ARACININ GELİŞTİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Erdinç TİMOÇİN Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin TEMUÇİN Dr. Öğr. Üyesi Samed İNYURT	Mersin Üniversitesi Çankaya Üniversitesi Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	AĞUSTOS 2018 ŞİDDETLİ JEOMANYETİK FIRTINANIN TÜRKİYE'NİN ANKARA ŞEHİRİ ÜZERİNDEKİ GPS KAYNAKLI TOPLAM ELEKTRON İÇERİĞİ (TEİ) ÜZERİNE ETKİSİ

Date: 13.06.2020	Hall	Moderator
Time: 15 ³⁰ :17 ³⁰	2	Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YAĞLI
Autors	University	Title
Res. Asst. Onur DÖNMEZ Asst. Prof. Muharrem Erdem BOĞOÇLU Asst. Prof. Erk İNGER	Atılım University Yıldız Technical University Atılım University	DESIGN OF MECHANICAL SYSTEM ELEMENTS FOR STAGE SEPARATION MECHANISMS APPLIED ON MULTI-STAGE ROCKETS
Bekir Barış ERÇELİK Bahadır DOĞAN	Eskişehir Osmangazi University	INVESTIGATION OF LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG) USAGE INSTEAD OF DIESEL IN HEAVY COMMERCIAL VEHICLES
Dr. Turan GURGENC	Firat University	EFFECT OF DIFFERENT COATING TIMES ON THE SURFACE PROPERTIES OF MAGNESIUM ALLOY COATED WITH STRONTIUM PHOSPHATE BY HYDROTHERMAL METHOD
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YAĞLI	İskenderun Teknik Üniversitesi	PARABOLİK OLUKLU GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNE ENTEGRE EDİLMİŞ BİR BUHARLI RANKİNE ÇEVİRİMİNİN TASARIMI VE PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ
Dr. Öğr. Gör. İlker MERT Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YAĞLI	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İskenderun Teknik Üniversitesi	KAHRAMANMARAŞ İLİ İÇİN KRİSTAL SİLİKON PV TİP ÇATI SİSTEMLERİ İLE GÜNEŞ ENERJİSİNDEN ENERJİ ÜRETİMİ POTANSİYELİ
Dr. Öğr. Üyesi Demet DEMİR ŞAHİN Doç. Dr. Mustafa ÇULLU Dr. Hasan EKER	Gümüşhane Üniversitesi	BETONDA UÇUCU KÜL İNCELİĞİNİN SÜLFAT DİRENCİ ÜZERİNE ETKİSİ
Öğr. Grv. Dr. Kadir GÜÇLÜER Prof. Dr. Osman GÜNAYDIN	Adıyaman Üniversitesi	MEVCUT BETONARME BİR YAPIDA TAHRİBATLI VE TAHRİBATSIZ METOTLARLA DAYANIM İNCELEMESİ
Semih Ramazan AKSOY Doç. Dr. Alper BİDEÇİ	Düzce Üniversitesi	ATIK LASTİK KATKILI FARKLI POLİMERLER İÇEREN BETONLARIN ÖZELLİKLERİ
Okan KIRLANGIÇ Şeref Doğuşcan AKBAŞ	Karayolları Genel Müdürlüğü Bursa Teknik Üniversitesi	FONKSİYONEL DERECELENDİRİLMİŞ İLE TABAKALI KOMPOZİT KİRİŞLERİN BURKULMA ANALİZİ

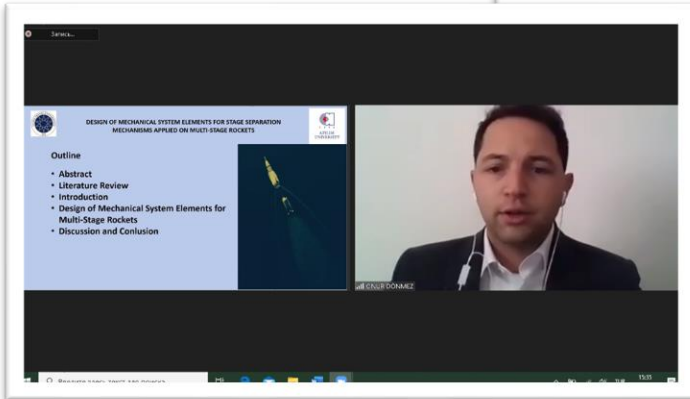
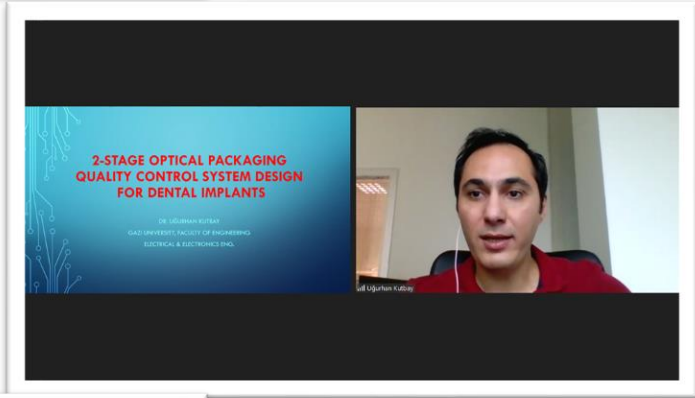
Date: 13.06.2020		Hall	Moderator
Time: 14 ⁰⁰ :16 ⁰⁰		3	Assoc. Prof. Dr. Tuba TERBİYİK KURT
Autors	University	Title	
Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY Dr. Öğr. Üyesi Engin GÜNDOĞDU	Gümüşhane Üniversitesi	SÜT VE ÜRÜNLERİNDE AĞIR METAL VARLIĞI	
Dr. Öğr. Üyesi Engin GÜNDOĞDU Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY	Gümüşhane Üniversitesi	HAYVANSAL ÜRÜNLERDE ANTİBİYOTİK KALINTI VARLIĞI	
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa GÖÇER	Adıyaman Üniversitesi	ADİYAMAN İLİNDE PERAKENDE BALIK SATIŞ YERLERİNDE ÇALIŞANLARIN SOSYAL VE EKONOMİK DURUMU	
Assoc. Prof. Dr. Tuba TERBİYİK KURT	Çukurova University	THE GLIMPSE ON DISTRIBUTION OF ALIEN COPEPOD OITHONA DAVISAE ALONG TURKISH COAST	
Assoc. Prof. Dr. Tuba TERBİYİK KURT	Çukurova University	EVALUATING OF ZOOPLANKTON INDICATOR PROPERTIES CAN BE USED FOR DETERMINING GOOD ENVIRONMENTAL STATUS IN TURKISH MEDITERRANEAN COAST	
Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY Dr. Öğr. Üyesi Engin GÜNDOĞDU	Gümüşhane Üniversitesi	ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF SOME PLANTS SPECIAL TO TURKEY AND ITS APPLICATIONS IN FOODS	
Dr. Öğr. Üyesi Engin GÜNDOĞDU Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY	Gümüşhane Üniversitesi	AN OVERVIEW: MYCOTOXINS IN DAIRY PRODUCTS SOLD IN TURKEY	

Photography Gallery



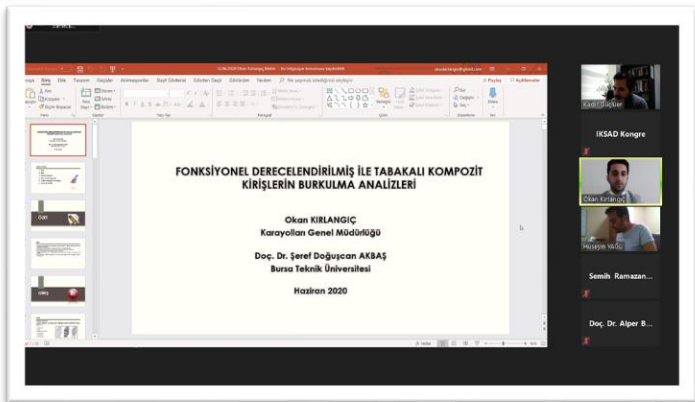
ISPEC
8th INTERNATIONAL
CONFERENCE ON
ENGINEERING &
NATURAL SCIENCES

June 12-14, 2020
Ankara, Turkey



Conference Venue:
ONLINE

All pictures taken at the event has been published in **IKSAD CONGRESS SOCIETY** Facebook Group// to get the pictures, please, visit the group and become a member...



CONTENT

CONGRESS ID	I
PROGRAM	II
PHOTO GALLERY	III
CONTENT	IV

Author	Title	No
Önder CANBOLAT	FARKLI TARÇIN ESANSİYEL YAĞI ve DOZLARININ İN VİTRO GAZ ÜRETİMİ, RUMEN FERMANTASYONU ve METAN ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ	1
Halit Burak KATIRCIOĞLU Şener AKINCI	SU STRESİNDE YETİŞEN MERCİMEK (<i>LENS CULINARIS</i> MEDIK.) FİDELERİNE UYGULUNAN HUMİK ASİTİN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ	11
Gürsel KOLTUK Işıl SEZEKLER	SELENYUM UYGULANMASININ MAŞ FASULYESİ'NİN (<i>Vigna radiata</i> L.) BÜYÜME VE BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	13
Cemal KURT	DETERMINATION OF PROTEIN, OIL AND SUCROSE CONTENT OF SOME TURKISH SOYBEAN GENOTYPES BY NIRS	15
Cemal KURT	MAJOR PROBLEMS OF SESAME GROWING IN TURKEY	16
Venhar ÇELİK	Cre-lox DİZİ-SPESİFİK REKOMBİNASYON SİSTEM KULLANARAK SENTETİK BİR KALITSAL MİKROBİYAL BELLEK MODÜLÜNÜN İNŞASI	17
Venhar ÇELİK Semra YILDIZ Muhammet Şaban TANYILDIZI	METABOLİK MÜHENDİSLİĞİ YAKLAŞIMIYLA LİKOPENİN FARKLI <i>Escherichia coli</i> SUŞLARINDA MİKROBİYAL BİYOSENTEZİ	19
Mehmet YAZAR	DAİRESEL OLMAYAN DÜZ DİŞLİLERİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI	21
Mehmet YAZAR	YUVARLANMA METODUNNA GÖRE BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI DÜZ DİŞLİ TASARIMI	28
Andaç Batur ÇOLAK	Y ₂ O ₃ /SU NANOSİSİNİN ÖZGÜL İSİSİNİN DİFERANSİYEL TERMAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ	34
Ali Merih KARADEMİR Recep Muhammet GÖRGÜLÜARSLAN	ANALYSIS OF THE EFFECT OF GEOMETRICAL PARAMETERS TO VIBRATION ISOLATION IN LATTICE STRUCTURES WITH NEGATIVE POISSON'S RATIO	45
Recep Muhammet GÖRGÜLÜARSLAN Sercan DEMİRKIRAN	DOĞAL PARÇACIKLI SİLİNDİRİK HARP BAŞLIKLARININ PATLAMASININ SPH YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ	55
Satı Cansın ERSOY Recep Muhammet GÖRGÜLÜARSLAN	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PROCESS PARAMETERS OF FUSED FILAMENT FABRICATION ON THE EFFICIENT ELASTIC MATERIAL PROPERTIES OF THE LATTICE STRUCTURES PRODUCED	57
Erol GÜLTEKİN Tahsin Berk TORUN Mustafa Buğra BARUTÇU	DESIGN OF A MECHANICAL SCISSOR LIFT FOR A COACH MODEL	70
Sertan OZAN	SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAĞI İLE BİRLEŞTİRİLMİŞ AA 6082-T6/AA 2024-T351 ALÜMİNYUM ALAŞIM ÇİFTİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	71
Selgin AL	LATTICE DYNAMIC PROPERTIES OF MgVCu and MgVCr HALF- HEUSLER COMPOUNDS	72
Selgin AL Cihan KURKCU Cagatay YAMCICIER	PHASE TRANSITIONS, ELASTIC AND ELECTRONIC PROPERTIES OF Na ₃ AlH ₆	77

Şenay BALBAY	TiO ₂ KATKILI GERİ KAZANILMIŞ KARBONLU MALZEMEDEN GÖZENEKLI MALZEME ÜRETİMİ	84
Hasan YAKAN	PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF SOME NOVEL IMINES INCLUDING VARIOUS ALDEHYDES	93
İkbal KOYUNCU Tarık EREN Dilgeş BASKIN	SYNTHESIS OF RING OPENING METATHESIS POLYMERIZATION BASED ADSORBENT AND APPLICATIONS	99
Adem SARIHAN	POLİ (2-AKRİLAMİDO-2-METİL-1-PROPANSÜLFONİK ASİT YÜKLENE POLİANİLİN İLE MODİFİYE EDİLMİŞ PVDF MEMBRANLARIN HAZIRLANMASI, YAPISAL VE MORFOLOJİK OLARAK KARAKTERİZASYONU	103
Murat KIRANŞAN	FARKLI UV RADYASYONUNUN ETKİSİ ALTINDA KATYONİK BOYALARIN SULU ÇÖZELTİLERDEN UZAKLAŞTIRILMASINDA ETKİLİ FOTOKATALİTİK BOZUNMA İŞLEMİ	110
Murat KIRANŞAN	ATIKSULARDA FARMASÖTİK İLAÇ VE ORGANİK BOYA KİRLİTİCİLERİNİN GİDERİMİNDE FOTOKATALİTİK BOZUNMA PROSESLERİNİN ETKİSİ. BİR DERLEME	112
Uğurhan KUTBAY	2-STAGE OPTICAL PACKAGING QUALITY CONTROL SYSTEM DESIGN FOR DENTAL IMPLANTS	122
Asiye ASLAN	BALIKESİR SINDIRGI'DA JEOTERMAL ENERJİNİN KULLANIM ALANLARININ ARAŞTIRILMASI	130
Yaşar AY	KÜRESEL PLAZMA ODAK CİHAZ SİMÜLASYONU	139
Derya YILMAZ	EXAMINING THE VARIABILITY OF GAIT INTERVALS BY USING BINARY SYMBOLIC REPRESENTATIONS	141
Muhammed Mert ULUPINAR Hakan ÇUKUL Gökhan DINDİŞ	A LOW COST TIME DOMAIN REFLECTOMETER (TDR) DESIGN FOR EDUCATIONAL USE	147
Pınar BAŞER	DEPENDENCE of ELECTRONIC ENERGY on EXTERNAL PARAMETERS in CYLINDRICAL QUANTUM WIRES	153
Ebru YABAŞ Pınar BAŞER Mehmet KUL	NEW GENERATION CHEMICAL MATERIAL and PROPERTIES for PHOTOVOLTAIC and OPTICAL APPLICATIONS	154
Esra ÇELİK Emre KOLOTOĞLU	A SURVEY ON THE EXISTENCE OF G-FACTORİZATIONS OF λ_{K_n}	155
Ayşe TIRYAKIOĞLU Burhan TIRYAKIOĞLU	RADIATION OF SOUND WAVES FROM STEPPED AND LINED DUCT	156
Onur ZİHNİ Yıldıray ÇELİK	BULANIK ESNEK MATRİSLERİ KULLANARAK TIP TANISINDA İLAÇ BAĞIMLILIĞININ ETKİSİNİN ÖNLENMESİ	157
Yıldıray ÇELİK	SEZGİSEL BULANIK ESNEK GRUPLARIN (T,S)-NORMLAR YARDIMIYLA İNŞASI	166
Kübra BULUT Davood GHADERİ	2 KADEMELİ ANAHTARLAMALI KAPASİTÖRLÜ YÜKSELTİCİ DÖNÜŞTÜRÜCÜ BULANIK MANTIK DENETLEYİCİSİ METODU İLE FOTOVOLTAİK UYGULAMALARDA MAKSİMUM GÜÇ NOKTASI İZLEME	179
Muammer AKÇAY Tolgahan ÇOBANOĞLU	TÜRKİYE'DE HAYAT BOYU ÖĞRENME KURUMLARINDA MESLEKİ REHBERLİK HİZMETLERİ: MEVCUT DURUM ANALİZİ VE ÖNERİLER	188
Muammer AKÇAY Turhan Faruk CİHAN	TÜRKİYE'DE LİSELERE GEÇİŞ SINAVLARINA GİRECEK ÖĞRENCİLER İÇİN TEKNOLOJİK YARDIM: MEVCUT DURUM ANALİZİ VE ÖNERİLER	196
Hüseyin TEMUÇİN Erdoğan TİMOÇİN	MANYETOSFERİK VE İYONOSFERİK VERİLERİ ULUSLARARASI VERİ MERKEZLERİNDEN HIZLI VE GÜVENİLİR BİR ŞEKİLDE ELDE ETMEK İÇİN BİR VERİ BİLİMİ ARACININ GELİŞTİRİLMESİ	202
Erdoğan TİMOÇİN Hüseyin TEMUÇİN Samed İNYURT	AĞUSTOS 2018 ŞİDDETLİ JEOMANYETİK FIRTINANIN TÜRKİYE'NİN ANKARA ŞEHİRİ ÜZERİNDEKİ GPS KAYNAKLI TOPLAM ELEKTRON İÇERİĞİ (TEİ) ÜZERİNE ETKİSİ	204

Onur DÖNMEZ Muharrem Erdem BOĞOÇLU Erk İNGER	DESIGN OF MECHANICAL SYSTEM ELEMENTS FOR STAGE SEPARATION MECHANISMS APPLIED ON MULTI-STAGE ROCKETS	206
Bekir Barış ERÇELİK Bahadır DOĞAN	INVESTIGATION OF LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG) USAGE INSTEAD OF DIESEL IN HEAVY COMMERCIAL VEHICLES	212
Turan GURGENC	EFFECT OF DIFFERENT COATING TIMES ON THE SURFACE PROPERTIES OF MAGNESIUM ALLOY COATED WITH STRONTIUM PHOSPHATE BY HYDROTHERMAL METHOD	224
Hüseyin YAĞLI	PARABOLİK OLUKLU GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNE ENTEGRE EDİLMİŞ BİR BUHARLI RANKİNE ÇEVİRİMİNİN TASARIMI VE PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ	226
İlker MERT Hüseyin YAĞLI	KAHRAMANMARAŞ İLİ İÇİN KRİSTAL SİLİKON PV TİP ÇATI SİSTEMLERİ İLE GÜNEŞ ENERJİSİNDEN ENERJİ ÜRETİMİ POTANSİYELİ	234
Demet DEMİR ŞAHİN Mustafa ÇULLU Hasan EKER	BETONDA UÇUCU KÜL İNCELİĞİNİN SÜLFAT DİRENCİ ÜZERİNE ETKİSİ	235
Kadir GÜÇLÜER Osman GÜNAYDIN	MEVCUT BETONARME BİR YAPIDA TAHRİBATLI VE TAHRİBATSIZ METOTLARLA DAYANIM İNCELEMESİ	237
Semih Ramazan AKSOY Alper BİDECİ	ATIK LASTİK KATKILI FARKLI POLİMERLER İÇEREN BETONLARIN ÖZELLİKLERİ	244
Okan KIRLANGIÇ Şeref Doğuşcan AKBAŞ	FONKSİYONEL DERECELENDİRİLMİŞ İLE TABAKALI KOMPOZİT KİRİŞLERİN BURKULMA ANALİZİ	246
Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY Engin GÜNDOĞDU	SÜT VE ÜRÜNLERİNDE AĞIR METAL VARLIĞI	254
Engin GÜNDOĞDU Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY	HAYVANSAL ÜRÜNLERDE ANTİBİYOTİK KALINTI VARLIĞI	260
Mustafa GÖÇER	ADİYAMAN İLİNDE PERAKENDE BALIK SATIŞ YERLERİNDE ÇALIŞANLARIN SOSYAL VE EKONOMİK DURUMU	266
Tuba TERBİYİK KURT	THE GLIMPSE ON DISTRIBUTION OF ALIEN COPEPOD OITHONA DAVISAE ALONG TURKISH COAST	268
Tuba TERBİYİK KURT	EVALUATING OF ZOOPLANKTON INDICATOR PROPERTIES CAN BE USED FOR DETERMINING GOOD ENVIRONMENTAL STATUS IN TURKISH MEDITERRANEAN COAST	269
Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY Engin GÜNDOĞDU	ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF SOME PLANTS SPECIAL TO TURKEY AND ITS APPLICATIONS IN FOODS	270
Engin GÜNDOĞDU Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY	AN OVERVIEW: MYCOTOXINS IN DAIRY PRODUCTS SOLD IN TURKEY	277

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

FARKLI TARÇIN ESANSİYEL YAĞI ve DOZLARININ İN VİTRO GAZ ÜRETİMİ, RUMEN FERMANTASYONU ve METAN ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**EFFECT OF DIFFERENT CINNAMON ESSENTIAL OIL and DOSES on *IN VITRO* GAS PRODUCTION, RUMEN FERMENTATION and METHANE PRODUCTION****Önder CANBOLAT***Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Nilüfer/Bursa, Orcid: 0000-0001-7139-1334***ÖZET**

Bu araştırma rumen sıvısına; 0 (kontrol), 0.2, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 ve 2.0 g/L rumen sıvısı (RS) Tarçın esansiyel yağı (TEY) ilavesinin yonca otunun gerçek kuru madde sindirilebilirliği (GKMS), organik madde sindirilebilirliği (OMS), nötr deterjanda çözünmeyen lif sindirilebilirliği (NDFS) ve rumen sıvısı parametreleri ile karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) gazı üretimi üzerine etkilerinin saptanması amacıyla düzenlenmiştir.

Rumen sıvısına farklı dozlarda TEY ilavesinin yonca otunun *in vitro* gaz üretimi, GKMS, OMS, NDFS ve metabolik enerji (ME) içerikleri ile rumen fermantasyonu sonucu oluşan toplam uçucu yağ asitleri (TUYA), asetik asit (AA), propiyonik asit (PA) ve bütirik asit (BA) içeriklerini azalttığı saptanmıştır (P<0.01). Ayrıca rumen sıvısına farklı dozlarda TEY ilavesi CH₄ ve CO₂ üretimini de azaltmıştır (P<0.01).

Araştırma sonucunda incelendiğinde, en etkili TEY dozu 2.0 g/L RS olduğu saptanmıştır. Ancak ruminant besleme ve rumen fermantasyonunu ile yemlerin sindirimini olumsuz etkilemeyecek düşük TEY dozlarının (1.2 g/L RS) kullanılması önerilir.

Anahtar Kelimeler: Tarçın esansiyel yağı, rumen parametreleri, metan, *in vitro* gaz üretimi, yonca otu

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of addition of cinnamon essential oil (CEO) (0 (control), 0.2, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 and 2.0 mL/L rumen fluid (RF) by *in vitro* gas production technique, on the true organic matter digestibility (TOMD), organic matter digestibility (OMD), neutral detergent fiber digestibility (NDFD), metabolizable energy (ME) compound and rumen fermentation parameters, carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄) gases production of alfalfa hay.

The inclusion of different doses of CEO significantly decreased the *in vitro* gas production, OMD, NDFD, ME, total volatile fatty acids (VFA), acetic acid (AA), propionic acid (PA), butyric acid (BA) and the other volatile fatty acids parameters of alfalfa hay (P<0.01). In addition, the addition of CEO at different doses to the rumen fluid also reduced the production of CH₄ and CO₂ (P<0.01).

As a result of the research, it was determined that 2.0 g/L RF is the most effective dose of cinnamon essential oil. However, it is recommended to use low doses of CEO (1.2 g/L RF) that will not adversely affect ruminant feeding, rumen fermentation and digesting feeds.

Key words: Cinnamon essential oil, rumen parameters, methane, *in vitro* gas production, alfalfa hay.

Giriş

Hayvancılık sektöründe yemden yararlanmayı artırmak, hastalık ve metabolik bozuklukları önlemek amacıyla antibiyotikler yaygın olarak kullanılmıştır (Jouany ve ark. 2007; Hodjatpanah ve ark. 2010). Ancak hayvan

beslemede antibiyotik kullanımı insan sağlığı için risk oluşturabilecek dirençli bakterilerin gelişmesi ile ilgili endişeleri artırarak Avrupa Birliği'nin 2003 yılında (EU regulation no.1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003) aldığı karar gereği 2006 Ocak ayından sonra yasaklanmıştır (Yang ve Carlson, 2004).

Bu sorunu çözmek için antibiyotiklere alternatif olabilecek yem katkı maddelerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar artmıştır. Bu çalışmalar sonucu aromatik bitki ve bu bitkilerde izole edilen esansiyel yağların antibiyotiklere alternatif olabilecekleri ortaya konulmuştur (Wallace ve ark. 2002; Fraser ve ark. 2007; Chaves ve ark. 2008; Biondo ve ark. 2017). Esansiyel yağların çeşitli mikroorganizmalara karşı bakterisit, fungusit ve antiparazitik etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Dorman ve Deans, 2000; Bouhdid ve ark. 2010; Xing ve ark. 2010; Benchaar ve Greathead 2011; Lin ve ark. 2013; Tajodini ve ark. 2014; Cardoso-Ugarte ve ark. 2016). Bu yağların antimikrobiyal mekanizmaları henüz tam olarak ortaya aydınlatılmamasına rağmen, bu yağların mikroorganizmaların lipofilik (Lee ve ark. 2004; Benchaar ve ark. 2007), kimyasal yapı (Lee ve ark. 2004; Castillejos ve ark. 2007; Benchaar ve Greathead, 2011; Lin ve ark. 2013; Cardoso-Ugarte ve ark. 2016; Cobellis ve ark. 2016) ve hücre duvarı enzimlerini olumsuz etkileyerek yapılarını bozup gelişmelerini sınırladığı bildirilmektedir (Benchaar ve Greathead 2011; Cardoso-Ugarte ve ark. 2016; Cobellis ve ark. 2016).

Esansiyel yağların antimikrobiyal, özellikleri dışında, antioksidan, antikanserojen ve immün sistemini özellik göstermeleri, bu ürünlerin hayvan beslemede kullanımlarına yol açmıştır geliştirici (Wallace ve ark. 2002; Benchaar ve Greathead 2011; Lin ve ark. 2013; Simitzis 2017). Ayrıca esansiyel yağların rumen fermantasyonunun kontrolünde kullanılması da gündeme gelmiştir (Wallace ve ark. 2002; Calsagmiglia ve ark. 2007; Fraser ve ark. 2007; Lin ve ark. 2013; Nanon ve ark. 2015; Cobellis ve ark. 2016). Bu esansiyel yağlardan birisini tarçın esansiyel yağı (TEY) oluşturmaktadır.

Tarçın bitkisi *Laureaceae* familyasına ait yaklaşık 250 cinsi bulunduğu, Güneydoğu Asya, Çin ve Avustralya'nın dağlık bölgelerinde ağaç ve çalı formunda yetiştiği, ağacın 10-15 m boylandığı ve yaprakların dökmediği bildirilmektedir (Leela, 2008; Cobellis ve ark. 2016). Ayrıca 7-18 cm arası yaprağa sahip olduğu, salkım şeklinde yeşilimsi çiçekleri bulunduğu, meyvesinin ise 1 cm boyunda olup mor renkte olduğu ve ağaç kabuklarının aromatik ve tıbbi özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir (Leela, 2008; Cobellis ve ark. 2016).

Tarçın ağacı kabuklarından elde edilen TEY'nin yapısında sinamaldehit (cinnamaldehyde), benzaldehit (benzaldehyde), sinamik alkol (cinamic alcohol) ve kumarin (cumarina) gibi tıbbi açıdan aktif bileşen bulunduğu bildirilmektedir (Calsagmiglia ve ark. 2007; Cobellis ve ark. 2016; Biondo ve ark. 2017). Tarçın esansiyel yağı ile ilgili yapılan çalışmalar TEY'nin rumen mikrobiyal aktiviteyi uyardığı (Busquet ve ark. 2006; Fraser ve ark. 2007; Vakili ve ark. 2013; Nanon ve ark. 2015; Cobellis ve ark. 2016), bazı çalışmalarda ise olumsuz etki gösterdiği bildirilmektedir (Busquet ve ark. 2006; Fraser ve ark. 2007; Benchaar ve Greathead 2011; Vakili ve ark. 2013; Nanon ve ark. 2015; Cobellis ve ark. 2016). Tarçın esansiyel yağının *in vitro* gaz üretimi (Fraser ve ark. 2007; Canbolat 2012; Roy ve ark. 2014; Blanch ve ark. 2016; Cobellis ve ark. 2016), rumen sıvısı UYA (Busquet ve ark. 2006; Fraser ve ark. 2007; Benchaar ve Greathead 2011; Canbolat 2012; Vakili ve ark. 2013; Cobellis ve ark. 2016) ve CH₄ üretimini azalttığını (Fraser ve ark. 2007; Canbolat 2012; Roy ve ark. 2014; Cobellis ve ark. 2016) ve rumen NH₃-N'nuda düşürdüğünü bildirmişlerdir (Busquet ve ark. 2006; Fraser ve ark. 2007; Canbolat 2012; Roy ve ark. 2014; Nanon ve ark. 2015; Cobellis ve ark. 2016). Ayrıca TEY'nin yemlerin sindirimini olumsuz etkilediği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Fraser ve ark. 2007; Canbolat 2012; Roy ve ark. 2014; Cobellis ve ark. 2016).

Bu çalışmada, TEY'nin farklı dozlarının (0, 0.2, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 ve 2.0 g/L RS) *in vitro* gaz üretimi, yemlerin sindirimi ve rumen fermantasyonu (pH, UYA, NH₃-N) ile metan (CH₄) gazı üretimi üzerine olan etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Yem ve hayvan materyali

Araştırmanın yem materyalini yonca kuru otu (YKO) oluşturmuştur. Yonca kuru otu 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek çalışmada kullanılmıştır. Çalışmada *in vitro* gaz üretiminin uygulaması için rumen kanüllü 3 baş Kıvrıkcık koç kullanılmıştır. Hayvanlar deneme süresince yonca kuru otu (%60) ve yoğun yem karması (%40) (%18 ham protein, 2750 kcal/kg ME KM) ile yemlenmiş ve hayvanların önlerinde sürekli içme suyu bulundurulmuştur. Rumen sıvısı alım aşamasında hayvan etik kurallarına uyulmuştur (Protokol No: 2012/08-02).

İn vitro gaz üretim tekniğinin uygulanması

Yonca kuru otunun *in vitro* koşullarda gaz üretimi, organik madde sindirilebilirliği ve metabolik enerji düzeyinin saptanmasında Menke ve Steingass (1988) tarafından geliştirilen “*in vitro* gaz üretim tekniği” kullanılmıştır. *In vitro* gaz üretimi için 100 mL hacimli özel cam tüpler (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee-Ettlenschieß, Germany) kullanılmıştır. 100 mL’lik özel tüplere her bir üç paralel olacak şekilde TEY’nin farklı dozları (0, 0.2, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 ve 2.0 g/L RS) için yaklaşık 200±10 mg yem örneği konmuştur. Daha sonra üzerine Menke ve ark. (1979) tarafından bildirilen yöntemle göre hazırlanan RS/tampon çözeltisinden 30 mL ilave edilmiştir. Bu işlemden sonra tüpler 39°C’de su banyosunda inkübasyona alınmışlar ve sırasıyla 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerde *in vitro* gaz üretimleri ölçülmüştür.

İnkübasyonun sonunda şırıngalar içerisinde kalan rumen sıvısında pH, UYA ve NH₃-N saptanmıştır. *In vitro* ortamda oluşan karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) gazları ise rumen sıvılarında yapılan UYA’dan yararlanarak aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır (Blümmel ve ark. 1999).

Karbondioksit, CO₂ = Asetik asit / 2 + Propiyonik asit / 4 + 1.5 x Bütirik asit

Metan, CH₄ = (Asetik asit + 2 x Bütirik asit) - CO₂

(UYA’nin konsantrasyonu mmol olarak alınmıştır).

Yem ham maddelerinin metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirilebilirliği (OMS) Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen aşağıdaki eşitliklerle saptanmıştır.

OMS, % = 15.38 + 0.8453 x GÜ + 0.0595 x HP + 0.0675 x HK

ME, MJ/kg KM = 2.20 + 0.1357 x GÜ + 0.0057 x HP + 0.0002859 x HY²

(GÜ: 200 mg kuru yem örneğinin 24 saat inkübasyon süresi sonundaki net gaz üretimi, HP: %ham protein, HY: %ham yağ ve HK: %ham kül).

Yonca kuru otunun gerçek kuru madde sindirimi (GKMS) ve nötr deterjan lif sindirimi (NDFS) Ankom Daisy^{II} inkübatörü kullanılarak saptanmıştır (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA, 2008).

Kimyasal analizler

Yonca kuru otunun kuru madde, ham kül, ham protein ve ham yağ analizi AOAC (1990)’da bildirilen yöntemlere göre yapılmıştır. Hücre duvarı bileşenlerini oluşturan nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) analizi ise Van Soest ve Robertson (1985) tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA, 2008) ile analiz edilmiştir.

Rumen sıvısı parametrelerinden pH dijital pH metre ile (Sartorius PB-20, Goettingen, Germany), NH₃-N ise Kjeldahl metodundan yararlanarak Blümmel ve ark. (1997)’nin bildirdikleri yöntemle göre saptanmıştır. Rumen sıvısı UYA Wiedmeier ve ark. (1987)’nin önerdiği yöntemle göre gaz kromatografisi (Agilent Technologies 6890N gaz kromatografisi, Stabilwax-DA, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25 um df. Max. temp: 260°C. Cat. 11023) ile yapılmıştır.

İstatistik analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki olarak varyans analizi (General Linear Model) (Statistica, 1996), görülen farklılıkların önem seviyelerinin belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (Snedecor ve Cochran, 1976).

Araştırma Sonuçları ve Tartışma**Yonca kuru otunun kimyasal bileşimleri**

Araştırmada kullanılan YKO’nun besin maddeleri bileşimi saptanmış ve Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Yonca otunun kimyasal bileşimi, %, (n=5)

Besin maddeleri	%
Organik maddeler	91.49
Ham kül	7.58
Ham protein	17.19
Ham yağ	3.36
Nötr deterjan lif, (NDF)	48.74
Asit deterjan lif, (ADF)	36.75
Asit deterjan lignin, (ADL)	7.95
Sellüloz	11.65
Hemisellüloz	28.80

Yonca otunun organik madde, ham kül, ham protein, ham yağ, NDF, ADF ve ADL içerikleri sırasıyla; %91.49, 7.58, 17.19, 3.36, 48.74, 36.75 ve 7.95 olarak saptanmıştır. Yonca otunun ham besin maddeleri bileşimi Karabulut ve ark. (2007) ve NRC (2007)'nin bildirdikleri besin maddeleri bileşimi ile benzer bulunmuştur.

Tarçın esansiyel yağının *in vitro* gaz üretimi üzerine etkisi

Tarçın esansiyel yağı ve farklı dozlarının YKO'nun *in vitro* gaz üretimi üzerine etkisi saptanmış ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Tarçın esansiyel yağı ve farklı dozlarının YKO'nun *in vitro* gaz üretimine etkisi, (mL)

İnkübasyon süresi, saat	Tarçın esansiyel yağı, g/L RS							SH*
	Kontrol (0)	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	
3	17.01 ^a	15.85 ^b	15.45 ^b	14.44 ^c	13.52 ^d	11.40 ^e	9.82 ^f	0.403
6	27.97 ^a	26.41 ^b	25.87 ^b	25.50 ^b	23.95 ^c	20.37 ^d	18.86 ^e	0.586
12	43.33 ^a	41.47 ^b	40.09 ^{bc}	39.23 ^c	36.64 ^d	32.06 ^e	29.42 ^f	0.799
24	53.72 ^a	51.35 ^b	50.84 ^b	49.36 ^c	46.97 ^d	42.70 ^e	39.22 ^f	0.552
48	64.32 ^a	60.33 ^b	57.48 ^c	55.42 ^d	52.09 ^e	47.82 ^f	44.84 ^g	0.779
72	68.76 ^a	65.67 ^b	63.07 ^c	61.28 ^d	57.76 ^e	51.84 ^f	47.60 ^g	0.580
96	71.67 ^a	67.52 ^b	65.25 ^c	63.42 ^d	61.28 ^e	53.92 ^f	49.12 ^g	0.703

*: Standart hata. Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.01)

Rumen sıvısına farklı dozlarda TEY ilavesi YKO'nun *in vitro* gaz üretimini tüm inkübasyon dönemlerinde düşürmüştür (P<0.01). Tarçın esansiyel yağı dozlarına bağlı olarak 96. saat *in vitro* gaz üretimi 49.12 ile 71.67 mL/200 mg YKO arasında değişmiştir. En düşük 49.12 mL ile 2.0 g TEY/L RS ilave edilen grupta, en yüksek ise TEY ilave edilmeyen kontrol grubunda saptanmıştır. Tüm inkübasyon dönemleri incelendiğinde en düşük *in vitro* gaz üretimi ile 2.0 g TEY/L RS dozunda bulunmuştur. Rumen sıvısına ilave edilen TEY dozunun artışına bağlı olarak *in vitro* gaz üretimindeki azalma, TEY aktif bileşenlerinden sinnamaldehit (cinnamaldehyde), benzaldehit (benzaldehyde), sinnamik alkol (cinamic alcohol) ve kumarin (cumarina)'in antimikrobiyal özellik göstermesi ve bunun sonucu olarak rumen mikroorganizmalarını sınırlandırılması ile açıklanabilir (Busquet ve ark. 2006; Fraser ve ark. 2007; Xing ve ark. 2010; Benchaar ve Greathead 2011; Vakili ve ark. 2013; Cobellis ve ark. 2016).

Yapılan birçok çalışmada TEY'nin *in vitro* gaz üretimini azalttığı bildirilmektedir (Fraser ve ark. 2007; Canbolat 2012; Roy ve ark. 2014; Blanch ve ark. 2016; Cobellis ve ark. 2016). Bu çalışmada elde edilen bulgular Fraser ve ark. (2007), Canbolat (2012), Roy ve ark. (2014) ve Cobellis ve ark. (2016)'nin bildirdikleri sonuçları desteklemektedir. Benchaar ve ark. (2007) ve Nanon ve ark. (2015)'nin yaptıkları çalışmada ise TEY ilavesi *in vitro* gaz üretimine etkisi olmadığı bildirilmiştir.

Rumen sıvısına TEY ilavesinin *in vitro* gaz üretimini azaltması TEY'nin yapısında bulunan sinnamaldehit (cinnamaldehyde), benzaldehit (benzaldehyde), sinnamik alkol (cinamic alcohol) ve kumarin (cumarina) gibi tıbbi açıdan aktif bileşenlerin antimikrobiyal aktivite göstermesi ile açıklanabilir (Calsagmiglia ve ark. 2007; Cobellis ve ark. 2016; Biondo ve ark. 2017). Tarçın esansiyel yağının rumen mikroorganizmalarını

sınırlanması (Fraser ve ark. 2007; Benchaar ve Greathead 2011; Lin ve ark. 2013; Simitzis 2017) *in vitro* gaz üretimini azaltmıştır.

Tarçın esansiyel yağının besin maddeleri sindirimi ve ME üzerine etkisi

Tarçın esansiyel yağı ve farklı dozlarının YKO'nun *in vitro* koşullarda besin maddeleri sindirimi ve metabolik enerji (ME) üzerine etkisi saptanmış ve Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Tarçın esansiyel yağı ve farklı dozlarının YKO'nun *in vitro* koşullarda besin maddeleri sindirimi ve ME üzerine etkisi

Parametreleri	Tarçın esansiyel yağı, g/L RS							
	Kontrol (0)	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	SH
GKMS, %	74.33 ^a	73.16 ^a	67.47 ^b	63.51 ^c	59.84 ^d	56.26 ^e	54.57 ^f	1.184
OMS, %	76.14 ^a	74.13 ^b	73.70 ^b	72.45 ^c	70.43 ^d	66.82 ^e	63.87 ^f	0.468
NDFS, %	62.91 ^a	61.43 ^a	54.77 ^b	51.13 ^c	46.54 ^d	42.64 ^e	39.19 ^f	1.141
ME, MJ/kg KM	10.79 ^a	10.47 ^b	10.40 ^b	10.20 ^c	9.87 ^d	9.29 ^e	8.82 ^f	0.075

GKMS: Gerçek kuru madde sindirimi; OMS: Organik madde sindirimi; NDFS: Nötr deterjan lif sindirimi; ME: Metabolik enerji

*: Standart hata. Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.01)

In vitro koşullarda rumen sıvısına TEY ve farklı dozlarının ilavesi, YKO'nun GKMS, OMS ve NDFS içerikleri sırasıyla; %74.33-57.57, %76.14-63.87 ve %62.91-39.18 arasında değişmiş, TEY ve dozları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.01). Rumen sıvısına artan dozlarda TEY ilavesi yemlerin GKMS, OMS ve NDFS'in düşürmüştür. Besin maddeleri sindirimini TEY dozunun artışına bağlı olarak azalmış ve besin maddeleri sindirimini 2.0 g TEY/L RS dozu daha çok olumsuz etkilemiştir. Tarçın esansiyel yağı dozunun artışına bağlı olarak GKMS, OMS ve NDFS'indeki azalma sırasıyla; %26.58, %16.11 ve %37.70 olmuştur.

Yonca kuru otunun ME düzeyi de TEY ve dozlarının artışına bağlı olarak 10.79 ile 8.82 MJ/kg KM arasında değişmiş ve TEY dozu artışına bağlı olarak azalmıştır (P<0.01). En düşük ME düzeyi 2.0 g TEY/L RS ilave edilen grupta saptanmış ve azalma oranı %18.26 olmuştur. Tarçın esansiyel yağı ve farklı dozlarının GKMS, OMS, NDFS ile ME içeriğindeki azalma TEY'nin rumen fermentasyonunun sınırlanması ile açıklanabilir (Busquet ve ark. 2006; Fraser ve ark. 2007; Benchaar ve Greathead 2011; Canbolat 2012; Vakili ve ark. 2013; Cobellis ve ark. 2016). Ayrıca OMS ve ME değerleri 24. saatte üretilen *in vitro* gaz hacmi temel (mL gaz/24 saat) alınarak hesaplanmıştır. Artan TEY dozları rumen sıvısında antimikrobiyal etki göstererek (Fraser ve ark. 2007; Xing ve ark. 2010; Benchaar ve Greathead 2011; Vakili ve ark. 2013; Roy ve ark. 2014; Cobellis ve ark. 2016) daha az *in vitro* gaz oluşumuna yol açarak (Çizelge 2) buda daha düşük OMS ve ME içeriğine neden olduğu söylenebilir.

Tarçın esansiyel yağı dozu artışına bağlı olarak GKMS, OMS, NDFS ve ME düzeyindeki azalma, TEY bileşiminde bulunan ve aktif bileşiklerin antimikrobiyal etki göstererek rumen fermentasyonunu sınırlamasının bir nedeni olduğu söylenebilir (Busquet ve ark. 2006; Calsagmiglia ve ark. 2007; Fraser ve ark. 2007; Benchaar ve Greathead 2011; Vakili ve ark. 2013; Nanon ve ark. 2015; Cobellis ve ark. 2016; Biondo ve ark. 2017).

Araştırmada saptanan OMS'de ki düşüş farklı yem ve TEY çalışan Fraser ve ark. (2007), Roy ve ark. (2014) ile Cobellis ve ark. (2016)'nın bildirdikleri kuru madde sindiriminde de olmuştur. Araştırmada saptanan OMS ise TEY ile çalışan Canbolat (2012)'in bildirmiş olduğu sonuçlar tarafında desteklenmektedir. Aynı durum NDFS için incelendiğinde de TEY ile çalışan Fraser ve ark. (2007), Cobellis ve ark. (2016) ve Righi ve ark. (2017)'nin bulgularında olduğu gibi önemli düzeyde düşüş olmuş ve araştırma bulguları ile benzer saptanmıştır.

Tarçın esansiyel yağının rumen fermantasyonu üzerine etkisi

Tarçın esansiyel yağı ve farklı dozlarının rumen sıvısına ilavesinin rumen fermantasyon özellikleri üzerine etkisi saptanmış ve Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Tarçın esansiyel yağı ve farklı dozlarının rumen fermantasyon özelliklerine etkisi

Rumen sıvısı parametreleri	Tarçın esansiyel yağı, g/L RS							SH*
	0	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	
pH	5.79 ^d	6.21 ^c	6.48 ^b	6.49 ^b	6.68 ^a	6.69 ^a	6.79 ^a	0.075
NH ₃ N, mg N/100 mL	34.39 ^a	32.92 ^a	28.46 ^b	24.85 ^c	23.27 ^c	20.65 ^e	17.72 ^f	0.946
TUYA, mmol/L	93.71 ^a	86.88 ^b	83.49 ^c	75.09 ^d	68.91 ^e	64.32 ^f	57.23 ^g	1.616
Asetik asit, mmol/L	45.30 ^a	42.74 ^b	41.79 ^b	38.45 ^c	35.62 ^d	33.78 ^e	30.60 ^f	0.693
Propiyonik asit, mmol/L	23.61 ^a	21.78 ^b	20.39 ^c	18.09 ^d	16.32 ^e	16.08 ^e	14.65 ^f	0.645
Butirik asit, mmol/L	16.70 ^a	15.16 ^b	15.06 ^b	13.25 ^c	12.31 ^c	10.29 ^d	8.29 ^e	0.564
DUYA, mmol/L	8.10 ^a	7.20 ^b	6.05 ^c	5.29 ^d	4.65 ^e	4.16 ^f	3.70 ^g	0.196
Asetik asit/propiyonik asit	1.92 ^d	1.96 ^{cd}	2.05 ^{bc}	2.13 ^{ab}	2.18 ^a	2.10 ^{ab}	2.09 ^{ab}	0.055

NH₃N: Amonyak azotu; TUYA: Toplan uçucu yağ asidi; DUYA: Diğer uçucu yağ asitleri; AA/PP: asetik asit/propiyonik asit

*: Standart hata. Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.01)

Tarçın esansiyel yağı ve farklı dozlarının rumen sıvısına ilavesi TUYA ile asetik, propiyonik ve butirik asitler önemli düzeyde düşürmüştür (P<0.01). Tarçın esansiyel yağı dozlarına bağlı olarak rumen sıvısı TUYA’leri 93.71 ile 57.23 mmol/L arasında saptanmıştır. Rumen sıvısı asetik, propiyonik ve butirik asit düzeyi ise sırasıyla; 45.30-30.60 mmol/L, 23.61-14.65 mmol/L ve 16.70-8.29 mmol/L arasında değişmiştir. Toplam ve asetik, propiyonik, butirik asitler üzerinde etkili olan TEY dozunun 2.0 g TEY/L RS olduğu saptanmıştır (P<0.01). Rumen sıvısına TEY ilavesi rumen fermantasyonunu önemli düzeyde etkilemiştir. Bu durum TEY’nin rumen mikroorganizmaları üzerine antibakteriyel (Busquet ve ark. 2006; Fraser ve ark. 2007; Benchaar ve Greathead 2011; Canbolat 2012; Vakili ve ark. 2013; Cobellis ve ark. 2016; Simitzis 2017; Ratika ve James Singh 2018) etki yapması ile açıklanabilir. Özellikle TEY dozunun artışı TUYA’leri ile bireysel uçucu yağ asitleri üretimini azaltmıştır.

Roy ve ark. (2014)’nin yapmış oldukları çalışmada rumen sıvısına 30, 300 ve 600 ppm TEY ilave etmişler ve araştırma sonucunda TEY dozları artışına bağlı olarak propiyonik asit oranını düşürmediği, TUYA’leri ile asetik asit oranını ise artırdığını bildirmişlerdir. Ancak Fraser ve ark. (2007), Canbolat (2012), Nanon ve ark. (2015) ve Cobellis ve ark. (2016)’nin yapmış olduğu çalışmalarda ise TUYA düşüş göstermiş ve araştırma bulguları ile uyumlu bulunmuştur.

Araştırmada saptanan asetik asit/propiyonik asit oranı TEY dozu artışına bağlı olarak 2.18 ile 1.92 arasında değişmiş ve TEY dozları arası farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.01). En düşük asetik asit/propiyonik asit oranı TEY içermeyen kontrol grubunda, en düşük ise 1.2 g TEY/L RS’nin olduğu gruplarda saptanmıştır (P<0.05). Araştırmada saptanan asetik asit/propiyonik asit oranı TEY ile çalışan Canbolat (2012) (2.3), Vakili ve ark. (2013) (1.92), Nanon ve ark. (2015) (3.7-3.3) ile Cobellis ve ark. (2016)’nin saptadıkları (2.89-3.70) değerlerden düşük saptanmıştır.

Tarçın esansiyel yağı dozu artışına bağlı olarak rumen sıvısı pH düzeyi 5.79 ile 6.79 arasında değişmiş ve TEY dozları arası farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.01). En yüksek rumen pH’sı 2.0 g TEY/L RS’nin olduğu grupta saptanmıştır. Tarçın esansiyel yağı dozu artması rumen pH’sını artırmıştır. Tarçın esansiyel yağı dozu artışına bağlı olarak pH’nın artması, TEY’nin rumen sıvısını asit karektere çeviren uçucu yağ asitlerinin azalması ile açıklanabilir (Çizelge 4). Araştırmada saptanan rumen pH’sı TEY ile çalışan Busquet ve ark. (2006), Fraser ve ark. (2007), Vakili ve ark. (2013) ve Cobellis ve ark. (2016)’nin bulguları tarafından da desteklenmektedir.

Rumen sıvısı NH₃N düzeyi ise TEY dozu artışına bağlı olarak önemli düzeyde düşmüştür (P<0.05). Amonyak azotu miktarı TEY dozu artışına bağlı olarak 34.39 ile 17.78 mg N/100 mL arasında değişmiştir. En yüksek NH₃N 34.39 mg N/100 mL ile kontrol grubunda, en düşük ise 17.78 mg N/100 mL ile 2.0 g TEY/L RS bulunan grupta saptanmıştır (P<0.05). Rumen sıvısı NH₃N düzeyindeki azalma başta rumen sıvısı mikroorganizmalarının etkinliğinin azalması yanında, esansiyel yağların amino asitlerin deaminasyonunu

önlemesinden de kaynaklandığı bildirilmektedir (Busquet ve ark. 2006; Fraser ve ark. 2007; Roy ve ark. 2014; Nanon ve ark. 2015; Cobellis ve ark. (2016). Araştırmada saptanan rumen sıvısı NH₃N düzeyi TEY ile çalışan Busquet ve ark. (2006), Fraser ve ark. (2007), Roy ve ark. (2014), Nanon ve ark. (2015) ve Cobellis ve ark. (2016)'nın bildirdikleri sonuçlar benzer bulunmuştur.

Tarçın esansiyel yağının karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) gazı üretimine etkisi

Rumen sıvısına TEY ve farklı dozları ilavesinin CO₂ ve CH₄ gazı üretimi üzerine etkisi saptanmış ve Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Tarçın esansiyel yağı ve farklı dozlarının karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) üretimi

Parametreleri	Tarçın esansiyel yağı, g/L RS							SH*
	Kontrol (0)	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	
CO ₂ , mol/L	53.60 ^a	49.55 ^b	48.73 ^b	43.63 ^c	40.36 ^d	36.35 ^e	31.39 ^f	1.125
CH ₄ , mol/L	25.09 ^a	2350 ^b	23.38 ^b	21.32 ^c	19.88 ^d	18.02 ^e	15.78 ^f	0.432

*: Standart hata. Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.01)

Araştırmada rumen sıvısına ilave edilen TEY dozu artışına bağlı olarak *in vitro* CO₂ gazı üretiminde azalma meydana gelmiş ve TEY dozları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.01). En yüksek 53.60 mmol/L ile kontrol grubunda, en düşük ise 31.39 mmol/L ile 2.0 g TEY/L RS bulunan grupta saptanmıştır. *In vitro* CH₄ gazı üretimi ise TEY dozu artışına bağlı olarak azalmış ve CH₄ gazı üretimi dozlara bağlı olarak 25.09 ile 15.78 mmol/L arasında değişmiş ve aralarındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.01). Tarçın esansiyel yağı dozunun artışına bağlı olarak CH₄ azalma oranı %37.71 olmuştur.

Ruminantlarda CO₂ ve CH₄ üretimi rumende bulunan metajenik bakteriler UYA ile hidrojen iyonlarını (H⁺) kullanılarak üretilmektedir (Demeyer ve ark. 1996; Blanch ve ark. 2016; Cobellis ve ark. 2016). Tarçın esansiyel yağı diğer rumen bakterileri gibi metajenik bakteriler üzerine antimikrobiyal etki göstererek CH₄ gazı oluşumu düşmektedir (Benchaar ve Greathead 2011; Cobellis ve ark. 2016). Ancak TEY'nin metan üretimini azalma üzerine etkisinin olmadığını gösteren araştırma bulgularıda bulunmaktadır (Roy ve ark. 2014; Nanon ve ark. 2015).

Rumende yemlerin ferfantasyonu sonucu üretilen metan gazı ile yem enerjisinin %2-12'sinin kayba uğradığı bildirilmektedir (Johnson ve Johnson 1995; Boadi ve ark. 2004; Kim ve ark. 2012). Metan gazı yoluyla enerji kaybı azaltma ve sera gazı emisyonunu düşürmede esansiyel yağların bir potansiyel olduğu bildirilmektedir (Benchaar ve Greathead 2011; Cobellis ve ark. 2016; Ratika ve James Singh 2018). Özellikle dünya nüfusunun artmasına bağlı olarak ruminant hayvan sayısındaki artışta, ruminant kaynaklı sera gazlarının (CH₄, CO₂ ve azot-dioksit) artmasına yol açacağı düşünülmektedir. Tarçın esansiyel yağında metajenik bakteriler başta olmak üzere, bazı rumen mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktivite göstererek metan üretimi için bir potansiyel olaçağı söylenebilir (Busquet ve ark. 2006; Fraser ve ark. 2007; Benchaar ve Greathead 2011; Canbolat 2012; Vakili ve ark. 2013; Cobellis ve ark. 2016).

Sonuç

Sonuç olarak, *in vitro* koşullarda rumen sıvısına farklı dozlarda TEY ilavesi *in vitro* gaz üretimi, GKMS, OMS ve NDFS ile ME düzeyini önemli düzeyde ekileyerek düşürmüştür (P<0.05). Aynı şekilde rumen sıvısına ilave edilen TEY dozu artışı rumen metabolitlerinden TUYA ve bireysel uçucu yağ asitleri ile NH₃N CO₂ ve CH₄ gazı üretimini azaltmış ve rumen pH'sını artırmıştır (P<0.05). Ayrıca araştırma sonuçları değerlendirildiğinde, TEY'nin rumende amonyak (NH₃N) düzeyini azalma suretiyle rumenden azot kaybını önleyeceği ve metan gazı şeklinde kaybı azaltarakta yem enerjisinden daha etkin yararlanılacağı söylenebilir. Ayrıca TEY'nin ruminant beslemede kullanımı durumunda CO₂ ve CH₄ gibi sera gazları azalarak sera gazı emisyonuna katkı sağlaacağı düşünülmektedir. Araştırmadan elde edilen bulgular, yapılan diğer araştırma bulguları ile birlikte değerlendirildiğinde, ruminant hayvanların performanslarını düşürmeden kullanılacak TEY dozunun düşük dozlar olduğu söylenebilir. Tarçın esansiyel yağının ruminant beslemede kullanımına yönelik çalışma sayısı artmasına rağmen, konu henüz yeterince aydınlatılmamıştır. Bu alanda *in vitro* ve *in vivo* yeni çalışmalar gerek olduğu söylenebilir.

Kaynaklar

1. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official Method of Analysis. 15th ed. 66-88. Washington, DC, USA.
2. Benchaar C., Chaves, AV., Fraser, GR., Wang, Y., Beauchemin, KA., McAllister, TA. 2007. Effects of essential oils and their components on in vitro rumen microbial fermentation. *Canadian Journal of Animal Science*. 87(3): 413-419. <https://doi.org/10.4141/CJAS07012>.
3. Benchaar C., Greathead H. 2011. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminant. *Animal Feed Science and Technology*. 166-167. 338-355. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.024>.
4. Biondo, P.B.F., Carbonera, F., Zawadzki, F., Chiavellia, L.U.R., Pilau, E.J.P., Prado, I.N., Visentainer, J.V., 2017. Antioxidant capacity and identification of bioactive compounds by GC-MS of essential oils commercialized in Brazil. *Curr. Bioact. Compd*. 13. 137-143.
5. Blanch, M.D. Carro, M.J. Ranilla, A. Viso, M. Vázquez-Añón, A. Bach. 2016. Influence of a mixture of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen fermentation, feeding behavior and performance of lactating dairy cow. *Animal Feed Science and Technology* 219. 313-323. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.07.002
6. Blümmel M, Aiple K-P, Steingass H, Becker K. 1999. A note on the stoichiometrical relationship of short chain fatty acid production and gas evolution in vitro in feedstuffs of widely differing quality. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 81: 157-167.
7. Blümmel M, Steingass H, Becker K. 1997. The relationship between in vitro gas production, in vitro microbial biomass yield and N-15 incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *Br J Nutr*, 77: 911-921.
8. Boadi, D., Benchaar, C., Chiquette, J. and Massé, D. 2004. Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. *Can. J. Anim. Sci.* 84:319-33.
9. Bouhdid, S., Abrini, J., Amensour, M., Zhiri, A., Espuny, M., Manresa, A., 2010. Functional and ultrastructural changes in *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* induced by *Cinnamomum verum* essential oil. *J. Appl. Microbiol.* 109 (4), 1139–1149.
10. Busquet M, Calsamiglia S, Ferret A, Kamel C. 2006. Plant extracts affect in vitro rumen microbial fermentation. *J Dairy Sci*, 89: 761-771.
11. Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P.W., Castillejos, L., Ferret, A. 2007. Invited Review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 90: 2580-2595.
12. Canbolat, Ö. 2012. Bazı Esansiyel Yağların Sindirim, Rumen Fermantasyonu ve Metan Gazı Üretimi Üzerine Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2(1): 91-98.
13. Cardoso-Ugarte GA., López-Malo A., Sosa-Morales ME. 2016. Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) Essential Oils. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. (Chapter 38). 339-347. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00038-9>.
14. Castillejos L, Calsamiglia S, Ferret A, Losa R. 2007. Effects of dose and adaptation time of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. *Anim Feed Sci Technol*, 132: 186-201.
15. Cobellis G., Tralbalza-Marinucci M., Marcotullio MC., Yu Z. 2016. Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria in vitro. *Animal Feed Science and Technology* 215. 25-36. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.02.008>.
16. Demeyer DI, Fiedler D, De Graeve KG. 1996. Attempted induction of reductive acetogenesis into the rumen fermentation in vitro. *Reprod Nutr Dev* 36: 233-240.
17. Dorman HJD, Deans SG. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J Appl Microbiol*, 88: 308-316.
18. Dorman HJD, Deans SG: Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J Appl Microbiol*, 88: 308–316, 2000.

19. Fraser GR, Chaves AV, Wang Y, McAllister TA, Beauchemin KA, Benchaar C. 2007. Assessment of the effects of cinnamon leaf oil on rumen microbial fermentation using two continuous culture systems. *J Dairy Sci.* 90(5):2315-2328.
20. Hodjatpanah, A.A. Danesh Msegaran M., Vakili, AR. 2010. Effects of diets containing monensin, garlic oil or turmeric powder on ruminal and blood metabolite responses of sheep. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9: 3104-3108. 10.3923/javaa.2010.3104.3108
21. Johnson KA., Johnson DE. 1995. Methane emissions from cattle. *J Anim Sci.* 73:2483–2492.
22. Jouany JP, Morgavi DP. Use of “natural” products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. *Animal.* 1:1443-66. doi:10.1017/S1751731107000742.
23. Karabulut, A., O. Canbolat, H. Kalkan, F. Gurbuzol, E. Sucu, I. Filya. 2007. Comparison of In Vitro Gas Production, Metabolizable Energy, Organic Matter Digestibility and Microbial Protein Production of Some Legume Hays. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences.* 20(4):517-522.
24. Kim, E.T., Kim, C.-H., Min, K.-S., Lee, S.S., 2012. Effects of plant extracts on microbial population, methane emission and ruminal fermentation characteristics in in vitro. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 25, 806–811.
25. Lee, K.W., H. Everts and A.C. Beynen. 2004. Essential Oils in Broiler Nutrition. *International Journal of Poultry Science.* 3. (12): 738-752.
26. Leela, J., 2008. Cinnamon and Cassia. In: Parthasarathy, V., Chempakam, B., Zachariah, T. (Eds.), *Chemistry of Spices.* CABI, USA.
27. Lin, B., Lu, Y., Salem, A.Z.M., Wang, J.H., Liang, Q., Liu, J.X. 2013. Effects of essential oil combinations on sheep ruminal fermentation and digestibility of a diet with fumarate included. *Anim. Feed Sci. Technol.* 184. 24-32.
28. Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D, Schneider W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *J Agr Sci*, 93(1): 217-222.
29. Menke KH, Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim Res Develop*, 28: 9-55.
30. Nanon A., Suksombat W., Yang WZ. 2015. Use of Essential Oils for Manipulation of Rumen Microbial Fermentation Using Batch Culture. *Thai J Vet Med.* 45(2): 167-180.
31. NRC (National Research Council), 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids.* Washington, DC: The National Academies Press.
32. Ratika K., R.K. James Singh. 2018. Plant derived essential oil in ruminant nutrition - A review. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 7(5): 1747-1753. doi.org/10.20546/ijcmas.2018.705.203.
33. Righi, F., Simoni, M., Foskolos, A., Beretti, V., Sabbioni, A., Quarantelli, A. 2017. In vitro ruminal dry matter and neutral detergent fibre digestibility of common feedstuffs as affected by the addition of essential oils and their active compounds. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 26. 204-212. <https://doi.org/10.22358/jafs/76754/2017>.
34. Roy D, Tomar SK, Sirohi SK, Kumar V and Kumar M (2014) Efficacy of different essential oils in modulating rumen fermentation in vitro using buffalo rumen liquor, *Veterinary World* 7(4): 213-218.
35. Simitzis PE. 2017. Enrichment of animal diets with essential oils—a great perspective on improving animal performance and quality characteristics of the derived products. *Medicines.* 4(2), 35; 1-21. <https://doi.org/10.3390/Medicines4020035>
36. Snedecor GW, Cochran WG. 1967. *Statistical Methods.* Iowa State University Press, Ames.
37. Statistica 1996. Minitab Inc: Minitab for Windows, Release 11.1. Minitab Inc., State College, 3081 Enterprise Drive, PA 16801-3008, USA.
38. Tajodini M., Moghbeli P., Saeedi H.R., Effati M. 2014. The Effect of Medicinal Plants as a Feed Additive in Ruminant Nutrition (Review Article). *Iranian Journal of Applied Animal Science.* 4(4), 681-686.

39. Vakili AR., Khorrami B., Danesh Mesgaran M., Parand E. 2013. The effects of thyme and cinnamon essential oils on performance, rumen fermentation and blood metabolites in holstein calves consuming high concentrate diet. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 26:935-944. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2012.12636>.
40. Van Soest P, Robertson JB. 1985. *A laboratory manual for animal science* 612. Cornell University, Ithaca, New York, USA.
41. Wallace RJ, McEwan NR, McIntosh M, Teferedegne B, Newbold CJ. 2002. Natural products as manipulators of rumen fermentation. *Asian-Aust J Anim Sci*, 15(10): 1458-1468.
42. Wiedmeier RD, Arambell MJ, Walters JL. 1987. Effect of orally administered pilocarpine on ruminal characteristics and nutrient digestibility in cattle. *J Dairy Sci*, 70: 284-289.
43. Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J., Lu, Y., 2010. Antifungal activities of cinnamon against *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium expansum* in vitro and in vivo fruit test. *Int. J. Food Sci. Technol.* 45 (9), 1837-1842.
44. Yang, S, Carlson, K 2004. Routine monitoring of antibiotics in water and wastewater with a radioimmunoassay technique. *Water Research.* 38, 3155-3166.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

SU STRESİNDE YETİŞEN MERCİMEK (*LENS CULINARIS* MEDIK.) FİDELERİNE UYGULUNAN HUMİK ASİTİN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ.**DETERMINATION OF THE EFFECTS OF HUMIC ACID TREATMENT ON LENTIL (*LENS CULINARIS* MEDIK.) SEEDLINGS GROWN UNDER WATER STRESS.****Halit Burak KATIRCIOĞLU***Yüksek Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Bölümü, <https://orcid.org/0000-0003-1182-7989>
(Sorumlu Yazar)***Prof. Dr. Şener AKINCI***Danışman, Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, ORCID ID: 0000-0002-2304-3500***ÖZET**

Susuzluk, bitkilerin çimlenme, gelişme ve büyüme safhalarından en az birinde mutlaka karşılaştıkları abiyotik bir stres faktörlerinin en önemlilerinden biri olup, ürün verimliliği ile kalitesini de etkilemektedir (Kramer, 1980; Akıncı, 1997). Ülkemizde yetiştirilmekte olan *Lens culimmaris* Medik. (mercimek) Leguminosae (Fabaceae) familyasının insan besini olarak kullanılan ve çeşitli varyeteleri olan bir türüdür. Yetiştigi alanlarda su stresine mazruz kalan mercimeğin bu koşullarda ürün verimliliğinin artırılması çiftçiler için önemli bir kazanç kaynağı olacak ülke ekonomisine de katkıda bulunacaktır.

Humik asitler ve toprağın organik bileşenleri bitkilerin büyümesi üzerine ya doğrudan ya da dolaylı yollardan etki etmektedir (Sangeetha M. ve Devi R.D. 2006). Bitkiler üzerinde hormon düzenleyici bir rolü olduğu için bitki büyümesini olumlu yönde geliştirmekte ve streslerin bir çoğuna karşı toleranslarını arttırmaktadır (Serenalla N., Muscolob A., Vianello A. 2002). Özellikle kökler üzerine etkili olup bitki büyüme ve gelişimini olumlu olarak desteklemektedir. Kökler üzerindeki etkilerinden dolayı toprağın verimliliğinin yükselmesinde anahtar bir role sahiptir (Rengrudkij P.H. ve Partida G.J. 2003)

Bu amaçla, ülkemiz için yerli ve yoğun olarak ekilen varyetelerinden Sultan 1 fidelerinin su stresi altında gelişme büyüme parametreleri ile humik asit varlığındaki değişiklikleri fizyolojik ve biyokimyasal olarak karşılaştırılmıştır.

Orta ve şiddetli su stresi uygulanan mercimek fidelerinde, şiddetli su stresinin bitki boylarında kontrol bitkilere göre %15 düşüşe neden olduğu görülmüştür. Humik asit uygulamasının her iki stres grubuna göre olumlu etki yaptığı dikkati çekmektedir. Humik asit yaprak alanları yanında yaprak protein içeriğinin de artışı sağlamıştır. Sultan 1 varyetesi orta dereceli su stresine dirençli görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mercimek, su stresi, kuraklık, humik asit.

ABSTRACT

Drought is one of the most important abiotic stress factors that plants might face to at least in one of the germination, development and growth stages and affects yield productivity and quality (Kramer, 1980; Akıncı, 1997). *Lens culimmaris* Medik, which is grown in our country, is a species of Leguminosae (Fabaceae) family that is used as human food and has various varieties. Increasing product efficiency of lentil, which is exposed to water stress in its growing areas will be an important source of income for farmers and will contribute to the country's economy.

Humic acids and organic components of the soil affect the growth of plants either directly or indirectly (Sangeetha M. ve Devi R.D. 2006). Since it has a hormone-regulating role especially on plants, it improves plant growth positively and increases their tolerance to many stresses. (Serenalla N., Muscolob A., Vianello A. 2002). It is particularly effective on roots and favorably supports plant growth and development. Due to its

effects on roots, it plays a key role in increasing soil fertility. (Rengrudkij P.H. ve Partida G.J. 2003) For this purpose, the growth parameters of the seedlings Sultan 1 from our country and intensely cultivated under water stress and the changes in the presence of humic acid were compared physiologically and biochemically.

In lentil seedlings with moderate and severe water stress, severe one was observed to cause 15% decrease in plant lengths compared to control plants. It is worth noting that the application of humic acid has a positive effect compared to both stress groups. In addition to the leaf areas, humic acid also increased the leaf protein content. Sultan 1 variety seems to be resistant to moderate water stress.

Keywords: Lentil, *Lens culinaris*, water stress, humic acid.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

SELENYUM UYGULANMASININ MAŞ FASULYESİ'NİN (*Vigna radiata* L.) BÜYÜME VE BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**THE EFFECTS OF SELENIUM (Se) APPLICATION ON GROWTH AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF MUNG BEAN (*Vigna radiata* L.)****Gürsel KOLTUK***Yüksek Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, ORCID ID: 0000-0002-7330-1301***Işıl SEZEKLER***Dr. Öğretim Üyesi, Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, ORCID ID: 0000-0001-8544-1195***ÖZET**

Günümüzde insan sağlığı açısından büyük öneme sahip; yüksek besin değeri ve antioksidan kapasitesi özellikleri bakımından besin ihtiyacının karşılanmasında önemli yer tutan bitkilerden birisi de Maş fasulyesi (*Vigna radiata* L.) dir. Maş fasulyesi filizlerinin çığ tohumlarla ve sürgünlerle karşılaştırıldığında içeriğindeki vitamin, mineral ve protein değerlerinin miktarca fazla olması sağlıklı beslenme açısından alternatif ürün çeşitliliği oluşturmaktadır. Ayrıca tohumlarının çimlenmesi ile antioksidan ve fenolik madde içeriklerinde artış meydana gelmektedir. Selenyum bitkiler için temel mikro besin elementlerinden biridir. Tohumların çimlenmesi ve selenyumun antioksidan özelliği sayesinde zenginleşen bitkisel içerik, hastalık yapıcı etkenlere karşı vücut direncinin artırılmasında ve hastalıklara karşı mücadele edilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Yaptığımız çalışma ile dünya genelinde ekonomik öneme sahip Maş fasulyesi filizlerinin yetiştirilmesi sırasında antioksidan özelliğe sahip olduğu bilinen sodyum selenit uygulaması ile besinsel kalitenin artırılması amaçlanmıştır.

Beyorganik Gıda Pazarlama tarafından üretilmiş olan Maş fasulyesi tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma kontrollü yetiştirme odası koşullarında, tohumların petri kabında 120 saat boyunca farklı solüsyonlarda çimlendirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubuna (K) Hoagland solüsyonu uygulanmıştır. Uygulama grupları tohumlarına 2 µM Na₂SeO₃ (Se1), 4 µM Na₂SeO₃ (Se2) ve 8 µM Na₂SeO₃ (Se3) çözeltileri uygulanarak filizlerin büyüme parametreleri belirlenmiştir. Biyokimyasal parametreler olarak glutasyon (GSH), malondialdehit (MDA), protein karbonil (PCO) seviyeleri, total protein miktarı ve süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi tayin edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre Maş fasulyesi tohumlarına uygulanan Se1, Se2 ve Se3 çimlenme oranlarında sırasıyla %3,76, %7,55, %13,21 ve kök uzunluğunda sırasıyla %11,54, %18,60, %30,41 oranında kontrole göre artış gerçekleştirmiştir. GSH seviyesinde kontrole göre herhangi bir değişiklik saptanmamıştır. MDA ve PCO seviyelerinde kontrole göre Se3 grubunun en düşük olduğu ve yine aynı grubun sadece MDA seviyesinde tüm gruplarla istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Bitki köklerinin Se1 ve Se2 uygulanan gruplarında SOD aktivitesi kontrol grubuyla karşılaştırıldığında değişiklik gözlenmezken, Se3 grubunda hafif bir artış gözlenmiştir.

Bu bulgular ışığında Se uygulamasının maş fasulyesinin verimini arttırabileceği ve oksidatif hasarı iyileştirme etkisinin olabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Selenyum, *Vigna radiata*, Maş fasulyesi, Oksidatif hasar

ABSTRACT

Mung bean, which is one of the plants that play an important role in meeting the nutritional needs with regards to high nutritional value and antioxidant capacity, is of great importance for human health today. Compared with raw seeds and shoots, mung bean sprouts have high vitamin, mineral and protein values in their content,

and they constitute an alternative product variety in terms of healthy nutrition. In addition, with the germination of seeds, an increase in antioxidant and phenolic substance contents occurs. Selenium is one of the basic micronutrients for plants. The herbal content enriched by means of the germination of seeds and the antioxidative properties of selenium plays an important role in increasing body resistance and fighting diseases.

In our study, it has been aimed to increase the nutritional quality of Mung bean sprouts that have economic importance worldwide via the application of sodium selenite, having known to have antioxidant properties when applied during the cultivation.

Mung bean seeds produced by Beyorganik Gıda Pazarlama were used as materials. The study was carried out by germinating seeds in different solutions for 120 hours in a petri dish under controlled growing room conditions. Hoagland solution was applied as control group (K). Growth parameters of shoots were determined by applying 2 μM Na_2SeO_3 (Se1), 4 μM Na_2SeO_3 (Se2) and 8 μM Na_2SeO_3 (Se3) solutions to the practice group seeds. As biochemical parameters, glutathione (GSH), malondialdehyde (MDA), protein carbonyl (PCO) levels, total protein amount and superoxide dismutase (SOD) activity were identified.

According to the results obtained, Se1, Se2 and Se3 application to mung bean seeds increased the germination capacity in order of %3.76, %7.55, %13.21, and root length in order of %11.54, %18.60, %30.41. When compared with the control group, no changes were detected in the GSH level. Although it was found out that the Se3 group was the lowest in the MDA and PCO levels when compared with the control group, it was statistically meaningful in MDA level along with the others. While in the groups, where Se1 and Se2 were applied to the plant roots, there were no change in SOD activity when compared with the control group, a slight increase was observed in that activity in the group Se3.

In the light of these findings, it has been determined that Se application may increase the yield of mung beans and may have an effect on healing oxidative damage.

Keywords: Selenium, *Vigna radiata*, Mung bean, Oxidative damage


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

DETERMINATION OF PROTEIN, OIL AND SUCROSE CONTENT OF SOME TURKISH SOYBEAN GENOTYPES BY NIRS**Cemal KURT***Cukurova University, Faculty of Agriculture, Dep. of Field Crop, Adana-Turkey, ORCID No: 0000-0002-5030-4411***ABSTRACT**

Soybean is the world's primary protein and oil source for human and animals. Soybean seeds average 40% protein, 35% carbohydrate, 20% oil, and 5% ash. In food-grade soybeans for human nutrition, sucrose content is a character of interest apart from protein, because sucrose affects flavour and other soy-food properties. Improving seed quality and agronomic traits in soybean has been and continues to be a goal of soybean research programs including soybean breeding. Measurement of soybean seed for various seed components is often difficult and expensive. Wet chemistry is the most accurate way to measure the levels of seed components. However, this method requiring destruction of soybean seed or products, is time consuming, and is too slow and labor intensive for soybean improvement programs when many samples have to be screened. Easier and effective determination of soybean genotypes such as using Near Infrared Reflectance (NIR) for measuring the promising characteristics mentioned above would greatly enhance progress in improving soybean for important seed components. The objective of this study was to investigate the protein, oil and sucrose content of some Turkish soybean cultivars and breeding lines by NIRS. Variation was detected in protein, oil and sucrose content. The protein contents ranged from 38.4 to 41.2 % with an average of 39.9 %. The highest protein content was observed in HA-36/37, whereas lowest value was recorded in SA-88. The oil contents ranged from 18.6 to 21.3 % with an average of 20.0 %. The highest oil content was HA-16/21, whereas lowest value was recorded in Blazee. The sucrose contents ranged from 5.6311 to 7.0979 % with an average of 6.3614 %. The highest sucrose content was Ataem-7, whereas lowest value was recorded in HA-16/21. Correlations were recorded between oil and protein ($r=-0.5832$), oil and sucrose ($r=0.4916$) and protein and sucrose ($r = -0.7752$). Consequently, there is no study on a sucrose content of soybean varieties grown in Turkey. This study, it will be contributed to overcoming the deficiency in this issue.

Keywords: soybean, NIRS, sucrose, protein


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

MAJOR PROBLEMS OF SESAME GROWING IN TURKEY**Cemal KURT***Cukurova University, Faculty of Agriculture, Dep. of Field Crop, Adana-Turkey, ORCID No: 0000-0002-5030-4411***ABSTRACT**

Sesame (*Sesamum indicum* L.) is one of the oldest and most important oil seed crops. Sesame seeds are used in bread, cakes, crackers and especially simit (ring-shaped bread) in commercial bakeries in Turkey. The seed is also made into tahin (sesame butter) and halva. In addition, it has been used in industries such as paint, pharmaceuticals, cosmetics, perfumery, insecticides and soap. Sesame seeds contain oil (50%), protein (24%) and micro elements (Fe, Zn, Ca, Mg, Cu etc.). It is distinctly superior to other oilseed crops because of its high degree of drought tolerance and wide adaptability to varied agro-climatic conditions. Sesame was initially grown during the ancient Harappan, Mesopotamian, and Anatolian eras for its edible seed and oil (Bedigian, 2004) and is now grown in more than 60 countries. The origin of sesame (*Sesamum indicum* L.) continues to be debated, but evidence has shown that sesame originated in South Africa and India. In both circumstances, Turkey played a key role in the distribution of sesame since it was at a major crossroad of trade between the East and West in ancient times. Although there is a wide range of varieties and ecotypes of sesame adapted to various ecological conditions in Turkey, the cultivation of modern varieties is very limited owing to the lack of genetic information, especially about seed quality parameters. Sesame has a very low seed yield capacity compared to other oilseed crops in Turkey as well as in the world. Although sesame is one of the most important oil crops in Turkey, very limited genetic and breeding studies have been conducted. Only 16 sesame cultivars have been registered in Turkey, despite good genetic variation and all of them being obtained via selection from breeding programs. The most important factor limiting the agriculture of sesame is that the number of varieties with high yield potential and adapted to different regions is insufficient. Another factor is that the sesame harvest is not mechanized. In addition, macrophomina disease is one of the major reasons that limit yield.

Keywords: Sesame, landraces, yield, macrophomina

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

**Cre-lox DİZİ-SPESİFİK REKOMBİNASYON SİSTEM KULLANARAK SENTETİK BİR
KALITSAL MİKROBİYAL BELLEK MODÜLÜNÜN İNŞASI****THE CONSTRUCTION OF A SYNTHETIC HERITABLE MICROBIAL MEMORY MODULE BY
USING CRE-LOX SITE-SPECIFIC RECOMBINATION SYSTEM****Venhar ÇELİK***Dr. Öğr. Üyesi, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü, <https://orcid.org/0000-0002-2567-8673>***ÖZET**

Canlıların en etkileyici özelliklerinden biri hafıza veya hatırlama yeteneğidir. Bellek, geçmiş deneyimler hakkındaki bilgilerin ezberlendiği ve hatırlanabileceği anlamına gelir. Bellek, genellikle karmaşık organizmalar ile ilgili olmasına rağmen, aynı zamanda bakteriler atalarından miras alınan belleğe sahiptirler. Örneğin, patojenlerdeki mikrobiyal bellek, antimikrobiyal dirence adaptasyon ile enfeksiyonun etkinliğini artırmaya yardımcı olabilir ve hatta davranışlarını değiştirerek antibiyotikleri tolere etmenin bir yolunu bulduktan sonra, bakteriler bu davranışları ileride kullanmak üzere ezberlerler. Bu nedenle, bakterilerin ne yapacağını hatırlayamaması için hafızayı boşaltmaya odaklanarak tedaviler ve terapiler için en iyi yolları tanımlamak önemli bir yaklaşım olabilir. Yeni hücrel fonksiyonları mantıksal olarak yeniden tasarlayabilmek, biyolojik sistemleri daha derinden anlamayı vaat etmektedir ve bu nedenle sentetik biyoloji, mikrobiyal belleği daha iyi anlamak için mükemmel bir yaklaşımdır. Bu çalışmada, sentetik biyoloji yaklaşımı ile Cre-lox dizi-spesifik rekombinasyon sistemi kullanarak sentetik bir kalıtsal mikrobiyal bellek modülü oluşturulmuştur. Cre-lox rekombinasyon sistemi, birbirine zıt olarak yerleştirilen *GFP* ve *mCherry* genleri arasında geçiş yaparak ekspresyonu sağlayan konstitutif P_{lacIq} promotorunu döndürmek için bir anahtar şalter gibi kullanılmıştır. Bellek modülü, hücre içindeki senkronizasyon problemini önlemek için tek bir kopya plazmid belkemiğine (pCC1BAC plazmid) yerleştirilmiştir. Arabinoz ile indüklenebilir P_{BAD} promotorunun kontrolü altındaki *Cre* geni, aynı plazmid belkemiğine yerleştirilmiştir. Bu yeni inşa edilen plazmid, *E. coli* NEB 10-beta bakterisine aktarılmıştır. Sonuçlar, ortamda hiç arabinoz olmadığında, hücrelerin ve sonraki nesillerin yeşil floresan proteini (GFP) ürettiğini ve ortama arabinoza ilave edildiği zaman hücrelerin GFP'den kırmızı floresan proteini olan mCherry'ye geçtiğini göstermiştir. İlginç bir şekilde, hücreler kırmızı floresan proteini ürettikten sonra, hücrelerden izole edilen plazmidler yeni boş hücrelere aktarıldığında, hücreler kalıtsal bellek modülünün kaldığı yerden devam ederek kırmızı floresan protein üretmeye devam etmiştir. Kalıtsal mikrobiyal bellek modülü, aç-kapa kontrol sistemleri, hücre karar verme sistemleri gibi yeni modüller geliştirmek için aynı zamanda diğer sentetik biyoloji araçlarıyla da entegre edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Kalıtsal Mikrobiyal Bellek, Sentetik Biyoloji, Modül, Cre-lox, Rekombinasyon Sistem.

ABSTRACT

One of the most impressive features of living things is memory, or the ability to remember. Memory means that information about past experiences is memorized and can be remembered. Although it is usually relevant to complex organisms, bacteria also have memories inherited from their ancestors. For instance, microbial memory in pathogens can help increase the effectiveness of infection with the adaptation towards antimicrobial resistance and even after finding a way to tolerate antibiotics by changing their behaviors, the bacteria memorize these behaviors for future use. Therefore, it may be an important approach to identify the best ways for treatments and therapies, focusing on freeing the memory so that the bacteria can not remember what to do. Being able to logically redesign new cellular functions promises a deeper understanding of biological systems and hence synthetic biology is the perfect approach to better understand microbial memory. In this study, a synthetic heritable microbial memory module was constructed by using Cre-lox site-specific

recombination system via synthetic biology approach. Cre-lox recombination system was used just like a key switch to rotate a constitutive promoter P_{lacIq} that provides expression that is transitive between two genes, *GFP* and *mCherry*, located opposite each other. The memory module was placed in a single copy plasmid backbone (pCC1BAC plasmid) to avoid synchronization problem within the cell. The *Cre* gene under the control of arabinose-inducible P_{BAD} promoter was placed in the same plasmid backbone. This newly constructed plasmid was transformed into *E. coli* NEB 10-beta. The results showed that when there was no arabinose in the medium, cells and subsequent generations produced green fluorescent protein (GFP), and when arabinose was added to the medium, the cells switched from GFP to mCherry which is red fluorescent protein. Interestingly, after the cells produced red fluorescent protein, when the plasmids isolated from the cells were transferred to new empty cells, the cells continued to produce red fluorescent protein, continuing from where the heritable memory module left off. The heritable microbial memory module can also be integrated with other synthetic biology tools to develop new modules such as on-off control systems, cell decision-making systems.

Keywords: Heritable Microbial Memory, Synthetic Biology, Module, Cre-lox, Recombination System.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

METABOLİK MÜHENDİSLİĞİ YAKLAŞIMIYLA LİKOPENİN FARKLI *Escherichia coli* SUŞLARINDA MİKROBİYAL BİYOSENTEZİ**MICROBIAL BIOSYNTHESIS in DIFFERENT *Escherichia coli* STRAINS of LYCOPENE with METABOLIC ENGINEERING APPROACH****Venhar ÇELİK***Dr. Öğr. Üyesi, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü, <https://orcid.org/0000-0002-2567-8673>
(Sorumlu Yazar)***Semra YILDIZ***Yüksek Lisans Öğrencisi, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü, <https://orcid.org/0000-0002-4918-2752>***Muhammet Şaban TANYILDIZI***Profesör, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü, <https://orcid.org/0000-0001-6456-1593>***ÖZET**

Likopen, insanlar ve hayvanlar tarafından sentezlenmeyen, ancak bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından sentezlenen doğal bir pigmenttir. İnsan serumundaki birincil karotenoid olan likopen, kanserden diyabete kadar insan sağlığındaki birçok hastalıkta önemli bir koruyucu rol oynar. Metabolik mühendisliği, istenilen kimyasalları üretmek için canlı hücrelerdeki metabolik yolları yeniden düzenleyerek amaçlı modifikasyonu sağlayan bir disiplindir. Bu çalışmada, bitkilerden ve mikroorganizmalardan likopen ekstraksiyonuna ve likopenin kimyasal sentezine daha iyi bir alternatif olarak, farklı *Escherichia coli* suşlarında (*E. coli* MG1655, *E. coli* NEB 10-beta, *E. coli* DH5 α , *E. coli* DH5 α -Pro, *E. coli* NEB-Turbo, *E. coli* XL1-Blue, *E. coli* TOP10, *E. coli* EPI300, *E. coli* DE3) metabolik mühendisliği yaklaşımı ile likopenin mikrobiyal biyosentezi amaçlanmıştır. *E. coli* suşlarında likopenin mikrobiyal üretimi için, *idi* geni ve karotenogenik bakteri *Pantoea agglomerans* (*Erwinia herbicola*) Eho10'un karotenoid metabolik yolağının *crtE*, *crtB*, *crtI* genleri konakçı mikroorganizma *Escherichia coli*'nin farklı suşlarına entegre edilmiştir. Likopen biyosentezinde yer alan enzimlerin ekspresyonundan sorumlu olan pAC-EHEREBlidi plazmidi, Gibson Assembly Methodu kullanılarak inşa edilmiştir. Bu yeni inşa edilen plazmid, yukarıda belirtilen farklı *E. coli* suşlarına aktarılmıştır ve sıvı kültürleri hazırlanmıştır. Hazırlanan sıvı kültürlerden likopen üretiminin ölçümü, aseton ile likopen ekstraksiyonu ve ekstraksiyon ürünlerinin Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile analizi yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda, pAC-EHEREBlidi plazmidi aracılığıyla maksimum likopen üretimi, inkübasyonun 72. saatinde, *E. coli* EPI300 için $1,189 \pm 0,040305$ mg/l, *E. coli* NEB 10-beta için $1,168 \pm 0,073539$ mg/l, *E. coli* NEB-Turbo için $1,002 \pm 0,25173$ mg/l ve *E. coli* TOP10 için $0,918 \pm 0,018385$ mg/l olarak bulunmuştur. Ayrıca, *E. coli* MG1655, *E. coli* DE3, *E. coli* XL1-Blue suşları aynı plazmid aracılığıyla başarılı likopen üretimi gösterirken, *E. coli* DH5 α -Pro ve *E. coli* DH5 α en düşük likopen üretim seviyesini gösteren suşlar olmuşlardır.

Anahtar Kelimeler: Likopen, Karotenoid, Metabolik Yolak, Metabolik Mühendisliği, Mikrobiyal Biyosentez, *Pantoea agglomerans*, *Erwinia herbicola*, *Escherichia coli*.

ABSTRACT

Lycopene is a natural pigment that is not synthesized by humans and animals, but is synthesized by plants and microorganisms. Lycopene, the primary carotenoid in human serum, plays an important protective role in many diseases in human health, from cancer to diabetes. Metabolic engineering is a discipline that allows purposeful modification by rearranging metabolic pathways in living cells to produce the desired chemicals. In this work, as a better alternative to lycopene extraction from plants and microorganisms and chemical synthesis of lycopene, microbial biosynthesis of lycopene in different *Escherichia coli* strains (*E. coli* MG1655, *E. coli* NEB 10-beta, *E. coli* DH5 α , *E. coli* DH5 α -Pro, *E. coli* NEB-Turbo, *E. coli* XL1-Blue, *E. coli*

TOP10, *E. coli* EPI300, *E. coli* DE3) by metabolic engineering approach was aimed. For the microbial production of lycopene in *E. coli* strains, *idi* gene and *crtE*, *crtB*, *crtI* genes of the carotenoid metabolic pathway of the carotenogenic bacterium *Pantoea agglomerans* (*Erwinia herbicola*) Eho10 were integrated to the different strains of host microorganism *Escherichia coli*. pAC-EHEREBIdi plasmid which is responsible for expression of enzymes involved in lycopene biosynthesis, was assembled using the Gibson Assembly Method. This newly constructed plasmid was transferred to the different *E. coli* strains mentioned above and their liquid cultures were prepared. The measurement of lycopene production from the prepared liquid cultures was carried out by means of lycopene extraction with acetone and analysis of the extraction products by High Pressure Liquid Chromatography (HPLC). As a result of these analyses, maximum lycopene production via pAC-EHEREBIdi plasmid was found as $1,189 \pm 0,040305$ mg/l for *E. coli* EPI300, $1,168 \pm 0,073539$ mg/l for *E. coli* NEB 10-beta, $1,002 \pm 0,25173$ mg/l for *E. coli* NEB-Turbo and $0,918 \pm 0,018385$ mg/l for *E. coli* TOP10 at the 72nd hour of the incubation. Also, *E. coli* MG1655, *E. coli* DE3, *E. coli* XL1-Blue strains showed successful lycopene production through the same plasmid, while *E. coli* DH5 α -Pro and *E. coli* DH5 α were the strains showing the lowest level of lycopene production.

Keywords: Lycopene, Carotenoid, Metabolic Pathway, Metabolic Engineering, Microbial Biosynthesis, *Pantoea agglomerans*, *Erwinia herbicola*, *Escherichia coli*.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

DAİRESEL OLMAYAN DÜZ DİŞLİLERİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI**COMPUTER AIDED DESIGN OF NON-CIRCULAR SPUR GEARS****Mehmet YAZAR***Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Çanakkale Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü
Çanakkale, Türkiye***ÖZET**

Dairesel olmayan dişli çarklar düzensiz şekilleri ve eksantrik dönüş merkezleri aracılığıyla değişken hızda periyodik hareketi aktarmak için kullanılmaktadır. Kinematik açıdan bakıldığında, dairesele olmayan dişli çark mekanizması, değişken eksenel hız oranıyla paralel eksenler arasındaki dönme hareketini ileten makine elamanlarıdır. Son zamanlara kadar, dairesele olmayan dişli çarkların tasarım ve imalatında yeterli teknolojinin olmaması, bu dişli çarkların makine ve cihazların tasarımında yaygın olarak kullanılmasını engellemiştir. Bu nedenle, dairesele olmayan dişli çark teorisinin bazı konuları detaylı olarak incelenmemiştir. Yazılımların ve modern bilgisayar kontrollü tezgahların geliştirilmesi, karmaşık dairesele olmayan dişli çark tasarımı ve üretiminin kolaylaşmıştır. Bu çalışma ile yuvarlanma metoduna göre dairesele olmayan dişli çarkların bilgisayar destekli tasarımı sunulmuştur. Dairesel olmayan dişli çarkların adım eğrilerini tasarlamak için Fourier serisinden yararlanılmıştır. Bu çalışmada dişli çark diş profillerini tasarlamak için yuvarlanma metoduna göre kompleks sayılar kullanılarak tasarım sürecinin uygulanabilirliğini uygun şekilde göstermek için farklı loblu dairesele olmayan dişli çarkların tasarımları AutoLisp programlama dili kullanılarak AutoCAD ortamında istenilen diş sayısı ve modülde gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen bu program aracılığı ile klasik imal usulleriyle üretilmesi oldukça zor olan ve özel tekniklerle donatılmış üretim tezgahları isteyen dairesele olmayan dişli çark çiftlerinin ülkemizde üretim alt yapısı hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dairesel olmayan dişli çark, AutoLISP, AutoCAD

ABSTRACT

Non-circular gear wheels are used to transfer periodic motion at variable speed through irregular shapes and eccentric turning centers. From a kinematic point of view, the non-circular gearwheel mechanism is the machine elements that transmit the rotational movement between the parallel axes with the variable axial speed ratio. Until recently, the lack of sufficient technology in the design and manufacture of non-circular gear wheels has prevented these gear wheels from being widely used in the design of machinery and devices. Therefore, some topics of non-circular gear theory have not been studied in detail. The development of software and modern computer controlled machines has facilitated complex non-circular gear wheel design and production. In this study, computer aided design of non-circular gear wheels according to the rolling method is presented. Fourier series were used to design the step curves of non-circular gear wheels. In this study, designs of different lobed non-circular gear wheels were designed in AutoCAD environment using the AutoLisp programming language in the desired number of teeth and module by using complex numbers according to the rolling method to design the gear wheel tooth profiles. Thanks to this developed program, the production infrastructure of non-circular gear wheel pairs, which are difficult to produce with classical manufacturing methods and which require production machines equipped with special techniques, has been prepared in our country.

Keywords: Non-circular gears, AutoCAD, AutoLISP

1. GİRİŞ

Dairesel olmayan dişli çarklar karmaşık yapıları ve düzgün olmayan hareketleri nedeniyle, jeneratörlerinde [1], dişli pompalarda [2] ve çeşitli mekanik sistemlerde [3-6] modifiye açılma hızına sahip cenova mekanizması, debi metre, akış pompalarında, saatler, müzik kutuları, oyuncaklar tarım için otomatik ekim makinelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dairesel olmayan dişlilerle ilgili araştırmalar, çeşitli kategorileri, karmaşık şekilleri, karmaşık tasarım hesaplamaları ve özellikle gelişmiş teknoloji isteyen üretim süreçleri için yetersiz kalmıştır.

Şu anda dairesele olmayan dişliler ve dişliler, tekstil makinelerinde, doğrusal olmayan potansiyometre sürücülerinde, sürekli değişken şanzımanlarda, ulaşım hatlarında ve diğer mekanizmalarda kullanılmaktadır. Modern bilgisayarlı sayısal kontrol (CNC) kontrollü makineler karmaşık şekillerin üretimini mümkün kılarsa da, uygun dairesele olmayan dişli tasarım yöntemleri kolayca mevcut değildir ve genellikle en basit eliptik dişliler kullanılır.

Dünya çapında birçok akademisyen dairesele olmayan dişliler üzerine çalışmaktadır. Her şeye rağmen, dairesele olmayan dişlileri tanımlayan denklemlerin karmaşık yapısı nedeniyle bu alandaki gelişmeler yavaş olmaktadır. Bu karmaşıklık, dairesele olmayan dişlilerin analizini bilgisayar teknolojisi yardımı olmadan neredeyse imkansız hale getirmektedir.

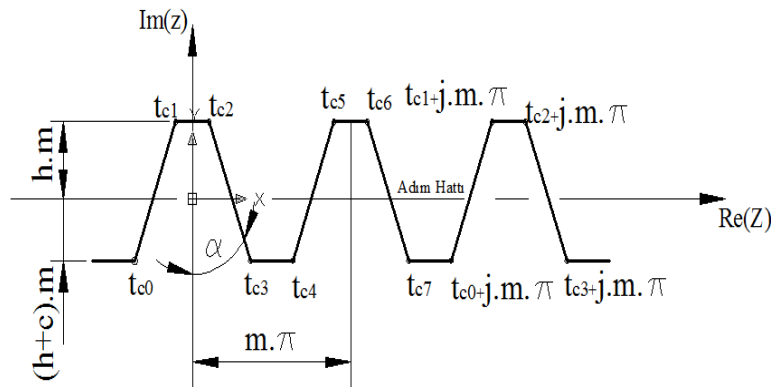
Standart dişlilere kıyasla, paralel eksenli dairesele olmayan dişlilerin tasarımı ve üretiminde karşılaşılan en önemli problemlerden bir tanesi her dairesele olmayan dişli çark çifti için birlikte düzgün çalışan ve kaymasız yuvarlanma çizgilerinin hesaplanmasıdır [7,8].

Birçok araştırmacı dairesele olmayan dişlilerin tasarımına ve mekanizmalardaki uygulamalarına odaklanmıştır, ancak işleme yönlerine çok az dikkat edilmiştir. Dairesel olmayan düz dişlileri tasarlamak için temel bir matematiksel model oluşturmuşlardır [7-8]. literatürde sırasıyla 4 eksenli ve 5 eksenli azdırma tezgahına dayanan çeşitli azdırma sistemleri ve bağlantı modelleri icelenmiştir [9-12].

Bu çalışmada, dairesele olmayan dişlilerin diş profilini oluşturmak için bir metodoloji önerilmiştir. Dişliler arasındaki eğim eğrisi veya hareket ilişkisi (bir hareket programı) Fourier serisi tekniği uygulanarak tahmin edilmektedir. Adım eğrisinin sayısal doğruluğu, hesaplama süresi maliyetinde Fourier serisinin etkili terimleri ile kontrol edilebilir. Yaklaşık adım eğrisinin denklemine dayanarak, diş profilinin geliştirilmiş denklemleri ve dairesele olmayan dişlilerin tasarım sınırları elde edilmektedir. Dairesel olmayan dişliler için bilgisayar destekli tasarım yazılımı, önerilen yöntemle dayanılarak geliştirilmiştir. Benzer yöntem, mevcut dairesele olmayan dişlilerin tersine mühendislik problemini işlemek için kullanılabilir. Önerilen matematiksel model çok esnek ve sunulan sayısal örneklerle gösterildiği gibi yeterli doğruluktadır.

2. KREMAYER KESİCİ TASARIMI

Bu çalışma kapsamında yuvarlanma yöntemine kremayer kesici ile dairesele olmayan dişli çark tasarımı üzerine çalışılmıştır. Kremayer tipli kesici profili tasarlanarak Şekil 1’de verilmiştir. Diğer tasarım ve imalat usulleri dikkate alınmamıştır.



Şekil 1. Kremayer kesici profilinin iki boyutlu modeli.

Kremayer dişli tipi kesicilerin dış yanakları; 2D koordinat sisteminin ana eksenlerine göre bir kuvvet açısı (α) oluşturan iki açısal ve simetrik çizgiden meydana gelir. 2D koordinat sisteminde, kesicinin köşe noktalarının koordinatları kompleks sayılar kullanılarak tanımlanmıştır.

$$\left. \begin{aligned} t_{c0} &= m \cdot \left(h_1 - i \cdot \left(\frac{\pi}{4} + h_1 \cdot \tan(\alpha) \right) \right) \\ t_{c1} &= m \cdot \left(-h_2 - i \cdot \left(\frac{\pi}{4} - h_2 \cdot \tan(\alpha) \right) \right) \\ t_{c2} &= m \cdot \left(-h_2 + i \cdot \left(\frac{\pi}{4} - h_2 \cdot \tan(\alpha) \right) \right) \\ t_{c3} &= m \cdot \left(h_2 + i \cdot \left(\frac{\pi}{4} - h_2 \cdot \tan(\alpha) \right) \right) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

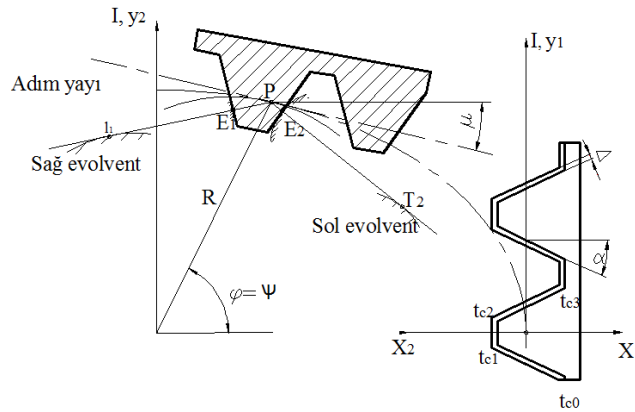
Eşitliklerde $i^2 = -1$ alınmaktadır. Kesicinin adım çizgisi kompleks eksenle çakıştırılmakta ve standart takım olarak düşünülen çizimde ihmal edilmektedir. Kremayer kesiciyi oluşturan S' inci köşe noktasının kompleks koordinatları,

$$t_s = t_{s-4} + i \cdot m \cdot \pi \quad (2)$$

eşitliğinden elde edilmiştir.

3. EVOLVENT DİŞ PROFİLİNİN ELDE EDİLİŞİ

Dişlerin temel evolvent profil eğrileri, kremayer tipli kesicinin dişlerinin normal profil rakamlarıyla belirlenmektedir. Normal hatları temas noktasındaki teğetsel hat ile kaymasız hareketi şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 4. Kesicinin yuvarlandığı bölüm yayı

CAD sistemlerinde bu yöntemle simetrik dişlilerin yadaki diş profilleri elde edildikten sonra; taşı, döndür, kopyala ve aynala gibi standart tasarım komutları kullanılarak dairesel olmayan dişli çarklar elde edilebilmektedir.

4. DAİRESEL OLMAYAN DÜZ DİŞLİ ÇARKLARIN TASARIMI

Evolvent diş profilli dairesel dişlilerin modülü;

$$m = \frac{L_i}{z \cdot \pi}, i = 1, 2 \quad (3)$$

Standart kesici profilinin sistem eşitlikleri,

$$S(u) = \begin{cases} \frac{u}{\tan(\alpha)} & u < h_1 \cdot \tan(\alpha) \\ h_1 & u < \pi - h_1 \cdot \tan(\alpha) \\ \frac{\pi - u}{\tan(\alpha)} & u < \pi + h_1 \cdot \tan(\alpha) \\ h_2 & u < 2\pi - h_2 \cdot \tan(\alpha) \\ \frac{u - 2\pi}{\tan(\alpha)} & \text{diğer} \end{cases} \quad (4)$$

elde edilir.

Eşitlik 4’de kuvvet açısı α , diş üstü yüksekliği faktörünü h_1 , diş dibi yüksekliği h_2 ve köşe yarı çapı 0 dır. İken her bir periyod için general formda $S(u)=k.u-c$ yazılır. 2π ’lik periyodik fonksiyon sistemine göre Fourier serisinde

$$A_j = \frac{\int_0^{2\pi} (k.u - c) \cdot \sin(j.u) du}{\pi} \quad (5)$$

$$B_j = \frac{\int_0^{2\pi} (k.u - c) \cdot \cos(j.u) du}{\pi} \quad (6)$$

eşitlikleri ile ifade edilir.

Serideki difransiyel denkelemler (5, 6) yaklaşık olarak,

$$A_j = \frac{(c \cdot j - 2 \cdot k \cdot j \cdot \pi) \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot j)}{j^2 \cdot \pi} + \frac{-c \cdot j + k \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot j)}{j^2 \cdot \pi} \quad (7)$$

$$B_j = \frac{(-c \cdot j + 2 \cdot k \cdot j \cdot \pi) \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot j)}{j^2 \cdot \pi} + \frac{-k + k \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot j)}{j^2 \cdot \pi} \quad (8)$$

hesaplanabilir.

Standart kesici profilinin M_0 için modüle göre Fourier serisi

$$Z = \frac{B_0}{2} + \left(\sum_{i=1}^{M_0} (A_{2i-1} \cdot \sin((2i-1)u) + B_{2i} \cos(2iu)) \right) \quad (9)$$

dir.

Eğer gerçek modül eşitlik (3) ise fourier serisinde

$$u = \frac{2 \cdot w}{m} \quad (10)$$

eşilik (20) koyarsak

$$H(w) = \frac{2}{m} \cdot Z(u = \frac{2 \cdot w}{m}) \quad (11)$$

dir.

Burada (w) kesicinin formal parametresidir. Dişlinin adım yayı içinkesicinin kompleks formülü;

$$t_1(w) = w + \Delta + i \cdot H(w) \quad (12)$$

$$t_2(w) = \overline{Q_1 w} - \frac{m \cdot \pi}{2} \quad (13)$$

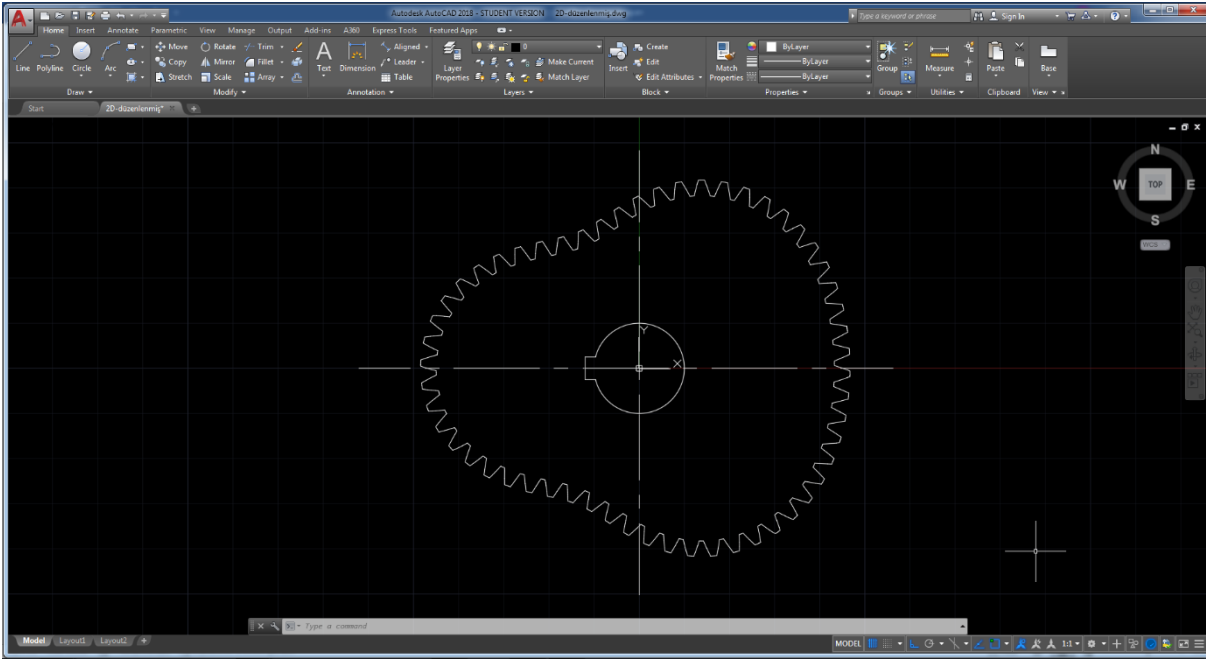
dir.

Kramaye kesicinin dönüş açısı τ ise, Kramayer kesici noktalarının w parametresi ile karmaşık koordinatları

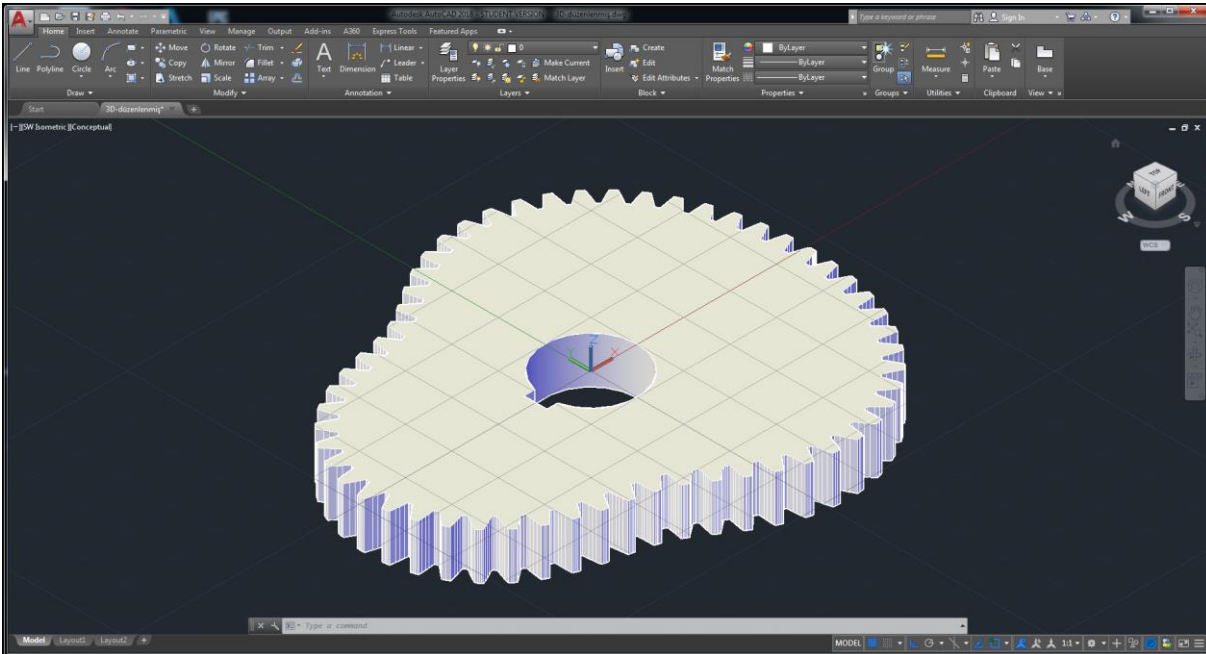
$$T_1(w, \tau) = (t_1(w) - L_1(\tau)) e^{(i\mu_1(\tau))} + R_1(\tau) (\cos(\tau) + i \sin(\tau)) \quad (14)$$

dir.

Yukarıda verilen eşitlikler kullanılarak Autolisp programlama dili ile yazılan ve istenilen diş sayısı ve modülde tasarımları gerçekleştirilen paket program aracılığıyla modülü 2 ve diş sayısı 56 olan üç loblu diresel olmayan dişli çarkların AutoCAD ortamında 2D ve 3D boyutlu çizimleri verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 5. Üç loblu dairesel olmayan dişli çark 2Dve 3D tasarım örneği

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mekanik sistemlerin vazgeçilmez elamanları olan dişli çarkların, klasik dairesel modelleri yerine bu çalışmada görüldüğü gibi, geleneksel olmayan diş profili ve kesici profili kolayca oluşturulur. Bu yöntem, burada açıklanmayan diğer genel dişli diş profillerini oluşturmak için kullanılabilir. Gösterilen profil sadece örnek olarak gösterilmiştir, ancak diş profili uygun bir Fourier serisiyle tarif edilebildiği sürece profillerin neredeyse sonsuz bir varyasyonu üretilebilir.

KAYNAKLAR

1. F.L. Litvin, I. Gonzalez-Perez, A. Fuentes, K. Hayasaka., "Design and investigation of gear drives with non-circular gears applied for speed variation and generation of functions", *Comput. Methods Appl. Mech. Eng. Ss.*, 3783–3802 2008.
2. H. Chibing, W. Yazhou, H. Yang, L. Yongping, "Calculation and analysis of pitch curve of third-order non-circular planetary gear mechanism", *J. Lanzhou Univ. Technol. c.*,10, ss., 21–24, 2012.
3. H. Terada, Y. Zhu, M. Suzuki, C. Cheng, R. Takahashi, "Developments of a knee motion assist mechanism for wearable robot with a non-circular gear and grooved cams", *Mech. Mach. Sci.*, c.3, ss., 69–76, 2012.
4. K.-H. Modler, E.-C. Lovasz, G.F. Bär, R. Neumann, D. Perju, M. Perner, D. Mărgineanu, "General method for the synthesis of geared linkages with non-circular gears", *Mech. Mach. Theory*, c. 44, ss., 726–738, 2009.
5. D. Mundo, "Geometric design of a planetary gear train with non-circular gears", *Mech. Mach. Theory*, c., 41,ss., 456–472, 2006.
6. C.F. Chen, C.B. Tsay, "Computerized tooth profile generation and analysis of characteristics of elliptical gears with circular-arc teeth", *J. Mater. Process. Technol. c.*,148,ss., 226–234, 2004.
7. W.M. Tan, C.B. Hu, W.J. Xian, Y. Qu, "Concise mathematical model for hobbing non-circular gear and its graphic simulation", *Chin. J. Mech. Eng. C.*,37 ss., 26–29, 2001,
8. F.L. Litvin, I. Gonzalez-Perez, K. Yukishima, A. Fuentes, K. Hayasaka, "Generation of planar and helical elliptical gears by application of rack-cutter, hob, and shaper", *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, c., 196, ss., 4321–4336, 2007.
9. Y.Y. Liu, J. Han, L. Xia, X.Q. Tian, "Hobbing strategy and performance analyses of linkage models for non-circular helical gears based on four-axis linkage", *Strojniski Vestn. J. Mech. Eng.*, c., 58,ss., 701–708, 2012.
- 10.Y.Y. Liu, J. Han, L. Xia, G.Z. Zhang, "Hobbing process strategy for non-circular helical gears and performance analyses for functional models", *J. Trans. Chin. Soc. Agric. Mach.*, c. , 44, ss., 281–287, 2013.
- 11.L. Xia, Y.Y. Liu, D.Z. Li, J. Han, "A linkage model and applications of hobbing non-circular helical gears with axial shift of hob", *Mech. Mach. Theory*, c., 70, ss., 32–44, 2013.
- 12.Salacinski T., Przesmycki A., Chmielewski T., "Technological Aspects in Manufacturing of Non-Circular Gears" *Applied Siciens*, 2020

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

YUVARLANMA METODUNA GÖRE BİLGİSAYAR DESTEKLİ DÜZ DİŞLİ TASARIMI**COMPUTER AIDED SPUR GEAR DESIGN ACCORDING TO THE ROLLING METHOD****Mehmet YAZAR***Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Çanakkale Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü
Çanakkale, Türkiye***ÖZET**

Dişli çarklar yüz yıllardır bilinen ve yaygın olarak kullanılan makina elemanlarıdır. Güç aktarma dişlileri için, en sık kullanılan diş formu evolvent düz dişli çark profildir. Günümüzde evolvent düz dişli çarklar kolayca üretilmektedir. Farklı boyut, diş sayısı, modül ve malzemelerden olsalar da evolvent düz dişli çarklar hareket ve güç iletimi gerektiren hemen her makinede, giriş ve çıkış milleri arasında güç ve hareket ileten makine elemanlarıdır. Bu çalışma kapsamında, CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) ortamında evolvent profilli düz dişli çarkların kremayer kesici ile yuvarlanma metoduna göre kesici takımın imal ettiği evolvent düz dişli çarkların matematik modellenmesi için bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yazılım ile AutoCAD programlarında tasarım süresini en aza indirmek amaçlanmıştır. Yazılım geliştirmede, AutoLISP programlama dili kullanılmıştır. Kullanılan bu programlama dili ile geliştirilen ve AutoCAD üzerinde çalışan paket program ile, modül, diş sayısı vb. parametreler kullanıcı etkileşimli olarak paket programa girilerek AutoCAD ortamında istenilen diş sayısı ve modüldeki evolvent düz dişli çarkların 2D tasarımı ve 3D modellenmesi otomatik olarak yapılmaktadır. Bu çalışma, tasarımcıya dişli çark tasarımı ve modellemesi için daha hızlı, daha işlevsel ve daha hassas bir kullanım alternatifi sunmaktadır. Ayrıca bu çalışma ile klasik dişli çark geometrilerin dışında elips, spiral ve benzeri profillerde de yuvarlanma metoduna göre dişli tasarımı ve imalatının önü açılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dişli çark, AutoLISP, AutoCAD, Yuvarlanma metodu, Kramayer kesici

ABSTRACT

Gear wheels are machine elements that have been known and used for hundreds of years. For power transmission gears, the most commonly used thread form is the involute spur gear profile. Today, involute spur wheels are easily produced. Even though they are of different sizes, number of teeth, modules and materials, involute spur wheels are machine elements that transmit power and motion between input and output shafts in almost any machine that requires motion and power transmission. Within the scope of this study, a software has been developed in the CAD (Computer Aided Design) environment for the mathematical modeling of the involute spur gear wheels manufactured by the rack cutting tool according to the rack cutter with the rack gear with involute profile. With this software developed, it is aimed to minimize the design time in AutoCAD programs. AutoLISP programming language is used in software development. With the package program developed on this AutoCAD and developed with this programming language used, the number of modules, teeth, etc. Parameters are entered to the package program by user interaction and 2D design and 3D modeling of the evolvent spur gears in the module are done automatically in the AutoCAD environment. This study offers the designer a faster, more functional and more precise use alternative for gear design and modeling. In addition to this, apart from the classical gear wheel geometries, the design and manufacturing of the gear was opened in elliptical, spiral and similar profiles according to the rolling method.

Keywords: Gears, AutoLISP, AutoCAD, Rolling method, Rack cutter

1. GİRİŞ

Dişli çark, dönen bir mile montaj edildiğinde güç ve hareket iletmek için kullanılan dişli bir diskidir. Çoğu uygulamada, milleri ayrı olarak yapılır, ancak özellikle küçük boyutlu olduğunda şaftla entegre edilebilir. Dişli tipleri arasında düz, tek helisel, çift helisel, düz konik, spiral konik, hipoid ve sonsuz dişliler bulunur [1]. Bir dişli takımı, bir ağ içinde birbirine bağlanmış bir çift dişlidir. Küçük dişliye genel olarak pinyon, büyük dişliye ise "dişli" veya "tekerlek" denir. Kuvveti veya hareketi ileten dişliye sürücü ve sürücüye bağlı dişliye tahrikli dişli denir. Önemli güç sürücü ölçütleri düzgün, kaymaz düzgün hareket, hafif, yüksek hız, yüksek verimlilik, hassas zamanlama ve kompakt tasarım olduğunda; neredeyse tüm durumlarda, ihtiyaçları karşılamak için uygun bir dişli sistemi seçilebilir [2].

Sabit göreceli hız veya eşlenik hareket sağlayan dişli diş profilleri, dişli teknolojisinde modadır. Evolvent eğrisi en yaygın dişli diş profili eğrisidir ve büyük olasılıkla ilk olarak İsviçre matematikçisi Leonard Euler tarafından önerilmiştir. Ancak, Robert Willis, bugün dişlilerinde kullanılan pratik evolvent dişli profili eğrisini geliştirdi [3]. Bir dişli çifti hareketi, kayma olmadan yuvarlanan eşdeğer adım yayına sahip bir çift iki silindirine benzer. Bununla birlikte, iki dişlinin bir biri içine geçmiş dişinin hareketi genellikle yuvarlanma ve kaymanın birleşiminden oluşur [4]. Günümüzde dişli endüstrisinde Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO), Amerikan Dişli Üreticileri Birliği (AGMA), Deutsches Institut für Normung (DIN) ve Japon Endüstri gibi çeşitli standartlar kullanılmaktadır. Standartlar (JIS) ancak en popüler standartlar ISO ve AGMA standartlarıdır [5]. Euro Trans [6] 'ya göre, ISO 6336, DIN 3990 ve AGMA 2101-D04'ün mevcut dişli standartları kısmen eşdeğerdir. Bir dişli tasarımcısı bugün bir dişli tahrikindeki ana hedefin minimum üretim maliyetiyle yapılabilecek daha küçük boyutlarda daha yüksek güç iletir, az bakım gerektirmeden makul düzeyde gürültü ve titreşimsiz çalışır [4].

Düz dişliler, milin eksenine radyal ve paralel çıkıntı yapan dişlere sahiptir ve eski çağlardan beri kullanılmaktadır. Dişler diskin dışındayken, dişliye harici düz dişli denir. Dişler diskin iç yüzündeysen, dişliye dahili düz dişli denir. Çoğu uygulama harici düz dişliler kullanır. İç düz dişliler bazen kısa bir merkez mesafesi elde etmek için ve çoğunlukla episiklik dişlide kullanılır. Pinyon ve dişli dişleri birbirini içerisine geçmişken, dişlerin teması, sürücünün adım çemberi yarıçapındaki tahrik dişlisine teğetsel bir kuvvet uyguladığı iki dışbükey profil eğrisi üzerinde meydana gelir. Mil merkezleri etrafındaki teğetsel kuvvetin momenti, millerde geliştirilen torktur. Dişli takımı bu şekilde döndüğünde, torka orantılı güç iletir [7].

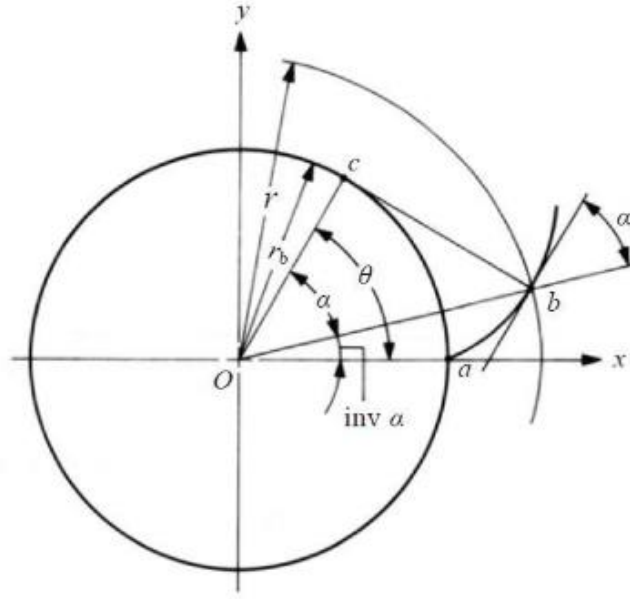
Düz dişlilerin tasarımı, üretimi, hassasiyeti kontrol edilmesi nispeten diğer dişli çarklara nazaran basittir ve nispeten ucuzdur. Sadece yataklara radyal yükler uygularlar ve merkez mesafedeki küçük değişiklikler tolere edilebilir. Yüksek frekanslı titreşimleri ve kabul edilebilir gürültü seviyelerini önlemek için, normal olarak 20 m/s'ye kadar adım hat hızı için kullanılırlar, ancak diğer dişliler gibi daha yüksek hızlarda kullanılabilirler [3]. Göreceli kayan hareket bileşeni, kavrama sırasında değişir, zift çemberi yarıçapında sıfır ve kavramanın başlangıç ve bitiş dönemlerinde maksimum olur. Düz kayma ağlarında ortalama kayma hızı genellikle düşüktür [3].

Dişliler, çeşitli nedenlerden dolayı diğer mekanik elemanlar gibi kullanımda başarısız olurlar. Bazen artan gürültü ve titreşim, dişli arızasını tetikle, ancak çoğu zaman toplam arıza, dişli takımındaki bir sorunun tek göstergesidir [8, 9]. Dişli tipine, yüke, hıza, imalat hassasiyetine, montaj detaylarına, yataklara, yağlamaya, mil özelliklerine ve çevresel faktörlere bağlı olarak dişli ile ilgili birkaç potansiyel arıza ilişkilendirilebilir. Dişli çarkındaki iki önemli dişli arıza yüzey yorgunluğu veya aşınma ve eğilme yorgunluğudur [3, 10, 11]. Yorgunluk arızası, çatlak oluşumu ve tekrarlı yüklemekten kaynaklanan yayılmadan kaynaklanmaktadır. Bir çatlak normalde döngüsel bir maksimum stresin olduğu bir süreksizlikle başlar [12]. Artık stres, yüksek sıcaklık, sıcaklık döngüsü, korozif ortam, yüzey çizikleri, iç boşluklar, kapanımlar, yüksek frekanslı döngü gibi çeşitli koşullar çatlak başlangıcını hızlandırabilir. Çatlaklar maksimum gerilme stresine normal olan düzlemler boyunca büyür ve büyüme kararsız hale geldiğinde, gevrek kırılma hızla takip eder [12].

Bu çalışmada asimetrik evolvent düz dişli çarkların tasarımlarının hassas bir şekilde matematik ifadelerle AutoLISP programla dili ile yazılıp. AutoCAD ortamında modelleme gerçekleştirilmiştir. Bu model ile dişli geometrisi yüksek bir doğrulukla oluşturulmuştur.

2. DAİRENİN EVOLVENTİNİN ELDE EDİLMESİ

Evolvent eğrisinin tanımı, daire üzerinde kaymadan yuvarlanan düz bir çizgi üzerindeki bir nokta tarafından izlenen eğridir. Çember, evrimin temel çemberi olarak adlandırılmaktadır. Şekil 1'de evolvent eğrisinin bir elemanı gösterilmiştir.



Şekil 1. Evolvent eğrisinin oluşumu

Şekil 1’de $inv \alpha$ evolvent açısı anlamına gelmektedir. $inv \alpha$ ’nın birimi radyandır. θ evolvent yuvarlanma açısı olarak adlandırılmaktadır.

$$inv \alpha = \tan \alpha - \alpha \text{ (rad)} \quad (1)$$

Dişli diş dibi dairesi koordinat sisteminin başlangıcındaki O taban dairesinin merkezi ile, evolvent eğrisi x ve y değerleri ile aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \cos^{-1} \frac{r_b}{r} \\ x &= r \cdot \cos(inv \alpha) \\ y &= r \cdot \sin(inv \alpha) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

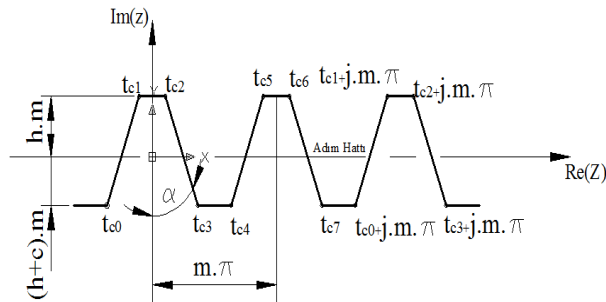
Dairenin evolventi;

$$Evolvent = R\beta_j + I(R + xm)e^{(I\beta_j)} \quad (3)$$

eşitliği ile elde edilmiştir.

2. STANDARTLARA GÖRE KESİCİ TAKIM GEOMETRİSİ

Bu bölümde sadece yuvarlanma yöntemi ile dişli çark imalatı ve kremayer tipli kesici profili tasarlanmıştır (Şekil 2). Diğer imalat usulleri dikkate alınmamıştır.



Şekil 2. Kesici profilinin iki boyutlu modeli.

Kremayer dişli tipi kesicilerin dış yanakları; iki boyutlu koordinat sisteminin ana eksenlerine göre bir kuvvet açısı (α) oluşturan iki açısal ve simetrik çizgiden meydana gelmektedir. İki boyutlu koordinat sisteminde, kesicinin köşe noktalarının koordinatları kompleks sayılarla tanımlanmıştır.

$$\left. \begin{aligned} t_{c0} &= m \left(h_1 - i \left(\frac{\pi}{4} + h_1 \cdot \tan(\alpha) \right) \right) \\ t_{c1} &= m \left(-h_2 - i \left(\frac{\pi}{4} - h_2 \cdot \tan(\alpha) \right) \right) \\ t_{c2} &= m \left(-h_2 + i \left(\frac{\pi}{4} - h_2 \cdot \tan(\alpha) \right) \right) \\ t_{c3} &= m \left(h_2 + i \left(\frac{\pi}{4} - h_2 \cdot \tan(\alpha) \right) \right) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Eşitliklerde $i^2 = -1$ alınmaktadır. Kesicinin adım çizgisi kompleks eksenle çakıştırılmakta ve standart takım olarak düşünülen çizimde ihmal edilmektedir. Kremayer kesiciyi oluşturan S' inci köşe noktasının kompleks koordinatları,

$$t_s = t_{s-4} + i \cdot m \cdot \pi \quad (5)$$

eşitliğinden elde edilmiştir.

Kramayer kesicinin eğik yanaklarının uzunlukları x_1 ve x_2 mesafeleri;

$$x_1 = h_1 m \tan(\alpha) + \frac{m\pi}{4}; x_2 = -(h_2 + c)m \tan(\alpha) + \frac{m\pi}{4} \quad (6)$$

eşitliği ile elde edilmiştir.

Kramayer kesicinin dış yüksekliği y_1 ve y_2 mesafeleri;

$$y_1 = h_1 m; y_2 = (h_2 + c)m; \Delta = \frac{m\pi}{2} \quad (7)$$

eşitliği ile elde edilmiştir.

Kramayer kesicinin eğik yanaklarının orijine olan x_1 ve x_2 mesafeleri;

$$t_0 = x_1 + Iy_1 - \Delta; Q_1 = x_2 - Iy_2 - \Delta \quad (8)$$

eşitliği ile elde edilmiştir.

Kramayer kesicinin dik yanaklarının orijine olan y_1 ve y_2 mesafeleri;

$$t = -x_2 - Iy_2 - \Delta; Q_3 = -x_1 + Iy_1 - \Delta \quad (9)$$

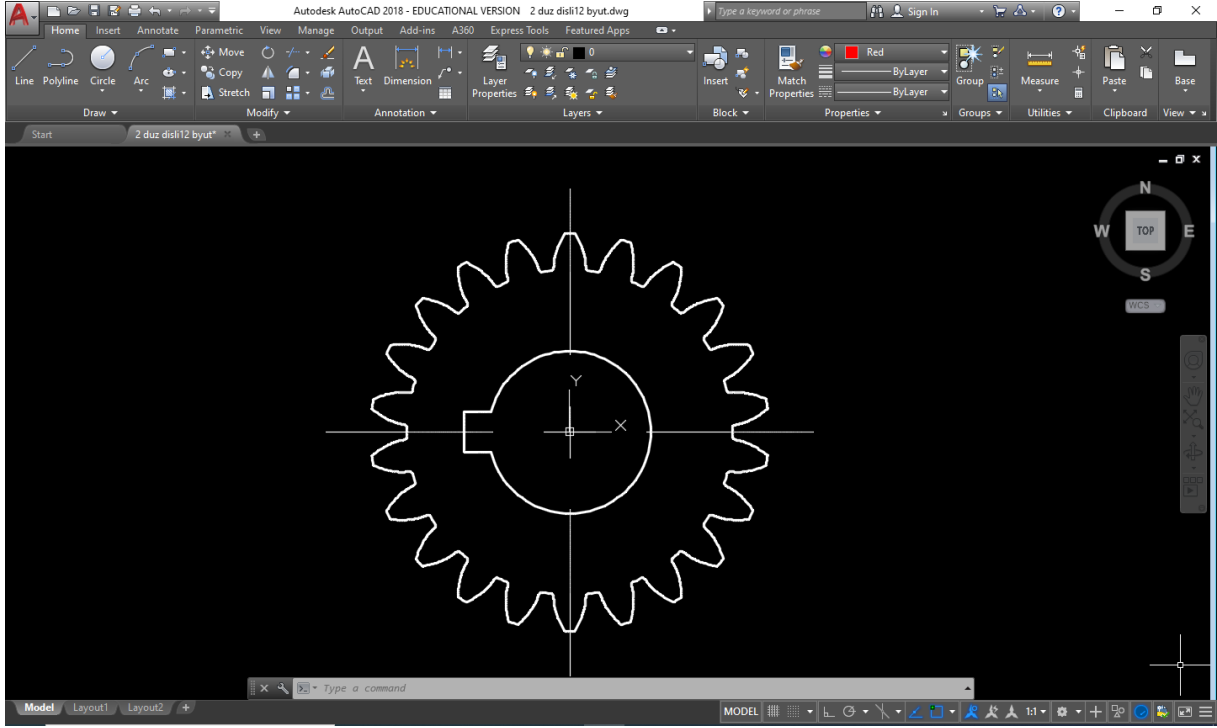
eşitliği ile elde edilmiştir.

Yuvarlama metoduna göre düz dişli çarkın dış profilleri;

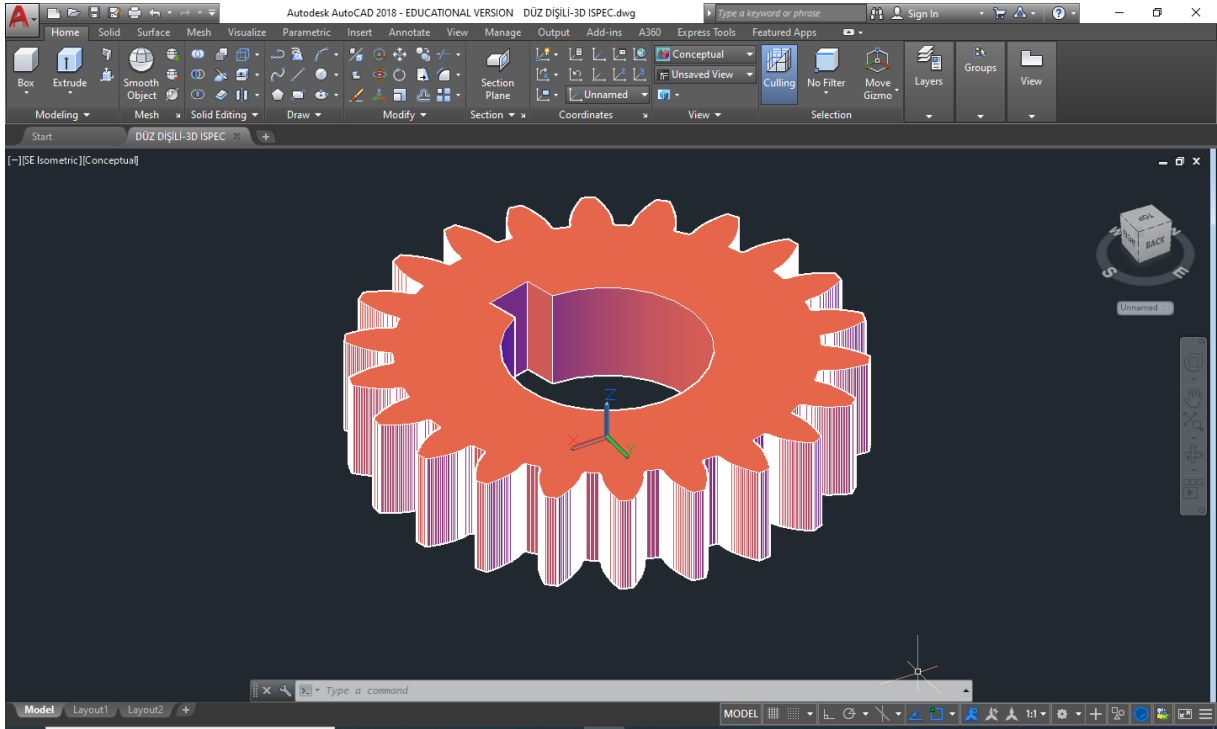
$$h_{j,k} = Q_s + R\beta_j + I(R + xm)e^{(I\beta_j)} \quad (10)$$

eşitliği ile elde edilmiştir.

Yuvarlanma yöntemi ile kompleks sayılar kullanılarak dairesel düz dişli çarkların elde edilmesi; dairesel dişli çarkların yuvarlanma yöntemi ile AutoCAD ortamında elde edilmesi için önce kesici profilinin elde edilmesinde kullanılan eşitlikler kullanılarak kesici profili elde edilmiş ve dairenin evolventinin elde edilmesinde kullanılan eşitlikler kullanılarak oluşturulan kompleks denklemler aracılığıyla, yuvarlama yöntemine göre istenilen diş sayısı ve modülde dişli çark çizmek için AutoLISP programlama dili kullanılarak geliştirilen modül program yardımıyla yuvarlanma yöntemine göre AutoCAD ortamında iki boyutlu tasarımı gerçekleştirilen diş sayısı 22 ve modülü 2 olan dairesel dişli çark örneği Şekil 3-4'de verilmiştir.



Şekil 3. 2D Düzli dişli çarkın elde edilmesi



Şekil 4. 3D Düz dişli çarkın elde edilmesi

4. SONUÇ

Literatür, rotasyon ve çevirme problemlerini çözmek için dişli teması problemlerinde sadece homojen dönüşüm matrisi yöntemini kullanılmaktadır. Bu çalışmada dişlerinin profillerini tasarlamak için kompleks sayılar kullanarak farklı bir yaklaşım sunulmuştur. These examples will properly illustrate the applicability of the presented design process. Bu çalışmada, dişli çarkların bilgisayar destekli çizimi ve modellenmesi için AutoLISP programlama dili ile bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım ile kullanıcı tarafından girilen girdi parametrelerine göre BDT ortamında dişli çark ve dişli çark çiftlerinin 2 boyutlu çizimleri ve 3 boyutlu modellenmesi otomatik olarak yapılabilmektedir. Elle yapılan dişli çark hesaplamalarında ve dişli çarkların

BDT ortamına gerek 2 boyutlu gerekse 3 boyutlu olarak aktarılmasında harcanan süreyi azaltmada ve yapılan hesaplama, çizim ve modelleme hatalarını elimine etmede geliştirilen yazılım etkin bir şekilde kullanılabilir. Bu bakımdan, geliştirilen programın kullanılmasının BDT ortamında dişli çark ve dişli çark çiftlerinin 2 boyutlu çizimi, ölçülendirilmesi ve 3 boyutlu modellenmesi işlemini otomatikleştirerek kolaylaştırılmıştır. Ayrıca geleneksel olmayan diş profili oluşturmak için kesici (diş profili oluşturma aleti) kolayca oluşturularak diğer dişli çarkların diş profilleri oluşturmak için kompleks sayılar kullanılabilir.. Düz dişli çark burada sadece örnek olarak gösterilmiştir. Ancak diş profili uygun bir Fourier serisi tarafından tanımlandığında, bu yöntemle neredeyse sonsuz çeşitlilikteki dişlileri üretmek mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

1. URL 1., <http://www.learnengineering.org/2013/02/spur-gear-design>.
2. Collins, J. A., Busby, H., Staab, G. H., (2010), “Mechanical Design of Machine Elements and Machines: A Failure Prevention Perspective”, 2. Baskı., John Wiley and Sons, New York.
3. Maitra, G. M., (2013), “Fundamentals of Toothed Gearing: Handbook of Gear Design”, 2. Baskı., McGraw Hill, New Delhi.
4. Kawalec, A, Wiktor, J, & Ceglarek, D., (2006), “Comparative Analysis of Tooth-Root Strength Using ISO and AGMA Standards in Spur and Helical Gears with FEM-bases Verification, Journal of Mechanical Design”, c. 128, ss. 1141 – 1158.
5. URL 2. <http://www.euro-trans.org/>
6. Mott, R. L. (2004), “Machine Elements in Mechanical Design”, 4. Baskı. SI, Pearson Prentice Hall, New York.
7. Fernandes, P. J. L. (1996), “Tooth Bending Fatigue Failures in Gears”, Engineering Failure Analysis, c. 3, s. 3, ss. 219-225.
8. Townsend, D., P., (1986), “Common Problems and Pitfalls in Gear Design”, NASA Technical
9. URL 3. <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19>
10. Budynas, R. G. & Nisbett, J. K., Shigley’s “Mechanical Engineering Design, 9. Baskı., McGraw Hill Education.
11. Schmid, S. R., Hamrock, B. J. & Jacobson, B. O., (2014), “Fundamentals of Machine Elements”, 3. Baskı., CRC Press, New York.
12. Karaveer, V., Mogrekar, A., and Joseph, T. P. R. (2013), “Modeling and Finite Element Analysis of Spur Gear”, International Journal of Current Engineering and Technology, c. 3, s. 5, ss. 2104– 2107.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

Y₂O₃/SU NANOSIVISININ ÖZGÜL ISISININ DİFERANSİYEL TERMAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**EXPERIMENTAL STUDY FOR THE SPECIFIC HEAT OF Y₂O₃/WATER NANOFLUID BY USING DIFFERENTIAL THERMAL ANALYSIS METHOD****Andaç Batur ÇOLAK***Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0001-9297-8134***ÖZET**

Teknolojideki ilerleme ile birlikte meydana gelen yüksek soğutma performansı ihtiyacı, bilim insanlarını geleneksel ısı transfer akışkanlarına alternatifler geliştirmeye sevk etmiştir. Bu kapsamda; su, glikol ve yağ gibi geleneksel taban akışkanlarına, boyutu 100 nm'den daha küçük nanopartiküllerin ilave edilmesi ile elde edilmiş olan nanosiviler ile ilgili çalışmalar ön plana çıkmıştır. Taban akışkanına kıyasla çok daha yüksek ısı transfer performansına sahip olan nanosivilerle ilgili literatürde yapılmış çalışmalar, nanosivilerin termofiziksel özelliklerinin incelenmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Nanosivilerin termofiziksel özelliklerinin tayini üzerine yapılan çalışmalarda termal iletkenlik ve viskozite gibi önemli özellikler sıklıkla incelenmişken, bir diğer önemli termofiziksel özellik olan özgül ısı üzerine yapılmış olan çalışmalar son derece sınırlıdır. Bu çalışmada, %0.0125, 0.025, 0.05, 0.1 ve 0.2'lik hacimsel konsantrasyonlarda hazırlanmış olan Y₂O₃/Su nanosivisinin özgül ısı değeri, Diferansiyel Termal Analiz yöntemi kullanılarak deneysel olarak incelenmiştir. Elde edilmiş olan sonuçlar, literatürde araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılan model korelasyonlarla karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler : Yttrium Oksit, nanosivisi, özgül ısı, diferansiyel termal analiz, ısı transferi

ABSTRACT

The need for high cooling performance with the advancement in technology has prompted scientists to develop alternatives to conventional heat transfer fluids. In this context; studies on nanofluids obtained by adding nanoparticles smaller than 100 nm to traditional base fluids such as water, glycol and oil have come to the fore. Studies in the literature on nanofluids, which have a much higher heat transfer performance compared to the base fluid, have focused on the investigation of the thermophysical properties of nanofluids. While studies on the determination of thermophysical properties of nanofluids, important properties such as thermal conductivity and viscosity have been frequently examined, studies on specific heat, another important thermophysical property, are extremely limited. In this study, the specific heat value of the Y₂O₃/Water nanofluid prepared in volumetric concentrations of 0.0125, 0.025, 0.05, 0.1 and 0.2% was investigated experimentally using the Differential Thermal Analysis method. The results obtained were compared with the model correlations frequently used by researchers in the literature.

Keywords : Yttrium Oxide, nanofluid, specific heat, differential thermal analysis, heat transfer

1. Giriş

Yüksek performanslı sistemlerin soğutulmasında su, etilen glikol ve yağ gibi geleneksel ısı transfer sıvılarının yetersizliği, bilim insanlarının alternatif ısı transfer sıvıları aramasına neden olmuştur. İlk olarak 1995 yılında S.U.S. Choi'nin, taban akışkanı olarak seçilen geleneksel ısı transfer sıvılarına 1-100 nm büyüklüğünde nanoparçacıklar ekleyerek elde etmiş olduğu yeni akışkan nanosivisi olarak adlandırılmıştır[1]. Araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılan nanoparçacıklar arasında Ag, Cu, Ni gibi metalik nanoparçacıklar, Al₂O₃, MgO, SiO₂, CuO, TiO₂ gibi metal oksitler ve CNT, MWCNT ve grafit gibi karbon malzemeler bulunmaktadır[2].

Taban akışkanına göre daha yüksek ısı özelliklere sahip nanoparçacıkların taban akışkanına eklenmesi, elde edilen yeni sıvının termofiziksel özelliklerinde bir iyileşmeye ve dolayısıyla ısı transfer performansında bir artışa yol açar[3]. Isı transfer performansındaki artışın diğer nedenleri, nanoparçacıkların yüzey alanının genişliği, sıvıdaki hareket yoğunluğu ve alt partikül momentumu olarak değerlendirilir [4]. Nanosivuların termofiziksel özellikleri nanoparçacık tipine, büyüklüğüne, şekline, taban akışkanına, konsantrasyon oranlarına ve sıcaklık gibi değişkenlere bağlıdır [5]. Nanosivuların ısı transfer performanslarının değerlendirilmesinde termofiziksel özelliklerin bilinmesi önemlidir. Bu nedenle literatürde nanosivuların termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi konusunda araştırmacılar tarafından yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Araştırmacılar tarafından yapılan bu çalışmalar viskozite [6,7] ve ısı iletkenlik [8,9] üzerine odaklanırken, diğer bir önemli termofiziksel özellik olan özgül ısı üzerine yapılmış olan çalışmalar son derece sınırlıdır [10].

Moldoveanu ve Minea [11] taban akışkanı olarak seçilmiş olan suya SiO_2 , Al_2O_3 ve TiO_2 nanoparçacıkları ilave ederek elde ettikleri üç farklı nanosivinin özgül ısını deneysel olarak incelemiştir. %0 ila %3 arasında değişen konsantrasyonlarda yapılan çalışmalar sonucunda nanopartiküllerin konsantrasyonunun özgül ısı üzerinde önemli bir etkisi olduğu ve konsantrasyondaki artışla birlikte özgül ısının azaldığı gözlemlenmiştir. Popa ve diğerleri [12] su ve etilen glikol ile Al_2O_3 ve CuO nanoparçacıkları kullanarak elde ettikleri nanosivuların özgül ısı değerlerini ölçmek için deneysel bir çalışma yürüttüler. 10 nm boyutunda Al_2O_3 ve 29 nm boyutunda CuO ve etilen glikol ile hazırlanan nanosivular için 283 ve 358 K sıcaklık aralığında yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar model korelasyonları ile karşılaştırılmış ve elde edilen veriler kullanılarak yeni bir matematik korelasyonu elde edilmiştir. Yarmand ve diğerleri [13], kimyasal reaksiyonla sentezlenen su bazlı GNP-Pt hibrit nanosivisinin termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi üzerine deneysel bir çalışma yürütmüşlerdir. %0.1'lik kütleli konsantrasyonda hazırlanmış olan hibrit nanosivinin, özgül ısı değerlerinde yaklaşık %6'luk iyileşme olduğunu göstermiştir. Jagannadha ve diğerleri [14], baz sıvı olarak seçilen suya 15 ila 76 nm arasında değişen partikül boyutlarına sahip Al_2O_3 , TiO_2 , CuO ve SiO_2 nanoparçacıkları ilave edilerek elde ettikleri farklı nanosivinin özgül ısı değerlerini incelemiştir. %0.5 ile %6 arasındaki hacimsel konsantrasyonlarda ve 30 ile 90 °C arasındaki sıcaklık aralığında yapılan ölçümler sonucunda elde edilen deneysel verilerin mevcut korelasyonlarla uyumlu olmadığı görülmüş ve yeni bir matematiksel korelasyon önerilmiştir. Yiamsawasd ve diğerleri [15] %8 ila 10'luk hacimsel konsantrasyonlarda su bazlı Al_2O_3 ve TiO_2 nanosivularının özgül ısı değerlerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, hacimsel konsantrasyondaki artışla birlikte özgül ısı değerlerinde bir artış gözlemlenmiş ve yeni bir matematiksel korelasyon önermişlerdir.

Yapılan literatür araştırmasından da görülebileceği gibi, nanosivuların termofiziksel özellikleri üzerine yapılmış olan çalışmalar ısı iletkenlik ve viskozite üzerinde yoğunlaşırken, bir başka önemli özellik olan özgül ısı üzerine yapılmış olan çalışma son derece sınırlıdır. Ek olarak, Y_2O_3 (itriyum oksit) nanoparçacık kullanılarak elde edilen nanosivular üzerinde yapılan çalışma neredeyse yoktur. Bununla birlikte, Y_2O_3 nanosivisinin özgül ısı değerinin deneysel olarak belirlenmesi üzerine şimdiye kadar yapılmış bir çalışma yoktur. Bu çalışma, literatürde bu alandaki boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

2. Malzeme ve metod

2.1. Y_2O_3 nanoparçacıkları

Y_2O_3 nanoparçacıkları inorganik sentez, malzeme bilimi ve farklı elektronik cihazlarda kullanılır. Y_2O_3 , inorganik sentezde inorganik bileşik için önemli bir başlangıç noktasıdır. Plazma ve düz panel ekranların, floresan lambaların, ultra hızlı ve fotoelektrik sensörlerin üretiminde kullanılır. Y_2O_3 nanoparçacıkları ayrıca çelik, demir ve demir dışı alaşımlarda katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklık uygulamaları için kaplamalarda katkı maddesi olarak da tercih edilir. Bu çalışmada, %99.99 saflıkta ve ortalama parçacık büyüklüğü 38 nm olan Y_2O_3 nanoparçacık kullanılarak beş farklı hacimsel konsantrasyonda $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{Su}$ nanosivisi hazırlanmıştır.

2.2. Nanosivinin hazırlanması

Nanosivuların hazırlanmasında bir ve iki aşamalı yöntem olmak üzere iki temel yöntem vardır. Araştırmacılar tarafından sıkça kullanılan yöntem ise iki aşamalı yöntemdir [16-18]. Bu yöntemde, kimyasal, fiziksel veya mekanik yöntemlerle sentezlenen nanoparçacıklar, nanosivinin elde etmek için bazı işlemlerle taban akışkanı ile karıştırılmaktadır. %0.0125, %0.025, %0.05, %0.1 ve %0.2'lik hacimsel konsantrasyonlarda hazırlanmış olan

beş farklı nanosıvı için hesaplanan nanoparçacık miktarları, hassas terazide tartularak hazırlanmıştır. Her hacimsel konsantrasyon için kullanılan Y_2O_3 nanopartiküllerinin miktarları denklem (1) kullanılarak hesaplanmıştır [19].

$$\varphi(\%) = \frac{W_{np}/\rho_{np}}{W_{np}/\rho_{np} + V_b} \quad (1)$$

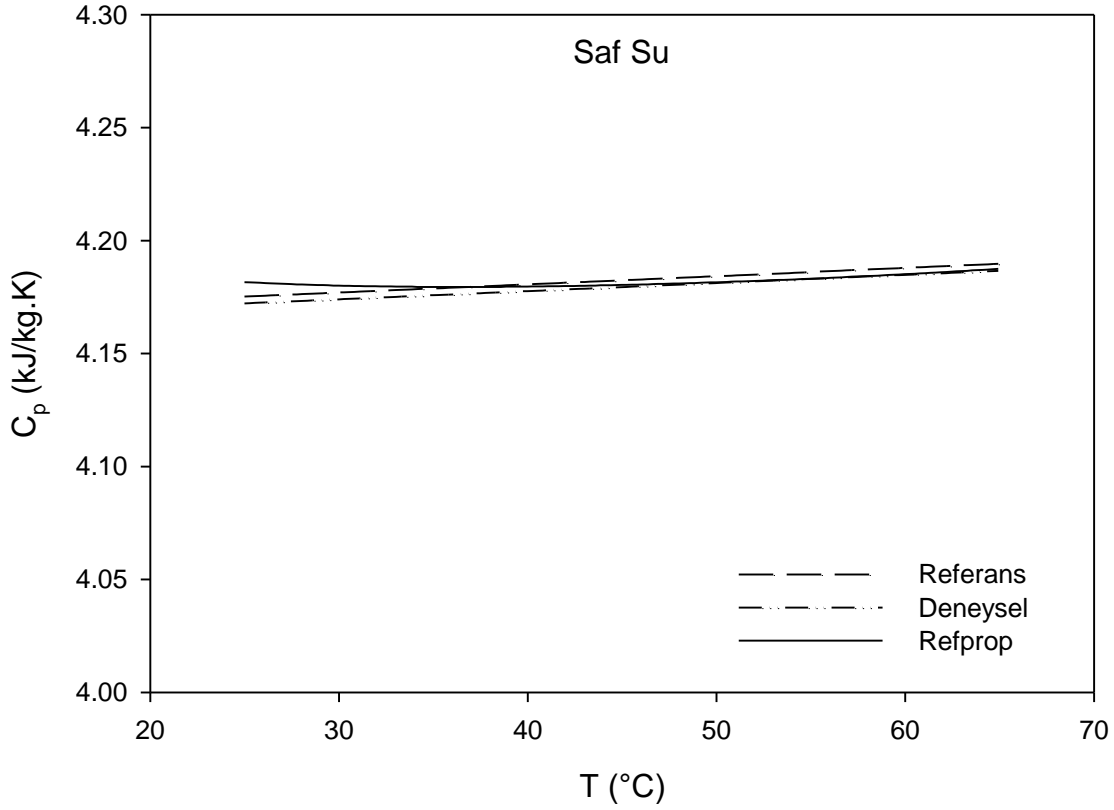
Burada V_b taban akışkan hacmi, ρ_{np} nanoparçacık yoğunluğu ve W_{np} nanoparçacık kütlesidir. Nitrik asit ile temizlenmiş cam kaplara yerleştirilen saf suya eklenen nanoparçacıklar ilk önce manyetik karıştırıcıda yarım saat karıştırılmıştır. Nanosıvı içinde dağılmış katı ve birbirine bağlı nanopartiküller manyetik karıştırıcı ile birbirinden tamamen ayrılmayacağından, katı parçacık kümelerini kırmak, topaklaşmayı önlemek ve kararlı ve homojen bir karışım sağlamak için ultrasonik homojenizatör kullanılmıştır. Nanosıvı, literatürden elde edilen bilgiler kullanılarak [20,21], 2kHz 200W güç ultrasonik homojenizatör içinde 2 saat homojenleştirilmiştir. Nanosıvıların stabilizasyonunu analiz etmek için pH değerlerinin ölçülmesi literatürde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir [22]. Bu amaçla, her hacimsel konsantrasyonda 200 ml hazırlanmış olan nanosıvıların pH değerleri ölçülmüştür. Elde edilen pH değerlerinin Y_2O_3 nanoparçacıklarının izoelektrik noktalarından (IEP) uzakta olduğu gözlenmiştir. Bu, nanoparçacıklar arasındaki itici kuvvetlerin yüksek değerlerde olduğunu ve bu nedenle ideal bir stabilizasyonun sağlandığını göstermektedir. pH değeri izoelektrik noktadan uzaklaştıkça, nanosıvıların stabilitesi de ideal halde olmaktadır ve elde edilen bu durum literatürle de uyumludur.

2.3. Özgül ısı ölçümü

Literatürde deneysel olarak yapılan özgül ısı ölçümlerinde araştırmacılar tarafından en çok kullanılan metot [23-28] Diferansiyel Taramalı Kalorimetredir. Bu çalışmada diğer bir yöntem olan Diferansiyel Termal Analiz yöntemi seçilmiştir. Bu yöntemde, paslanmaz çelikten yapılmış ve eşit hacimli iki ayrı hazneye, ölçülecek nanosıvı ve referans sıvı yerleştirilmiştir. Her iki haznenin altından kontrollü bir şekilde ısı verilerek zamanla artan sıcaklık değeri bir veri kayıt cihazı ile bilgisayara kaydedilmiştir. Haznelerdeki ısı dağılımının eşit olmasını sağlamak için her iki hazneye bir karıştırıcı yerleştirilmiştir. Her haznedeki sıcaklık iki farklı sensörle ölçülmüştür. Her iki hazneye ikişer sensör yerleştirilmesinin nedeni, ölçümlerin doğruluğunun sağlanmasıdır. Bilinen ısıl özellikleri nedeniyle referans sıvı olarak saf su kullanılmıştır. Sıcaklık artışının ölçümü saniyede üç kez alınmış ve deneysel sonuçların doğruluğunun sağlanması amacıyla deneysel özgül ısı ölçümleri üç kez tekrarlanmıştır.

2.4. Deneysel ölçümlerin doğrulanması

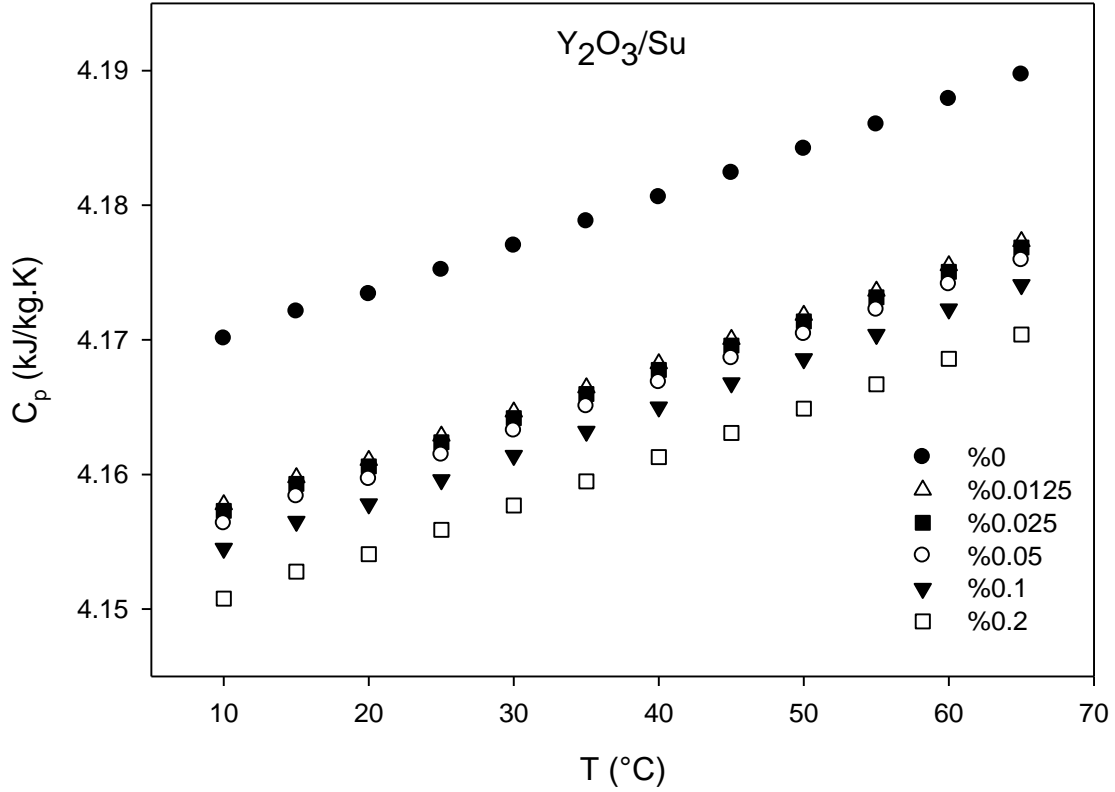
Y_2O_3/Su nanosıvısının özgül ısısının deneysel ölçümüne başlamadan önce, ölçüm sonuçlarını doğrulamak için bir ön çalışma yapılmıştır. Literatürde sıklıkla kullanıldığı gibi [11,29,30], saf suyun özgül ısı değerleri deney düzeneğinde ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar referans değerlerden [31] ve Refprop'dan [32] elde edilenlerle karşılaştırılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, Diferansiyel Isıl Analiz yönteminin %1'den daha düşük bir sapmayla, kabul edilebilir bir hata payı ile özgül ısı değerlerini ölçtüğünü göstermiştir. Bu sonuç ölçüm sonuçlarının güvenilirliğini doğrulamıştır. Saf suyun deneysel olarak ölçülen özgül ısı değerleri ile referans ve Refprop'tan elde edilen özgül ısı değerleri Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Saf suyun özgül ısı ölçümü

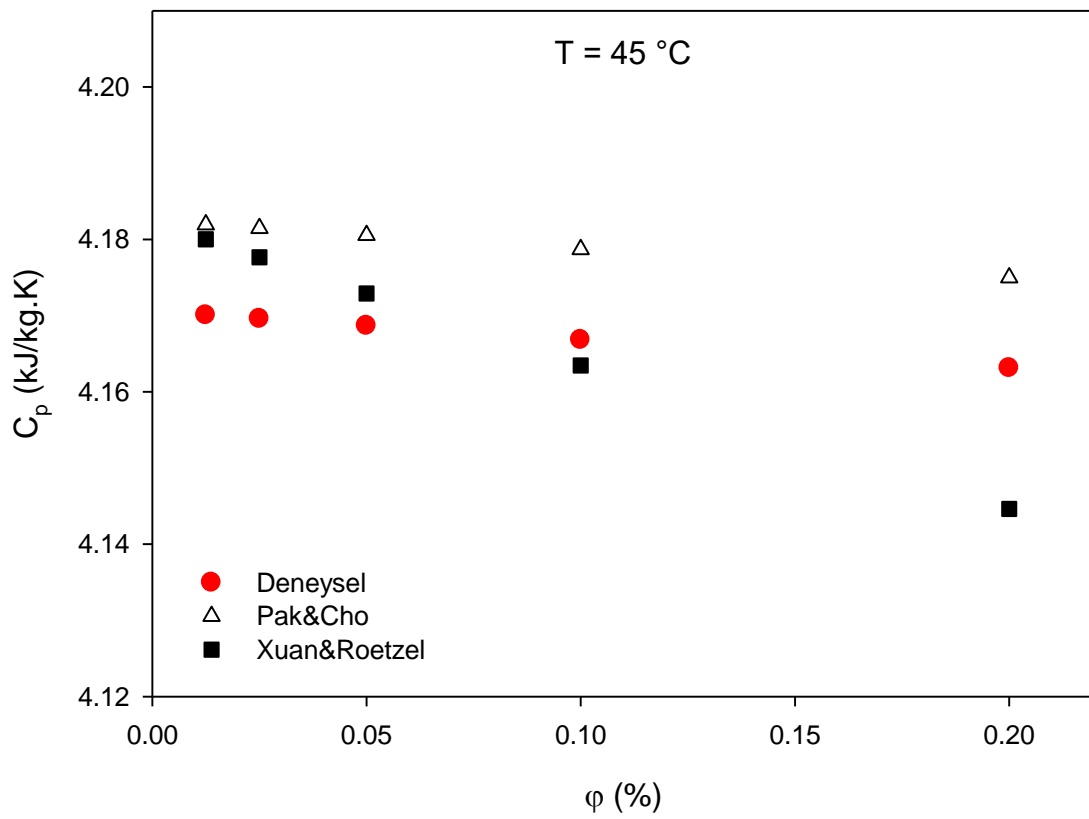
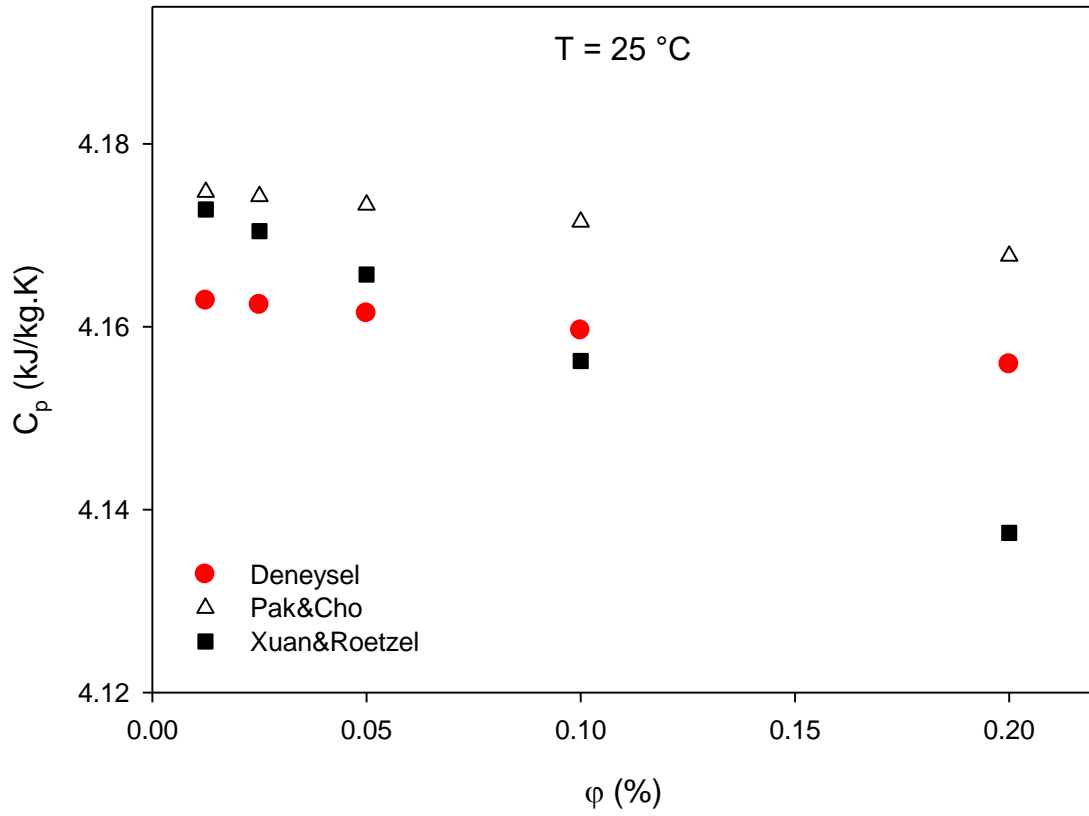
5. Bulgu ve analiz

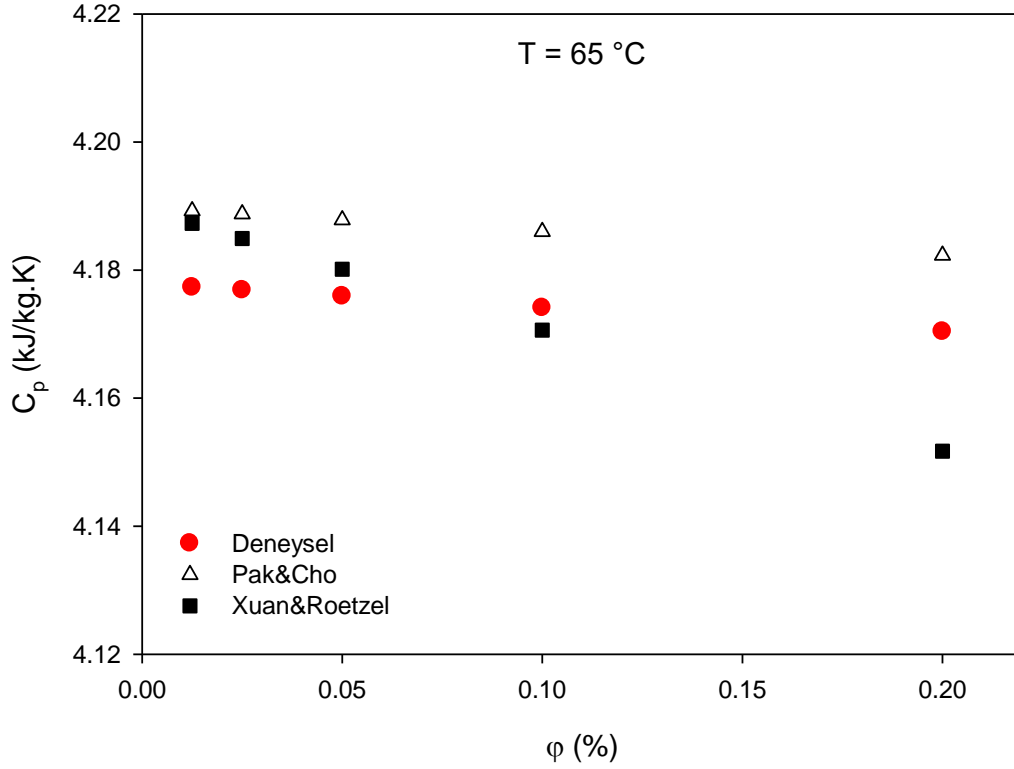
Beş farklı hacimsel konsantrasyonda hazırlanmış olan Y_2O_3/Su nanosivisinin 10 ile 65 °C sıcaklık aralığındaki özgül ısı değerleri deneysel olarak ölçülmüştür. Şekil 2'de görülebileceği gibi, her bir hacimsel konsantrasyondaki nanosivisinin özgül ısı değeri, taban akışkana kıyasla daha düşüktür. Bununla birlikte, özgül ısı değerinin artan sıcaklıkla arttığı ve artan hacimsel konsantrasyonla azaldığı da görülmektedir. Kullanılan Y_2O_3 nanoparçacığın özgül ısısı 0.440 kJ/kg.K iken, taban akışkan olarak seçilen suyun özgül ısı değeri 4.182 kJ/kg.K'dir. Şekil 2'de düşük özgül ısıya sahip nanoparçacıkların yüksek özgül ısıya sahip bir taban akışkanına ilave edilmesinin, elde edilen yeni nanosivisinin özgül ısısını nasıl azalttığı açıkça görülmektedir. Nanoparçacıklar ve taban akışkanı arasındaki temas yüzeyi, hacimsel konsantrasyona bağlı olarak özgül ısı değerlerinin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Nanoparçacıklar ve taban akışkanı arasındaki güçlü adsorpsiyon, nanosivisinin özgül ısı değerleri üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Birim hacimdeki yüksek yüzey alanı özgül ısıyı etkileyebilecek diğer bir faktördür. Bununla birlikte, kullanılan nanoparçacıkların boyutu, sıvı ve katı arayüz alanlarını arttırdıklarından dolayı nanosivilerin özgül ısı değerleri üzerinde etkisi olan başka bir faktördür. Tüm bu nedenler göz önüne alındığında, nanoparçacık boyutundaki azalmanın özgül ısı değerlerini artırabileceği sonucuna varılabilir.



Şekil 2. Özgül ısının konsantrasyon ve sıcaklığa bağlı olarak değişimi

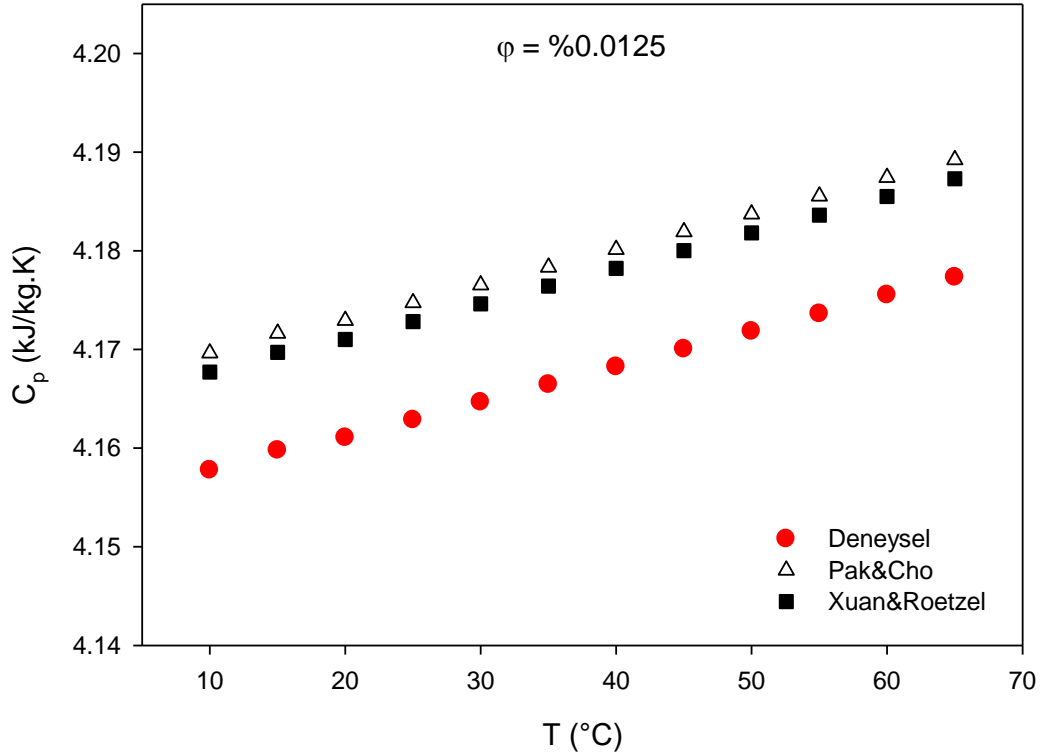
Y_2O_3/Su nanosüvısının deneysel özgül ısı değeri, Pak & Cho [33] ve Xuan & Roetzel [34] tarafından geliştirilen ve literatürde sıklıkla kullanılan model korelasyonlar ile karşılaştırılmıştır. Şekil 3'te gösterilen bu karşılaştırma, deneysel sonuçların literatürdeki modellerle uyumluluğunu göstermek için yapılan bir tür doğrulama amacını taşımaktadır. Şekil 3'de 25, 45 ve 65 °C sabit sıcaklıklarda, hacimsel konsantrasyona göre özgül ısı değeriindeki değişiklikler gösterilmiştir. Grafikler incelendiğinde deneysel sonuçların literatürde kullanılan her iki korelasyon ile uyumlu olduğu görülmektedir. Model korelasyonları ayrıntılı olarak incelendiğinde, her iki model korelasyonu düşük hacimsel konsantrasyonlarda yakın değerler alırken, hacimsel konsantrasyondaki artışla birlikte model korelasyonları arasındaki tutarlılığın azaldığı görülmektedir. Deneysel sonuçlarının trendi Pak & Cho tarafından geliştirilen model korelasyonu ile daha uyumludur.

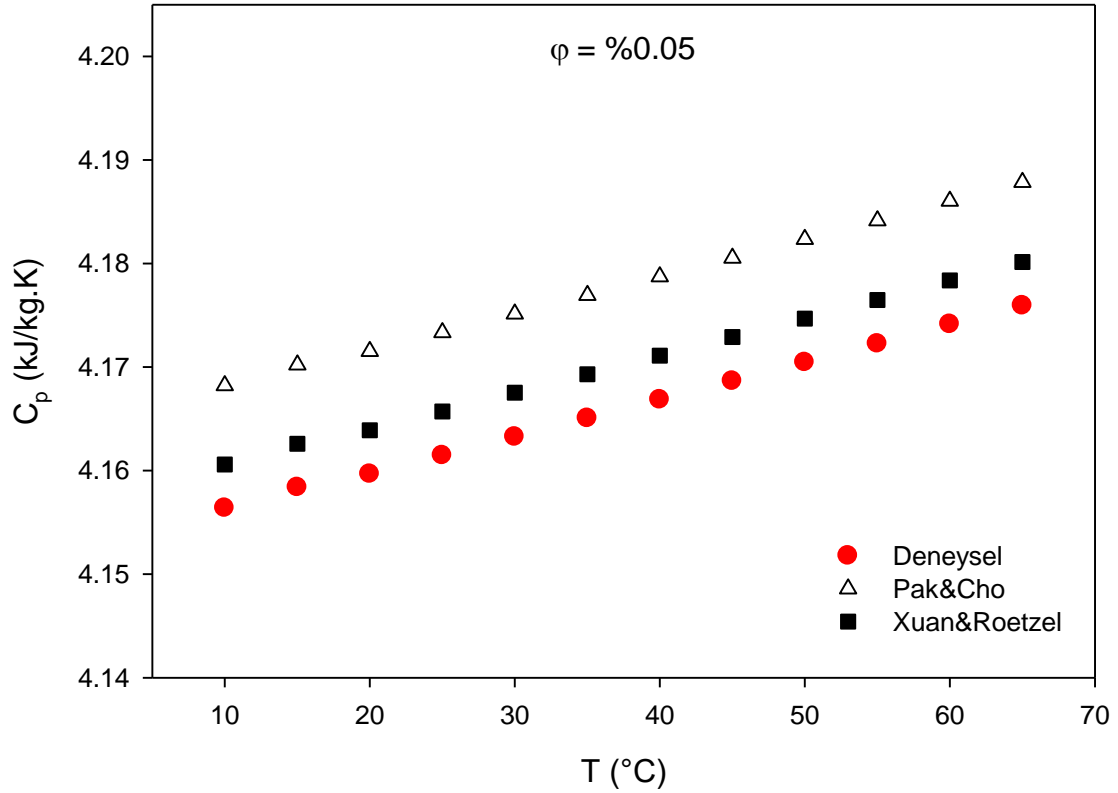
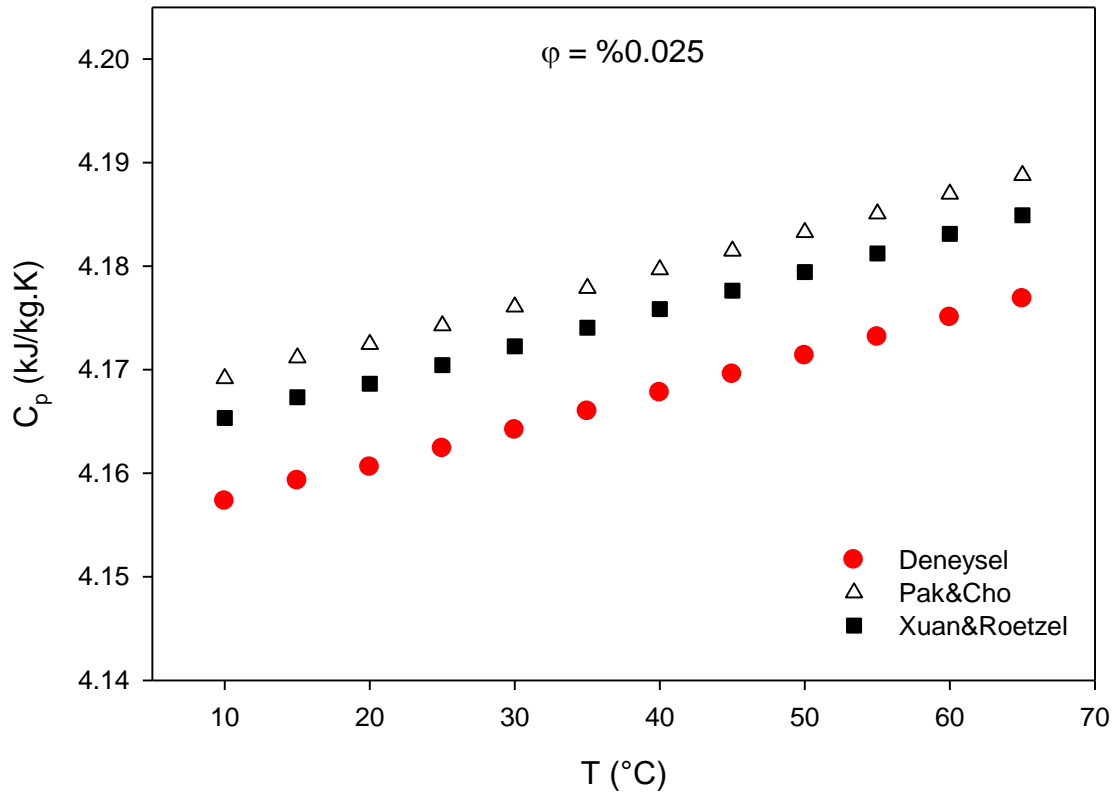


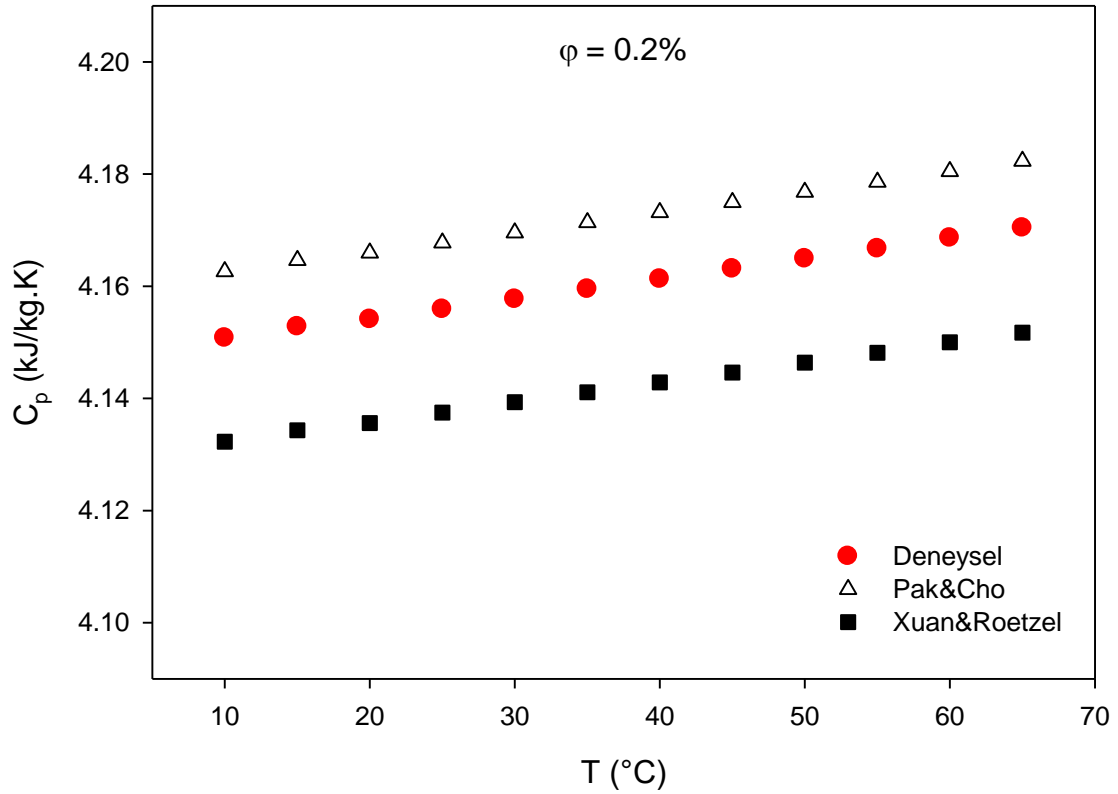
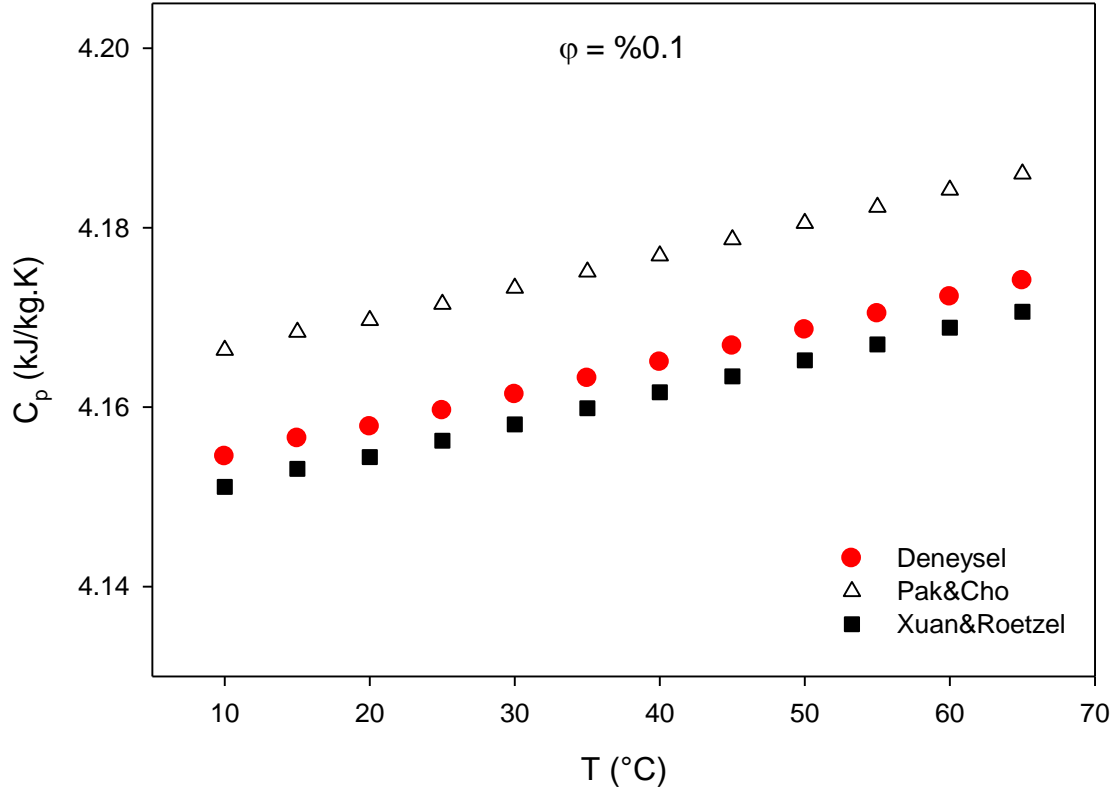


Şekil 3. Sabit sıcaklıkta özgül ısının konsantrasyona göre değişimi

Şekil 4’de, beş farklı hacimsel konsantrasyondaki Y_2O_3/Su nanosivisinin özgül ısı değerlerinin, sıcaklığa bağlı olarak değişimi verilmiştir. Grafiklerden, hacimsel konsantrasyon sabitken, sıcaklıktaki artışla birlikte özgül ısı değerlerinin arttığı açıkça görülmektedir.







Şekil 4. Sabit konsantrasyonda özgül ısının sıcaklığa bağlı değişimi

Sonuç

Bu çalışmada, Y_2O_3 nanoparçacıkları kullanılarak %0.0125, %0.025, %0.05, %0.1 ve %0.2'lik hacimsel konsantrasyonlarda beş farklı Y_2O_3 /Su nanosivisi hazırlanmıştır. Hazırlanmış olan her bir nanosivinin 20 - 65 °C sıcaklık aralığındaki özgül ısı değerleri, Diferansiyel Termal Analiz yöntemi kullanılarak deneysel olarak ölçülmüştür. Y_2O_3 /Su nanosivisinin özgül ısısının deneysel olarak ölçümüne başlamadan önce, deney sonuçlarının doğrulanması amacıyla saf suyun özgül ısısı ölçülerek, referans ve Refprop'dan elde edilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda, taban akışkanı olarak seçilmiş olan saf suya, kendisinden daha düşük özgül ısı değerine sahip olan Y_2O_3 nanoparçacıkları ilave edilmesi ile elde edilmiş olan nanosivinin özgül ısı değerlerinin, taban akışkanına oranla daha düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Y_2O_3 /Su nanosivisinin özgül ısı değerinin, sıcaklık artışı ile arttığı ve hacimsel konsantrasyondaki artışla azaldığı sonucuna varılmıştır. Elde edilmiş olan sonuçlar, literatürde araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmış olan iki model korelasyonla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, deneysel özgül ısı değerlerinin model korelasyonlardan elde edilmiş olan değerlerle uyum içinde olduğunu göstermiştir.

Referanslar

- [1] Huminic, G., Huminic, A. Application of nanofluids in heat exchangers: A review. *Renew and Sustain Energy Rev* 2012;16:5625–38.
- [2] Sajid, M.U., Ali, H.M. Thermal conductivity of hybrid nanofluids: A critical review, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 126 (2018) 211–234.
- [3] Asadi, A., Asadi, M., Rezaniakolaei, A., Rosendahl, L.A., Afrand, M. Heat transfer efficiency of Al₂O₃-MWCNT/thermal oil hybrid nanofluid as a cooling fluid in thermal and energy management applications: An experimental and theoretical investigation, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 117 (2018) 474–486.
- [4] S.K. Das, S.U.S. Choi, *A Review of Heat Transfer in Nanofluids* 41 Elsevier Masson SAS, 2009 08.
- [5] M.A. Hassan, D. Banerjee, A soft computing approach for estimating the specific heat capacity of molten salt-based nanofluids, *J. Mol. Liq.* 281 (2019) 365–375.
- [6] Kazemi, I., Sefid, M., Afrand, M. A novel comparative experimental study on rheological behavior of mono & hybrid nanofluids concerned graphene and silica nano-powders: Characterization, stability and viscosity measurements, *Powder Technology* 366 (2020) 216–229.
- [7] Asadi, M., Alarifi, I.M., Foong, L.K. An experimental study on characterization, stability and dynamic viscosity of CuO-TiO₂/water hybrid nanofluid, *Journal of Molecular Liquids* 307 (2020) 112987.
- [8] Das, S., Karthik, V., Pabi, S.K., Behera, A., Patel, S.K., Swain, B., Roshan, R., Behera, A. Enhancement of thermal conductivity of Cu-Cr dispersed nanofluids according to multiscale modeling, *Materials Today: Proceedings*, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.330>.
- [9] Ambreen, T., Kim, M.H., Influence of particle size on the effective thermal conductivity of nanofluids: A critical review, *Applied Energy* 264 (2020) 114684.
- [10] Huminic, G., Huminic, A. Hybrid nanofluids for heat transfer applications – A state-of-the-art review, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 125 (2018) 82–103.
- [11] Moldoveanu, G. M., Minea, A.A. Specific heat experimental tests of simple and hybrid oxide-water nanofluids: Proposing new correlation. *J. Mol. Liq.* 2019, 279, 299-305.
- [12] Popa, C.V., Nguyen, C.T., Gherasim, I. New specific heat data for Al₂O₃ and CuO nanoparticles in suspension in water and Ethylene Glycol, *Int. J. Therm. Sci.* 2017, (111), 108-115.
- [13] Yarmand, H., Gharekhani, S., Shirazi, S.F.S., Goodarzi, M., Amiri, A., Sarsam, W.S., Alehashem, M.S., Dahari, M., Kazi, S.N. Study of synthesis, stability and thermophysical properties of graphene nanoplatelet/platinum hybrid nanofluid, *Int. Commun. Heat Mass Transfer*, 2016, (77), 15–21.
- [14] Jagannadha S.R., Debendra F.K., Das, D.R., Specific heat measurements of five different propylene glycol based nanofluids and development of a new correlation, *Int. J. Heat Mass Transfer*, 2016, (94), 343–353.

- [15] Yiamsawasda, T., Dalkilic, A.S., Wongwises, S. Measurement of specific heat of nanofluids, *Curr. Nanosci* 8, 2012, 939-944.
- [16] Starace Anne K, Gomez Judith C, Wang Jun, Pradhan Sulolit, Glatzmaier GC, Greg C. Nanofluid heat capacities. *J Appl Phys* 2011;110(124323):1-5.
- [17] Mahbubul IM, Saidur R, Amalina MA. Latest developments on the viscosity of nanofluids. *Int J Heat Mass Transfer* 2012;55(4):874-85.
- [18] Chen R-H, Phuoc TX, Martello D. Surface tension of evaporating nanofluid droplets. *Int J Heat Mass Transfer* 2011;54(11-12):2459-66.
- [19] Kannaiyan, S., Boobalan, C., Umasankaran, A., Ravirajan, A., Sathyan, S., Thomas T. Comparison of experimental and calculated thermophysical properties of alumina/cupric oxide hybrid nanofluids, *J. Mol. Liq*, 2017, (244), 469-477.
- [20] Suresh, S., Venkitaraj, K.P., Selvakumar, P., Chandrasekar, M. Effect of Al₂O₃-Cu/water hybrid nanofluid in heat transfer, *Experimental Thermal and Fluid Science* 38 (2012) 54-60.
- [21] Asadi, A., Alarifid, I.M., Alid, V., Nguyen, H.M. An Experimental Investigation on the Effects of Ultrasonication Time on Stability and Thermal Conductivity of MWCNT-water Nanofluid: Finding the Optimum Ultrasonication Time, *Ultrasonics - Sonochemistry* 58 (2019) 104639.
- [22] Hamzah, M.H., Sidik, N.A.C. Ken, T.L. Mamat, R., Najafi G. Factors affecting the performance of hybrid nanofluids: A comprehensive review, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 115 (2017) 630-646.
- [23] Starace Anne K, Gomez Judith C, Wang Jun, Pradhan Sulolit, Glatzmaier GC, Greg C. Nanofluid heat capacities. *J Appl Phys* 2011;110(124323):1-5.
- [24] Zhou S-Q, Ni R. Measurement of the specific heat capacity of water-based Al₂O₃ nanofluid. *Appl Phys Lett* 2008;92(093123):1-3.
- [25] De Robertis E, Cosme EHH, Neves RS, Kuznetsov AY, Campos APC, Landi SM, Achete CA. Application of the modulated temperature differential scanning calorimetry technique for the determination of the specific heat of copper nanofluids. *Appl Therm Eng* 2012;41(0):10-7.
- [26] Choi J, Zhang Y. Numerical simulation of laminar forced convection heat transfer of Al₂O₃-water nanofluid in a pipe with return bend. *Int J Therm Sci* 2012;55(0):90-102.
- [27] Kulkarni DP, Vajjha RS, Das DK, Oliva D. Application of aluminum oxide nanofluids in diesel electric generator as jacket water coolant. *Appl Therm Eng* 2008;28(14-15):1774-81.
- [28] Sonawane S, Patankar K, Fogla A, Puranik B, Bhandarkar U, Sunil Kumar S. An experimental investigation of thermo-physical properties and heat transfer performance of Al₂O₃-aviation turbine fuel nanofluids. *Appl Therm Eng* 2011;31(14-15):2841-9.
- [29] Çolak, A.B. Yıldız, O., Bayrak, M. Çelen, A., Dalkılıç, A.S., Wongwises, S. Experimental Study on the Specific Heat Capacity Measurement of Water- Based Al₂O₃-Cu Hybrid Nanofluid by using Differential Thermal Analysis Method, *Current Nanoscience* (2020) 16, 1-17.
- [30] Çolak, A.B., Yıldız, O., Bayrak, M., Tezekici, B.S. Experimental study for predicting the specific heat of water based Cu-Al₂O₃ hybrid nanofluid using artificial neural network and proposing new correlation, *International Journal of Energy Research*, (2020) DOI:10.1002/er.5417.
- [31] ASHRAE, *ASHRAE Handbook: Fundamentals*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc., Atlanta, GA, 2005.
- [32] Lemmon, E.W., Bell, I.H., Huber, M.L., McLinden, M.O. *NIST Standard Reference Database 23: Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties-REFPROP*, Version 10.0, National Institute of Standards and Technology, Standard Reference Data Program, Gaithersburg, 2018.
- [33] Pak, B.C, Cho, Y.I.; Hydrodynamic and heat transfer study of dispersed fluids with submicron metallic oxide particles, *Exp. Heat Transfer*, 11(2), (1998) 151-70.
- [34] Xuan, Y., Roedel, W. Conceptions for Heat Transfer Correlations of Nanofluids. *Int. J. Heat Mass Transfer*, (43), (2000) 3701-3707.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF GEOMETRICAL PARAMETERS TO VIBRATION ISOLATION
IN LATTICE STRUCTURES WITH NEGATIVE POISSON'S RATIO****Ali Merih KARADEMİR***Yüksek Lisans Öğrencisi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı,
ORCID No: 0000-0002-2893-5700***Recep Muhammet GÖRGÜLÜARSLAN***Dr. Öğr Üyesi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü,
ORCID No: 0000-0002-0550-8335***ABSTRACT**

In this study, the vibration isolation properties of lattice structures with negative Poisson's ratio (auxetic) that have different geometric parameters were studied numerically. Several auxetic lattice models were created by changing geometric parameters of struts and nodes which are the main elements of the lattice structures. The finite element analysis (FEA) of these models were done to see how these geometric parameters effect the vibration characteristics of auxetic lattice structures. A comparison of vibration characteristics was made with an existing lattice structure (i.e. body-centered cubic (BCC) lattice) in the literature. The results show that the auxetic lattice structures have lower natural frequencies compared to BCC structures and each geometric parameter have different effects on the natural frequency of the structure.

Keywords: Vibration Isolation, Lattice Structures, Negative Poisson's Ratio, Finite Element Analysis, Natural Frequency.

1. INTRODUCTION

Recent developments in additive manufacturing (AM) methods enable the manufacturing of almost every geometry possible and this situation leads up to different design combinations. One of the structures that make use of this opportunity is the lattice structures. Lattice structures are the structures that are created by storing the material in the most needed places according to applied loads. These structures draw attention in literature because of providing high strength in low weight and also great energy absorption and thermal properties. Recently, these structures are widely used in aviation, marine, automotive, and construction industries.

Lattice structures consist of strut and node elements. Different combinations of strut and node elements provide different mechanical properties for lattice structures. The most common examples of lattice structures generated by this method are body-centered cubic (BCC), face-centered cubic (FCC), kagome, and honeycomb structures. Besides, the size and geometry of strut and node elements affect the mechanical properties of lattice structures. For example, in the literature, different node geometries were generated and with compression tests, stiffness of lattice structures built with these node elements were analyzed [Portela et al., 2018]. As a result, it was seen that different node geometries increase the stiffness of lattice structures at different levels. Also, the effect of different strut element thicknesses on compression performance and dynamic behavior of lattice structures was studied with compression and vibration tests [Azmi et al., 2018]. In the end, it was seen that increasing strut thickness increases these properties.

Nowadays, researchers are working on different kinds of lattice structures, which have negative Poisson's ratio. That is, unlike the regular lattice structures, under axial tensile loads, expansion, and under axial compressive loads, shrinking occurs on these structures. These structures, which are also known as auxetic structures, are usually generated by giving special topologies to honeycomb structures by using finite element methods and genetic algorithms [Javadi et al, 2012]. As examples to these structures, reentrant, chiral, arrow-head, and star-shaped honeycombs can be given. High shear resistance, indentation resistance, buckling resistance, fracture resistance, and energy and acoustic absorption capabilities give these structures some potential application

areas. For example, in the medical field, for oesophageal cancer, auxetic stents can be used to prevent tumor to close the esophagus. Also, in the textile industry, due to its energy absorption capabilities, auxetic lattice structure can be used for the sneakers, which are more comfortable than other sneakers, as well as for protective equipments [Ren et al., 2018].

Enhanced mechanical properties of lattice structures made them compatible with different usage areas. One of them is to use these structures for vibration isolation operations. For example, they can be used as resilient members to minimize the amount of transmitted harmonic loads created by mass and unbalance of a machine mounted on a surface. About this topic, in the literature, six different models were created by using different combinations of strut and node elements and according to the finite element analysis (FEA) and vibration test results, the best model for vibration isolation was chosen [Syam et al., 2018]. Also, the effect of different cell densities on vibration characteristics of a lattice structure was studied [Sortino et al., 2019]. Although there are studies about vibration characteristics of lattice structures, all of the structures used in these studies have positive Poisson's ratio. Although there are studies about mechanical behaviors of auxetic lattice structures (i.e lattice structures with negative Poisson's ratio) like their compression [Yang et al., 2015] and bending characteristics [Sarvestani et al., 2018], there is a gap in the literature about studying their vibration isolation performance. To address this gap, in this work, auxetic lattice models that have different geometric parameters were created and studied by FEA, and the effects of geometric parameters on vibration isolation characteristics were observed. Also, comparisons were made with the results of positive Poisson's ratio lattice structures that were studied in the literature. As a result, a design space for different geometrical parameters and strut and node geometries was generated for the auxetic lattice structures that can be used in designing vibration isolation structures.

2. LATTICE STRUCTURE MODELS

2.1. Body-Centered Cubic (BCC) Lattice Structure

To compare the performances of the auxetic lattice structures investigated in this study, the body-centered cubic (BCC) lattice structure model based on the structure of Syam et al. (2018) was generated. According to the BCC lattice structure used in Syam et al. (2018), a unit cell that has the strut elements with 1.5mm diameter and node elements with 2mm diameter was generated in 25x25x25 mm lattice cell dimensions. Then, by using this unit cell, a BCC lattice structure with 50x50x50mm size was generated as shown in Figure 1.

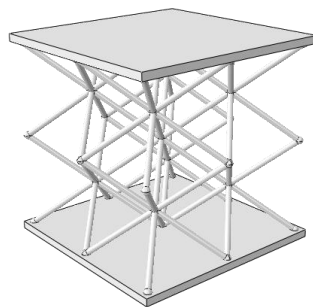


Figure 1. BCC Lattice Structure.

2.2. Auxetic Reentrant Lattice Structure

The auxetic lattice structures studied in this work are called the reentrant lattice structures which are created with combining strut elements at inclination angles smaller than 90° as shown in Figure 2.

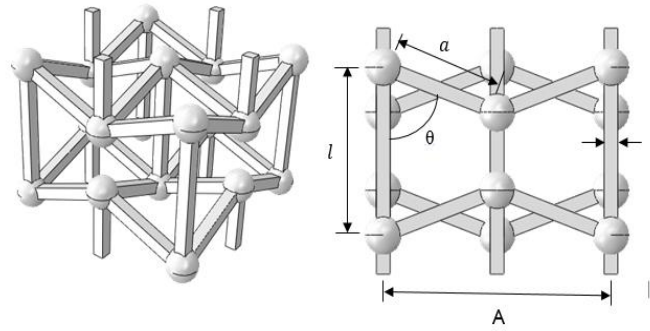


Figure 2. Design Parameters of Reentrant Honeycomb Lattice Cell.

Design parameters of the reentrant structure are the vertical and inclined strut element length (l and a , respectively) strut element thickness (t), inclination angle (θ), unit cell size (A), and node geometry as . Vertical and Inclined strut lengths were defined as a function of unit cell size and inclination angle:

$$l = \left(\frac{A \cdot \sin((\pi/2) - \theta)}{2 \cdot \sin(\theta)} \right) + \left(\left(\frac{A}{4} \right) - \left(\frac{A \cdot \sin((\pi/2) - \theta)}{4 \cdot \sin(\theta)} \right) \right) \quad (1)$$

$$a = \frac{A \cdot \sin(\pi/2)}{2 \cdot \sin(\theta)} \quad (2)$$

2.3. Modified Reentrant Lattice Structures

In order to observe the effects of geometric parameters on the performance of the lattice structures, the strut and node geometries were changed to have modified reentrant lattice structure models. In particular, for the struts, square and cylindrical cross-sections are considered along with the curved and wavy strut geometries. In the reentrant lattice structures with the curved struts, unlike the regular reentrant structure, the inclined strut length (a) was not a design parameter. The unit cell size (A) and the angle (θ) was used for giving the radius to the struts. In the reentrant structures with wavy struts, on the other hand, the vertical strut length (l) was calculated by using only the unit cell size (A) and the angle (θ) was not used as a design parameter.

Thus, there are three types of reentrant lattice structures investigated in this study depending on the strut geometry as the reentrant with straight struts, reentrant with curved struts, and reentrant with wavy struts. These reentrant structures are generated such that they have the same density and overall dimensions with the BCC model in Syam et al. (2018) in order to validate the FEA results and make a comparison of the vibration characteristics. In addition, these three types of reentrant lattice structures are used for a parametric study in which the purpose was to see the effects of variations in parameters to the vibration characteristics. To create the models automatically based on the geometric parameters, in-house python scripts that can generate the models in ABAQUS were developed.

In addition to the strut geometry, the node geometry that connects the strut members is changed as well. For node geometry, three different geometric shapes, i.e. spherical, cubic, and cylindrical shapes were used. By using these strut and node geometries, different combinations of unit cells for lattice structures were modeled as shown in Table 1. Also, at the upper and lower parts of these models, plates with 54x54x2mm size were placed to be able to conduct the experimentation.

3. FINITE ELEMENT ANALYSIS AND VIBRATION TEST

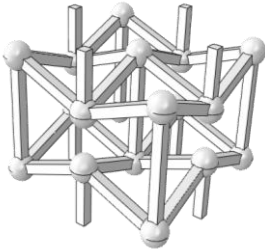
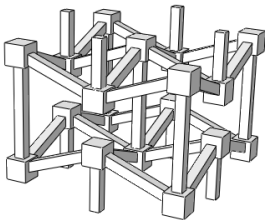
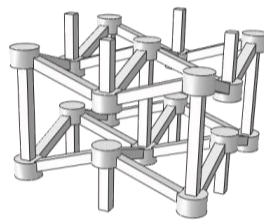
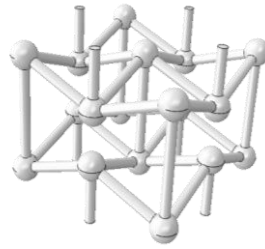
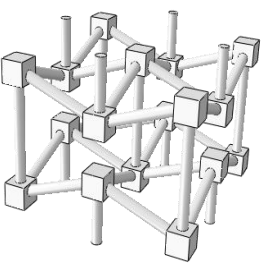
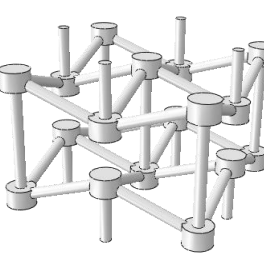
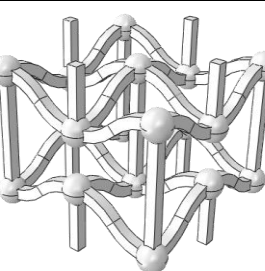
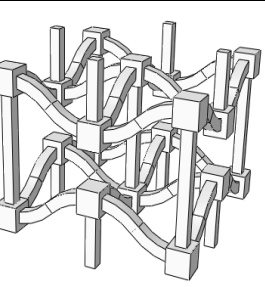
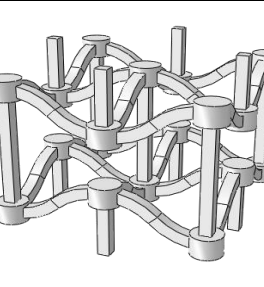
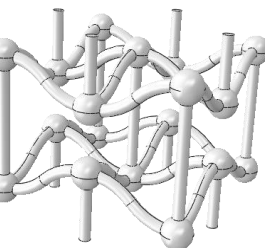
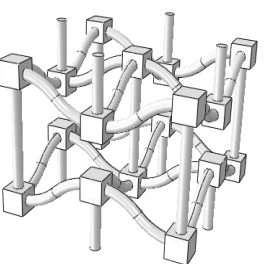
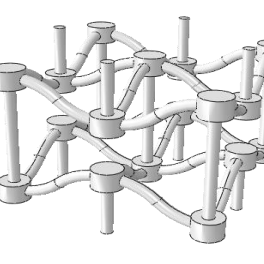
3.1. Finite Element Analysis (FEA)

Finite element analysis (FEA) was done using the ABAQUS/CAE 6.14 program to obtain natural frequency (w_n) values. First, to test the accuracy of the models, a BCC model was created and modal analysis results were compared with the results of Syam et al. (2018). For comparison, the analysis conditions of Syam et al. (2018) were applied to the model. That is, the movement of the model restricted in the lower plate, and then, the

analysis was done using the C3D10 quadratic tetrahedron element type which was a quadrilateral element with a mesh size of 0.4mm. Also, as the material, Nylon-12 was considered with the mechanical properties density (ρ) = 1010 kg/m³, Young’s Modulus (E) = 741MPa, Poisson’s Ratio (ν) = 0.3. To extract the natural frequencies, the Lanczos algorithm was used in the modal analysis, and only the first mode of the structure was extracted. The results obtained for the BCC model for comparison with Syam et al. (2018) are listed in Table 2. It is seen that the FEA results in this study have an agreement with the existing results and therefore is acceptable.

Before analysis of the reentrant lattice structures, in order to obtain more accurate results, a mesh convergence analysis was done and the most suitable number of elements to use was defined. The element size was decreased step by step and this operation was continued until the difference between results was less than %5. Mesh convergence analysis was shown in Table 3. As a result, it was seen that when the element number is greater than or equal to 1656597 (i.e. Mesh7 in Table 3), more accurate results were obtained.

Table 1. Auxetic Lattice Cell Combinations.

	Spherical Node	Cubic Node	Cylindrical Node
Straight Square Strut			
Cylindrical Strut			
Wavy Square Strut			
Wavy Cylindrical Strut			

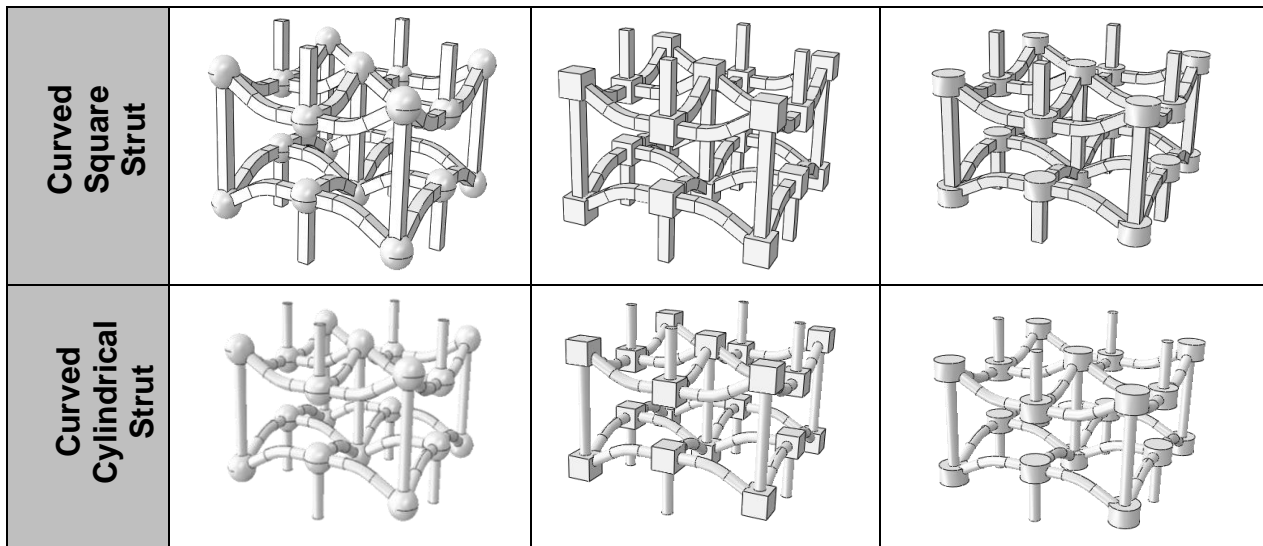


Table 2. FEA Results of BCC Lattice Structures.

	Natural Frequency (Hz)
FEA Result in this study	52.540
FEA result of Syam et al. (2018)	47.5
Experiment Result of Syam et al. (2018)	50 ±6

Table 3. Mesh Convergence Analysis.

	Element Number	Global Size	Element Size	Frequency	% Difference
Mesh1	16333	0.76	0.73	127.73	0.86
Mesh2	34093	0.76	0.45	126.63	0.25
Mesh3	71095	0.76	0.32	126.31	0.25
Mesh4	159347	0.76	0.28	126.00	0.11
Mesh5	339265	0.76	0.19	125.86	0.09
Mesh6	789074	0.76	0.15	125.75	0.04
Mesh7	1656597	0.76	0.11	125.70	0.03
Mesh8	3444929	0.76	0.09	125.66	

3.2. Measurement of Vibration Isolation Capability

In order to make comparisons of the vibration characteristics of different lattice structures, it is important to know the requirements to obtain better vibration isolation. According to Rao (2018), for vibration isolation, transmissibility (T_f) is an important phenomenon. It is the indicator of the amount of the force that is transmitted to the base through a resilient member. It can be defined by the ratio of transmitted force (F_T) to excitation force (F_0) [Rao, 2018].

$$T_f = \frac{F_T}{F_0} = \left(\frac{1 + (2\zeta r)^2}{[1 - r^2]^2 + (2\zeta r)^2} \right)^{1/2} \tag{3}$$

Here, $r = w/w_n$ is the frequency ratio which is the ratio between the excitation frequency (w) and the natural frequency of the structure (w_n) and ζ is the damping ratio. According to the relation between T_f , w_n , and ζ , shown in Figure 3, to establish the vibration isolation, r must be greater than $\sqrt{2}$ which means if the excitation frequency is greater than $\sqrt{2}$ times the natural frequency, the system achieves the vibration isolation.

As it is seen from Figure 3, the higher the r ratio, the better vibration isolation can be achieved. To achieve high values of r , (especially greater than $\sqrt{2}$), the natural frequency of the structure (w_n) should be smaller than the excitation frequency, w . Then, that means for a constant excitation frequency, a vibration isolation

structure that has a smaller natural frequency should be preferred. This can be achieved by lowering the stiffness of structure as long as the structure is still able to carry the vibrating mass after its stiffness is lowered.

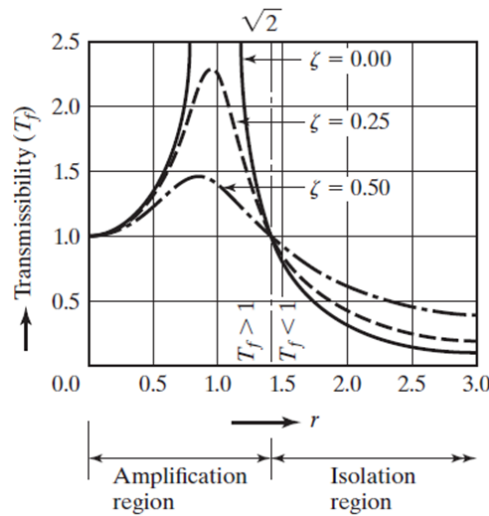


Figure 3. Relation Between T_f , w_n and ζ [Rao, 2018]

4. RESULTS

4.1. Comparison of Reentrant Lattice Results with the BCC lattice

The reentrant lattice structure with straight struts that have approximately the same density with the BCC structure density in Syam et al. (2018) were generated with different strut cross-sections and node shapes. The design parameter values of the generated reentrant lattice structures that give the same density with the BCC lattice structure are listed in Table 4. In the modal analysis of these structures, the first mode of natural frequencies was obtained just like in the BCC structure analysis and shown in Figure 4.

It is seen from the natural frequency results in Figure 4 that the BCC lattice has a larger value than every combination of the reentrant lattice structure. Recall from Section 3.2. and Figure 3 descriptions that for a constant excitation frequency, a smaller natural frequency for the vibration isolation structure is preferred as it increases the r value. When this vibration isolation capability characteristic is considered, since the reentrant lattice structures have smaller natural frequency results as seen in Figure 4, they should be preferred over the BCC. According to the results, it can be said that as long as they can carry the vibrating mass, the reentrant lattice structures have the potential to isolate a wider range of vibrations compared to the BCC lattice structure. Also, in the same densities, when the results of the reentrant structures with different strut and node element combinations were compared with each other, it was seen that they had really close natural frequency values. According to these results, it can be said that the node type and the strut cross-section do not have a significant influence on the natural frequency.

Table 4. Dimensions of Reentrant Honeycomb Models For Comparison with BCC.

	Geometry	Dimensions
Strut Elements	Square	0.73mm
	Cylindrical	0.82mm (Diameter)
	Spherical	2.12mm (Diameter)
Node Elements	Cubic	1.71mm
	Cylindrical	1.93mm x 1.71mm (Diameter x Height)
Inclination Angle	-	70°

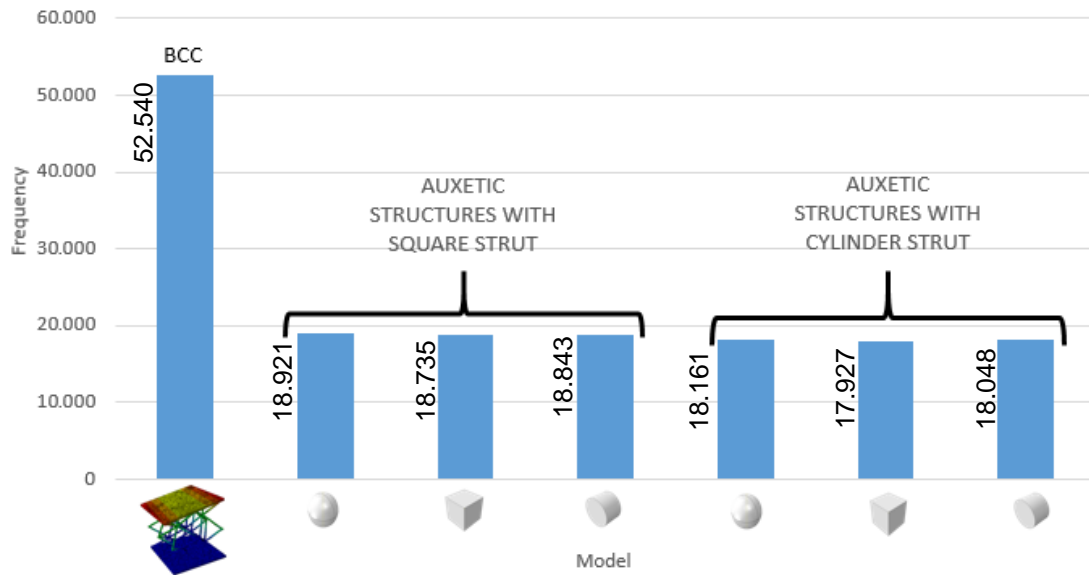


Figure 4. Natural Frequency Comparison of Auxetic and BCC Structures.

4.2. Parametric Study

In order to see the effects of parameters on the vibration characteristics, a parametric study was carried out by changing strut thickness, inclination angle, unit cell size, and strut and node geometries, and their modal analysis was conducted. As a default model, the model with a strut thickness of 1.5 mm, inclination angle of 70°, unit cell size of 25x25x25mm, and square strut and spherical node geometries was chosen. The desired parameter value was changed while others remained the same based on the values given in Table 5. First, six modes of natural frequencies were taken from analysis results.

First, the effect of strut thickness change on the results is investigated keeping constant the inclination angle at 70°, the unit cell size at 25x25x25 mm³, and using spherical node shape. Table 6 shows the results for the modal analysis of the reentrant lattice structures. According to the results, in all models, increasing the strut thickness increases the natural frequencies of structures. Also, when the structures with different strut geometries were compared, it was seen that curved strut with square cross-section gave the highest natural frequency value while wavy strut with cylindrical cross-section gave the lowest.

Table 5. Dimensions of Reentrant Honeycomb Models For Parametric Study.

Strut Type	Node Type	Angle (Degrees)	Unit Cell Size (mm)	Strut Thickness (mm)
Square Cross-Section	Spherical	70	25	1.5
Cylindrical Cross-Section				
Wavy Strut-Square Cross-Section	Cubic	60	20	2
Wavy Strut-Cylindrical Cross-Section				
Curved Strut-Square Cross-Section	Cylindrical	60	20	2
Curved Strut-Cylindrical Cross-Section				

Table 6. Parametric Study for Changing Strut Thickness.

Strut Type	Strut Thickness (mm)	Natural Frequencies (Hz)					
		Square Cross-Section	1.5	76.428	76.429	104.06	251.41
	2	126.25	126.25	168.77	384.57	384.59	412.39
Cylindrical Cross-Section	1.5	62.866	64.247	86.707	209.31	212.25	214.36
	2	104.28	104.29	139.5	323.32	323.37	346.6
Wavy Strut-Square Cross-Section	1.5	76.295	76.296	101.16	251.5	251.51	265.83
	2	125.2	125.2	163.4	380.97	380.98	419.03
Wavy Strut-Cylindrical Cross-Section	1.5	61.634	61.637	81.974	207.61	207.62	218.24
	2	103.61	103.62	135.24	321.19	321.19	353.15
Curved Strut-Square Cross-Section	1.5	88.668	88.669	130.98	269.81	285.11	285.13
	2	147.7	147.7	213.48	436.17	444.81	444.83
Curved Strut-Cylindrical Cross-Section	1.5	71.922	71.925	106.6	220.82	234.69	234.69
	2	122.52	122.53	177.56	366.37	374.36	374.37

Second, the inclination angle was changed by keeping the strut thickness constant at 1.5 mm and the modal analysis results are listed in Table 7. Here, the reentrant lattice with wavy struts was not taken into consideration because the angle was not one of its main parameters. When the effects of changing inclination angles were studied, from Table 7, it was seen that the structures with the higher inclination angles have higher natural frequencies. From the results, it can be seen, just like the previous comparison, curved strut with square cross-section gave the highest natural frequency value while circular cross-section gave the lowest.

Table 7. Parametric Study with Changing Inclination Angle.

Strut Type	Angle (Degrees)	Natural Frequencies (Hz)					
		Square Cross-Section	70	76.428	76.429	104.06	251.41
	60	63.773	63.774	81.493	215.85	215.85	240.43
Cylindrical Cross-Section	70	62.866	64.247	86.707	209.31	212.25	214.36
	60	51.559	51.559	66.104	178.92	178.93	197.84
Curved Strut-Square Cross-Section	70	88.668	88.669	130.98	269.81	285.11	285.13
	60	80.595	80.598	113.32	258.61	261.58	261.59
Curved Strut-Cylindrical Cross-Section	70	71.922	71.925	106.6	220.82	234.69	234.69
	60	65.283	65.287	92.07	211.79	215.45	215.47

Third, the effect of changing the unit cell size was studied by keeping the angle constant at 70° and the modal analysis results are given in Table 8. It is seen from the results that the smaller unit cells resulted in the higher natural frequencies. Structures with highest and lowest natural frequency values were the same structures with the ones in the parametric study for changing the strut thickness, i.e., the curved strut with the square cross-section gave the highest natural frequency value while the wavy strut with the cylindrical cross-section gave the lowest.

Finally, the effect of changing the node geometry on the natural frequencies was studied by keeping the angle at 70°, unit cell size at 25 mm, and strut thickness at 1.5 mm, and the modal analysis results are listed in Table 9. According to the results given in Table 9, it was seen that structures with spherical nodes produced the highest natural frequency values compared with the other node geometries. Cubic and cylindrical nodes, on the other, had similar results but had different effects depending on the strut geometry of the structure. For example, for the structures with the straight struts and square cross-section, the cylindrical node had a decreasing effect on natural frequency values compared to the other node shapes, while it was opposite for structures with the wavy struts and cylindrical cross-section.

Table 8. Parametric Study with Unit Cell Size.

Strut Type	Unit Cell Size (mm)	Natural Frequencies (Hz)					
		Square Cross-Section	25	76.428	76.429	104.06	251.41
	20	132.98	132.99	178.85	419.52	419.53	441.45
Cylindrical Cross-Section	25	62.866	64.247	86.707	209.31	212.25	214.36
	20	108.85	108.86	146.39	349.31	349.33	367.29
Wavy Strut-Square Cross-Section	25	76.295	76.296	101.16	251.5	251.51	265.83
	20	132.21	132.21	173.4	417.49	417.51	450.38
Wavy Strut-Cylindrical Cross-Section	25	61.634	61.637	81.974	207.61	207.62	218.24
	20	108.31	108.31	142	348.33	348.36	375.55
Curved Strut-Square Cross-Section	25	88.668	88.669	130.98	269.81	285.11	285.13
	20	155.38	155.39	226.73	465.91	482.47	482.51
Curved Strut-Cylindrical Cross-Section	25	71.922	71.925	106.6	220.82	234.69	234.69
	20	127.55	127.55	186.41	386.87	401.31	401.32

Table 9. Parametric Study with Changing Node Geometry.

Strut Type	Node Type	Natural Frequencies (Hz)					
		Square Cross-Section	Spherical	76.428	76.429	104.06	251.41
	Cubic	74.835	74.838	101.36	246.67	246.68	256.33
	Cylindrical	73.116	73.119	97.704	244.32	244.34	257.49
Cylindrical Cross-Section	Spherical	62.866	64.247	86.707	209.31	212.25	214.36
	Cubic	59.826	59.829	81.129	201.26	201.26	207.84
	Cylindrical	59.008	59.011	78.705	202.24	202.25	212.98
Wavy Strut-Square Cross-Section	Spherical	76.295	76.296	101.16	251.5	251.51	265.83
	Cubic	73.386	73.389	97.259	241.41	241.42	255.94
	Cylindrical	73.716	73.719	96.11	247.91	247.91	269.79
Wavy Strut-Cylindrical Cross-Section	Spherical	61.634	61.637	81.974	207.61	207.62	218.24
	Cubic	58.675	58.677	77.896	197.21	197.22	207.64
	Cylindrical	59.194	59.195	77.124	204.31	204.31	221.61
Curved Strut-Square Cross-Section	Spherical	88.668	88.669	130.98	269.81	285.11	285.13
	Cubic	85.998	86.003	126.47	262.86	276.28	276.28
	Cylindrical	85.563	85.568	122.66	271.36	278.11	278.13
Curved Strut-Cylindrical Cross-Section	Spherical	71.922	71.925	106.6	220.82	234.69	234.69
	Cubic	68.695	68.698	101.24	211.97	224.08	224.08
	Cylindrical	69.001	69.004	98.728	222.79	228.45	228.46

5. CONCLUSIONS

In this work, the vibration isolation capabilities of auxetic lattice structures were studied using numerical modal analysis. The reentrant honeycomb lattice structure was chosen as the auxetic structure and some main parameters were defined and formulated on it to use in the parametric modeling process. Two modified reentrant honeycomb structures were also modeled in this study using the curved and wavy strut shapes. First, the modal analysis results of the developed FEA model in this study was validated by the existing data in the literature. Then, in order to compare the vibration performances, a BCC lattice structure that was studied in the literature was chosen and the auxetic lattice structures with the same density and cell sizes with this structure were modeled. As a result, it was seen that the auxetic structures generated in this study had lower natural frequencies compared with the BCC structure, which is preferred for the vibration isolation structures. In addition, they had almost the same values of natural frequencies irrespective of the node shape and strut cross-section. Then, to see the effects of geometric parameters that define the reentrant lattice structures on the natural frequency results, a parametric study was done. The parametric study results showed that that the reentrant structures with the curved strut and square cross-section had the highest natural frequency results while the reentrant structures with the wavy strut and cylindrical cross-section had the lowest natural frequency

values. Also, it was seen that higher strut thickness, inclination angle, and lower unit cell size gives higher natural frequency values. However, the effects of changing the node geometries were dependent on the strut geometries of structures. As future work, an experimental study will be done to validate the results of the FEA for these reentrant lattice structures with additively manufactured specimens.

REFERENCES

1. Rosen (2007), "Computer-Aided Design for Additive Manufacturing of Cellular Structures", *Computer-Aided Design & Applications*, Vol.4, No.5, pp 585-594.
2. Portela, Greer, Kochmann (2018), "Impact of node geometry on the effective stiffness of non-slender three-dimensional truss lattice architectures", *Extreme Mechanics Letters*, Vol.22, pp 138-148.
3. Azmi, Hasan, Ismail, Rosli, Alkahari (2018), "Static and dynamic analysis of FDM printed lattice structures for sustainable lightweight material application" *Progress in Industrial Ecology*, Vol.12, No.3, pp 247-259.
4. Javadi, Faramarzi, Farmani (2012), "Design and optimization of microstructure of auxetic materials", *Engineering Computations*, Vol.29, No.3, pp 260-276.
5. Ren, Das, Tran, Ngo, Xie (2018)," Auxetic metamaterials and structures: a review", *Smart Materials and Structures*, Vol.27.
6. S. S. Rao (2018), *Mechanical Vibrations Sixth Edition in SI Units*, Pearson Education, University of Miami.
7. Syam, Jianwei, Zhao, Maskery, Elmadih, Leach (2018), "Design and analysis of strut-based lattice structures for vibration isolation", *Precision Engineering*, Vol.52, pp 494-506.
8. Sortino, Totis, Scalzo, Vaglio (2019), "Preliminary Investigation of Static and Dynamic Properties of SLM Lattice Structures for Robotic Applications", *Mechanism Design for Robotics*, pp 260-267.
9. Yang, Harrysson, West, Cormier (2015), "Mechanical properties of 3D re-entrant honeycomb auxetic structures realized via additive manufacturing", *International Journal of Solids and Structures*, Vol.69-70, pp 475-490.
10. Sarvestani, Akbarzadeh, Mirbolghasemi, Hermenean (2018), "3D printed meta-sandwich structures: Failure mechanism, energy absorption and multi-hit capacity, *Materials and Design*", *Materials and Design*, Vol.160, pp 179-183.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

DOĞAL PARÇACIKLI SİLİNDİRİK HARP BAŞLIKLARININ PATLAMASININ SPH YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ**MODELING EXPLOSION OF NATURAL FRAGMENTATION OF THE CYLINDRICAL WARHEADS BY SPH METHOD****Recep Muhammet GÖRGÜLÜARSLAN***Dr. Öğr. Üyesi, TOBB ETÜ Makine Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0002-0550-8335***Sercan DEMİRKIRAN***Yüksek Lisans Öğrencisi, TOBB ETÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, ORCID No: 0000-0003-4625-7146***ÖZET**

Bir harp başlığı tasarımında, patlamalardan kaynaklı yüklerin dinamik ve çok kısa zamanda gerçekleşmeleri nedeniyle, basit statik yükleme koşulları ile kıyaslandıklarında, karmaşıklıkları oldukça yüksek mertebelerde olduğundan, geliştirme ve karşılaştırma testlerinin maliyeti yüz binlerce lira dolaylarında olabilmektedir.

Bu sebeple, sonlu elemanlar analizi yöntemlerinin kullanılması, maliyetin ve test sayısının azaltılması bakımından yüksek önem arz etmektedir.

Tasarım faaliyetleri esnasında yapılması zaruri olan testlerin bir diğer alternatifi de hidrokodlar olarak bilinen modern bilgisayar programları kullanılarak, harp başlıklarının simülasyonlarının gerçekleştirilmesidir.

Bu çalışmada; havacılık ve savunma sanayiinde yaygın bir şekilde kullanılan AL 6061-T6 alüminyum alaşımlı bir gövde içerisine yerleştirilmiş PBXN-109 patlayıcısı içeren, delici yüzeyi AISI 4340 çeliği olan silindirik bir geometriye sahip bir harp başlığının infilakı, modern bir hidrokod olan AUTODYN programı içerisine gömülmüş SPH yöntemiyle simüle edilmiştir. Kullanılan alüminyum alaşımlı gövdenin malzeme modelinde; hâl denklemi için şok yöntemi, dayanımı için Steinber Guinan yöntemi kullanılmıştır. Patlayıcının malzeme modelinde hâl denklem için The Jones Wilkins Lee (JWL) yöntemi kullanılmıştır. Çelik malzeme modelinde; hâl denklemi için lineer yöntem, dayanımı için yüksek sıcaklık – yüksek gerinimli durumlarda sıklıkla kullanılan Johnson – Cook yöntemi, hasar modeli için de temel gerinim (*İng.* Principal Strain) yöntemi kullanılmıştır. Silindirik harp başlığı çeyrek model kullanılarak modellenmiş ve analizler, hesaplama maliyetinin verimli bir şekilde çıkartılması için üç farklı SPH parçacık boyutlarında gerçekleştirilmiştir. Farklı parçacık boyutlarında gerçekleştirilen analizlerin sonuçları birbirleri ile karşılaştırılmıştır ve bu hesaplama için en uygun yöntem seçilmiştir.

Gerçekleştirilen simülasyonların doğrulanması için; basitleştirilmiş bir parçacık etkinliği testi deney düzeneği oluşturulmuş, dört adet harp başlığı bu deney düzeneğinde patlatılmıştır. Patlama, yüksek hızlı kamera vasıtasıyla kayıt altına alınmıştır. Yüksek hızlı kamera kayıtları incelenerek, parçacıkların hızları ve saçılım açıları çıkartılmıştır. Bu deney sonuçları ile simülasyon sonuçları karşılaştırılmış ve sonuçlar gayet tatmin edici mertebelerde birbirlerine yakınlık göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Harp Başlığı, Doğal Parçacıklanma, Parçacık Hızı, Parçacık Saçılım Açısı, Hidrokod, AUTODYN, SPH, Etkinlik Testi.

ABSTRACT

In the designing of a warhead, the loads due to explosions occur dynamically and in a very short time. These, when compared to simple static loading conditions, are extremely high in complexity hence spiking the costs of development and comparison tests up to hundreds of thousands of liras.

This fact highlights the great importance of the use of finite analysis methods to curb the costs and reduce the number of tests.

Alternatively, simulations can be conducted on the warheads using advanced modern computing programs such as hydrocodes. These simulations are extremely vital during warhead design.

In this study; a simulation is performed by the SPH method which is embedded into the AUTODYN program, a modern hydrocode. Using this method, we simulate the explosion of a warhead with a cylindrical geometry. The aforementioned subject of this simulation has a piercing surface of AISI 4340 steel, containing a PBXN-109 explosive placed in an AL 6061-T6, a widely used material in the aerospace and defense industries, aluminum alloy body.

For the material model of the aluminum alloy body; shock method is used for Equation of State (EOS) whereas Steinber Guinan method is used for its strength. The Jones Wilkins Lee (JWL) method is used for Equation of State (EOS) for the explosive material model. For the steel material model; the linear method for Equation of State (EOS), the Johnson - Cook method, which is frequently used in high temperature - high strain conditions, for its strength, and the Principal Strain method for the damage model are used.

The cylindrical warhead was modeled using the quarter model and the analyses were carried out in three different SPH particle sizes for the efficiency of the calculation costs. The results of the analyses performed in different particle sizes were then compared with each other and the most suitable method was chosen for this calculation.

To verify the simulations performed; a simplified particle activity test experiment setup was created, and four warheads were detonated within this test setup. The explosions were recorded by high speed cameras, the recordings of which were thoroughly examined to extract the speeds and the scattering angles of the fragments. The results of this experiment were later compared with the results of the priorly conducted simulations, and the results were agreed well with one another.

Keywords: Warhead, Natural Fragmentation, Fragmentation Velocity, Scattering Angle, Hydrocode, AUTODYN, SPH, Arena Test


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PROCESS PARAMETERS OF FUSED FILAMENT FABRICATION ON THE EFFICIENT ELASTIC MATERIAL PROPERTIES OF THE LATTICE STRUCTURES PRODUCED**Sati Cansin ERSOY***Graduate Student, TOBB University of Economics and Technology, Department of Mechanical Engineering,
ORCID No: 0000-0002-2207-9974***Recep Muhammet GÖRGÜLÜARSLAN***Assistant Professor, TOBB University of Economics and Technology, Department of Mechanical Engineering,
ORCID No: 0000-0002-0550-8335***ABSTRACT**

In this study, the effects of the process parameters on the effective elastic properties of the lattice structures fabricated by one of the additive manufacturing techniques called the fused filament fabrication (FFF) are investigated by conducting compression tests. For this purpose, the levels for the process parameters, which are the layer thickness, nozzle temperature, and the print speed, are determined by the Taguchi method and the other process parameters are kept constant. For the geometry of the specimens, three different lattice types are chosen, namely Simple Cubic, Face Centered Cubic and Body Centered Cubic. In the Taguchi method, which is used for generating the experimental sets, three levels are identified for each process parameter. The effects of FFF process parameters on the effective elastic properties of the lattice specimens are analyzed using ANOVA.

Keywords: Additive Manufacturing, Fused Filament Fabrication, Process Parameter, Lattice Structure, Taguchi Method.

1. INTRODUCTION

Rapid prototyping and the printing of samples without the need for a secondary process (like finishing) met the expectations in almost every field, and the addition of additive manufacturing techniques, also known as 3D printers, has become widespread. Fused Filament Fabrication (FFF), known as Additive Manufacturing methods under the Material Extrusion technique, is widely used today due to its low cost and ease of use. It is the most obvious example that anyone who wants can make their own 3D printer with the name “Do It Yourself” and the use of these printers, including academic studies [Dawoud_2016].

Considering the area of use and desired performance, the mechanical properties of the samples produced with FFF are of great importance. In the light of studies related to this, it is concluded that many defined effect parameters can be assigned to the process, machine, material and physical events [Bähr_2018]. Alafaghani et al. [Alafaghani_2017] investigated the effects of six different process parameters on the mechanical properties and dimensional accuracy of the samples. Another study, Kartal [Kartal_2017], examined the change of surface roughness with three different process parameters. Popescu et al. [Popescu_2018] made inferences by making a literature review on the most important process parameters that are thought to affect the stress, compression, bending or impact forces of the FFF samples. Chacón et al. [Chacón_2017] observed the effects of build orientation, layer thickness and feed rate on the mechanical properties of dogbone specimens by tensile and three-point-bending tests. Similarly, again, the effects of build orientation on mechanical properties in dogbone samples were determined by Zhang et al. [Zhang_2017] studied with tensile and creep tests, Melenka et al. [Melenka_2015] with tensile tests and analytical solution. Forcada et al. [Forcada_2018] investigated fatigue strength using a different geometry. Besides, Srivastava et al. [Srivastava_2018], Alafaghani et al. [Alafaghani_2018], Mahmood et al. [Mahmood_2018], Mesa et al. [Mesa_2017], Torres et al. [Torres_2015], Lee et al. [Lee_2005] performed the tensile, compression, fatigue and impact tests of the samples by changing the process parameters with the Taguchi method.

Studies in the literature are studies that examine the effects of process parameters on the production of simple geometries that are completely filled. The most important advantage of the additive manufacturing technique is that structures with complex geometry, such as lattice structures, that cannot be produced with other production techniques or that are very difficult to produce. When the studies in this field are examined in the literature, it is seen that there is only one study with the FFF technique. Dong et al. [Dong_2017] examined the effect of FFF process parameters on the compression test results of a lattice sample consisting of a combination of simple cubic and body centered cubic cells with ABS material. In the production of simple solid geometries, the geometrical defects are very small in relation to the geometry size, so the effect of the process parameters may not be obvious. As the lattice structures have micro or millimeter level geometries, the studies examining these effects should be increased since the process parameters will have visible effects on the lattice materials.

In this study, unlike the studies in the literature, the effect of the FFF method process parameters on the effective material properties of three different lattice structures produced from PLA material was investigated. Simple Cubic (SC), Body Centered Cubic (BCC) and Face Centered Cubic (FCC) are selected from these structures, which are designed to provide the expected performance while reducing their weight without sacrificing their structural integrity. While designing the experiments, Taguchi Method was used to obtain the effects of process parameters in a shorter time and with fewer experiments as a result of the researches. In this study, by applying compression test, effect rates of layer thickness, nozzle temperature, and print speed, which are selected process parameters, on compressive strength and compressive modulus were observed. ANOVA, which is also included in many studies [Abbott_2017] [Bayraktar_2016] [Lee_2005], has been used to compare the effects of the obtained data on the efficient elastic material property.

2. MATERIALS and METHODS

In this section, features of materials and devices used, the geometry of samples, details of process parameters and experimental design are included.

2.1. Properties of Materials and Devices

In this study, PLA + (Polylactic Acid) blue filament produced by ESUN company was used. A1 Pro Smart 3D Printer of ArtıBoyut was used for three-dimensional printing. Instron universal testing system in the Mechanical Engineering Materials Test Laboratory of TOBB University of Economics and Technology was used for compression testing.

2.2. Geometry of Lattice Samples

While selecting the lattice structure types created for the experiment, they are considered to be lattice structures consisting of struts (rod elements) with different angles. The Simple Cubic (SC), shown in Figure 1(a), consists of struts on the cell surfaces with an angle of 0° and 90° in the XY plane. The Body Centered Cubic (BCC), shown in Figure 1(b), consists of struts located between the cell corner points and the cell center, at an angle of 35.26° relative to the XY plane. The Face Centered Cubic (FCC), shown in Figure 1(c), consists of struts located between the corner points on the cell surfaces and the surface centers and at an angle of 45° relative to the XY plane. These lattice structures, each consisting of 9 unit cells, are shown in Figure 1.

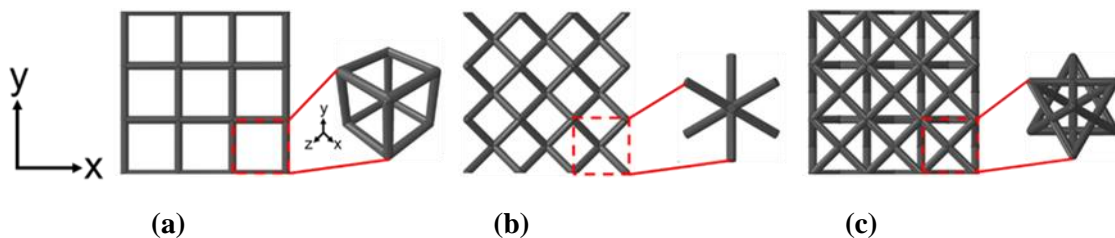


Figure 1. CAD Drawings of Specimens a.) SC b.) BCC c.) FCC

Each lattice sample geometry is designed to have dimensions of 30 x 30 x 30 *mm* and three lattice cells in each direction. Struts diameters were taken as 1.5 *mm*. The drawings and converting to STL format were carried out using the ABAQUS program.

2.3. Process Parameters

Considering the previous studies, it was determined that the most effective process parameters on the mechanical properties of the samples produced with the FFF technique are layer thickness, nozzle temperature and print speed. Therefore, these three parameters were selected to be examined in this study. Other parameters are kept constant as given in Table 1.

Table 1. Fixed Process Parameters

	Parameter	Comments
I.	Model Material	PLA +
II.	Support Material	Not Used
III.	Build Plate Adhesion	Raft
IV.	Print Bed Temperature	60 °C
V.	Fan Speed	% 100
VI.	Orientation	Symmetric about Z-axis
VII.	Retraction Speed	40 mm/s
VIII.	Z Hop Height	1 mm

2.4. Design of Experiments

One of the most frequently used experimental design methods is the Taguchi Method when looking at the studies on FFF. Taguchi's techniques are based on reducing variability in responses compared to traditional Design of Experiment techniques based on average responses and specifications [Srivastava_2018]. Taguchi's method involves the use of the Orthogonal Array (OA), which selects the control level combination of the parameter for each experiment [Mahmood_2018]. The Orthogonal Array (OA) is applied here to give unique combinations between parameters and levels to minimize the number of experiments when researching the entire parameter area [Dong_2017].

In this study, the experimental design created by the Taguchi Method and levels of parameters used are given in Table 2.

Table 2. Process Parameters Levels

Process Parameters	Unit	Levels
Layer Thickness (LT)	<i>mm</i>	0.1 / 0.2 / 0.3
Nozzle Temperature (NT)	°C	205 / 215 / 225
Print Speed (PS)	<i>mm/s</i>	40 / 50 / 60

The experimental design was created from three parameters and three levels of them and arranged by selecting L9 Taguchi Orthogonal Array. (Shown in Table 3.)

Table 3. Design of Experiments (DOE)

TAGUCHI L9 ORTHOGONAL ARRAY			
	LAYER THICKNESS (<i>mm</i>)	NOZZLE TEMPERATURE (^o C)	PRINT SPEED (<i>mm/s</i>)
T1	0.1	205	40
T2	0.1	215	50
T3	0.1	225	60
T4	0.2	205	50
T5	0.2	215	60
T6	0.2	225	40
T7	0.3	205	60
T8	0.3	215	40
T9	0.3	225	50

Apart from the samples shown here, a set of parameter values called "Default", which has the median levels of all parameters, has been added to the experimental design. Default sample properties are given in Table 4.

Table 4. Default Specimen Process Parameter Values

Specimen	Layer Thickness	Nozzle Temperature	Print Speed
Default	0.2 <i>mm</i>	215 ^o C	50 <i>mm/s</i>

2.5. ANOVA Analysis

After the compression test experiments were done, ANOVA analysis was performed with the compressive moduli and compressive strengths along with the calculation of the data obtained and Signal to Noise data were examined. Analysis of Signal-to-Noise (S/N) ratios are used to create optimum process parameters and the relative percent contribution of the factors is estimated using ANOVA [Srivastava _2018].

The S / N ratio refers to the S signal factor and N stands for the noise factor. The signal factor refers to the real value received from the system, and the noise factor refers to the factors that cannot be added to the test design but affect the test result. Noise sources are all variables that cause the performance characteristics to be obtained to deviate from the target value. Thus, the smaller the N value expressing the noise factors in the S / N ratio, the closer the desired target value is. So, the goal here is to maximize the S / N ratio [Turgut_2011].

The quality characteristic is divided into three different categories. These are: Smaller is Better, Larger is Better, and Nominal is Best. The quality characteristic used in this study has been determined as "Larger is Better". The larger the compressive moduli, the better the sample's performance. To calculate the S / N ratio;

$$\frac{S}{N} = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \tag{1}$$

the equation is used. Here, y denotes the performance characteristic value and n denotes the number of y values. Using Eq. (1), the order of importance of the factors can be determined with the help of ANOVA, with its greatest best characteristic.

2.6. Production of Samples

In order to print the lattice samples given in Figure 1 with the process parameter sets given in Table 3 and Table 4, CURA (the slicing program) was used while transferring CAD drawing files with “.stl.” extension to the printer. To make it easier to stick to the printer table and to prevent bending, the rafts added to the bottom of the lattice samples were removed from the samples before they were subjected to the compression test. Photographs of samples produced with different process parameter values (Default parameters and Taguchi L9 Series 1-9) for SC cell type are given in Figure 2. Productions were also made for BCC and FCC cell types.

2.7. Calculations of Compressive Moduli and Compressive Strengths with Compression Test

Compression tests were carried out after printing of all samples. ASTM-D1621 guidelines were followed for compression test application and calculation of results. The compressive strength and compressive moduli of the samples were calculated according to the two different deformation-load graphic shapes shown in Figure

3, using the compression load and deformation data taken from the compression test machine and the formulas in the ASTM-D1621.

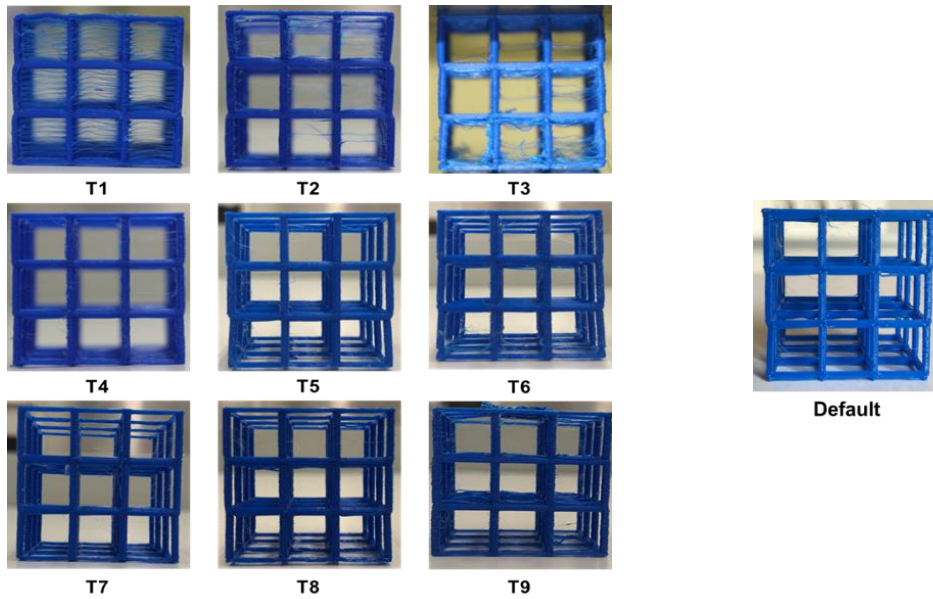


Figure 2. Front View of Simple Cubic Specimens

As shown in Figure 3, the compressive strength was calculated by following the slope of the line representing the elastic region on the graph drawn with the data received from the compression test device. The O point obtained by the projection of the elastic region on the x-axis (displacement) is referred to as the "Zero Deformation" point. The point at a distance from the point O that corresponds to % 10 deformation (3 mm for the samples in this study) is called the point M. The loading point obtained when a vertical line is drawn from this point M is called the point P. If yield has occurred before point P, compressive strength is calculated by measuring the load at the point where yield has occurred (point L) and dividing it into the initial cross-sectional area (Figure 3(a)). If no yield has occurred before point P, compressive strength is calculated by measuring the load at point P and dividing it into the initial cross-sectional area (Figure 3(b)).

The compressive modulus calculations are calculated according to the following formula over the points taken from the elastic region;

$$E_c = WH/AD \tag{2}$$

Here, W represents the applied load, H represents the initial height of the sample, A represents the initial cross-sectional area of the sample, and D represents the deformation.

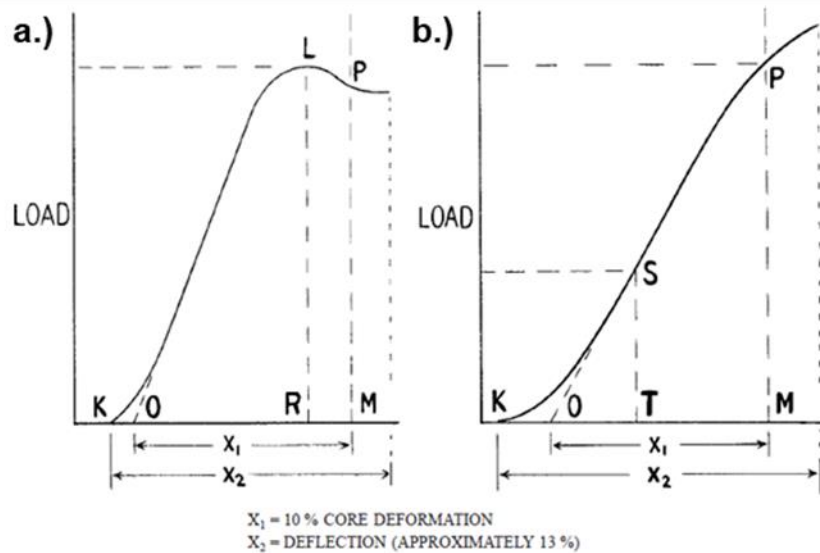


Figure 3. Compressive Strength Calculation by ASTM-D1621

3. RESULTS and DISCUSSIONS

3.1. Results of Compression Tests

Deformation-load graphs of SC, BCC and FCC samples, which are tested with default parameter values, are given in Figure 4. As can be seen from the graphs, in the deformation graphs of SC and FCC samples, yield occurred before the point P as in the compressive behavior given in Figure 3(a) in Section 3.7. On the other hand, the deformation graph of the BCC sample belongs to the compressive behavior group given in Figure 3(b), which is the case where there is no yield before the P point. Since the same behaviors were obtained in all Taguchi series, these graphics did not need to be displayed.

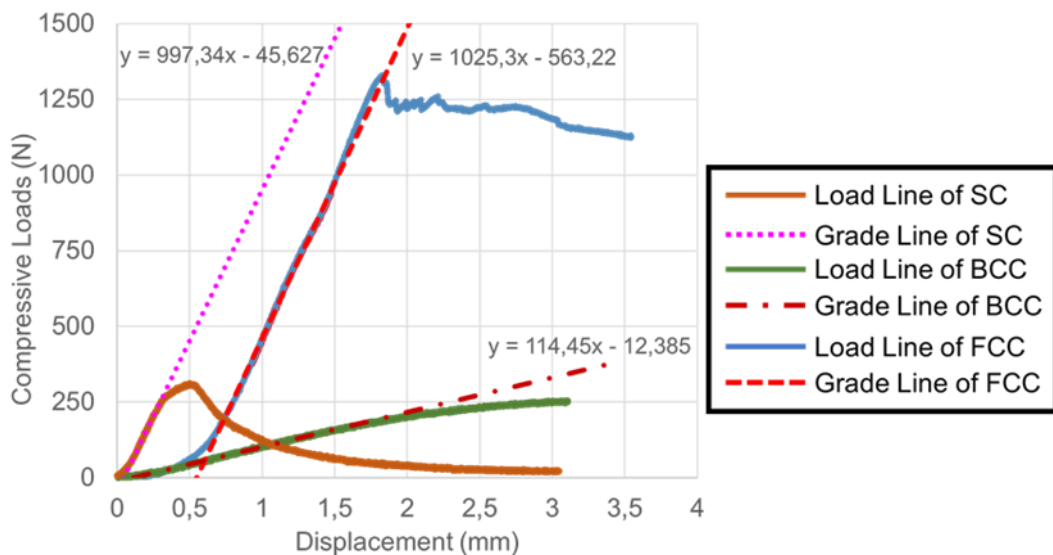


Figure 4. Compressive Test Results for Default Parameters of SC & BCC & FCC

Compressive moduli calculated by taking three points on the line representing the elastic region from the graphics obtained for all Taguchi series and default parameter values are shown in Figure 5, Figure 6 and Figure 7. Compressive strengths are given in Figure 8, Figure 9 and Figure 10.

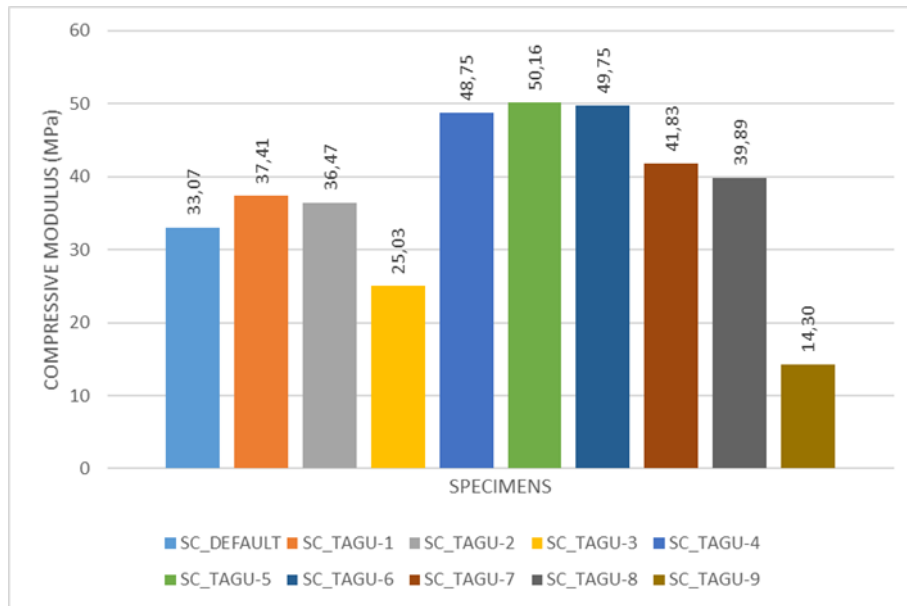


Figure 5. Compressive Modulus of SC Specimens

According to the calculations for the compressive modulus of SC samples, the best result is T5 (LT = 0.2 mm NT = 215 °C PS = 60 mm/s), while the worst result is T9 (LT = 0.3 mm NT = 225 °C PS = 50 mm/s). (See also in Figure 5)

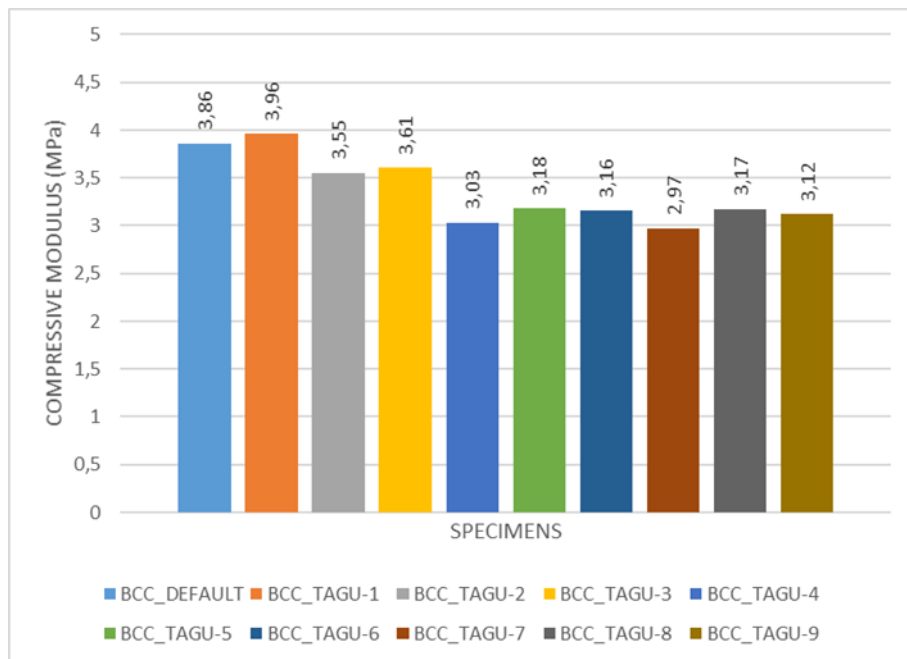


Figure 6. Compressive Modulus of BCC Specimens

According to the calculations for the compressive modulus of BCC samples, the best result is T1 (LT = 0.1 mm NT = 205 °C PS = 40 mm/s), while the worst result is T7 (LT = 0.3 mm NT = 205 °C PS = 60 mm/s). (See also in Figure 6)

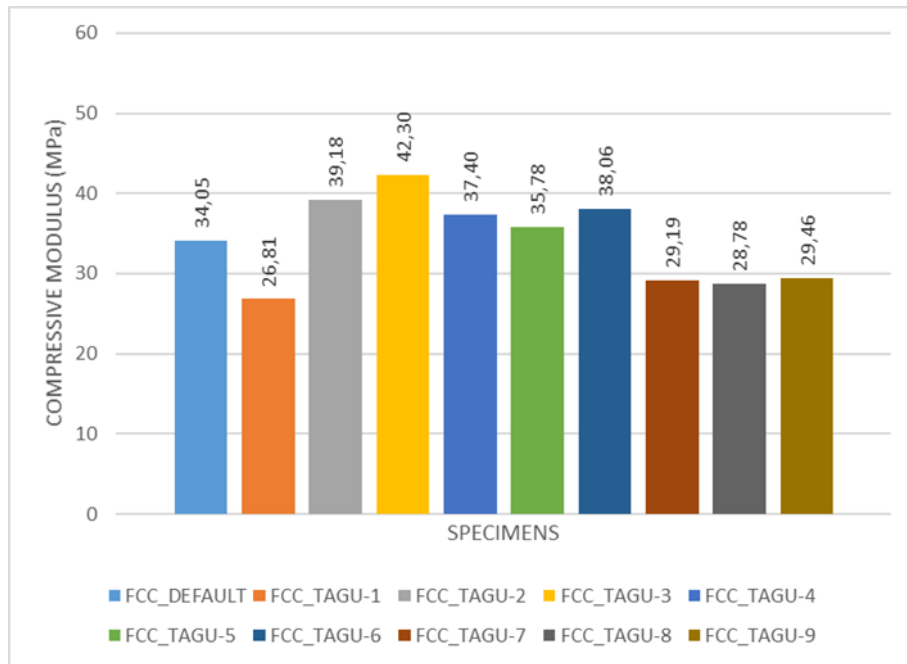


Figure 7. Compressive Modulus of FCC Specimens

According to the calculations for the compressive modulus of FCC samples, the best result is T3 (LT = 0.1 mm NT = 225 °C PS = 60 mm/s), while the worst result is T1 (LT = 0.1 mm NT = 205 °C PS = 40 mm/s). (See also in Figure 7)

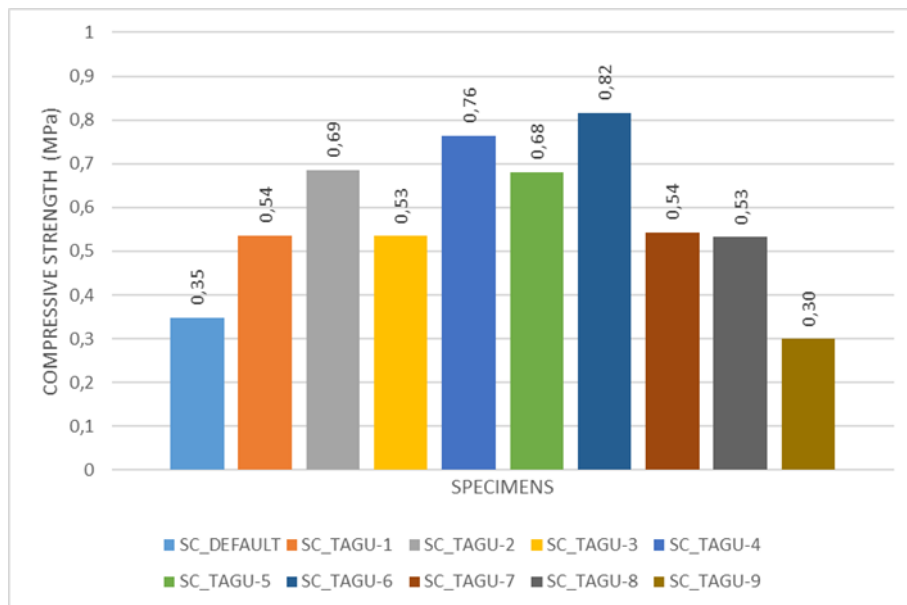


Figure 8. Compressive Strength of SC Specimens

According to the calculations for the compressive strength of SC samples, the best result is T6 (LT = 0.2 mm NT = 225 °C PS = 40 mm/s), while the worst result is T9 (LT = 0.3 mm NT = 225 °C PS = 50 mm/s). (See also in Figure 8)

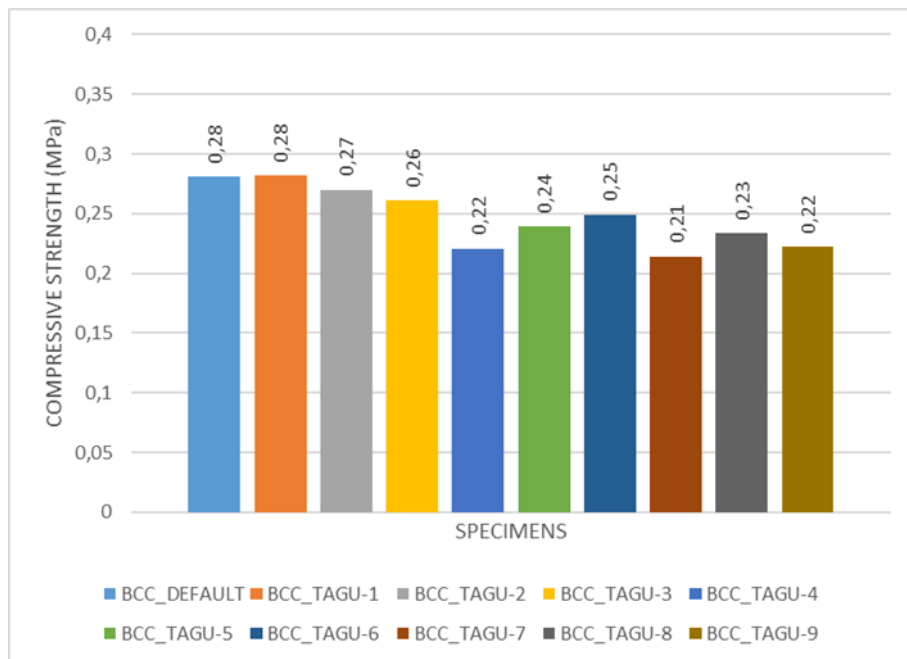


Figure 9. Compressive Strength of BCC Specimens

According to the calculations for the compressive strength of BCC samples, the best result is T1 (LT = 0.1 mm NT = 205 °C PS = 40 mm/s) with a slight difference, while the worst result is T7 (LT = 0.3 mm NT = 205 °C PS = 60 mm/s). (See also in Figure 9)

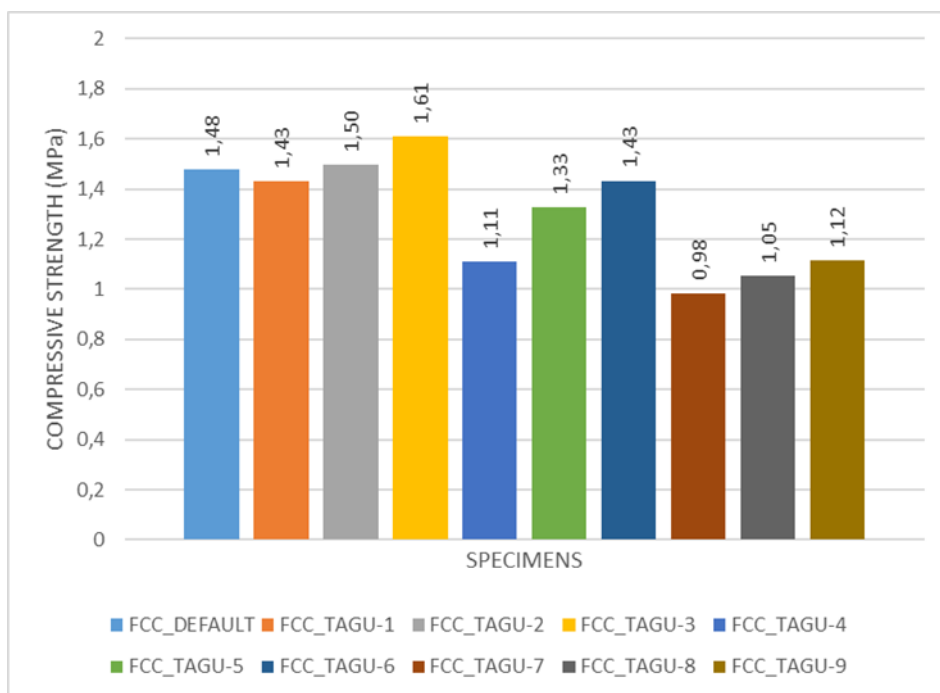


Figure 10. Compressive Strength of FCC Specimens

According to the calculations for the compressive strength of FCC samples, the best result is T3 (LT = 0.1 mm NT = 225 °C PS = 60 mm/s), while the worst result is T7 (LT = 0.3 mm NT = 205 °C PS = 60 mm/s). (See also in Figure 10)

3.2. S/N Ratio and ANOVA Results

Analysis of S/N ratios was carried out to determine the optimum combination of obtained compressive modulus and compressive strength results and process parameters (layer thickness, nozzle temperature and printing speed). The results of SC in Table 5, BCC in Table 6 and FCC in Table 7 are given, respectively. The visualized versions of these tables are available in the form of SC in Figure 11, BCC in Figure 12, and FCC in Figure 13.

Table 5. S/N Responses Table for SC Compressive Modulus

FDM Parameters	Level 1	Level 2	Level 3	Rank
Layer Thickness	30.22	33.90	29.19	1
Nozzle Temperature	32.55	32.42	28.34	2
Print Speed	32.47	29.37	31.47	3

Table 6. S/N Responses Table for BCC Compressive Modulus

FDM Parameters	Level 1	Level 2	Level 3	Rank
Layer Thickness	11.37	9.89	9.79	1
Nozzle Temperature	10.35	10.36	10.34	3
Print Speed	10.66	10.18	10.22	2

Table 7. S/N Responses Table for FCC Compressive Modulus

FDM Parameters	Level 1	Level 2	Level 3	Rank
Layer Thickness	30.98	31.38	29.29	1
Nozzle Temperature	29.78	30.71	31.17	2
Print Speed	29.79	30.90	30.97	3

Looking at Table 5 and Table 7, the compressive modulus values of samples with SC and FCC geometries are most sensitive to the layer thickness than the process parameters. This is followed by the nozzle temperature followed by printing speed. As can be seen from Table 6, the layer thickness is the most sensitive parameter for the compressive modulus values of the samples with BCC geometry, followed by the nozzle temperature after the printing speed. The aggregate representation of the situation described is available in Table 8.

The compressive strength has the same sensitivity in the same geometries as the compressive moduli. The compressive strength values of samples with SC and FCC geometries are most sensitive to layer thickness, then to nozzle temperature, and the final printing speed. For compressive strength values of samples with HMK geometry, layer thickness, printing speed and nozzle temperature are monitored. This situation is summarized in Table 8.

Table 8. Severity Rating for Compressive Moduli and Compressive Strength of Lattice Structures

	Layer Thickness	Nozzle Temperature	Print Speed
SC	1	2	3
BCC	1	3	2
FCC	1	2	3

In the light of the data obtained, as can be seen in Figure 11, when the SC samples are viewed on an individual basis, the layer thickness of 0.2 mm indicates that it has a higher compressive modulus value. Likewise, having a nozzle temperature of 205 °C and a print speed of 40 mm/s also ensures that the compressive modulus value is higher individually.

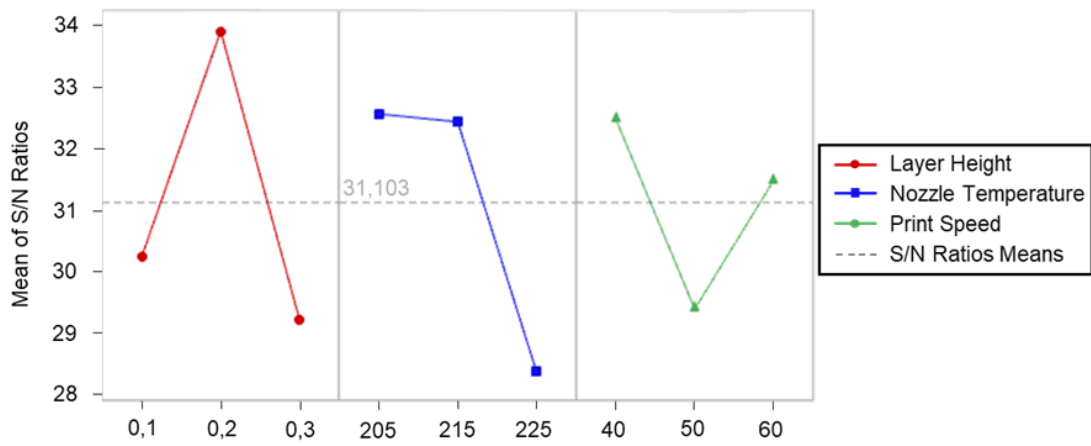


Figure 11. Main Effects Plot for S/N Ratios of SC Geometry

Considering Figure 12, where the S/N ratio graph of BCC samples is given, the layer thickness is 0.1 mm, the nozzle temperature is 215 °C and the print speed is 40 mm/s, allowing the compressive modulus value to be high individually.

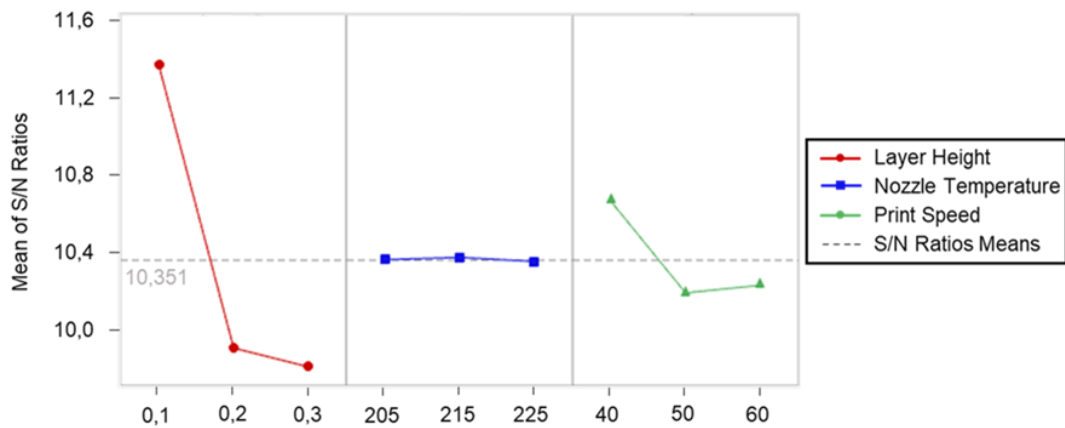


Figure 12. Main Effects Plot for S/N Ratios of BCC Geometry

As given in Figure 13, for the FCC samples, the compressive modulus is higher when the layer thickness is 0.2 mm, the nozzle temperature is 225 °C and the print speed is 60 mm/s.

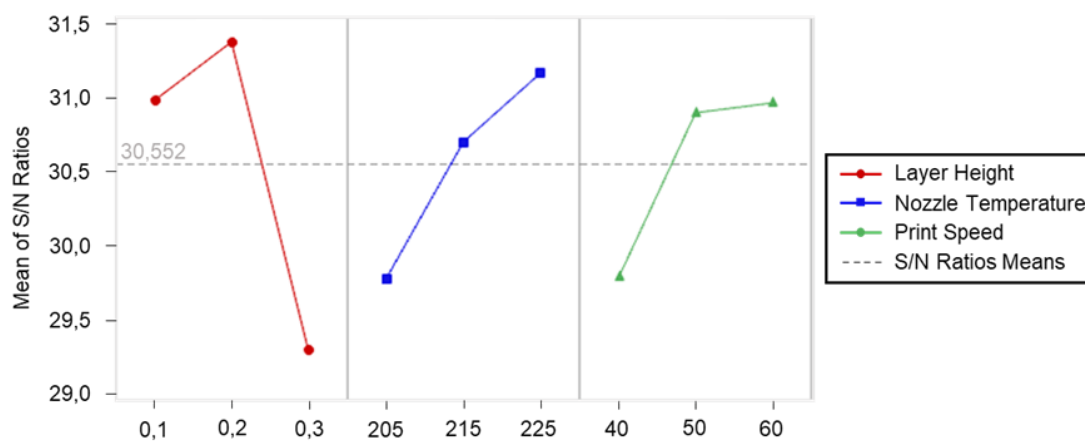


Figure 13. Main Effects Plot for S/N Ratios of FCC Geometry

4. CONCLUSION

In this study, unlike the studies generally found in the literature for the simple filling geometries, the effects of process parameters on three different lattice structures types were investigated. Choosing the Taguchi method for the design of experiments significantly reduced the number of experiments to be made, while also providing unique combinations between parameters and levels. After the printing process of the samples, the results of the compression tests were calculated, and interpreted using the compressive loads-displacement graphs in accordance with the ASTM-1621 directive. Accordingly, the most influencing parameter on the compressive modulus and compressive strength of SC, BCC and FCC lattice structures is determined as the layer thickness. For the SC and FCC lattice types, this is followed by the nozzle temperature and print speed, while for the BCC lattice, this sequence is in the form of the print speed and nozzle temperature.

In future studies, the experiments will be repeated to include the statistical analysis. The accuracy of the data will be confirmed by repeating the experiment set 2 more times (3 times in total). In addition, the whole set of experiments will be carried out by taking 1 mm instead of 1.5 mm of struts diameter. Experimental results will be examined by the help of ANOVA and the process parameter values that will give optimum results will be determined.

REFERENCES

1. Dawood, M. ; Taha, I. and Ebeid S.J. (2016), "Mechanical Behaviour of ABS: An Experimental Study Using FDM and Injection Molding Techniques", *Journal of Manufacturing Processes*, Vol.21, pp 39-45
2. Bähr, F. and Westkämper, E., (2018), "Correlations between Influencing Parameters and Quality Properties of Component Produced by Fused Deposition Modeling", *51st CIRP Conference on Manufacturing Systems*, CIRP 72, pp 1214-1219
3. Alafaghani, A. ; Quattawi, A. ; Alrawi B. and Guzman A. (2017), "Experimental Optimization of Fused Deposition Modelling Processing Parameters: a Design-for-Manufacturing Approach", *45th SME North American Manufacturing Research Conference, NAMRC 45*, pp 791-803
4. Kartal, F., (2017), "Taguchi Metodolojisi ile Eriyik Yığıma Modelleme Süreci Parametrelerinin Optimizasyonu", *International Journal Of 3D Printing Technologies And Digital Industry* 1-1, pp 49-56
5. Popescu, D. ; Zapciu A. ; Amza, C. ; Baciu, F. and Marinescu, R. (2018), "FDM Process Parameters Influence over The Mechanical Properties of Polymer Specimens: A Review", *Polymer Testing* 69, pp 157-166
6. Chacón, J.M. ; Caminero M.A. ; García-Plaza, E. and Núñez, P.J. (2017), "Additive Manufacturing of PLA Structures Using Fused Deposition Modelling: Effect of Process Parameters on Mechanical Properties and Their Optimal Selection", *Materials and Design*, Vol.124, pp 143-157
7. Zhang, H. ; Cai L. ; Golub, M. ; Zhang, Y. ; Yang, X. ; Schlarman, K. and Zhang, J. (2017), "Tensile, Creep, and Fatigue Behaviors of 3D-Printed Acrylonitrile Butadiene Styrene", *Journal of Materials Engineering and Performance*, Vol.27, pp 57-62
8. Melenka, G.W. and Schofield, J.S. (2015), "Evaluation of Dimensional Accuracy and Material Properties of The MakerBot 3D Desktop Printer", *Rapid Prototyping Journal*, Vol.21, Issue: 5, pp 618-627
9. Forcada, J.M.P. ; Alsina, A. ; Martín, A.G.S ; Gras, G.G. and Pérez, M.A. (2018), "Flexural Fatigue Properties of Polycarbonate Fused-Deposition Modelling Specimens", *Materials and Design*, Vol.155, pp 414-421
10. Srivastava, M. and Rathee, S. (2018), "Optimization of FDM Process Parameters by Taguchi Method for Imparting Customized Properties to Components", *Virtual and Physical Prototyping*, Vol.13, Issue: 3, pp 414-421
11. Alafaghani, A. and Quattawi, A. (2018), "Investigating The Effect of Fused Deposition Modeling Processing Parameters Using Taguchi Design of Experiment Method", *Journal of Manufacturing Processes*, Vol.36, pp 164-174

12. Mahmood, S. ; Qureshi, A.J. and Talamona, D. (2018), "Taguchi Based Process Optimization for Dimension and Tolerance Control for Fused Deposition Modelling", Additive Manufacturing, Vol.21, pp 183-190
13. Mesa, R.J. ; Rodriguez, J.A.T. ; Fuentes, J.L. ; Gras, G.G. and Puig, D. (2017), "Fatigue Lifespan Study of PLA Parts Obtained by Additive Manufacturing", Procedia Manufacturing, Vol.13, pp 872-879
14. Torres, J. ; Coteló, J. ; Karl, J. and Gordon, A.P. (2015), "Mechanical Property Optimization of FDM PLA in Shear with Multiple Objectives", The Journal of The Minerals, Metals & Materials Society, Vol.67, No: 5
15. Lee, B.H. ; Abdullah, J. and Khan, Z.A. (2005), "Optimization of Rapid Prototyping Parameters for Production of Flexible ABS Object", Journal of Materials Processing Technology, Vol.169, pp 54-61
16. Dong, G. ; Wijaya, G. ; Tang, Y. and Zhao, Y.F. (2018), "Optimizing Process Parameters of Fused Deposition Modeling by Taguchi Method for The Fabrication of Lattice Structures", Additive Manufacturing, Vol.19, pp 62-72
17. Abbott, A.C. ; Tandon, G.P. ; Bradford, R.L. ; Koerner, H. and Baur, J.W. (2018), "Process-Structure-Property Effects on ABS Bond Strength in Fused Filament Fabrication", Additive Manufacturing, Vol.19, pp 29-38
18. Bayraktar, Ö. ; Uzun, G. ; Çakiroğlu, R. and Guldaz, A. (2016), "Experimental Study on the 3D-Printed Plastic Parts and Predicting The Mechanical Properties Using Artificial Neural Networks", Polymers for Advanced Technologies, Vol.15
19. Turgut, E. and Dikici, A. (2011), "Eğ Eksenli Bir Isı Değiştiricisinin Tasarım Parametrelerinin Taguchi Metodu ile Optimizasyonu", 6th International Advanced Technologies Symposium, LATS' 11


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

DESIGN OF A MECHANICAL SCISSOR LIFT FOR A COACH MODEL**Erol GÜLTEKİN***Assist. Prof. Dr., University of Turkish Aeronautical Association, Department of Mechanical Engineering, Ankara
<https://orcid.org/0000-0001-6114-7362>***Tahsin Berk TORUN***Senior Student, University of Turkish Aeronautical Association, Department of Mechanical Engineering, Ankara
ORCID ID: 0000-0002-3096-4172***Mustafa Buğra BARUTÇU***Senior Student, University of Turkish Aeronautical Association, Department of Mechanical Engineering, Ankara
ORCID ID: 0000-0002-6351-0775***ABSTRACT**

The states and local municipalities encourage public transportation in cities because of environmental emissions. According to Republic of Turkey Ministry of Transport and Infrastructure, highway transportation keeps passenger transportation importance with nearly 89% in the years 2014-2018 in Turkey. Values of Turkish Statistical Institute show that 6538 new registration is made for buses and coaches in 2018. Demands increase on transportation to be more comfortable, punctual, safely and that promote developing of transportation market on highways. On the other hand, old age population, chronic health problems, traffic and occupational accidents, congenital disorders etc. could increase wheelchair usage in societies. On the point of requests, manufacturers take care passenger expectations on bus and coach market as being the widest transportation way daily.

In this study, the capacity of a disabled wheelchair was observed that in any bus that is one and it is intended to design an elevator to be positioned inside a double-decker bus in order to solve this problem and improve the solution with cooperation of MAN Türkiye Inc. on the support of senior project of TÜBİTAK. In this direction, mechanical screw scissors lift was designed and adapted to Neoplan Skyliner coach model. Design of the elevator, material selection of the system was completed with respect to standards of international homologation. The system was loaded with 300 kg on finite element model on a software, and kinematic behavior was observed in SOLIDWORKS. Link angle was 2.84° with the highest load, 73.104 kN, in closed position of the system, while that was 43.27° with the force 5.077 kN in open position to be overcome by the motor to move plate along 1756 mm in 10 seconds. A displacement model was created in MATLAB to take demanded motion intervals.

Keywords: Screw Scissors Lift, Material Selection, Homologation Standards, Kinematic Analysis of Elevator, Coach Model.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAĞI İLE BİRLEŞTİRİLMİŞ AA 6082-T6/AA 2024-T351 ALÜMİNYUM ALAŞIM ÇİFTİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**Dr. Öğr. Üyesi Sertan OZAN***Yozgat Bozok Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0003-1932-8308***ÖZET**

Bu çalışmada, AA 6082-T6/AA 2024-T351 alüminyum alaşım çifti sürtünme karıştırma kaynak yöntemi kullanılarak birleştirilmiş olup kaynaklı bağlantıların mekanik özellikleri (çekme dayanımı, süneklik ve tokluk) incelenmiştir. Sürtünme karıştırma kaynağı sırasında AA 2024-T351 alüminyum alaşım plakası ilerleyen tarafa, AA 6082-T6 alüminyum alaşım plakası ise geri çekilen tarafa konumlandırılmıştır. AA 6082-T6/AA 2024-T351 alüminyum alaşım çiftinin birleştirme işleminde beşgen pim profiline sahip takım kullanılmıştır. Sürtünme karıştırma kaynak işlemi esnasında kaynak hızı 50 ve 80 mm/dak, takım dönme hızı ise 400, 630 ve 800 dev/dak olarak belirlenmiştir. Kaynaklı bağlantıların çekme dayanımı değerlerinin 118-162 MPa arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek çekme dayanımı, kopma uzaması (%) ve tokluk değerine 400 dev/dak takım dönme hızında ve 80 mm/dak kaynak hızında birleştirilen kaynaklı bağlantının sahip olduğu saptanmıştır. Kaynak hızının 50 mm/dak olması durumunda takım dönme hızının 400 dev/dak değerinden 800 dev/dak değerine artırılması kaynaklı bağlantıların çekme dayanımı, kopma uzaması ve tokluk değerlerinde belirgin bir artışın olmasını sağlamamıştır. Kaynak ilerleme hızının 80 mm/dak olması durumunda ise takım dönme hızının 400 dev/dak değerinden 630 ve 800 dev/dak değerine yükseltilmesi kaynaklı bağlantıların çekme dayanımı, kopma uzaması (%) ve tokluk değerlerinin azalmasına sebep olmuştur. Karıştırma bölgesi, termo-mekanik olarak etkilenmiş bölge ve ısı tesiri altındaki bölgeyi içine alacak şekilde kaynak dikişinin mikro-sertlik profili çıkarılmış olup kaynak proses parametrelerinin kaynaklı bağlantıların mikro-sertlik profili üzerinde değişimlerin meydana gelmesine sebep olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürtünme Karıştırma Kaynağı, AA 2024-T351 Alüminyum Alaşımı, AA 6082-T6 Alüminyum Alaşımı, Mekanik Özellikler, Mikro-Sertlik Profili

ABSTRACT

In this study, AA 6082-T6/AA 2024-T351 aluminum alloy couples were joined using friction stir welding method and the mechanical properties (tensile strength, ductility and toughness) of the welded joints were investigated. During friction stir welding process, AA 2024-T351 aluminum alloy plate was positioned on the advancing side, and AA 6082-T6 aluminum alloy plate was positioned on the retreating side. A tool with a pentagonal pin profile was used in the joining process of the AA 6082-T6/AA 2024-T351 aluminum alloy couples. During the friction stir welding process, the welding speed was 50 and 80 mm/min, and the tool rotational speed was 400, 630 and 800 rpm. It was revealed that the tensile strength values of welded joints were measured to range between 118-162 MPa. It was revealed that the welded joint, joined with the process parameters of 400 rpm tool rotational speed and 80 mm/min welding speed, exhibited the highest tensile strength, elongation at rupture (%) and toughness. When the welding speed was adjusted to be 50 mm/min, increasing the tool rotational speed from 400 to 800 rpm did not lead to a significant increase in the tensile strength, elongation at rupture (%) and toughness of the welded joints. However, in case the welding speed was 80 mm/min, increasing the tool rotational speed from 400 rpm to 630 and 800 rpm caused the tensile strength, elongation at rupture (%) and toughness of the welded joints to get worsen. The micro-hardness profile of the welding seam, consisted of stir zone, thermo-mechanically affected zone and heat-affected zone, was obtained; it was revealed that the welding process parameters were found to cause changes on the micro-hardness profile of the welded joints.

Keywords: Friction Stir Welding, AA 2024-T351 Aluminum Alloy, AA 6082-T6 Aluminum Alloy, Mechanical Properties, Micro-Hardness Profile

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

LATTICE DYNAMIC PROPERTIES OF MgVCu and MgVCr HALF-HEUSLER COMPOUNDS**Selgin AL***Department of Environmental Protection Technologies, Vocational School, Izmir Democracy University, 35140, Izmir, Turkey.
<http://orcid.org/0000-0003-2496-1300>***ABSTRACT**

Metal hydrides are proven to be superior solid state hydrogen storage materials due to their high hydrogen storage capacity, low price, safety and availability. Moreover, magnesium is abundant in Earth's surface composition (~2.5%), non-toxic, safe (compared to alkaline metals which undergo violent reactions under oxidising conditions) and its production industry is well established. Thus, magnesium based materials are under intense investigation for hydrogen storage applications. Physical properties of potential solid state hydrogen materials are crucial to be investigated to find better hydrogen storage materials. In this sense, by applying first principle calculations within the density functional theory (DFT), the structural and electronic properties of ternary half-Heusler MgVCu and MgVCr compounds have been investigated within the generalized gradient approximation (GGA) for hydrogen storage. The atomic structures in the compounds are fully relaxed and the optimized lattice constant (a_0), bulk modulus (B) and the elastic constants (C_{ij}) are obtained. The mechanical stability of compounds have been evaluated by using elastic constants. The analysis revealed that both MgVCu and MgVCr compounds are mechanically unstable. Moreover, the electronic band structures of compounds have been computed and evaluated.

Keywords: Lattice constants, ab-initio calculations, mechanical stability, electronic properties.

1. INTRODUCTION

Magnesium hydrides have been taking great attention for solid state hydrogen storage owing to their high volumetric and gravimetric hydrogen density (H_2 content in MgH_2 is 7.6 wt. %) and its light weight especially for portable applications [1, 2]. Metal hydrides are formed by elements such Mg, Ti, V and La due to having reversible hydration reaction, safety and high hydrogen content [3]. However, these materials tend to be stable and requires heating to release hydrogen. Therefore, recent research has focused on formation of binary or ternary alloys for solid state hydrogen storage at room temperature.

Mg alloys such as MgH_2 , $Mg(NH_2)_2$ were tested due to the fact that Mg is cheap and abundant [4-6]. These alloys showed slow kinetics, thermodynamic instability and a strong bonding between Mg and H [7]. $MgTiX$ ($X=Ni$ and Si) is also considered, however, dehydrogenation of these materials were found to be low for practical applications [8]. Ti-V-Cr, Mg-Ni-V, Mg-Co-V, Mg-Cu-V alloys were under investigation for hydrogen storage using synthesising techniques such as high energy ball milling [3, 9]. Alloying method can reduce the thermodynamic stability and improve the kinetics. In this sense, by applying first principle calculations within the density functional theory (DFT), the structural and electronic properties of ternary half-Heusler MgVCu and MgVCr compounds have been investigated within the generalized gradient approximation (GGA) for hydrogen storage in this work.

2. METHOD OF COMPUTATION

First principle calculations were performed to reveal physical properties of MgVCu and MgVCr within the Quantum-Espresso software package [10]. Perdew-Burke-Ernzerhof, generalized gradient approximation (PBE-GGA) was utilised for the exchange correlation potential [11, 12]. A 40 Ry kinetic cut off energy was used to expand electronic wave functions in plane-wave basis. A 400 Ry cut off energy was employed for electronic charge density. The Brillouin zone was presented by a $10 \times 10 \times 10$ k-points. A Methfessel-Paxton

[13] smearing parameter with a width of $\sigma = 0.02$ Ry was used for the integration up to the Fermi surface in order to obtain a smooth density of states.

Elastic constants of materials can provide substantial information about materials stability. The stiffness of compounds against externally applied strain can be also predicted using elastic constants. Moreover, it allows one to estimate other features such as strength and melting temperature [14]. Subsequently, computation of elastic constants the relevant polycrystalline features such as Bulk modulus (B), Shear modulus (G), Young's modulus (E), anisotropy factor (A) and Poisson's ratio (σ) can be collected using the following standard relationships [15]:

$$B = \frac{C_{11} + 2C_{12}}{3} \quad (1)$$

$$G = \frac{G_V + G_R}{2}, \quad G_V = \frac{C_{11} - C_{12} + 3C_{44}}{5}, \quad G_R = \frac{5(C_{11} - C_{12})C_{44}}{3(C_{11} - C_{12}) + 4C_{44}} \quad (2)$$

$$E = \frac{9BG}{3B + G} \quad (3)$$

$$A = \frac{2C_{44}}{(C_{11} - C_{12})} \quad (4)$$

$$\sigma = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{E}{3B} \right) \quad (5)$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

MgVCu and MgVCr crystallise in C1b type structure with the space group $F\bar{4}3m$ (221). The crystal structures of materials are shown in Figure 1. The total energy is computed based on the unit cell. The obtained total energy is then matched to Murnaghan's equation of state [16] to collect lattice constants (a) in the equilibrium phase and bulk modulus (B). The obtained lattice constants, bulk modulus and elastic constants of alloys are presented in Table 1.

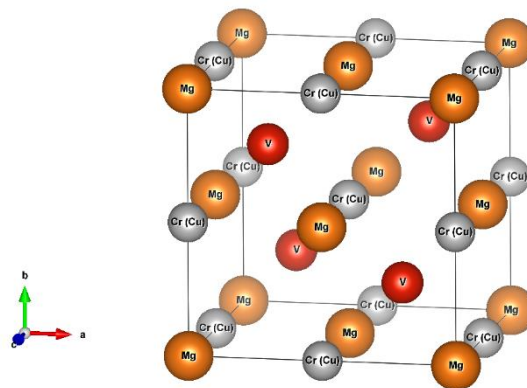


Figure 1: Crystal structures of MgVCr and MgVCu.

The elastic constants of materials help to understanding mechanical properties such as stability, anisotropic behaviour, internal forces, ductility and brittleness [17]. For a cubic system, there are three independent elastic

constants exist; C_{11} , C_{12} and C_{44} which are presented in Table 1. These constants define the mechanical stability of a material by [18];

$$(C_{11} - C_{12}) > 0, \quad C_{11} > 0, \quad C_{44} > 0, \quad (C_{11} + 2C_{12}) > 0 \tag{6}$$

Equation 1 also limits Bulk modulus as;

$$C_{12} < B < C_{11} \tag{7}$$

Table 1. The calculated lattice constants (a), Bulk modulus (B), elastic constants (C_{11} , C_{12} , C_{44}) and Cauchy Pressures (C_P) of MgVCr and MgVCu.

Materials	a	B	C_{11}	C_{12}	C_{44}	$C_{12} - C_{44} (C_P)$
MgVCr	5.949	103.57	105.69	102.50	-21.50	124
MgVCu	5.988	115.16	122.80	111.34	-19.00	130.34

As shown in Table 4 that, C_{44} values of MgVCr and MgVCu have negative values, indicating that these materials do not fulfil the well-known Born stability criteria. Thus, it can be said that these materials are mechanically unstable.

Elastic constant computation promotes understanding of fundamental, structural and mechanical properties of a material and allow one to obtain several polycrystalline elastic moduli given in Table 2.

Table 2. The calculated Bulk modulus (B), Shear modulus (G), B/G ratios, Poisson's ratios (σ) and Young's modulus (E) of MgVCr and MgVCu.

Materials	B	G	B/G	σ	E
MgVCr	103.57	-3.89	-26.62	0.609	-12.51
MgVCu	115.16	8.52	13.51	0.316	22.42

The parameter that is driven from Bulk and shear modulus is that the ratio of B/G . This ratio classifies materials as ductile or brittle based on the Pugh's criteria [19]. In the case of $B/G > 1.75$, the material has ductile nature, in other case, ($B/G < 1.75$) the material shows brittle nature. Also, Cauchy pressures are both positive. Thus, it can be predicted that MgVCr displays brittle nature whereas MgVCu seems to have a ductile nature.

Poisson's ratio (σ), gives information about material's bonding properties. As the value of σ gets higher, material will have higher plasticity [20]. If the value of σ is around 0.1, the material shows covalent characteristics, if it is around 0.25, the material shows ionic characteristic [21]. Also, it was reported that 0.5 and 0.25 are upper and lower limits for σ ratio for central force of a solid [22]. From Table 2, it is seen that both material exhibit ionic bonding characteristics.

Young Modulus (E) of a material is defined as the ratio of tensile stress to tensile strain. As E increases, the stiffness of the material increases. MgVCu is found to be the stiffest material compared to MgVCr.

The obtained electronic band structure of hydrides along with the high symmetry directions are given in Figure 2. Fermi energy level is set to 0 eV. As can be noticed from Figure 2 that conduction and valence band of materials cross each other, indicating that both materials demonstrate metallic behaviour.

The total and partial density of states of MgVCr and MgVCu are also calculated and given in Figure 3. The biggest contribution to the conduction comes from V 3d states above Fermi level.

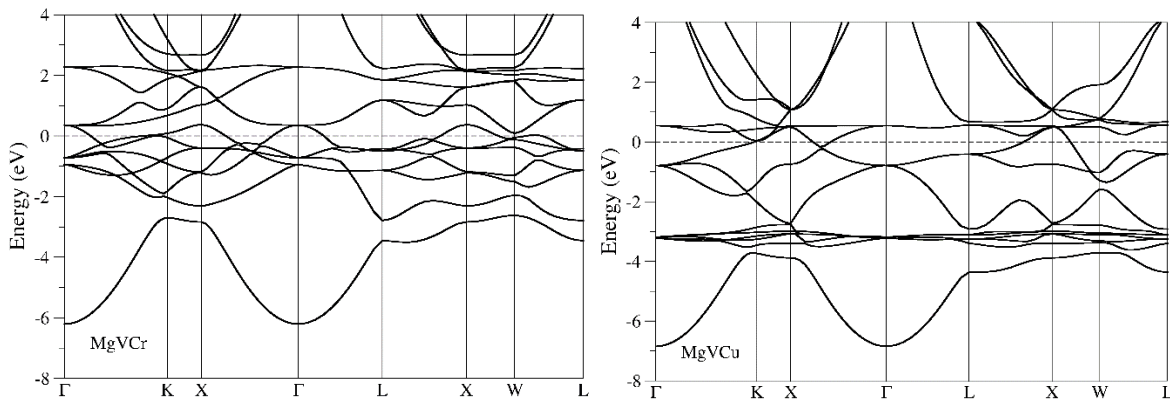


Figure 2: Electronic band structures of MgVCr and MgVCu.

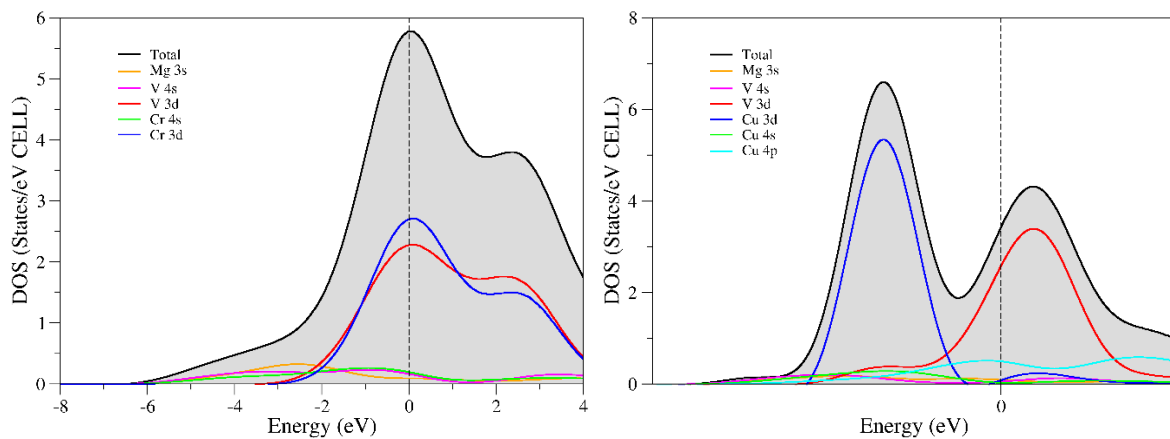


Figure 3: The total and partial density of states of MgVCr and MgVCu.

4. CONCLUSION

First principles calculations have been carried out in order to reveal structural, elastic and electronic properties of MgVCr and MgVCu. The evaluation of elastic constants of materials show that both materials are mechanically unstable. As Pugh criteria indicated that the ratio of both modulus is higher than 1.75 and Cauchy pressures are both positive, which means both materials are ductile in nature. The electronic analysis suggests that both materials are metallic. Moreover, the total and partial density of states of MgVCr and MgVCu are also calculated. The biggest contribution to the conduction comes from V 3d states above Fermi level.

References

1. Abdellaoui, M., et al., *The hydrogen storage properties of Mg-intermetallic-hydrides by ab initio calculations and kinetic Monte Carlo simulations*. International Journal of Hydrogen Energy, 2018.
2. Vegge, T., et al., *Trends in hydride formation energies for magnesium-3d transition metal alloys*. Journal of Alloys and Compounds, 2005. **386**(1): p. 1-7.
3. Fujiwara, K., et al., *New Mg–V–Cr BCC Alloys Synthesized by High-Pressure Torsion and Ball Milling*. Materials Transactions, 2018. **advpub**.
4. Andreasen, A., *Hydrogenation properties of Mg–Al alloys*. International Journal of Hydrogen Energy, 2008. **33**(24): p. 7489-7497.

5. Chanchetti, L.F., et al., *Technological forecasting of hydrogen storage materials using patent indicators*. International Journal of Hydrogen Energy, 2016. **41**(41): p. 18301-18310.
6. Barthelemy, H., M. Weber, and F. Barbier, *Hydrogen storage: Recent improvements and industrial perspectives*. International Journal of Hydrogen Energy, 2017. **42**(11): p. 7254-7262.
7. Ponthieu, M., et al., *Thermodynamics and reaction pathways of hydrogen sorption in Mg₆(Pd,TM) (TM = Ag, Cu and Ni) pseudo-binary compounds*. International Journal of Hydrogen Energy, 2014. **39**(32): p. 18291-18301.
8. Manivasagam, T.G., et al., *Synthesis and electrochemical properties of binary MgTi and ternary MgTiX (X = Ni, Si) hydrogen storage alloys*. International Journal of Hydrogen Energy, 2017. **42**(37): p. 23404-23415.
9. Kuji, T., et al., *Synthesis of nano-structured b.c.c. Mg–Tm–V (Tm=Ni, Co, Cu) alloys and their hydrogen solubility*. Journal of Alloys and Compounds, 2003. **356-357**: p. 456-460.
10. Paolo, G., et al., *Quantum Espresso: a modular and open-source software project for quantum simulations of materials*. Journal of Physics: Condensed Matter, 2009. **21**(39): p. 395502.
11. Perdew, J.P., K. Burke, and M. Ernzerhof, *Generalized Gradient Approximation Made Simple*. Physical Review Letters, 1996. **77**(18): p. 3865-3868.
12. Al, S., et al., *Computational investigations of mechanical and dynamical properties of gold-based compounds (X₃Au, X= Ti, Zr and V)*. Chinese Journal of Physics, 2018.
13. Methfessel, M. and A.T. Paxton, *High-precision sampling for Brillouin-zone integration in metals*. Physical Review B, 1989. **40**(6): p. 3616-3621.
14. Arıkan, N., et al., *A first-principle study of Os-based compounds: Electronic structure and vibrational properties*. Journal of Physics and Chemistry of Solids, 2016. **96-97**: p. 121-127.
15. Al, S., et al., *Lattice dynamic properties of Rh₂XAl (X= Fe and Y) alloys*. Physica B: Condensed Matter, 2018. **531**: p. 16-20.
16. Murnaghan, F.D., *The Compressibility of Media under Extreme Pressures*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1944. **30**(9): p. 244-247.
17. Al, S., N. Arıkan, and A. İyigör, *Investigations of Structural, Elastic, Electronic and Thermodynamic Properties of X₂TiAl Alloys: A Computational Study*. Zeitschrift für Naturforschung A, 2018. **73**(9): p. 859-867.
18. Reshak, A.H., et al., *First-Principles Calculations of Structural, Elastic, Electronic, and Optical Properties of Perovskite-type KMgH₃ Crystals: Novel Hydrogen Storage Material*. The Journal of Physical Chemistry B, 2011. **115**(12): p. 2836-2841.
19. Pugh, S.F., *XCII. Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals*. Philosophical Magazine and Journal of Science, 1954. **45**(367): p. 823-843.
20. Liu, L., et al., *First-principles investigations on structural and elastic properties of orthorhombic TiAl under pressure*. Crystals, 2017. **7**(4): p. 111.
21. Bannikov, V.V., I.R. Shein, and A.L. Ivanovskii, *Electronic structure, chemical bonding and elastic properties of the first thorium-containing nitride perovskite TaThN₃*. Physica status solidi (RRL) – Rapid Research Letters, 2007. **1**(3): p. 89-91.
22. Benlamari, S., et al., *Structural, electronic, elastic, and thermal properties of CaNiH₃ perovskite obtained from first-principles calculations*. Chinese Physics B, 2018. **27**(3): p. 037104.


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

PHASE TRANSITIONS, ELASTIC AND ELECTRONIC PROPERTIES OF Na₃AlH₆**Selgin AL***Department of Environmental Protection Technologies, Vocational School, Izmir Democracy University, 35140, Izmir, Turkey
<http://orcid.org/0000-0003-2496-1300>***Cihan KURKCU***Department of Electronics and Automation, Kirsehir Ahi Evran University, Kirsehir, Turkey, <https://orcid.org/0000-0003-3597-1950>***Cagatay YAMCICIER***Institute of Science, Gazi University, Ankara, Turkey. <https://orcid.org/0000-0003-3033-168X>***ABSTRACT**

Density functional theory is adopted to study phase transitions, structural, elastic and electronic properties of hydrogen storage Na₃AlH₆ thoroughly. SIESTA program is utilized with the generalized gradient approximation (GGA) for the exchange-correlation functional and norm-conserving Troullier-Martins pseudopotentials. The computation is carried out to reveal high pressure properties of monoclinic phase of Na₃AlH₆ with space group P2₁/c. As the pressure is increased the monoclinic phase of Na₃AlH₆ transforms into a tetragonal structure with space group P4/mnc at 30 GPa. The band structures and density of states of those two phases are also obtained and evaluated. Both P2₁/c and P4/mnc phases of Na₃AlH₆ depict semiconducting behaviors with 2.68 eV and 4.08 eV band gaps, respectively. Moreover, the elastic properties of both phases are computed in order to examine mechanical stability. Based on elastic properties of phases, it can be said that both phases of Na₃AlH₆ demonstrate mechanical stability.

Keywords: Density functional theory, elastic properties, phase transitions, hydrogen storage.

1. INTRODUCTION

The growing world population, demand for energy and concerns about environment have created the need for searching efficient and environmentally friendly energy sources. Extinction of energy sources, oil prices and increasing effect of global warming are great concerns especially for governments and scientists. Thus, there is an urgent need for investigations of cheap and effective way of exploring carbon free energy production and storage methods. Hydrogen is proposed one of the best solution of all for these purposes [1]. Hydrogen can serve as an energy carrier in stationary power plants, fuel cells and also portable appliances [2]. To use hydrogen efficiently, there are steps that should be taken into account; production, transportation, usage and storage. In terms of storage of hydrogen, most commonly used form is pressured tanks. However, this seems to be not efficient due to storage limitations. On the other hand, solid state hydrogen offers safe, cheap and high gravimetric hydrogen storage. Therefore, recent superior hydrogen storage material search has focused on these materials. Alkali and alkaline earth metal based complex aluminum hydrides (LiAlH₄, NaAlH₄, KAlH₄ etc.) have been studied intensively [3, 4]. The structure of NaMgH₃, NaMgF₃ and Na₃AlH₆ was studied using X-ray diffraction pattern by Ronnebro *et al.* [5]. The impact of titanium doping on the hydrogenation/dehydrogenation properties of Na₃AlH₆ was also investigated [6] and found that titanium decreases the dehydrogenation energy of Na₃AlH₆ substantially.

In order to understand hydrogen absorption and desorption behaviour of these materials, crystal system investigation is critical. Exploring their crystal structures using characterisation techniques such as X-ray diffraction is very difficult since these materials contain light weight elements. Therefore, it is convenient to use well established computational methods to determine their crystal structures and physical properties. Density functional theory is a well-established and proven to be useful for revealing substantial information about mechanical and electronic properties of materials. From this perspective, we adopt density functional theory to investigate phase transitions of Na₃AlH₆ under high pressure and explore its elastic and electronic properties along with mechanical stability.

2. METHOD OF COMPUTATION

All the calculations were carried out for Na_3AlH_6 within Density Functional Theory (DFT) using the Siesta program [7]. GGA-PBE exchange-correlation function was adopted to conduct calculations [8]. Troullier-Martins type norm-conserving pseudo-potentials for atoms were utilised [9]. All computations were done using double-zeta (DZ) basis sets of localized atomic orbitals. The energy mesh cut-off, which corresponds to the spacing of the real space grid used to calculate the Hartree, exchange, and correlation contribution to the total energy and Hamiltonian, was set to be 350 Rydberg (Ry). Structural optimizations were carried out by using Parrinello-Rahman technique [10] until the residual force acting on all atoms were smaller than 0.01 eV/Å and the pressure was gradually increased by 2 GPa through this technique to the system. To analyse each MD time, KPlot program was adopted and the RGS algorithm that gives detailed information about the space groups, atomic positions and lattice parameters of an analysed structure [11, 12].

3. RESULTS AND DISCUSSION

The computation is carried out to reveal high pressure properties of monoclinic phase of Na_3AlH_6 with space group $P2_1/c$. The volume change in simulation cell with pressure is given in Figure 1. The cell volume drops quickly as the pressures rises from 0 GPa to 30 GPa and a phase transformation from 0 GPa to 30 GPa is seen for $P2_1/c \rightarrow P4/mnc$. This sharp change in cell volume during transformation exhibits that the phase transition is first order.

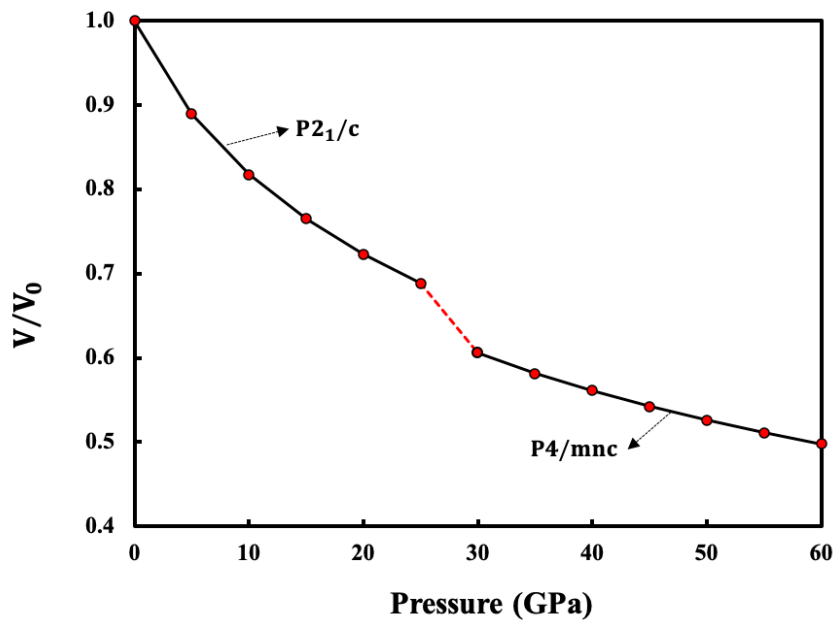


Figure 1: Volume change of Na_3AlH_6 under pressure.

The structural transformation of Na_3AlH_6 is shown in Figure 2. As can be seen from Figure 2 that monoclinic phase of Na_3AlH_6 transforms into a tetragonal structure with space group $P4/mnc$ at 30 GPa.

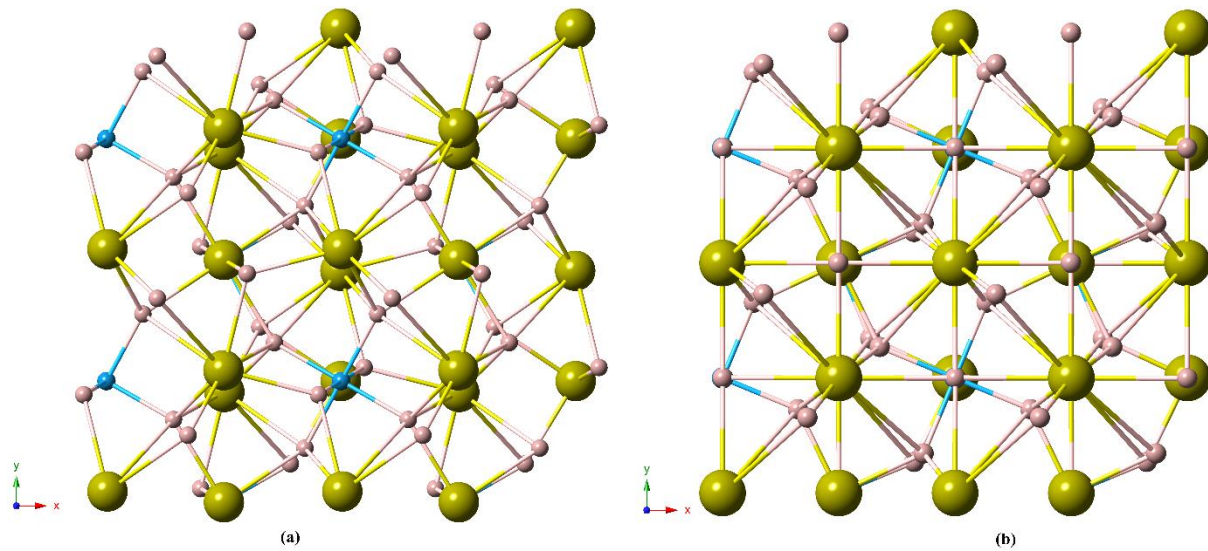


Figure 2: Crystal structures of Na_3AlH_6 : $P2_1/c$ at 0 GPa (left), $P4/mnc$ at 30 GPa (right).

Simulation conditions that used to calculate transition pressures in Figure 1 usually does not take into account limited cell volumes, defects and imperfect boundary conditions [13-17]. Thus, the energy-volume computations are carried out to determine the transitions pressures for the phases. Those energy-volume data is fitted to the third-order Birch-Murnaghan equation of state [18, 19]. The energy-volume relations of phases are depicted in Figure 3. The energy differences between phases are low and in accordance with Figure 4.

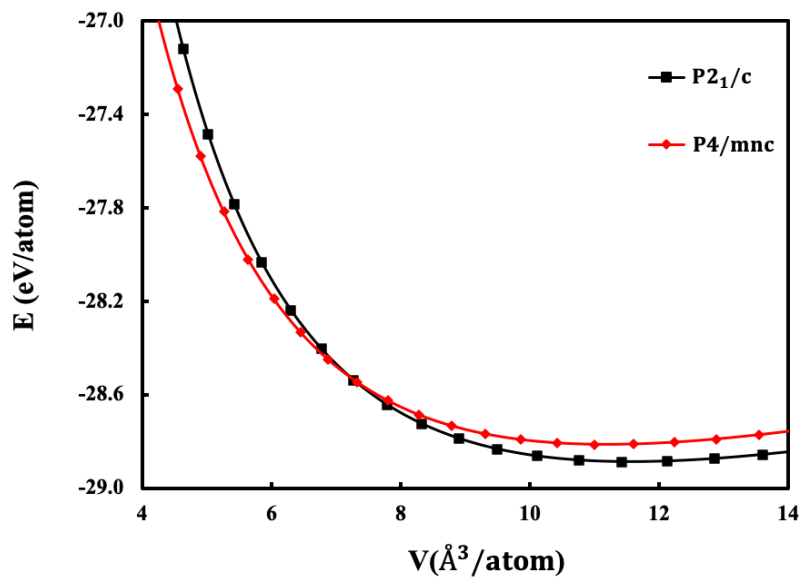


Figure 3: Energy-volume relation of Na_3AlH_6 phases.

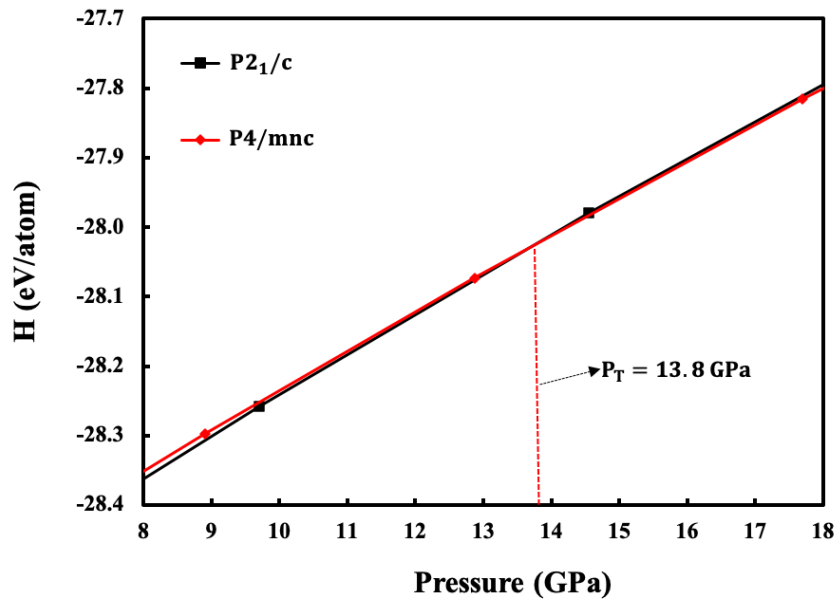


Figure 4: Enthalpy change of Na₃AlH₆ phases versus pressure.

The predicted enthalpy values of phases are exhibited in Figure 4. As Figure 4 indicates that the phases cross each other at 13.8 GPa, indicating that the phase transition from P2₁/c to P4/mnc occurs at 13.8 GPa.

The elastic constants of phase are also investigated to evaluate mechanical stability. There are thirteen independent elastic constants for a monoclinic structure. The well-known Born stability criteria for a monoclinic structure is given in ref [20]. Based on the evaluation of Born stability criteria, it can be said that P2₁/c phase of Na₃AlH₆ is mechanically stable. For a tetragonal structure, Born stability criteria is given in ref [21]. Based on the computed elastic constants in Table 1, it can be also said that P4/mnc phase of Na₃AlH₆ is mechanically stable.

Table 1. The calculated values of elastic constants (GPa) of phases of Na₃AlH₆.

Phases	C ₁₁	C ₂₂	C ₃₃	C ₄₄	C ₅₅	C ₆₆	C ₁₂	C ₁₃	C ₂₃	C ₁₅	C ₂₅	C ₃₅	C ₄₆
P2 ₁ /c	56.57	57.35	51.45	22.45	21.73	16.57	16.67	18.30	16.94	-2.00	-4.59	6.47	-2.67
P4/mnc	147.84	-	191.01	36.98	-	52.62	73.11	56.43	-	-	-	-	-

The brittleness and ductility of phases are also checked by the ratio of bulk modulus to shear modulus (*B/G*). As proposed by Pugh [22] if *B/G* is higher than 1.75, the material is ductile otherwise the material is described as brittle. As Table 2 indicates that P2₁/c phase of Na₃AlH₆ exhibits a brittle nature whereas P4/mnc phase of Na₃AlH₆ displays a ductile nature. This means that pressure increases improves ductility of Na₃AlH₆. In addition, Poisson's ratio of phases are computed which is an indication of the material's plasticity [23]. Poisson's ratio is proposed as 0.1 for covalent materials and 0.25 for ionic materials in the literature [24]. By looking at the Poisson's ratios, it can be predicted that both phases have dominant ionic bonding characteristics. Young Modulus (*E*) demonstrates that P4/mnc phase of Na₃AlH₆ is stiffer than P2₁/c phase of Na₃AlH₆.

Table 2. The calculated Bulk modulus (*B*), Shear modulus *G* (GPa), *G/B* and *B/G* ratios, Poisson's ratios (σ) and Young's modulus *E* (GPa) of phases.

Phases	<i>B</i>	<i>G</i>	<i>B/G</i>	σ	<i>E</i>
P2 ₁ /c	29.89	19.15	1.56	0.23	47.34
P4/mnc	95.20	44.27	2.15	0.30	114.99

The calculated electronic band structure of Na_3AlH_6 for $\text{P2}_1/\text{c}$ and $\text{P4}/\text{mnc}$ phases along with the high symmetry directions are given in Figure 5. Fermi energy level is set to 0 eV. As Figure 5 illustrates that both phases at 0 GPa and 30 GPa have band gaps. The band gap energy seems to increase decrease progressively as pressure increases. The band gap at 0 GPa for $\text{P2}_1/\text{c}$ phase of Na_3AlH_6 is found to be 2.68 eV whilst it is 4.08 eV for $\text{P4}/\text{mnc}$ phase of Na_3AlH_6 . Both $\text{P2}_1/\text{c}$ and $\text{P4}/\text{mnc}$ phases of Na_3AlH_6 depict semiconducting behaviors.

Figure 6 shows the energy dependence of DOS of Na_3AlH_6 for $\text{P2}_1/\text{c}$ and $\text{P4}/\text{mnc}$ phases. The valence band for $\text{P2}_1/\text{c}$ phase seems to be dominated by H-1s whilst it is dominated by Al-3p for $\text{P4}/\text{mnc}$ phase of Na_3AlH_6 .

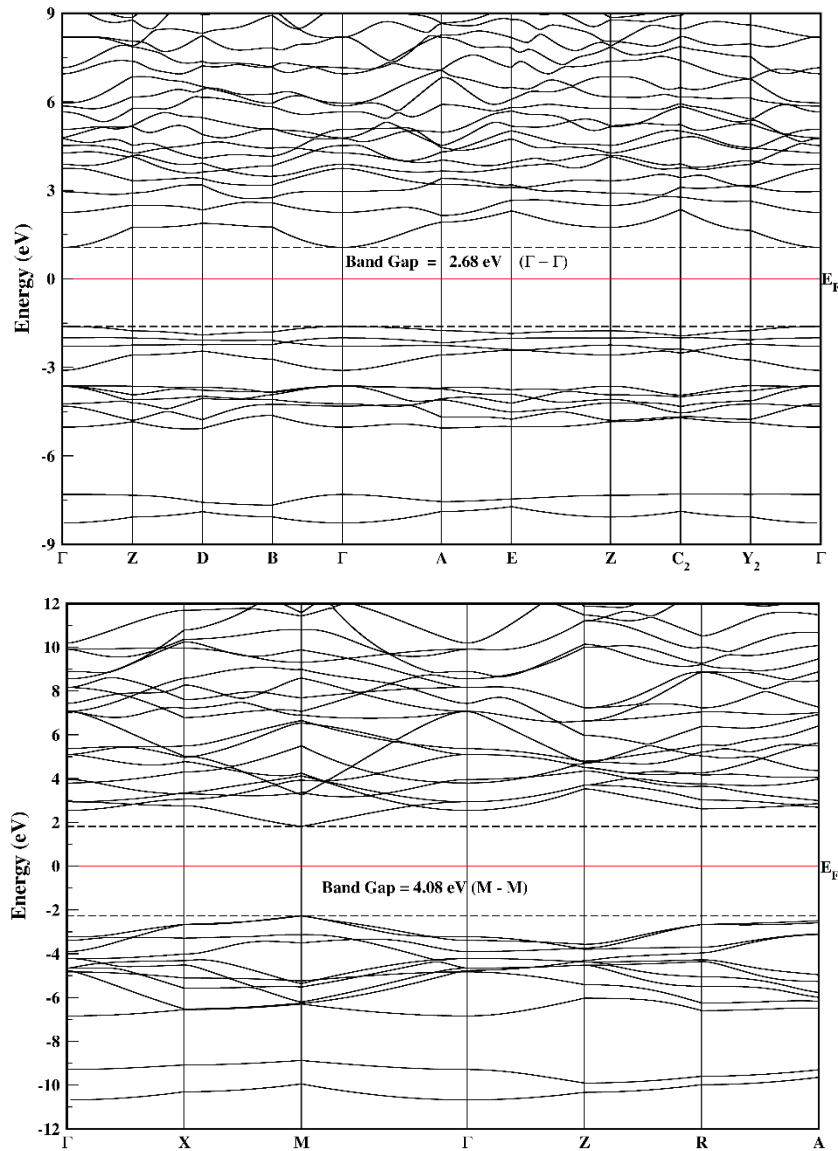


Figure 5: The calculated electronic band structures of Na_3AlH_6 at 0 GPa and at 30 GPa.

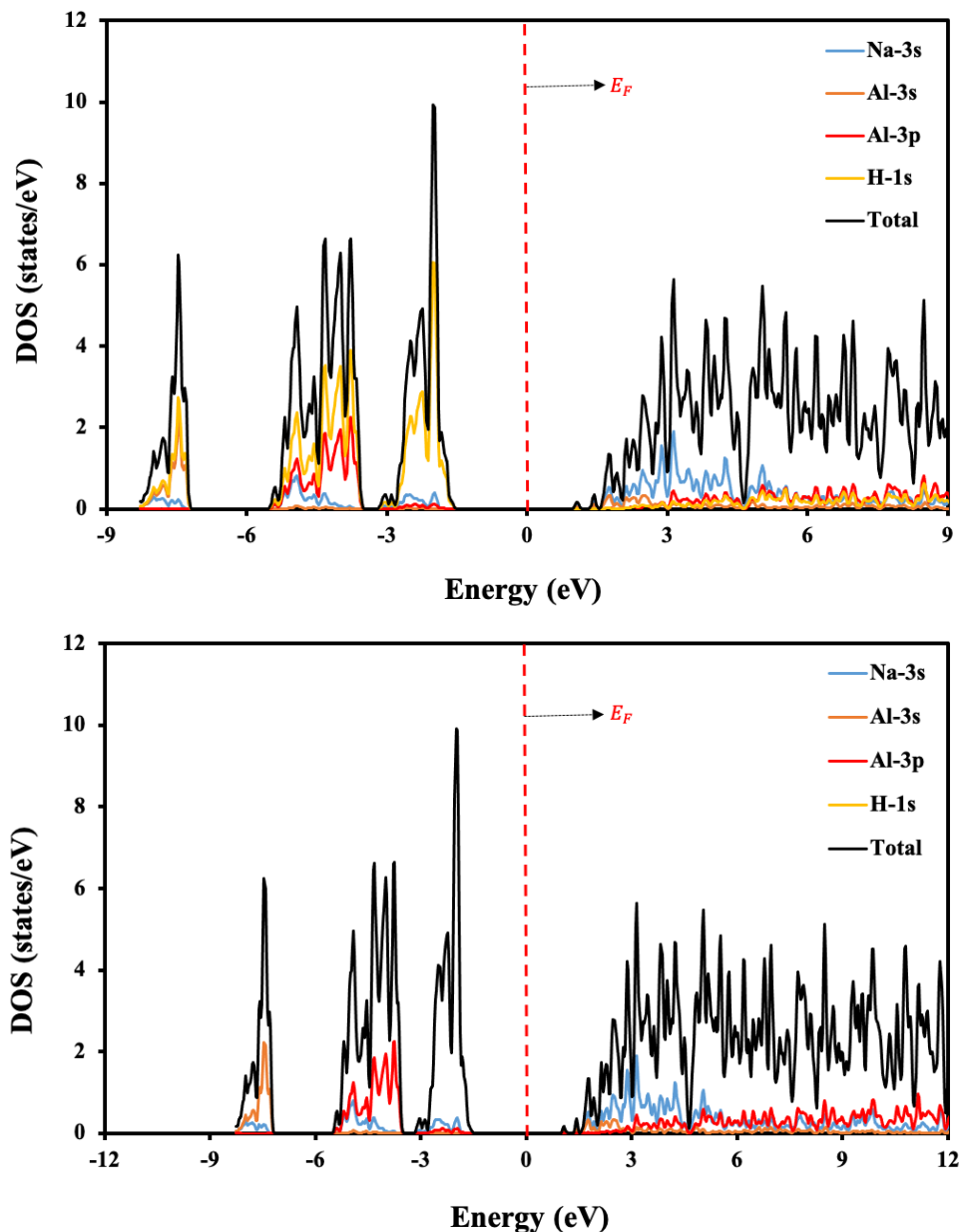


Figure 6: The partial and total DOS of Na_3AlH_6 at 0 GPa and at 30 GPa.

4. CONCLUSION

The main aim of this study is to determine phase transitions of Na_3AlH_6 and investigate for meta-stable phases and their elastic and electronic properties. There are two phases determined under pressure up to 60 GPa. The phase $\text{P2}_1/\text{c}$ at 0 GPa and $\text{P4}/\text{mnc}$ at 30 GPa are found to be mechanically stable based on the evaluations of elastic constants. Ductility and brittleness are also analyzed. At 0 GPa, $\text{P2}_1/\text{c}$ phase shows brittle nature whereas at 30 GPa, it shows ductile nature. The electronic band structure analysis illustrate that both phases have band gaps which are 2.68 eV and 4.08 eV for $\text{P2}_1/\text{c}$ and $\text{P4}/\text{mnc}$, respectively.

References

1. Rusman, N.A.A. and M. Dahari, *A review on the current progress of metal hydrides material for solid-state hydrogen storage applications*. International Journal of Hydrogen Energy, 2016. **41**(28): p. 12108-12126.
2. Dutta, S., *A review on production, storage of hydrogen and its utilization as an energy resource*. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2014. **20**(4): p. 1148-1156.

3. Lee, E.-K., Y.W. Cho, and J.K. Yoon, *Ab-initio calculations of titanium solubility in NaAlH₄ and Na₃AlH₆*. Journal of Alloys and Compounds, 2006. **416**(1): p. 245-249.
4. Vajeeston, P., et al., *First-principles investigations of aluminum hydrides: M₃AlH₆ (M= Na, K)*. Physical Review B, 2005. **71**(9): p. 092103.
5. Rönnebro, E., et al., *Investigation of the perovskite related structures of NaMgH₃, NaMgF₃ and Na₃AlH₆*. Journal of Alloys and Compounds, 2000. **299**(1): p. 101-106.
6. Yu, H.Z., J.H. Dai, and Y. Song, *Catalytic effect of Ti on dehydrogenation of Na₃AlH₆: A first principles investigation*. International Journal of Hydrogen Energy, 2015. **40**(35): p. 11478-11483.
7. Ordejón, P., E. Artacho, and J.M. Soler, *Self-consistent order-N density-functional calculations for very large systems*. Physical Review B, 1996. **53**(16): p. R10441.
8. Perdew, J.P., K. Burke, and M. Ernzerhof, *Generalized gradient approximation made simple*. Physical review letters, 1996. **77**(18): p. 3865.
9. Troullier, N. and J.L. Martins, *Efficient pseudopotentials for plane-wave calculations*. Physical Review B, 1991. **43**(3): p. 1993-2006.
10. Parrinello, M. and A. Rahman, *Crystal structure and pair potentials: A molecular-dynamics study*. Physical Review Letters, 1980. **45**(14): p. 1196.
11. Hundt, R., et al., *Determination of symmetries and idealized cell parameters for simulated structures*. Journal of Applied Crystallography, 1999. **32**(3): p. 413-416.
12. Hannemann, A., et al., *A New Algorithm for Space-Group Determination*. Journal of Applied Crystallography, 1998. **31**(6): p. 922-928.
13. Yamcicier, C., Z. Merdan, and C. Kurkcü, *Investigation of the structural and electronic properties of CdS under high pressure: an ab initio study*. Canadian Journal of Physics, 2017. **96**(2): p. 216-224.
14. Kürkcü, C., et al., *Investigation of structural and electronic properties of β -HgS: Molecular dynamics simulations*. Chinese Journal of Physics, 2018. **56**(3): p. 783-792.
15. Durandurdu, M., *Orthorhombic intermediate phases for the wurtzite-to-rocksalt phase transformation of CdSe: An ab initio constant pressure study*. Chemical Physics, 2010. **369**(2-3): p. 55-58.
16. Kürkcü, C., Z. Merdan, and H. Öztürk, *Theoretical calculations of high-pressure phases of NiF₂: An ab initio constant-pressure study*. Russian Journal of Physical Chemistry A, 2016. **90**(13): p. 2550-2555.
17. Kürkcü, C., Z. Merdan, and H. Öztürk, *Pressure-induced phase transitions and structural properties of CoF₂: An ab-initio molecular dynamics study*. Solid State Communications, 2016. **231**: p. 17-25.
18. Birch, F., *Finite elastic strain of cubic crystals*. Physical review, 1947. **71**(11): p. 809.
19. Murnaghan, F., *The compressibility of media under extreme pressures*. Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America, 1944. **30**(9): p. 244.
20. Nan-Xi, M., et al., *Mechanical and thermodynamic properties of the monoclinic and orthorhombic phases of SiC₂N₄ under high pressure from first principles*. Chinese Physics B, 2014. **23**(12): p. 127101.
21. Yang, X., et al., *Pressure Effects on Structural, Electronic, Elastic, and Optical Properties of Cubic and Tetragonal Phases of BaZrO₃*. Acta Physica Polonica, A., 2018. **133**(5).
22. Pugh, S.F., *XCII. Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals*. Philosophical Magazine and Journal of Science, 1954. **45**(367): p. 823-843.
23. Liu, L., et al., *First-principles investigations on structural and elastic properties of orthorhombic TiAl under pressure*. Crystals, 2017. **7**(4): p. 111.
24. Bannikov, V.V., I.R. Shein, and A.L. Ivanovskii, *Electronic structure, chemical bonding and elastic properties of the first thorium-containing nitride perovskite TaThN₃*. Physica status solidi (RRL) – Rapid Research Letters, 2007. **1**(3): p. 89-91.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

TiO₂ KATKILI GERİ KAZANILMIŞ KARBONLU MALZEMEDEN GÖZENEKLİ MALZEME ÜRETİMİ**PRODUCTION OF POROUS MATERIAL FROM RECYCLED CARBON MATERIAL WITH TiO₂ ADDITIVE****Şenay BALBAY***Dr. Öğr. Üyesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Atık Yönetimi Bölümü,
ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0002-0016-7973>***ÖZET**

Gözenekli malzemeler günlük hayatımızda pek çok farklı alanda önemli rol oynamaktadır. Bu alanlar; titreşim sönümlendirme, enerji yönetimi, ses yalıtımı, ısı yalıtımı, kirli havanın temizlenmesi, su arıtımıdır. Gözeneklerin özellikleri ve yapısı, gözenekli malzemelerin nasıl kullanılabilceğini belirlemektedir. Gözenekli malzemeler için temel parametreler porozite, gözenek boyutu, gözenek şekli ve spesifik yüzey alanı gibi gözeneklilikle ilgili belirteçlerdir. Gözeneklilik, malzemelerin mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğundan dolayı bu parametrelerin en önemlisidir. Gözenekli malzemelerin özellikleri büyük ölçüde gözenek morfolojisi, büyüklüğü ve dağılımına bağlıdır. Ayrıca gözenekli malzemeler spesifik yüzey alanını arttırmasına bağlı olarak fotokatalitik aktiviteyi arttırmaktadır. Çalışmanın amacı, TiO₂ ve Geri Kazanılmış Karbon (GKK) kullanılarak sol jel yöntemiyle hazırlanan aerojele farklı prosesler (dondurma, UV kürlendirme ve kalsinasyon) farklı sıralamalarla uygulanarak gözenekli malzeme üretmektir. Çalışma dört farklı aşamada yürütülmüştür. İlk olarak TEOS, TiO₂ ve GKK kullanılarak hazırlanan aerojele – 20 °C’de dondurma, UV kürlendirme ve 600 °C’de kalsinasyon prosesleri uygulanarak en uygun proses belirlenmiştir. İkinci olarak belirlenen proseste farklı GKK miktarları (1-5 g) çalışılarak en uygun GKK miktarı belirlenmiştir. Üçüncü olarak belirlenen proses ve GKK miktarında çalışılarak en uygun TiO₂ miktarı (0,5-2,0 g) belirlenmiştir. Son olarak elde edilen gözenekli malzemelerin FT-IR, SEM, BET analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak yüksek gözenekli yapıya sahip farklı alanlarda kullanılacak GKK katkı malzemeler üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gözenekli malzeme, geri kazanılmış karbon, TiO₂**ABSTRACT**

Porous materials play an important role in many different areas in our daily life. These areas are vibration damping, energy management, sound insulation, thermal insulation, cleaning of dirty air, water treatment. The properties and structure of the pores determine how porous materials can be used. The main parameters for porous materials are porosity-related markers such as porosity, pore size, pore shape and specific surface area. Porosity is the most important of these parameters because it has a significant effect on the mechanical, physical and chemical properties of materials. The properties of porous materials largely depend on the pore morphology, size and distribution. The main parameters for porous materials are porosity-related markers such as porosity, pore size, pore shape and specific surface area. Porosity is the most important of these parameters because it has a significant effect on the mechanical, physical and chemical properties of materials. The properties of porous materials largely depend on the pore morphology, size and distribution. Porous materials also increase photocatalytic activity due to increasing the specific surface area. The aim of the study is to produce porous material by applying different processes (deep-freezer, UV curing and calcination) to the aerogel prepared with the left gel method using TiO₂ and Recycled Carbon (RC). The study was carried out in four different stages. Firstly, the most suitable process was determined by applying ice cream at 20 °C, UV curing and calcination at 600 °C to the aerogel prepared using TEOS, TiO₂ and RC. Secondly, the most appropriate RC amount was determined different RC amounts (1-5 g) in the determined process. Thirdly, the

most appropriate TiO₂ amount (0.5-2.0 g) was determined by working on RC amount and the determined process. The species of obtained porous materials were carried out FT-IR, SEM, BET analyzes. As a result, materials with RC additives that can be used in different areas with high porous structure have been produced.

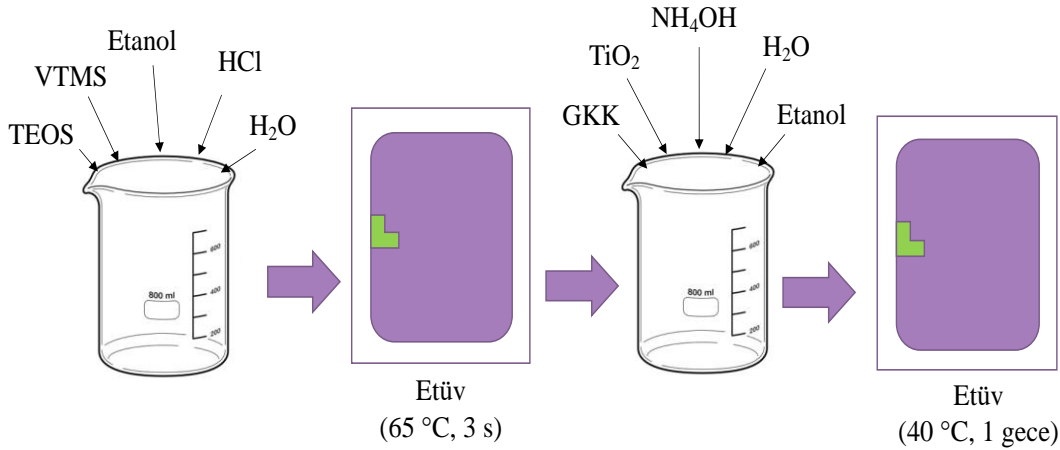
Keywords: Porous material, recycled carbon, TiO₂

1. GİRİŞ

Günlük yaşamda gözenekli malzemeler birçok farklı alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu alanlar; titreşim sönümlendirme, enerji yönetimi, ses yalıtımı, ısı yalıtımı, kirli havanın temizlenmesi ve su arıtımıdır (Huo 2011; Kalemtaş vd., 2015). Bu malzemelerin kullanım amacına göre gözeneklerin özellikleri ve yapısı belirlenmektedir. Özellikle porozite, gözenek boyutu, gözenek şekli ve spesifik yüzey alanı parametreleri gözenekliliğin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Jiang ve Shen, 2017; Nishiyabu, 2012). Malzemelerin mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde gözeneklilik önemli etkiye sahiptir. Gözenekli malzemelerin özellikleri büyük ölçüde gözenek morfolojisi, büyüklüğü ve dağılımına bağlıdır. Ayrıca gözenekli malzemeler, spesifik yüzey alanının arttırmasına bağlı olarak fotokatalitik aktiviteyi de arttırmaktadır (Surekha ve Sundararajan, 2015).

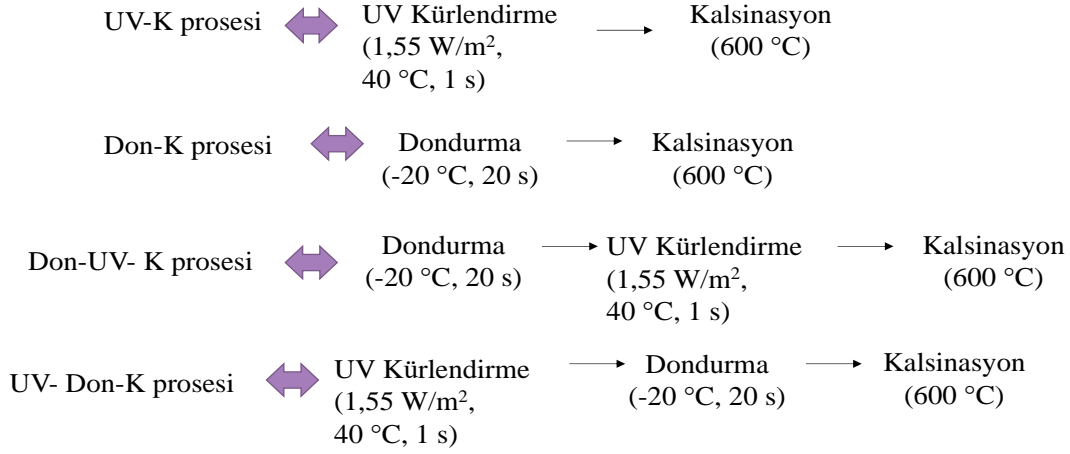
2. METOD

Sol jel yöntemiyle aerojel hazırlama çalışmalarında GKK (Geri kazanılmış karbon), VTMS (Vinil Trimetoksi Silan), TEOS (Tetra Etoksi Silan), TiO₂ (Titanyum dioksit), etanol, HCl, NH₄OH kimyasal maddeleri kullanılmıştır. İlk olarak TEOS, VTMS, etanol, HCl ve su karıştırılmıştır ve daha sonra 65 °C’de 3 s boyunca hidroliz edilmiştir. İkinci olarak karışıma GKK, TiO₂, NH₄OH, etanol eklenerek karıştırılmıştır ve 40 °C’de 1 gece yaşlandırılarak aerojel elde edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Aerojel hazırlama prosedürü

Gözenekli malzeme üretimi ise dört farklı aşamada yürütülmüştür. İlk olarak sabit miktarlarda TiO₂ ve GKK kullanılarak hazırlanan aerojelerle Dondurma (Don), UV kürlenendirme (UV) ve Kalsinasyon (K) proseslerinin farklı uygulama sırasına göre en uygun proses belirlenmiştir (Şekil 2).



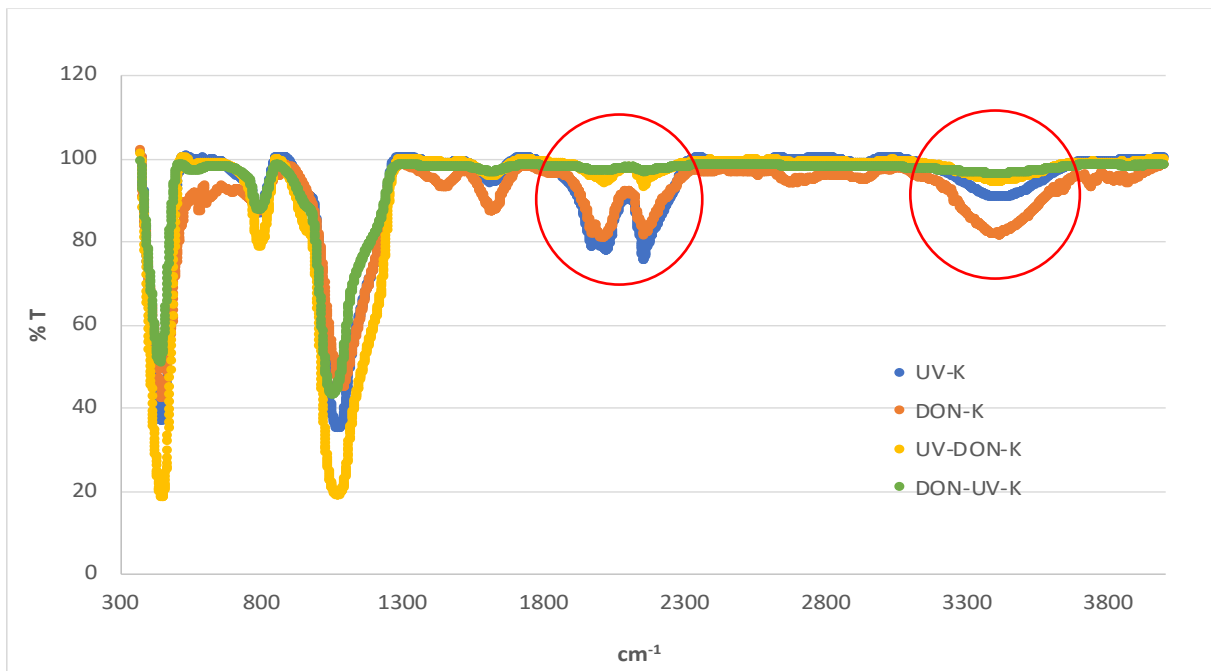
Şekil 2. Proseslerin uygulama sıralaması

İkinci olarak belirlenen proseste farklı GKK miktarları (1-3-5 g) çalışılarak en uygun GKK miktarı belirlenmiştir. Üçüncü olarak belirlenen proses ve GKK miktarında çalışılarak en uygun TiO₂ miktarı (0,5-1,0-2,0 g) belirlenmiştir. Son olarak elde edilen gözenekli malzemelerin FT-IR, SEM ve BET analizleri gerçekleştirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3.1 Uygun proses belirleme çalışması

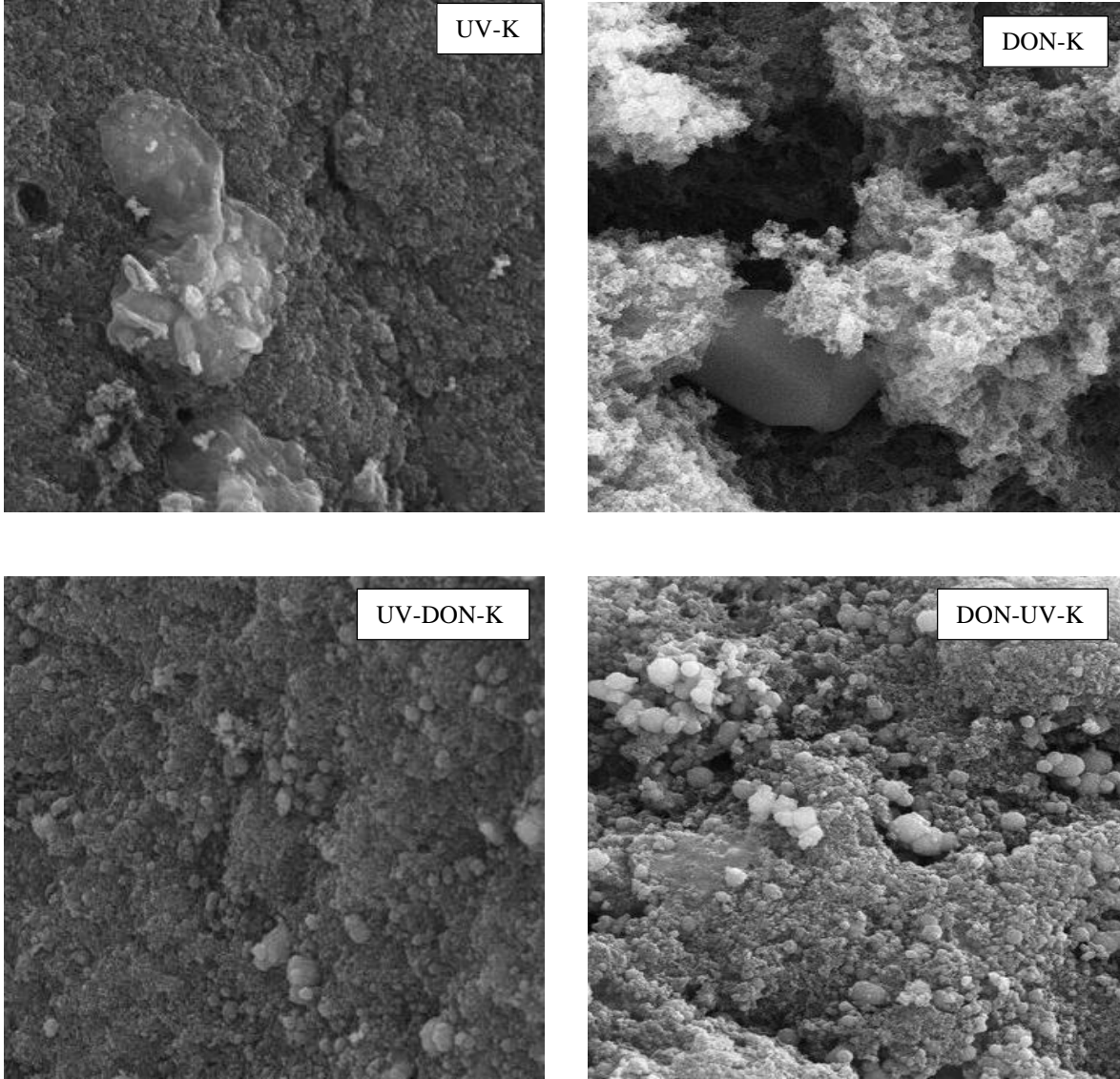
Hazırlanan aerojele dondurma (Don), UV kürlendirme (UV) ve kalsinasyon (K) proseslerinin farklı uygulama sırasına göre en uygun prosesin belirlenmesi için yapılan FT-IR spektrumları karşılaştırmasına göre N=N 2160 cm⁻¹, C=C 2000 cm⁻¹ ve O-H 3420 cm⁻¹ pikleri, diğer uygulamalara göre DON-UV-K prosesinde daha yaygın gözlenmesi kullanılan kimyasal maddeler arasında bağların oluştuğunu göstermektedir (Şekil 3). Hazırlanan malzemelerin yüzey alanlarına göre UV-K prosesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo1) ve SEM görüntülerine göre DON-UV-K prosesi sonucunda üretilen malzemeler hariç diğer proseslerde üretilen malzemelerde inorganik ve organik bileşikler arasında reaksiyonların gerçekleşmediği sonucuna ulaşılmıştır(Şekil 4). Bundan dolayı gözenekli malzeme üretmek için en uygun prosesin DON-UV-K prosesi olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. Farklı proseslerde yapılan çalışmalar sonucunda üretilen gözenekli malzemelerin FT-IR spektrumu

Tablo 1. Farklı proseslerde yapılan çalışmalar sonucunda üretilen gözenekli malzemelerin yüzey alanı ve gözeneklilik değerleri

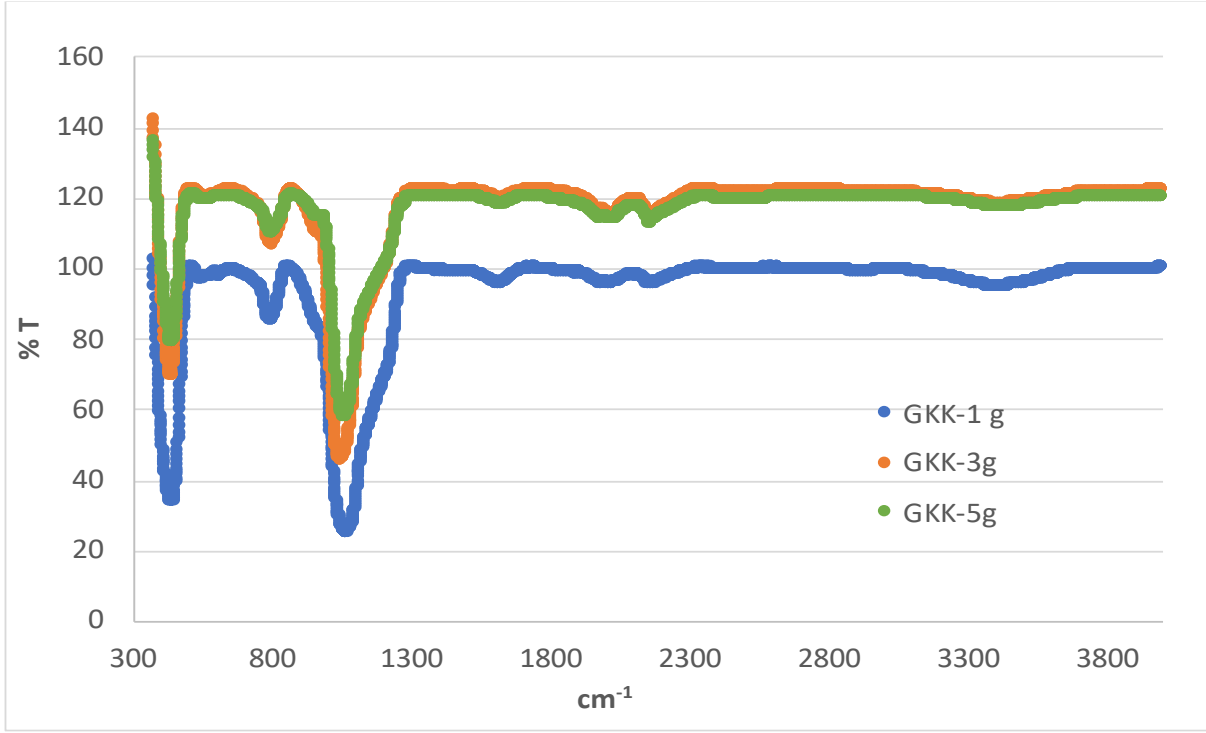
	S_{BET} (m²/g)	S_{ext} (m²/g)	S_{mic} (m²/g)	V_t (cm³/g)	V_{mic} (cm³/g)	V_{mezo} (cm³/g)	Nanotanecek boyutu (Å°)	Gözenek genişliği (Å°)
UV-K	95,59	75,49	20,09	0,23	0,008	0,222	627,70	96,07
DON-K	79,00	43,86	35,14	0,16	0,016	0,144	759,44	81,54
UV-DON-K	58,51	35,40	23,10	0,098	0,01	0,088	1025,48	67,3
DON-UV-K	59,48	33,89	25,58	0,093	0,011	0,082	1008,79	62,85



Şekil 4. Farklı proseslerde yapılan çalışmalar sonucunda üretilen gözenekli malzemelerin SEM görüntüleri (5000 X)

3.2GKK miktar belirleme çalışması

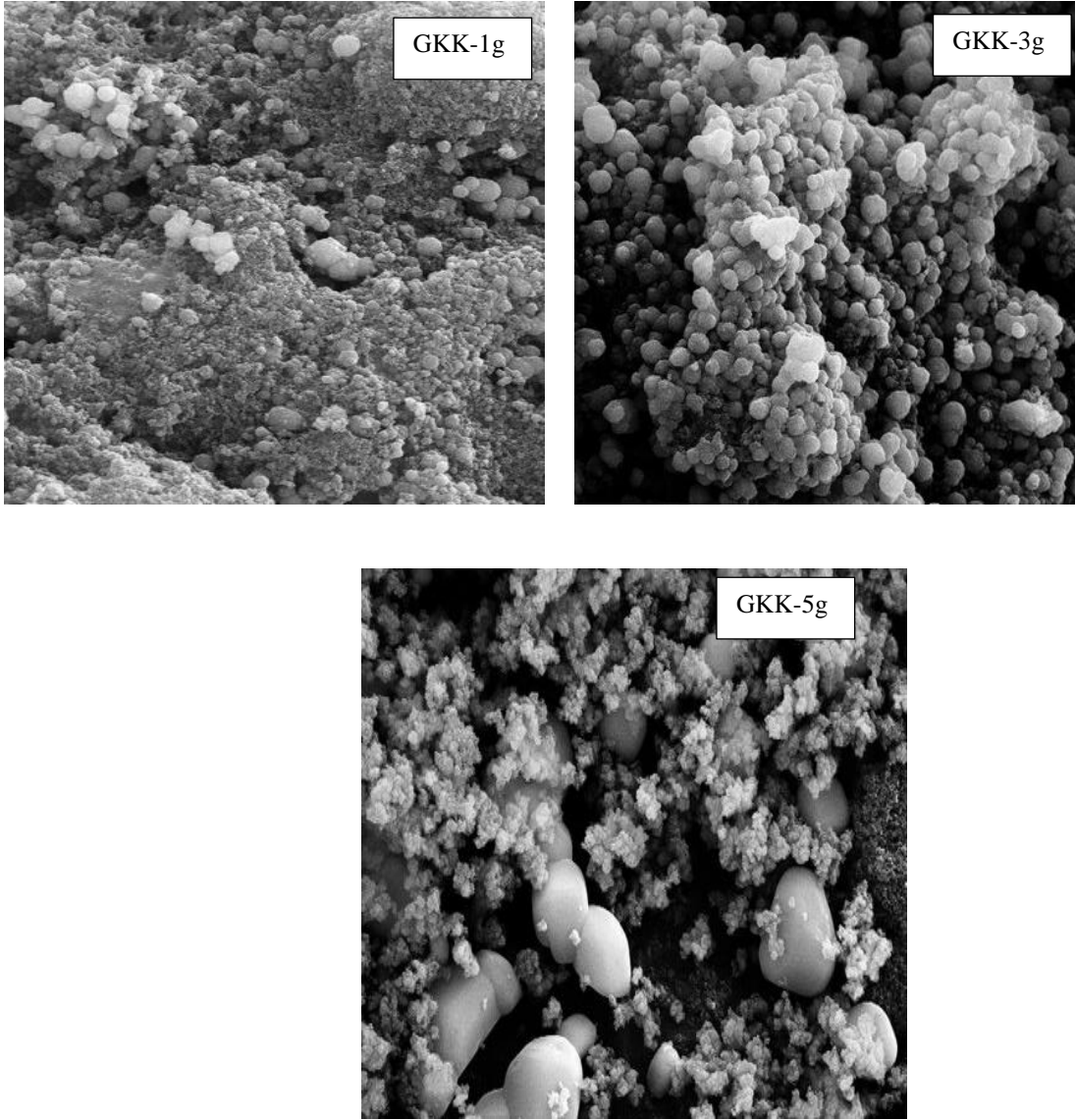
DON-UV-K prosesi uygulanarak farklı GKK miktarları (1-3-5 g) çalışması sonucunda üretilen malzemelerin FT-IR spektrumlarının aynı olduğu gözlenmiştir(Şekil 5). Bu malzemelerin yüzey alanları sonuçlarına göre GKK miktarı arttıkça yüzey alanı değeri artmıştır(Tablo 2). Ancak SEM görüntülerine göre GKK-5g malzemesinde belirlenen küp şeklinde oluşan görüntüler inorganik ve organik bileşikler arasında reaksiyonların gerçekleşmediğini göstermektedir (Şekil 6). Bundan dolayı en uygun GKK miktarının 3 g olduğu ortaya konmuştur.



Şekil 5. DON-UV-K prosesinde yapılan GKK miktar çalışmaları sonucunda üretilen gözenekli malzemelerin FT-IR spektrumu

Tablo 2. Farklı GKK miktar çalışmaları sonucunda üretilen gözenekli malzemelerin yüzey alanı ve gözeneklilik değerleri

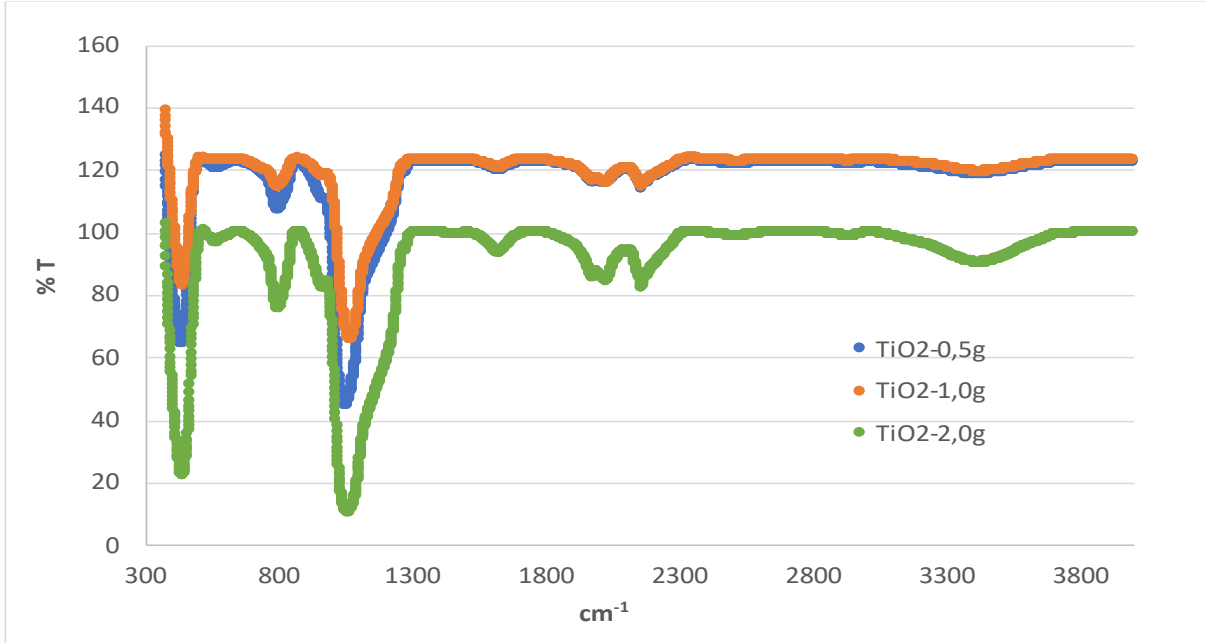
	S_{BET} (m^2/g)	S_{ext} (m^2/g)	S_{mic} (m^2/g)	V_t (cm^3/g)	V_{mic} (cm^3/g)	V_{mezo} (cm^3/g)	Nanotanecek boyutu (A°)	Gözenek genişliği (A°)
GKK-1g	59,48	33,89	25,58	0,093	0,011	0,082	1008,79	62,85
GKK-3g	145,19	93,93	51,26	0,138	0,022	0,116	413,247	38,08
GKK-5g	174,30	131,48	42,81	0,200	0,019	0,181	344,24	46,05



Şekil 6. Farklı GKK miktar çalışmaları sonucunda üretilen gözenekli malzemelerin SEM görüntüleri (5000X)

3.3TiO₂ miktar belirleme çalışması

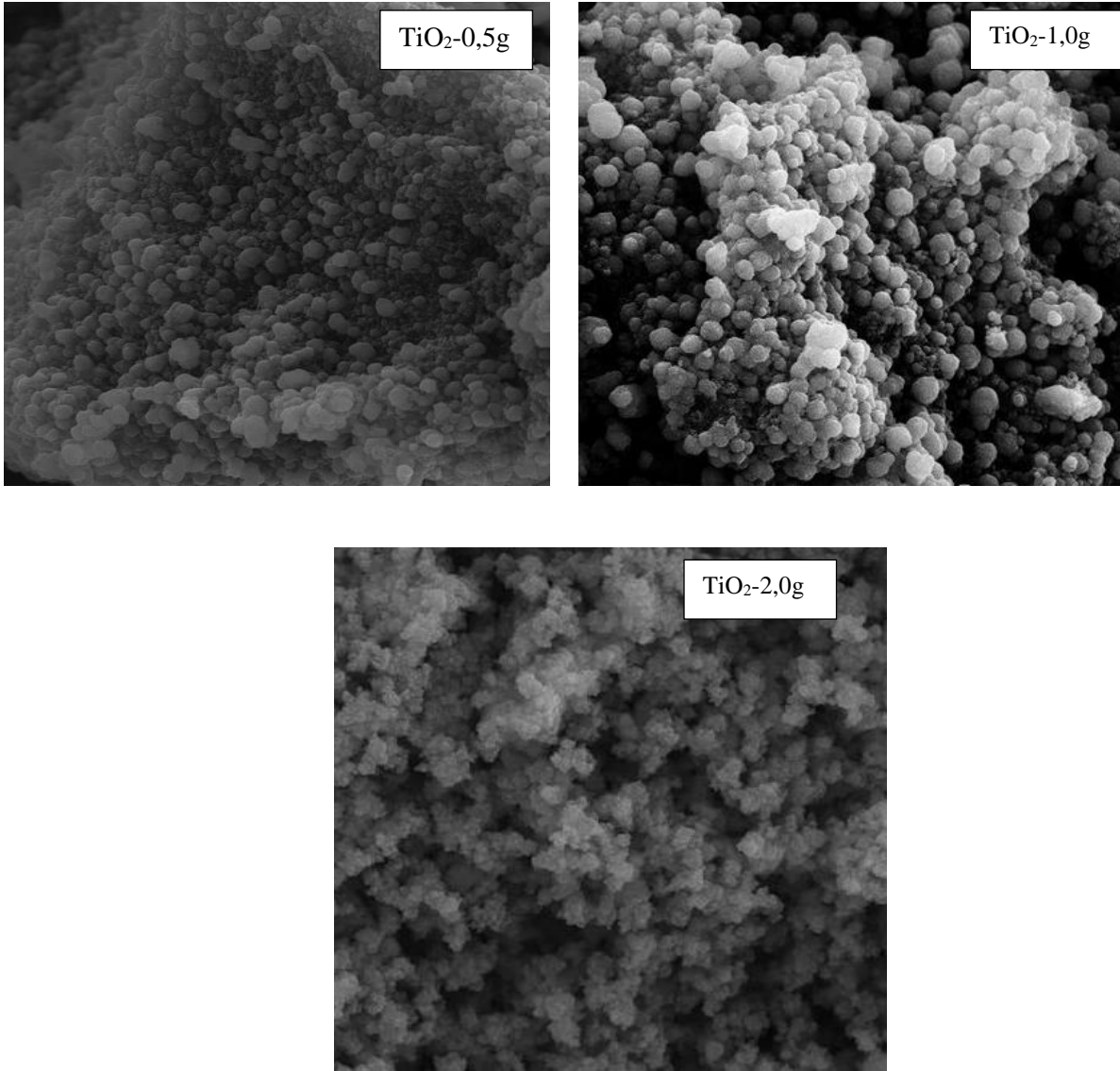
DON-UV-K prosesi uygulanarak 3g GKK miktarında farklı TiO₂ miktarları (0,5-1,0-2,0 g) çalışması sonucunda üretilen malzemelerin FT-IR spektrumlarının aynı olduğu gözlenmiştir (Şekil 7). Bu malzemelerin yüzey alanları sonuçlarına göre TiO₂-0,5g ve TiO₂-1,0g malzemelerinin yüzey alanı değerleri 143,53 ve 145,19 m²/g, ancak TiO₂-2,0g malzemesinin yüzey alanı ise 169,85 m²/g olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). SEM görüntülerine göre TiO₂-2,0g malzemesinin daha homojen bir yapıda olduğu gözlenmiştir. En uygun TiO₂ miktarının 2 g olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 7. DON-UV-K prosesinde yapılan TiO₂ miktar çalışmaları sonucunda üretilen gözenekli malzemelerin FT-IR spektrumu (GKK=3g)

Tablo 3. Farklı TiO₂ miktar çalışmaları sonucunda üretilen gözenekli malzemelerin yüzey alanı ve gözeneklilik değerleri

	S _{BET} (m ² /g)	S _{ext} (m ² /g)	S _{mic} (m ² /g)	V _t (cm ³ /g)	V _{mic} (cm ³ /g)	V _{mezo} (cm ³ /g)	Nanotanecek boyutu (Å°)	Gözenek genişliği (Å°)
TiO₂-0,5g	143,53	88,79	54,74	0,137	0,024	0,113	418,044	38,13
TiO₂-1,0g	145,19	93,93	51,26	0,138	0,022	0,116	413,247	38,08
TiO₂-2,0g	169,85	119,36	50,49	0,194	0,022	0,172	353,248	45,60



Şekil 8. Farklı TiO₂ miktar çalışmaları sonucunda üretilen gözenekli malzemelerin SEM görüntüleri (5000X)

4. SONUÇ

Çalışmada TiO₂ ve Geri Kazanılmış Karbon (GKK) kullanılarak sol jel yöntemiyle hazırlanan aerojele farklı proseslerin (Donma, UV kürlendirme ve kalsinasyon) farklı sıralamalarda uygulanarak gözenekli malzeme üretilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada sırasıyla Donma-UV kürlendirme-Kalsinasyon proseslerinin uygulandığı ve 3 g GKK, 2 g TiO₂'nin kullanıldığı aerjel çalışmasında homojen gözenekliliğe sahip en yüksek yüzey alanlı gözenekli malzeme elde edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bu malzeme, enerji depolama, adsorplama, kompozit malzeme üretimi gibi farklı alanlarda kullanılabilirliğinin ortaya konması için yeni projelere öncülük edecektir.

5. KAYNAKÇA

- 1) Huo, Q. (2011), "Synthetic Chemistry of the Inorganic Ordered Porous Materials", Modern Inorganic Synthetic Chemistry, Pages 339-373
- 2) Kalemtaş, A., Özey, N., Topateş, G. (2015), "Gözenekli Si₃N₄-SiC Kompozitler"

- 3) Jiang, G., Shen, Y. (2017), “Sound absorptive properties of activated carbon fibers”, Activated Carbon Fiber and Textiles, Woodhead Publishing Series in Textiles, Pages 193-207
- 4) Nishiyabu, K., (2012), “Powder space holder metal injection molding (PSH-MIM) of micro-porous metals”, Handbook of Metal Injection Molding, Woodhead Publishing Series in Metals and Surface Engineering, Pages 349-390.
- 5) Surekha, K., Sundararajan, S.(2015), “Self-cleaning glass”, Anti-Abrasive Nanocoatings, Current and Future Applications, Pages 81-103


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF SOME NOVEL IMINES INCLUDING VARIOUS ALDEHYDES**Hasan YAKAN***Dr. Öğr. Üyesi, Ondokuz Mayıs University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Samsun, Turkey, Orcid ID: 0000-0002-4428-4696***ABSTRACT**

A novel series of imines were synthesized by the reaction of thio/carbohydrazide with various aldehydes in the presence of a drop of hydrochloric acid under reflux in ethanol for 5h. The structures of the synthesized compounds were elucidated by using FT-IR, ¹³C NMR, ¹H NMR, spectroscopic techniques and elemental analysis.

Keywords: Aldehydes, imines, thio/carbohydrazide, spectroscopic methods.

INTRODUCTION

Carbohydrazones have a vast spectrum of pharmaceutical properties and biological activities (Bacchi et al., 1999; Bustos et al., 1990; Kurzer and Wilkinson, 1970; Moubaraki et al., 1999). They show diverse application such as tumor, tuberculosis, leishmania, in pharmaceutical chemistry (Khan et al., 2008; Richardson and Bernhardt, 1999). They have also been reported to exhibit analgesic, anti-convulsant, anti-microbial, and anti-inflammatory properties (Küçükgülzel et al., 2002; Rollas et al., 2002).

Imines are including an azomethine group (-CH=N-) and can be simply synthesized via the condensation of amine with aldehyde or ketone (Sinha et al., 2008). They are very significant class in organic and inorganic chemistry. They have a wide variety of biological activities and applications in medicinal chemistry (Emam et al., 2017; Sinha et al., 2008). They have been reported as anticancer (Emam et al., 2017), antifungal (Panneerselvam et al., 2005), antioxidant (Zhang et al., 2013), and antibacterial (Saini et al., 2014).

In this study, a new series of imines were obtained from thio/carbohydrazide and different aldehydes in the presence of a drop of hydrochloric acid under reflux in ethanol for 5h. The structures of the compounds were characterized by using FT-IR, ¹H, and ¹³C NMR spectroscopic methods and elemental analysis.

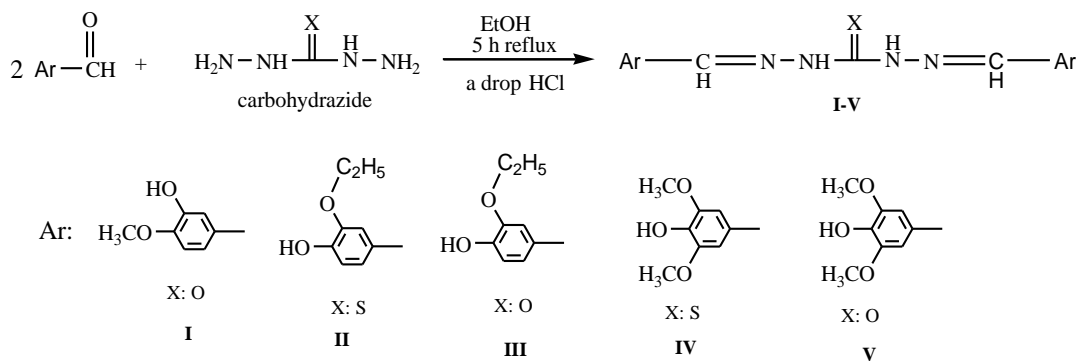
MATERIALS AND METHODS**Measurement and reagents**

All starting materials and solvent were purchased from Aldrich, Sigma, or Merck Chemical Company and were used without further purification. The solvent was spectroscopic grade. The elemental analysis was performed on a Eurovector EA3000-Single. Infrared spectra were recorded on a Bruker Alpha FT-IR spectrometer. ¹H NMR and ¹³C NMR spectra were taken on a Bruker Avance DPX-400 (400 MHz) in DMSO-*d*₆ spectrophotometer. Melting points were measured using a Stuart SMP 30 melting point apparatus and were uncorrected.

Synthesis of novel bis(Schiff bases)thio/carbohydrazones (I-V)

All the compounds were prepared by reaction of thio/carbohydrazide (2.5 mmol) and various aldehydes (5.0 mmol) dissolved in ethanol (20 mL) under reflux for 5 h with addition of a drop of hydrochloric acid. After completion of reaction, the resulting precipitate was collected by filtration and washed with alcohol, dried and

recrystallized from a suitable solvent. The products were obtained good yields (65–93%) as shown in Scheme 1.



Scheme 1. Synthesis of the novel bis(Schiff bases)thio/carbohydrazones (I-V)

RESULTS and DISCUSSION

All the products were new. The results of the physical data, melting points, yields, and elemental analyses of synthesized compounds are summarized in Tables 1 and 2.

Table 1. Physical data of the synthesized compounds

Compounds	Melting Point (°C)	Yields (%)	Colour
I	239-240	93	Light Yellow
II	209-210	78	Green
III	197-198	70	Dark Yellow
IV	200-201	86	Yellow
V	207-208	65	White

Table 2. The results of elemental analysis of the compounds

Compounds	Molecular formula	Molecular Weight, g/mol	Calculated			Experimental		
			C%	H%	N%	C%	H%	N%
I	C ₁₇ H ₁₈ N ₄ O ₅	358.13	54.54	5.30	13.39	54.30	5.35	13.36
II	C ₁₉ H ₂₂ N ₄ O ₄ S	402.14	56.70	5.51	13.92	56.58	5.52	13.87
III	C ₁₉ H ₂₂ N ₄ O ₅	386.16	59.06	5.74	14.50	58.87	5.69	14.43
IV	C ₁₉ H ₂₂ N ₄ O ₆ S	434.13	52.52	5.10	12.90	52.43	5.04	12.83
V	C ₁₉ H ₂₂ N ₄ O ₇	418.15	56.98	5.06	15.63	56.87	5.12	15.55

Vibrational frequencies

In the FT-IR spectrum of the synthesized compounds, the aldehyde group (–CHO two bands) signal of the starting material was not observed near 2750–2650 cm⁻¹. Moreover, the asymmetric and symmetric stretching bands of the amino group (–NH₂) were not observed at 3500–3200 cm⁻¹. This result indicated a successful reaction as expected.

In compound V, the –OH group stretching vibration was observed at 3412 cm⁻¹; the –NH stretching vibration was observed at 3228 cm⁻¹; the –C=O signal of carbohydrazide ring was observed at 1656 cm⁻¹, the –C=N stretching vibration was observed at 1563 cm⁻¹; the –C–N stretching vibration was appeared at 1239 cm⁻¹, and the –C–O signal of the aryl ring were observed at 1157 cm⁻¹, as shown in Figure 1. The IR peaks of the compounds are given in Table 3. These frequency values of all the synthesized compounds were in close agreement with those reported for the similar compounds (Božić et al., 2017; Cinarlı et al., 2011; Küçükgül et al., 2002; Saini et al., 2014; Sinha et al., 2008).

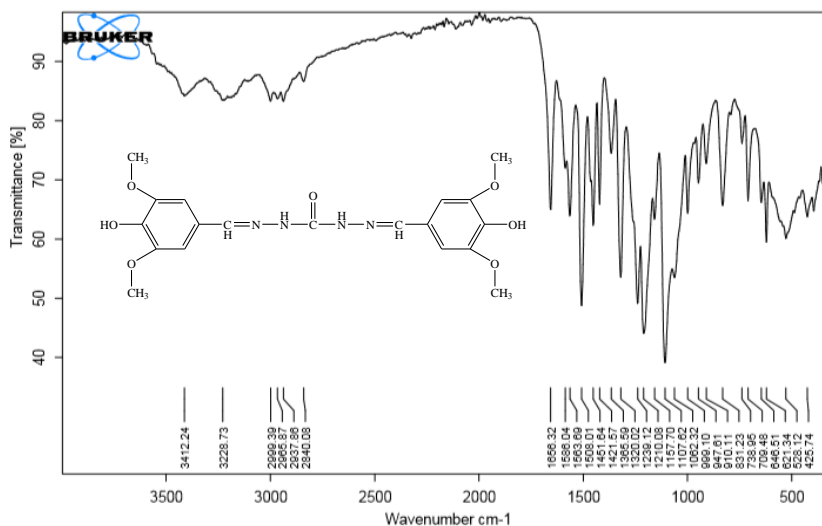


Figure 1. FT-IR spectrum of compound V

Table 3. FT-IR values of the compounds (cm⁻¹)

Compounds	OH	NH	Ar CH	C=O or C=S	C=N	C-N	C-O
I	3403	3192	3084	1665	1579	1247	1168
II	3486	3270	3140	1435	1596	1233	1169
III	3529	3332	3095	1672	1585	1244	1171
IV	3488	3263	3082	1421	1592	1236	1161
V	3412	3228	3076	1656	1563	1239	1157

¹H NMR spectral interpretations

The ¹H NMR spectra of the synthesized compounds were detected in DMSO-*d*₆ as solvent. For compound V, the the carbohydrazide amino group (H1, -NH) was observed as a singlet at 10.54 ppm. The signal of imin (-CH=N) was observed as a singlet at 8.77 ppm (Fig. 2). The proton signals (H3, H4) of aryl ring were observed as a singlet at 7.01 ppm. The methoxy (-OCH₃) proton signal was observed as a singlet in the range of 3.83 ppm. The signal of the OH proton appeared as a singlet at 3.76 ppm. DMSO-*d*₆ and water in DMSO (HOD, H₂O) signals were shown around at 2.00, 2.50 (quintet), and 3.30 (variable, based on the solvent and its concentration) ppm, respectively (Williams and Fleming, 1996). These results are consistent with the values of formerly reported for similar compounds. Proton chemical shift values of the compounds are presented in Table 4 (Božić et al., 2017; Cinarli et al., 2011; Küçükgülzel et al., 2002; Saini et al., 2014; Sinha et al., 2008).



Figure 2. ^1H NMR spectrum of compound V

Table 4. ^1H NMR (δ , ppm, in $\text{DMSO-}d_6$) values related to synthesized compounds

Comp.	H1, NH	H2, CH=N	H3	H4	H5	H6	OH	CH ₂	OCH ₃ or CH ₃
I	10.42	8.71	6.98	7.12	-	6.72	3.79	-	3.72
II	11.23	8.92	6.94	7.07	-	6.79	3.84	3.96	1.43
III	10.36	8.74	6.98	7.15	-	6.83	3.71	3.94	1.40
IV	11.17	8.88	6.92	7.05	-	6.81	3.80	-	3.74
V	10.54	8.77	7.01	7.01	-	-	3.76	-	3.83

^{13}C NMR spectral interpretations

The ^{13}C NMR spectra of all compounds were obtained in $\text{DMSO-}d_6$. The ^{13}C NMR spectrum of the compound V showed 7 different resonances in good consistent with the targeted structure as shown in Figure 3. In compound V, the $-\text{C}=\text{O}$ (C8) signal of the carbonylhydrazone region was detected at 152.8 ppm. The characteristic $-\text{C}=\text{N}$ (C7) peak was observed at 137.9. The carbons (C1-C6) of the aryl ring were observed at 148.7, 103.3, 104.9, 103.3, 148.7, and 125.6 ppm, respectively. The C1 carbon atom shifted down-field (high values of δ) due to the presence of methoxy group. The methoxy ($-\text{OCH}_3$) peak of aryl region was detected at 56.6. These data are consistent with the values reported earlier for similar compounds. The carbon chemical shift values of the synthesized compounds are given in Table 5 (Božić et al., 2017; Cinarli et al., 2011; Küçükgüzel et al., 2002; Saini et al., 2014; Sinha et al., 2008).

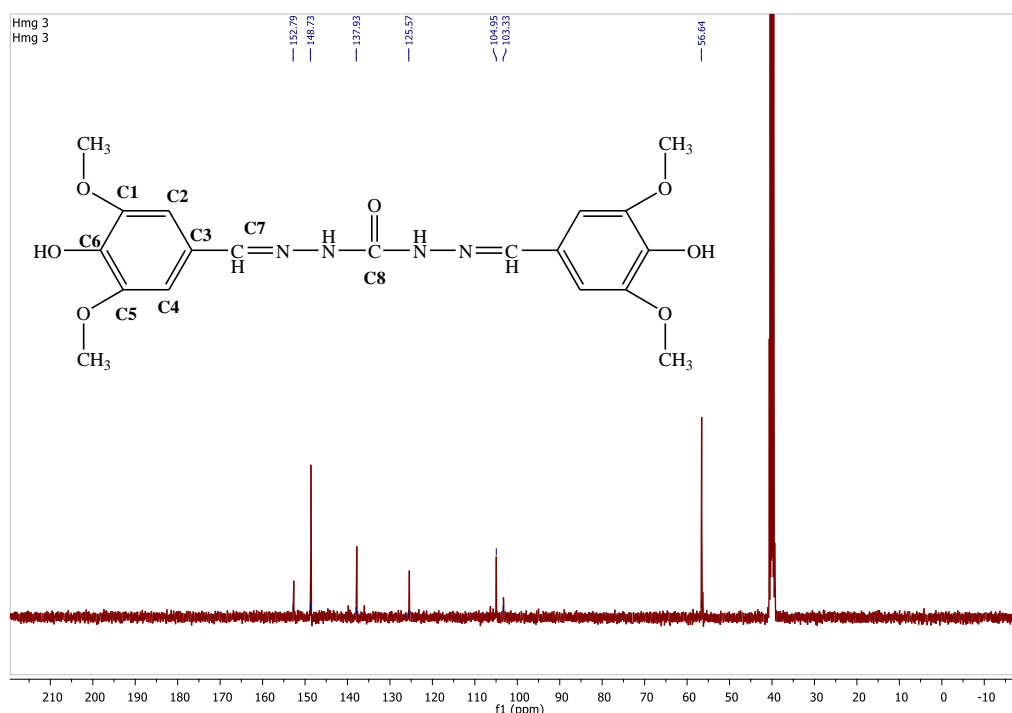


Figure 3. ^{13}C NMR spectrum of compound V

Table 5. ^{13}C NMR data of synthesized compounds (DMSO- d_6 , δ /ppm).

Comp.	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7, CH=N	C8, C=X	CH ₃ , CH ₂
I	150.3	115.4	107.9	122.8	116.2	152.3	142.1	158.6	55.5
II	150.7	112.8	106.7	121.2	115.7	149.5	140.1	177.6	20.8, 64.1
III	152.3	113.2	107.5	120.6	115.9	151.2	138.7	157.7	21.2, 64.6
IV	151.3	107.6	108.1	107.6	151.3	131.1	140.7	176.2	56.1
V	148.7	103.3	104.9	103.3	148.7	125.6	137.9	152.8	56.6

CONCLUSION

Novel bis(Schiff bases)thio/carbohydrazones have been prepared from thio/carbohydrazide with various aldehydes derivatives under reflux for 5 h with addition of a drop of hydrochloric acid. They were obtained in excellent yields 65–93%. The chemical structures of all the products were confirmed by using FT-IR, ^1H NMR, and ^{13}C NMR spectroscopic methods and elemental analysis.

REFERENCES

- Bacchi A., Carcelli M., Pelagatti P., Pelizzi C., Pelizzi G., Zani F. (1999), "Antimicrobial and mutagenic activity of some carbon- and thiocarbonylhydrazone ligands and their copper (II), iron (II) and zinc (II) complexes". *Journal of Inorganic Biochemistry* 75: 123-133.
- Božić A., Filipović N., Novaković I., Bjelogrić S., Nikolić J., Drmanić S., Marinković A. (2017), "Synthesis, antioxidant and antimicrobial activity of carbohydrazones". *Journal of the Serbian Chemical Society* 82: 495-508.
- Bustos C., Burckhardt O., Schrebler R., Carrillo D., Arif A., Cowley A., Nunn C. (1990) Synthesis, characterization, and electrochemistry of cis-dioxomolybdenum (VI) complexes of Schiff bases derived from carbohydrazide, thiocarbohydrazide, and salicylaldehyde. Crystal structures of $[\text{MoO}_2(o\text{-OC}_6\text{H}_4\text{CH:NN:CSNHN:CHC}_6\text{H}_4\text{OH-o})(\text{Me}_2\text{SO})]$ and $[(\text{MoO}_2)_2(o\text{-OC}_6\text{H}_4\text{CH:NN:CONN:CHC}_6\text{H}_4\text{O-o})(\text{Me}_2\text{SO})_2]$. *Inorganic Chemistry* 29: 3996-4001.

4. Cinarlı A., Gürbüz D., Tavman A., Birteksöz A.S. (2011), "Synthesis, spectral characterizations and antimicrobial activity of some Schiff bases of 4-chloro-2-aminophenol". *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia* 25: 407-417.
5. Emam S.M., El Sayed I.E., Ayad M.I., Hathout H.M. (2017), "Synthesis, characterization and anticancer activity of new Schiff bases bearing neocryptolepine". *Journal of Molecular Structure* 1146: 600-619.
6. Khan K.M., Mughal U.R., Perveen S., Choudhary M.I. (2008), "Schiff bases of istain: potential anti-leishmanial agents". *Letters in Drug Design & Discovery* 5: 243-249.
7. Kurzer F., Wilkinson M. (1970), "Chemistry of carbonylhydrazide and thiocarbonylhydrazide". *Chemical Reviews* 70: 111-149.
8. Küçükgülzel Ş.G., Oruç E.E., Rollas S., Şahin F., Özbek A. (2002), "Synthesis, characterisation and biological activity of novel 4-thiazolidinones, 1, 3, 4-oxadiazoles and some related compounds". *European Journal of Medicinal Chemistry* 37: 197-206.
9. Moubaraki B., Murray K.S., Ranford J.D., Vittal J.J., Wang X., Xu Y. (1999), "Preparation, characterisation and structures of copper (II) complexes of an asymmetric anti-cancer drug analogue". *Journal of the Chemical Society, Dalton Transactions* 1: 3573-3578.
10. Panneerselvam P., Nair R.R., Vijayalakshmi G., Subramanian E.H., Sridhar S.K. (2005), "Synthesis of Schiff bases of 4-(4-aminophenyl)-morpholine as potential antimicrobial agents". *European Journal of Medicinal Chemistry* 40: 225-229.
11. Richardson D.R., Bernhardt P.V. (1999), "Crystal and molecular structure of 2-hydroxy-1-naphthaldehyde isonicotinoyl hydrazone (NIH) and its iron (III) complex: an iron chelator with anti-tumour activity". *Journal of Biological Inorganic Chemistry* 4: 266-273.
12. Rollas S., Gulerman N., Erdeniz H. (2002), "Synthesis and antimicrobial activity of some new hydrazones of 4-fluorobenzoic acid hydrazide and 3-acetyl-2, 5-disubstituted-1, 3, 4-oxadiazolines". *Il Farmaco* 57: 171-174.
13. Saini R., Kumar V., Gupta A., Gupta G. (2014), "Synthesis, characterization, and antibacterial activity of a novel heterocyclic Schiff's base and its metal complexes of first transition series". *Medicinal Chemistry Research* 23: 690-698.
14. Sinha D., Tiwari A.K., Singh S., Shukla G., Mishra P., Chandra H., Mishra A.K. (2008), "Synthesis, characterization and biological activity of Schiff base analogues of indole-3-carboxaldehyde". *European Journal of Medicinal Chemistry* 43:160-165.
15. Williams D., Fleming I. (1996), "RNA structure and NMR spectroscopy". *Spectroscopic Methods in Organic Chemistry*, McGraw-Hill, New York.
16. Zhang Y., Fang Y., Liang H., Wang H., Hu K., Liu X., Yi X., Peng Y. (2013), "Synthesis and antioxidant activities of 2-oxo-quinoline-3-carbaldehyde Schiff-base derivatives". *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 23: 107-111.

PROCEEDING BOOK

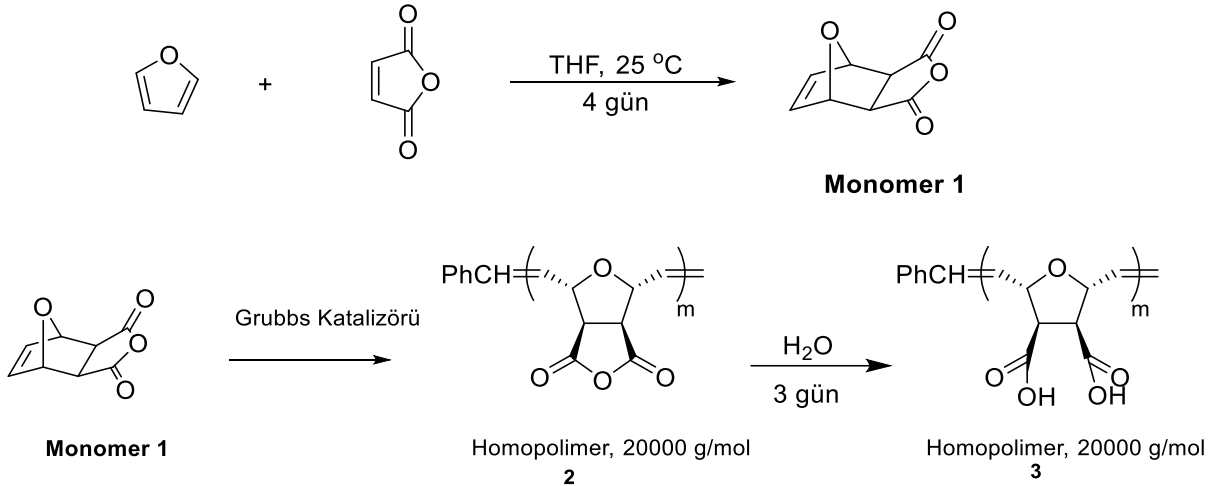
by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

HALKA AÇILMA METATES POLİMERİZASYON ESASLI ADSORBAN SENTEZİ VE UYGULAMALARI**SYNTHESIS OF RING OPENING METATHESIS POLYMERIZATION BASED ADSORBENT AND APPLICATIONS****Prof. Dr. İkbal KOYUNCU***Sorumlu Yazar, Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Bölümü, 34220, İstanbul, Türkiye***Prof. Dr. Tarık EREN***Sorumlu Yazar, Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Bölümü, 34220, İstanbul, Türkiye***Dilgeş BASKIN***Doktora Öğrencisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Bölümü, 34220, İstanbul, Türkiye***ÖZET**

Literatürde, ağır metalleri su veya kompleks matris numunelerinden toplamak için birçok adsorban tasarımı ile karşılaşmak mümkündür (Fu ve Wang 2011). Adsorbanlar sayesinde, hedeflenen ağır metali, diğer bir deyişle analiti, düşük tespit sınırlarında, matris ortamından geri kazanmak veya kantitatif olarak belirlemek mümkündür (Guo, Zhang ve diğerleri 2014, Ebrahimi, Hayati ve diğerleri 2018). Bu nedenlerden dolayı, bu alandaki çalışmalar her geçen gün artmaktadır.

Adsorbanın üretiminde ve tasarımında, adsorbanın yapısının analit ile anahtar-kilit ilişkisi kurması gerekir. Öte yandan, adsorbanın analite karşı seçici hale getirilmesi ve tekrarlanabilir sonuçların elde edilmesi de istenir. Adsorbanın kolay üretimi ve adsorbe ettiği analit ile birlikte, matris ortamından kolay ayrılması gibi özellikler de hedeflenir (Ceglowski, Gierczyk ve ark.2018).

Bu çalışmada, karboksilik asit grubu içeren ROMP (Halka Açma Metatez Polimerizasyonu) esaslı polimer sentezlendi ve sentezlenen yapıların karakterizasyonu H-NMR, C-NMR ve FT-IR kullanılarak yapıldı.

**Şekil.1** Hedeflenen polimerin (3) sentez basamakları

UV kütleme, çeşitli jelleştirme prosedürleri ile deneyler yapılarak tercih edildi (Palantoken, Sari Yılmaz ve ark.2019). ROMP bazlı polimere ek olarak, fonksiyonel grupların ağır metali bağlama potansiyeli göz önünde bulundurularak jelleştirme karışımına farklı akrilat yapıları dahil edilmiştir. Jelleştirme adımında, optimum adsorban elde etmek için farklı bileşen oranları kullanılarak birçok jel elde edilmiştir.

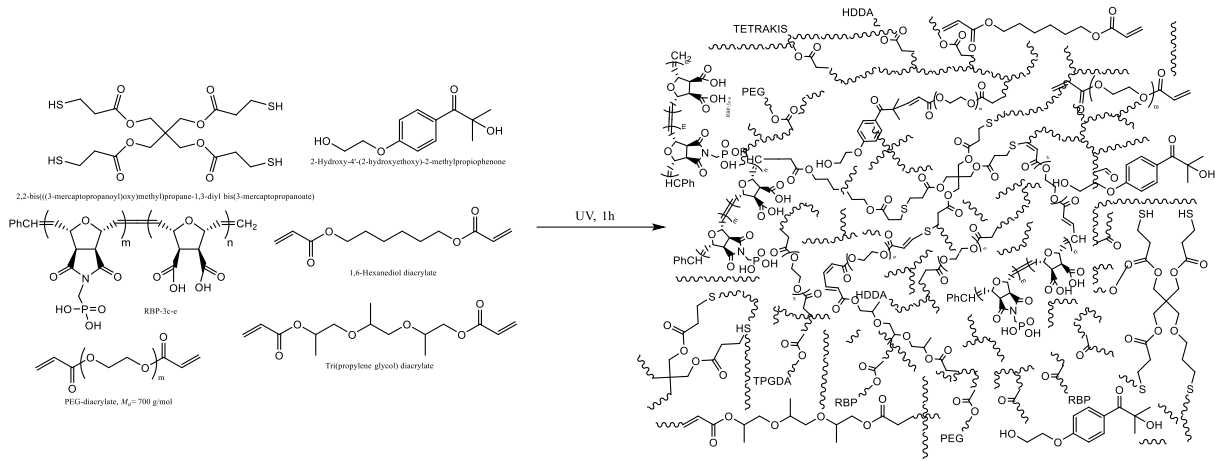


Şekil.2 ROMP bazlı polimerin jel resmi

Jeli oluşturan ağın gözenek büyüklüğünü, jellerin şişme testleri yapılarak karşılaştırıldı. Jellerin adsorpsiyon kapasitesi (adsorpsiyon kapasitesi), sulu ortamdan bakır metal iyonu için pH = 6.5’da hesaplandı.

Adsorpsiyon kapasitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanabilir;

Adsorpsiyon Kapasitesi = adsorpsiyon için kullanılan kurutulmuş jelin dengesinde / ağırlığında (g) jel tarafından adsorbe edilen ilgili metal iyonunun ağırlığı (mg).



Şekil.3 Jel ağının temsili çizimi

Anahtar Kelimeler: Adsorban, ROMP, Jelleşme, Ağır Metal.

ABSTRACT

In the literature, it is possible to come across many adsorbent designs in order to remove heavy metals from water or complex matrix samples (Fu and Wang 2011). Thanks to the adsorbents, it is possible to remove, recover or determine at low detection limits the targeted heavy metal, in other words analyte, from the matrix environment (Guo, Zhang et al. 2014, Ebrahimi, Hayati et al. 2018). For these reasons, studies on this area are increasing day by day.

In the production and design of the adsorbent, the structure of the adsorbent is required to establish a key-lock relationship with the analyte. On the other hand, it is aimed to make the adsorbent selective against the analyte and obtain repeatable outputs. Features such as easy production of adsorbent and easy separation from the matrix environment with the analyte it adsorbs are also desired (Cegłowski, Gierczyk et al. 2018).

In this study, ROMP (Ring Opening Metathesis Polymerization) based polymer containing carboxylic acid group was synthesized and characterization of the synthesized structures was performed using H-NMR, C-NMR and FT-IR.

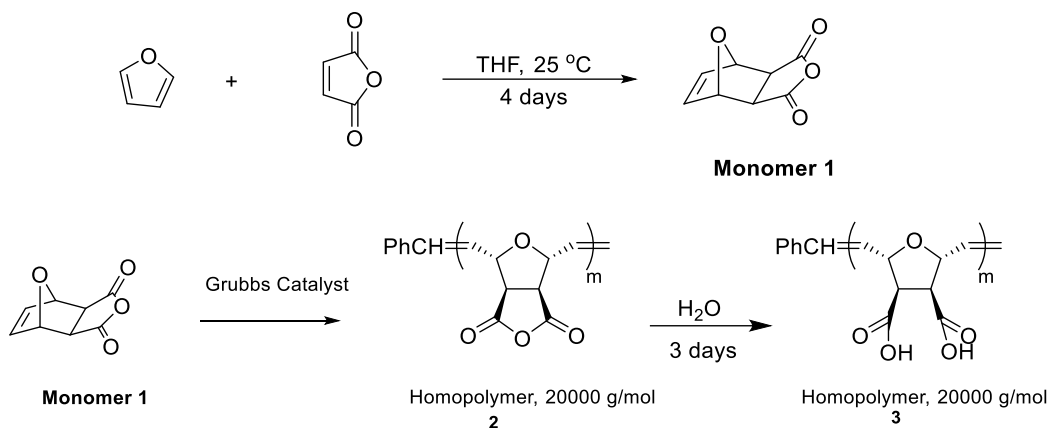


Figure.1 Steps of the synthesis of the targeted polymer (3)

UV curing was preferred by performing experiments with various gelling procedures (Palantoken, Sari Yilmaz et al. 2019). In addition to the ROMP-based polymer, different acrylate structures were included in the gelling mixture, considering the potential of the functional groups to bind heavy metal. In the gelling step, many gels were obtained using different component ratios in order to get the optimum adsorbent.



Figure.2 Picture of ROMP based polymer gel

Pore size of the network forming the gels were compared by performing swelling tests of the gels. The adsorption capacity (adsorption capacity) of the gels was calculated for the copper metal ion from the aqueous medium at pH = 6.5.

Adsorption capacity can be calculated according to the formula;

Adsorption Capacity = weight (mg) of related metal ion adsorbed by gel at equilibrium / weight (g) of dried gel used for adsorption.

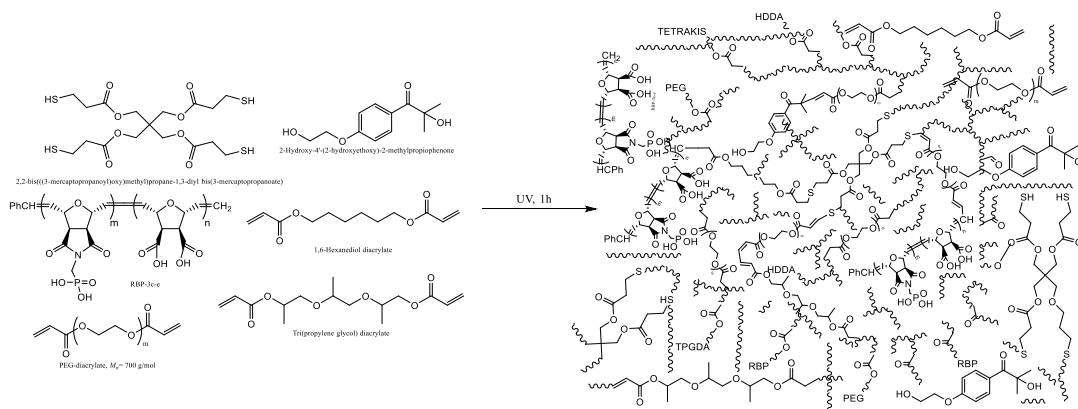


Figure.3 Representative drawing of the gel network

Keywords: Adsorbent, ROMP, Gelling, Heavy Metal.

REFERENCES/ KAYNAKLAR

- Cegłowski, M., B. Gierczyk, M. Frankowski and Ł. Popena (2018). "A new low-cost polymeric adsorbents with polyamine chelating groups for efficient removal of heavy metal ions from water solutions." *Reactive and Functional Polymers* **131**: 64-74.
- Ebrahimi, R., B. Hayati, B. Shahmoradi, R. Rezaee, M. Safari, A. Maleki and K. Yetilmezsoy (2018). "Adsorptive removal of nickel and lead ions from aqueous solutions by poly (amidoamine) (PAMAM) dendrimers (G4)." *Environmental Technology & Innovation* **12**: 261-272.
- Fu, F. and Q. Wang (2011). "Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review." *Journal of Environmental Management* **92**(3): 407-418.
- Guo, Y., L. Zhang, S. Zhang, Y. Yang, X. Chen and M. Zhang (2014). "Fluorescent carbon nanoparticles for the fluorescent detection of metal ions." *Biosensors & bioelectronics* **63C**: 61-71.
- Palantoken, A., M. Sari Yilmaz, N. Aytekin Unubol, E. Yenigul, S. Pişkin and T. Eren (2019). "Synthesis and characterization of a ROMP-based polycationic antimicrobial hydrogel." *European Polymer Journal* **112**: 365-375.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

POLİ(2-AKRİLAMİDO-2-METİL-1-PROPANSÜLFONİK ASİT YÜKLENEN POLİANİLİN İLE MODİFİYE EDİLMİŞ PVDF MEMBRANLARIN HAZIRLANMASI, YAPISAL VE MORFOLOJİK OLARAK KARAKTERİZASYONU**PREPARATION, STRUCTURAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATIONS OF PVDF MEMBRANES MODIFIED WITH POLY(2-ACRYLAMIDO-2-METHYL-1-PROPANESULFONIC ACID DOPED POLYANILINE****Adem SARIHAN***Dr. Öğr. Üyesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, <https://orcid.org/0000-0003-1809-7034>***ÖZET**

Poliviniliden florür (PVDF), membran hazırlanmasında (özellikle ultrafiltrasyon ve nanofiltrasyon süreçleri için) kullanılan en yaygın polimerlerden biridir. Ancak PVDF'nin düşük su severliği membran kirlenme direncini ve membran geçirgenlik performansını düşürmektedir. Bu nedenle PVDF membranların su severliğinin yükseltilmesi daha etkin membran hazırlanması için önemlidir. Bu amaçla polimerlerin su sever katkılarla modifiye edilmesi en çok kullanılan ve en etkili yöntemdir.

Bu çalışmada, öncelikle, yüksek su severliğe sahip, iletken ve yeni bir Polianilin türevi olan "Poli(2-Akrilamido-2-Metil-1-Propansülfonik Asit yüklenen Polianilin (PANI-P))" sentezi gerçekleştirilmiştir. Ardından farklı oranlarda (%0, 0.1, 0.25, 0.50, 1.0) PANI-P ile modifiye edilmiş PVDF membranlar faz dönüşümü metodu kullanılarak hazırlanmış, yapısal ve morfolojik karakterizasyonları için FT-IR ve SEM-EDX teknikleri kullanılmıştır. Membranların su tutma kapasitesi, gözeneklilik, gözenek yarıçapı değerleri ve geçirgenlik performansları incelenmiş ve modifiye edilmemiş PVDF membranla karşılaştırılmıştır.

Hazırlanan membranlara ait FT-IR spektrumlarında, modifikasyon sonrasında, aromatik C=C, C-N, C=O ve N-H bağlarına ait yeni absorpsiyon bantlarının ortaya çıktığı görülmüştür. SEM görüntüleri membranların yüzey ve enine kesitleri ile ilgili bilgi vermiş ve EDX sonuçları ise PANI-P katkısının membran yapısında varlığını doğrulamıştır. Membran su tutma kapasitesinin, modifikasyon sonucunda %30 oranında yükseldiği görülmüş ve bu sonuç modifikasyon işleminin membran su severliğini artırdığını göstermiştir. Düşük oranda katkı ile modifikasyonun gözeneklilik üzerinde azaltıcı, yüksek oranlarda ise artırıcı etki yaptığı belirlenmiştir. 9.2 nm olarak hesaplanan modifiye edilmemiş PVDF membran gözenek yarıçapının, modifikasyon sonrasında 12.0 ve 10,9 nm ye yükseldiği, %1.0 oranı için ise 8.72 nm ye düştüğü görülmüştür. Geçirgenlik performanslarının ise modifikasyon sonucunda arttığı ve %0.5 oranda katkı ile geçirgenliğin %40 oranında yükselerek 69.2 L/(m².h.bar) değerine ulaştığı belirlenmiştir. %0.5 katkı oranının gözeneklilik ve gözenek çapında önemli bir değişikliğe sebep olmadığı halde geçirgenlik performansında %40 oranında artışa sebep olması, modifikasyon sonucunda artan membran su severliğine atfedilmiştir. Elde edilen olumlu sonuçlar PANI-P katkısının PVDF membranlarda kullanılabilecek etkili bir katkı maddesi olabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: PVDF membran, filtrasyon, su severlik, membran gözenek yarıçapı, geçirgenlik performansı.

ABSTRACT

Polyvinylidene fluoride (PVDF) is one of the most common polymer used in membrane preparation (especially for ultrafiltration and nanofiltration processes). However, low hydrophilicity of PVDF reduces membrane fouling resistance and membrane permeability performance. Therefore, increasing the hydrophilicity of PVDF membranes is important for preparing more effective membranes. For this purpose, modifying PVDF polymers with hydrophilic additives is widely used and most effective method.

In this study, firstly, the “Poly (2-Acrylamido-2-Methyl-1-Propanesulfonic Acid doped Polyaniline (PANI-P)”, that is a hydrophilic, conductive and novel Polyaniline derivative, was synthesized. Then, PANI-P modified PVDF membranes with different additive ratios (0, 0.1, 0.25, 0.50, 1.0%) were prepared using phase inversion method, FT-IR and SEM-EDX techniques were used for structural and morphological characterization of membranes. Membrane water uptake capacity, porosity, pore radius values and permeability performances examined and compared with unmodified PVDF membrane.

FT-IR spectra of the prepared membranes showed that after the modification, new absorption bands appeared corresponding to aromatic C=C, C-N, C=O and N-H bonds. SEM images gave information about the surface and cross-section structures of the membranes and EDX results confirmed the presence of the PANI-P additive in the membrane structure. It was seen that the membrane water uptake capacity increased by 30% as a result of the modification and this result showed that the modification process increased membrane hydrophilicity. It was determined that modification has a decreasing effect on porosity with a low additive ratios, and an increasing effect on high additive ratios. The unmodified PVDF membrane pore radius that calculated as 9.2 nm, increased to 12.0 and 10.9 nm after modification and decreased to 8.72 nm for 1.0%. It was determined that the permeability performances increased as a result of the modification and the permeability increased by 40% with the 0.5% additive ratio and reached the value of 69.2 L/(m².h.bar). Although the 0.5% additive rate does not cause a significant change in porosity and pore size, 40% increase in permeability performance was attributed to the increased membrane hydrophilicity with the modification. The obtained positive results showed that the PANI-P can be an effective additive for PVDF membranes.

Keywords: PVDF membrane, filtration, hydrophilicity, membrane pore radius, permeability performance.

1. GİRİŞ

Poliviniliden florür (PVDF) iyi derecede kimyasal, termal ve mekanik direnci ve kolay membran hazırlamaya elverişli yapıya sahip olması gibi üstün özellikleri sayesinde basınç uygulamalı su ve atık su arıtım süreçlerinde kullanılacak membranların hazırlanması için en çok tercih edilen polimerlerden biridir [1]. Ancak bu üstün özelliklerin rağmen PVDF'nin düşük su severliği ve kısmen hidrofobik yapısı sayesinde kolay kirlenme potansiyeli vardır [2]. Kirlenme ise hem filtrasyon sürecinin etkinliğini kısıtlamakta hem de membran ömrünü kısaltmamaktadır. Ayrıca kirlenme sonucunda membranın tekrar kullanılmasını sağlayabilmek amacıyla yapılabilecek temizleme süreçleri de sürecin maliyetini artırırken membrana da zarar verebilmektedir. Bu amaçla PVDF membranların yapı ve performans özelliklerinin daha iyi hale getirerek daha işlevsel membranlar elde etmek ve kirlenme direncini artırmak amacıyla çeşitli tekniklerle modifiye edilebilerek su severliğinin artırılması etkili bir tekniktir [3].

Polianilin (PANI) membran ayırma süreçlerinde kullanılan membranların hazırlanmasında gerek temel membran malzemesi gerekse katkı maddesi olarak kullanılabilen önemli bir polimerdir [4]. Polianilin polimeri yapısında asit yüklenerek hazırlandığında iletken bir polimer olmaktadır. Polianilin'in asit yüklenmesinde genel olarak kullanılan HCl gibi inorganik asitler nispeten küçük olduğundan kullanım sırasında yapıdan uzaklaşabilmekte ve bu durum hem yapıda deformasyona sebep olmakta hem de yapının iletkenliğini düşürmektedir. Bu anlamda poliasit yapıları Polianilin yapısına asit yükleme kullanılacak etkili yapılardır. Birçok poliasit yapısı içerisinde Poli(2-Akrilamido-2-Metil-1-Propansülfonik Asit) (P) oldukça büyük bir moleküler yapıya sahip olması ve yapısındaki sülfü grupları sayesinde Polianilin zinciri ile kuvvetli etkileşimler kurabilme yeteneğine sahip olması sayesinde Polianilin yapısında yükleme malzemesi olarak kullanılacak etkili bir poliasit adaydır. Poli(2-Akrilamido-2-Metil-1-Propansülfonik Asit) yüklenen Polianilin (PANI-P), yapısındaki karbonil (C=O), sülfü (-SO₃H), amin (-N-H ve -N=), grupları sayesinde oldukça su sever yapıya sahip iletken bir polimerdir. PANI-P polar, su sever ve iletken yapısı sayesinde PVDF membranlar için su severlik artırıcı ve kirlenme direncini yükseltme potansiyeline sahip etkili bir katkı maddesi adaydır.

Bu nedenle bu çalışmada öncelikle oksidatif polimerizasyon tekniği kullanılarak Poli(2-Akrilamido-2-Metil-1-Propansülfonik Asit) yüklenmiş Polianilin (PANI-P) sentezi gerçekleştirildi. Ardından farklı oranlarda PANI-P katkısı içeren PVDF membranlar, faz dönüşümü tekniği kullanılarak hazırlandı ve hazırlanan membranların yapısal ve morfolojik özellikleri incelenerek katkı maddesi içermeyen PVDF membranlarla karşılaştırıldı. Hazırlanan membranların yapısal ve morfolojik olarak karakterizasyonu için FTIR, SEM-EDX ölçümleri alınmış, gözeneklilik, su tutma kapasitesi, gözenek yarıçapı ve geçirgenlik incelemeleri gerçekleştirilmiştir.

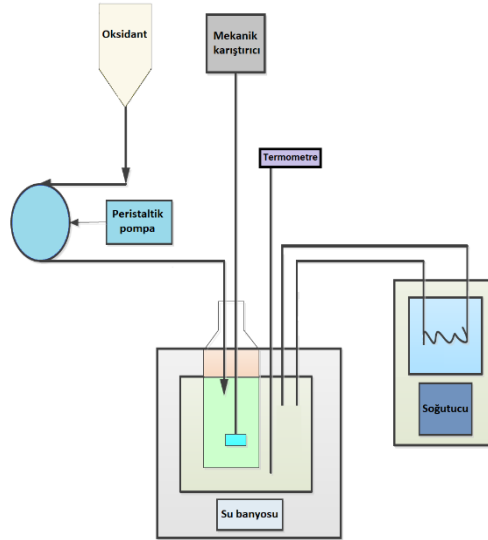
2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Malzemeler

PANI-P sentezi için anilin, Poli(2-Akrilamido-2-Metil-1-Propansülfonik Asit), amonyum persülfat (APS) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ kullanıldı. Poliviniliden florür (PVDF), N-metil pirolidon (NMP) ve polietilen glikol (PEG1500) membran hazırlanmasında kullanıldı. tüm çalışmalarda ultra saf su kullanıldı.

2.2. PANI-P sentezi

PANI-P sentezi, anilin ile P'nin oksidatif polimerizasyonu süreci ile gerçekleştirilmiştir. Sentez sürecinin gerçekleştiği sistemin şeması Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. PANI-P sentez sistemi şeması

Sentez sürecinde oksidant olarak APS kullanıldı ve peristaltik pompa yardımıyla 20 ml/saat akış hızında, anilin ve P bulunan reaksiyon ortamına eklendi ve 15 °C sıcaklıkta oksidatif polimerizasyon gerçekleştirildi. Sentez sonrasında elde polimer, reaksiyona girmeyen reaktiflerin ve oligomerlerin uzaklaştırılması amacıyla birkaç kez su ve aseton ile yıkandı ve vakum etüve kurutuldu. Kurutma sonrasında koyu yeşil renkli PANI-P toz halinde elde edildi.

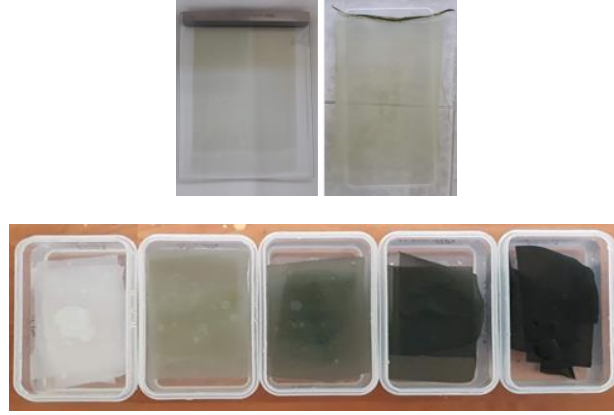
2.3. Membranların hazırlanması

Membranların hazırlanması öncesinde membran döküm çözeltileri hazırlandı. Hazırlanan membran döküm çözeltilerinin bileşimleri Çizelge 1'de verilmiştir. Hazırlanan döküm çözeltileri içerisinde temel bileşenlerin (PVDF, NMP ve PEG150) kütlece % oranları tüm çözeltiler için sabit ve sırasıyla %18, 80 ve 2 şeklindedir. Döküm çözeltileri ve bu çözeltilerden hazırlanan membranlar P0, P1, P2, P3 ve P4 olarak adlandırılmıştır. P0 membranda katkı maddesi kullanılmazken diğer membranlarda sırasıyla 0.1, 0.25, 0.5 ve 1.0 oranlarında katkı kullanılmıştır.

Çizelge 1. Membran döküm çözeltisi bileşimleri

Membran	Döküm çözeltisi (% k/k)			
	PVDF	NMP	PEG1500	Katkı maddesi PANI-P
P0	18	80	2	0
P1	18	80	2	0,1
P2	18	80	2	0,25
P3	18	80	2	0,5
P4	18	80	2	1,0

Döküm çözeltilerinin hazırlanmasının ardından faz dönüşümü tekniği kullanılarak katkı maddesi içermeyen ve katkıli membranlar hazırlanmıştır. Faz dönüşümü sürecinde döküm çözeltileri temiz bir cam plaka üzerine, film kesme bıçağı yardımıyla 200 µm kalınlıkta film oluşturulmuş ve ardından cam tabaka koagülasyon banyosuna aktarılmıştır. Bu çalışma da koagülasyon banyosu saf su olarak seçilmiştir. Koagülasyon banyosunda faz dönüşümü gerçekleşir ve bu süreçte, su film içerisine geçiş yaparken, çözücü (NMP) ve gözenek oluşturucu (PEG1500) ise koagülasyon ortamına geçer. Aynı zamanda PVDF (katkıli membranlar için PVDF/PANI-P) çözülmüş formdan çökmüş forma geçer. Böylece ince film membran yapısı cam tabakadan koagülasyon ortamına geçer. Şekil 2’de cam tabaka üzerine çekilmiş ince film, filmin koagülasyon ortamına geçişi ve hazırlanan membranlara ait görüntüler verilmiştir.



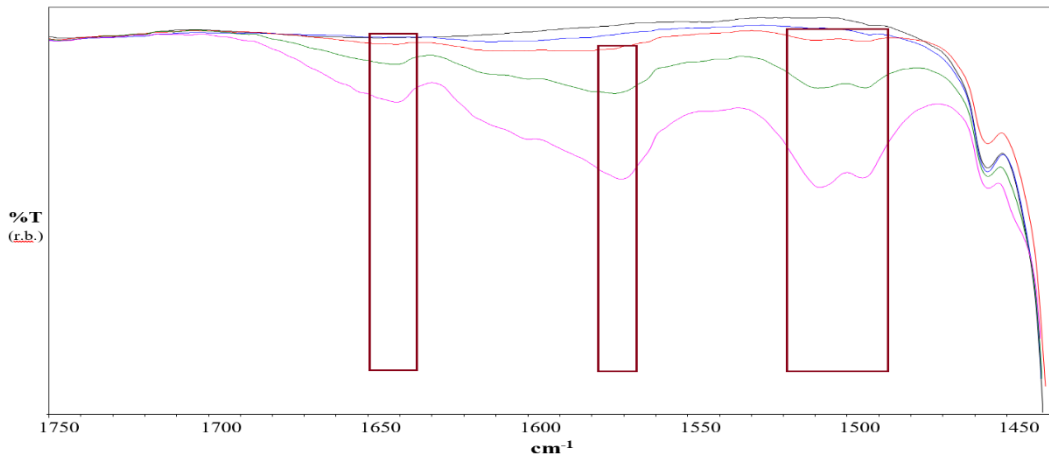
Şekil 2. Faz dönüşümü süreci ve hazırlanan membranlara ait görüntüler

2.4. Membranların karakterizasyonu

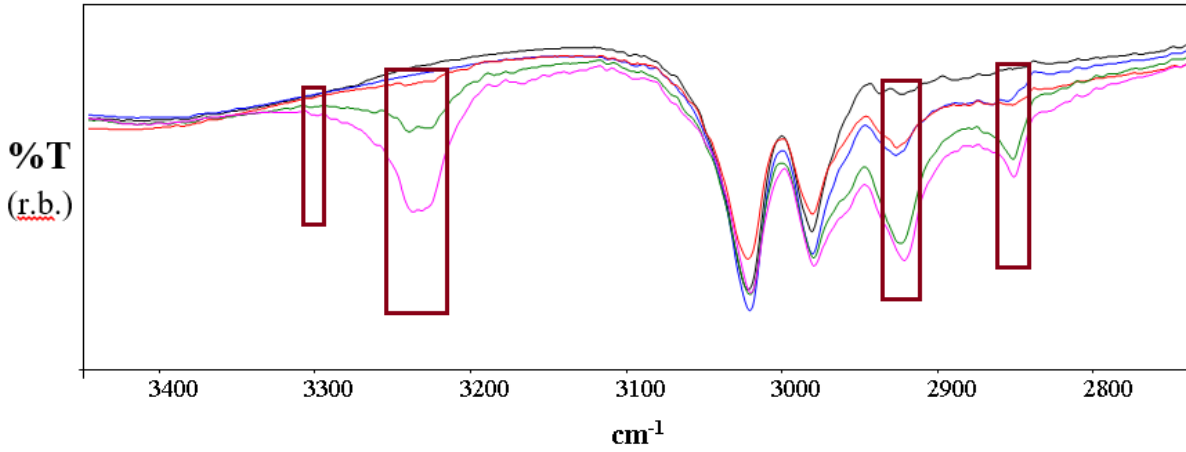
Hazırlanan membranların yapısal ve morfolojik olarak karakterizasyonu için FTIR, SEM-EDX ölçümleri alınmış, gözeneklilik, su tutma kapasitesi, gözenek yarıçapı ve geçirgenlik incelemeleri gerçekleştirilmiştir.

2.4.1. FTIR analizleri

FT-IR analizleri, katkı maddesinin PVDF yapısı içerisine dâhil olduğunu görmek ve yapı su severliğinin arttığına destekleyici bilgi alabilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. 4000 -650 cm^{-1} dalga sayısı aralığında alınan spektrumların, önemli bölgelerine ait görüntüler şekil 3 ve 4’te verilmiştir.



Şekil 3. Hazırlanan membranlara ait FTIR spektrumları (1750-1450 cm^{-1})

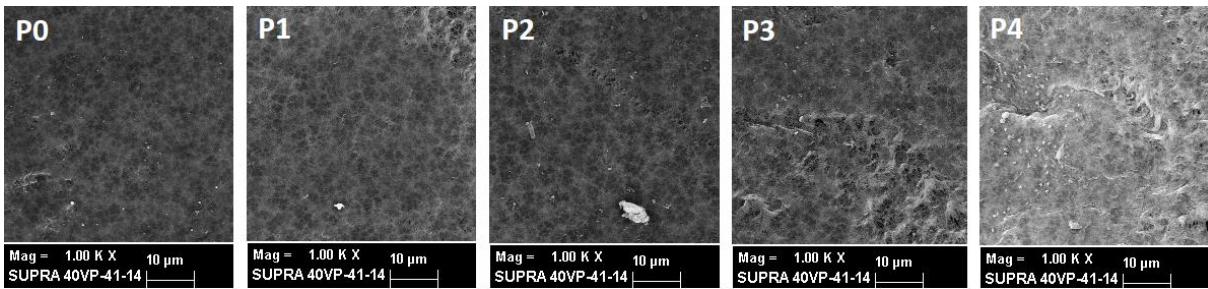


Şekil 4. Hazırlanan membranlara ait FTIR spektrumları (2750-3450 cm^{-1})

Şekil 3 ve 4'te en üstteki siyah renkli spektrum P0 membrana, diğer spektrumlarda aşağıya doğru sırasıyla P1, P2, P3 ve P4 membrana aittir. Şekil 3'te görünen C=C bağları ve benzen halkasına ait 1500-1580 cm^{-1} deki pikler ve C=O grubuna ait 1640 cm^{-1} dalga sayındaki pik modifikasyon sonrasında ortaya çıkmış ve artan katkı oranı ile doğru orantılı olarak şiddetlerinde artışlar meydana gelmiştir[5]. Bu gruplar PVDF yapısında olmadığı yalnızca katkı yapısında olduğu için P0 membrana ait spektrumda görülmemişlerdir. Şekil 4'te ise CH_3 yapısına ait 2850-2930 cm^{-1} de, N-H bağlarına ait ise 3300 cm^{-1} de yeni pikler ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan yeni pikler katkı maddesi ile PVDF'nin etkileştiğini membran yapısı içerisinde katkı maddesinin varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca 3250 cm^{-1} de ortaya çıkan ve katkı maddesi artışı ile şiddetinde artış meydana gelen pik ise O-H bağlarına ait titreşimlerden kaynaklanmaktadır ve bu pik aynı zamanda su piki olarak da adlandırılmaktadır. FTIR analizi öncesinde hem katkı maddesi içemeyen hem aynı şartlarda kurutulduğu halde katkılı membranlarda O-H pikinin ortaya çıkması ve şiddetindeki artış katkı maddesinin membran su tutma kapasitesini ve dolayısıyla su severliğini artırdığına yönelik destekleyici bilgi vermiştir[6,7].

2.4.2. SEM-EDX analizleri

Membranlara ait yüzey SEM görüntüleri Şekil 5'te verilmiştir. Şekilde tüm membranların benzer yüzey görüntülerine sahip olduğu görülmekle birlikte, artan katkı maddesi ile membran yüzeyinde kısmen daha pürüzlü ve gözenekli yapı oluştuğu söylenebilir.



Şekil 5. Membranlara ait yüzey SEM görüntüleri

EDX analizlerinde membran yapıları içerisindeki C, F ve N oranları incelenmiştir. Ve sonuçlar Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 2. EDX analiz sonuçları

Membran	% C	% F	% N
P0	40	60	-
P1	40	59,9	0,03
P2	40,7	59	0,28
P3	39,7	59,9	0,30
P4	42,5	56,5	1,0

EDX sonuçları incelendiğinde beklendiği gibi P0 membranda N içeriğine rastlanmadı. Diğer membranlarda ise belli katkı maddesi oranı ile artış gösteren belli oranlarda N içeriği görülmüştür. Sonuçlar PVDF membran yapısına poliasit katkısının dâhil olduğunu göstermiştir.

2.4.3. Gözeneklilik, su içeriği, gözenek yarıçapı ve geçirgenlik analizleri

Gözeneklilik ve denge su içeriği analizleri ıslak kuru membran ağırlığı tekniği ile, gözenek yarıçapı hesaplamaları ise Guerout-Elford-Ferry eşitliği kullanılarak, geçirgenlik incelemeleri ise çapraz akış filtrasyon hücresi ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Gözeneklilik, su içeriği, gözenek yarıçapı ve geçirgenlik sonuçları

Membran	% Su tutma kapasitesi	% Gözeneklilik	Gözenek yarıçapı (nm)	Geçirgenlik L/m ² .h.bar
P0	263,0	83,89	9,20	48,4
P1	269,9	80,53	10,59	51,9
P2	290,4	77,47	12,00	55,4
P3	339,0	88,23	10,95	69,2
P4	295,0	91,62	8,72	58,8

Çizelge 3 incelendiğinde, gözeneklilik ve gözenek yarıçapı sonuçlarının katkı miktarındaki artış ile doğrusal bir değişim sergileyemediği görülmüştür. Membran su tutma kapasitesinin ve geçirgenliğin artan katkı oranı ile yükseldiği ve P3 membranda en yüksek değere ulaştığı, P4 membranda ise bir miktar meydana gelse de hala katkısız membrana göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Gözeneklilik ve gözenek yarıçapında çok önemli değişiklikler görülmediği halde su tutma kapasitesinin ve özellikle geçirgenliğin artması membranların su severliğinde meydana gelen artıştan kaynaklandığı düşünülmüştür.

3. SONUÇ

Çalışma sonucunda, PANI-P yapısı ile modifikasyonu ile PVDF membranların su tutma kapasitesinin, %30 oranında yükseldiği görülmüş ve bu sonuç modifikasyon işleminin membran su severliğini artırdığını göstermiştir. Geçirgenlik performanslarının ise modifikasyon sonucunda arttığı ve %0.5 oranda katkı ile %40 oranında yükselerek 69.2 L/(m².h.bar) değerine ulaştığı belirlenmiştir. %0.5 katkı oranının gözeneklilik ve gözenek yarıçapında önemli bir değişikliğe sebep olmadığı halde geçirgenlik performansında %40 oranında artışa sebep olması, modifikasyon sonucunda artan membran su severliğine atfedilmiştir.

Genel itibarıyla, elde edilen sonuçlar PANI-P yapısının PVDF membranlarda kullanılabilecek etkili bir katkı maddesi olabileceğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

- [1] . Liu F, Hashim NA, Liu Y, Abed MRM, Li K. Progress in the production and modification of PVDF membranes. *J Membr Sci.* 2011;375(1–2): 1-27.
- [2] Y-T. Jin, D. Hu, Y-K. Lin, L. Shi, Hydrophilic modification of polyvinylidene fluoride membrane by blending amphiphilic copolymer via thermally induced phase separation, *Polym Adv Technol.* 2019;30:110–119.
- [3] E. Fontananova, M. A. Bahattab, S. A. Aljlil, M. Alowairdy, G. Rinaldi, D. Vuono, J. B. Nagy, E. Drioli,c, G. Di Profio, From hydrophobic to hydrophilic polyvinylidene fluoride (PVDF) membranes by gaining new insight into material's properties, *RSC Advances*, 2015, 00, 1-3.
- [4] A. Sarihan, Development of high-permeable PSf/PANI-PAMPSA composite membranes with superior rejection performance, *Materials Today Communications* 24, 2020, 101104.
- [5] A. Sarihan, S. Shahid, J. Shen, I. Amura, D. A. Patterson, E. A. C. Emanuelsson, Exploiting the electrical conductivity of poly-acid doped polyaniline membranes with enhanced durability for organic solvent nanofiltration, *Journal of Membrane Science*, 2019, 579, 11–21.
- [6] A. L. Ahmad, U. R. Farooqui, N. A. Hamid, Porous (PVDF-HFP/PANI/GO) ternary hybrid polymer electrolyte membranes for lithium-ion batteries, *RSC Adv.*, 2018, 8, 25725.
- [7] W. Shao, R. Jamal, F. Xu, A. Ubul, T. Abdiryim, The effect of a small amount of water on the structure and electrochemical properties of solid-state synthesized polyaniline, *Materials*, 2012, 5, 1811-1825.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

FARKLI UV RADYASYONUNUN ETKİSİ ALTINDA KATYONİK BOYALARIN SULU ÇÖZELTİLERDEN UZAKLAŞTIRILMASINDA ETKİLİ FOTOKATALİTİK BOZUNMA İŞLEMİ
EFFICIENT PHOTOCATALYTIC DEGRADATION PROCESS OF THE REMOVAL OF CATIONIC DYES FROM AQUEOUS SOLUTIONS UNDER THE EFFECT OF DIFFERENT UV RADIATION**Murat KIRANŞAN***Dr. Öğr. Üyesi, *Gümüşhane University, Gümüşhane Vocational School,**Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, 29100, Gümüşhane, Turkey, ORCID NO: 0000-0002-8520-6563***ÖZET**

Su kirliliği günümüzde karşılaşılan çevre sorunlarının en önemli parçasıdır (Zhang vd., 2009). Su, canlıların temel ihtiyacı olması ve büyük ekonomik faaliyetler için bir kaynak olması nedeniyle yaşamın devamı için vazgeçilmez bir kaynaktır (Sheydaei vd., 2014). Su kirliliği, hızla büyüyen endüstrilerin ve nüfusun büyümesi nedeniyle tüm dünyada halk sağlığı için ciddi bir çevresel sorun ve tehdit oluşturmaktadır (Hasanpour vd., 2020). En önemli çevre kirliliğinden biri olan ve sanayide yaygın olarak kullanılan organik boyalar, çeşitli su kirleticilere kıyasla büyük kirliliğe neden olmaktadır (Gajda vd., 1996). Birçok organik kirletici gibi endüstriyel atıklardan elde edilen organik boyalar, ciddi çevre sorunları oluşturur ve insan sağlığı, bitkiler, hayvanlar için ciddi sorunlara neden olabilecek yüksek toksisiteye neden olur (Gupta vd., 2013). Organik boyalar yüksek sıcaklık, ışığa maruz kalma, ısı ve diğer kimyasal reaksiyonlar altında kararlıdır (Singh vd., 2018). Bu nedenlerle, su kaynakları deşarj edilmeden önce sulu çözeltiden organik boyaların uzaklaştırılması çok önemlidir (Gupta vd., 2009). Tekstil atık sularının arıtılması için kimyasal, fiziksel ve biyolojik arıtma gibi çeşitli teknolojiler geliştirilmiştir (Ganesh vd., 1994).

Son yıllarda, su/atık sudan organik boyaları uzaklaştırmak için ileri oksidasyon işlemleri, adsorpsiyon, membran ayırma, filtrasyon vb., birçok giderim yöntemi kullanılmaktadır (Hajar vd., 2018). Bu farklı yöntemler arasında, adsorpsiyon ve fotokatalitik bozunma süreçleri etkili yaklaşımlar olduğu ve ekonomik açıdan ucuz oldukları için birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Yagub vd., 2014). Mükemmel oksidasyon kabiliyeti, su/atık su organik boyalarını gidermek için uygulanabilir teknoloji, etkili, düşük maliyetli parametreler nedeniyle fotokatalitik bozulmanın önemli avantajları tercih edilmektedir (Beata vd., 2017). Fotokatalitik oksidasyon mekanizması, elektronun değerlik bandından iletkenlik bandına geçişini ve elektron çiftlerinin üretimini takiben yarı iletken parçacıkların foto-uyarılmasını içeren etkili ve iyi bir şekilde kurulmuş prosestir. (Khataee vd., 2016). Farklı UV radyasyon bölgesinde (UV-C, UV-B, UV-A) gerçekleştirilen fotokatalitik reaksiyonlarda, BY28 boyanın giderim veriminin en yüksek olduğu radyasyon bölgesi UV-C'dir. Bunun nedeni, UV-C radyasyon bölgesinde yayılan fotonların yüksek enerjilere sahip olmasıdır. Yüksek enerjili fotonlar daha fazla elektron deliği çifti üreteceğinden, en fazla UV-C radyasyonunda BY28'in fotokatalitik degradasyonunun giderim verimliliği elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fotokatalitik Bozunma, Fotokataliz, UV-C, UV-B, UV-A, Katyonik Boya (BY28), Yarıiletken Malzeme

ABSTRACT

Water pollution is the most important part of the environmental problems encountered today (Zhang vd., 2009). Water is an indispensable resource for the continuation of life due to the fact that it is the basic need of living things and is a resource for major economic activities (Sheydaei vd., 2014). Water pollution poses a serious environmental problem and threat to public health all over the world due to the growth of rapidly growing industries and population (Hasanpour vd., 2020). One of the most important environmental pollution, organic dyes, which are widely used in industry, cause great pollution compared to various water pollutants (Gajda vd., 1996). Organic dyes from industrial wastes, such as many organic pollutants, pose serious environmental

problems and cause high toxicity that can cause serious problems for human health, plants, animals (Gupta vd., 2013). Organic dyes are stable under high temperature, light exposure, heat and other chemical reactions (Singh vd., 2018). For these reasons, it is essential and very important to remove organic dyes from the aqueous solution before the water sources are discharged (Gupta vd., 2009). Various technologies such as chemical, physical and biological treatment have been developed for the treatment of textile wastewater (Ganesh vd., 1994).

In recent years, advanced oxidation processes, adsorption, membrane separation, filtration etc. are used to remove organic dyes from water/waste water many treatment methods are used (Hajar vd., 2018). Among these different methods, it has been emphasized by many researchers because the adsorption and photocatalytic degradation processes are effective approaches and are economically inexpensive (Yagub vd., 2014). Important advantages of photocatalytic degradation compared to competing processes are preferred due to its excellent oxidation ability, applicable technology for removing water/wastewater organic dyes, effective, low cost parameters (Beata vd., 2017). The photocatalytic oxidation mechanism is well established that involves the photo-excitation of semiconductor particles following the transition of the electron from the valence band to the conductivity band and the production of pairs of electrons (Khataee vd., 2016). In the photocatalytic reactions carried out in different UV radiation region (UV-C, UV-B, UV-A), the radiation region where the removal efficiency of BY28 paint is highest is UV-C. This is because the photons emitted in the UV-C radiation region have high energies. Since the high energy photons will produce more electron hole pairs, the removal efficiency of the photocatalytic degradation of BY28 has been achieved most in UV-C radiation.

Keywords: Photocatalytic Degradation, Photocatalysis, UV-C, UV-B, UV-A, Cationic Dye (BY28), Semiconductor Material

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

**ATIKSULARDA FARMASÖTİK İLAÇ VE ORGANİK BOYA KİRLİTİCİLERİNİN
GİDERİMİNDE FOTOKATALİTİK BOZUNMA PROSESLERİNİN ETKİSİ: BİR DERLEME
EFFECT OF PHOTOCATALYTIC DEGRADATION PROCESSES IN THE REMOVAL OF
PHARMACEUTICAL DRUG AND ORGANIC DYE POLLUTANTS IN WASTEWATERS: A
REVIEW****Murat KIRANŞAN***Dr. Öğr. Üyesi, *Gümüşhane University, Gümüşhane Vocational School,**Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, 29100, Gümüşhane, Turkey, ORCID NO: 0000-0002-8520-6563***ÖZET**

Çevre kirliliği günümüzde hızlı bir şekilde artmakta ve tüm canlılığı ciddi olarak tehdit etmektedir. Su ve toprak tüm canlılar için önemli yaşam kaynağıdır. İnsan kaynaklı aktivitelerin sonucu olarak ortaya çıkan genel kirleticiler pestisitler, farmasötik atıklar, plastikler, toksik organik bileşikler, tekstil boyar maddeler, inorganik bileşikler, uçucu organik bileşikler gibi kimyasal maddelerdir. Endüstriyel ve fabrika atıklarından kaynaklanan kirletici maddeler arıtılmadan önce su ortamına bırakıldığında, bu toksik kirleticiler ciddi çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bundan dolayı, atık suların arıtılması için etkili ve çevre dostu yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Atık su ortamındaki organik kaynaklı kirliliği kontrol altına almak ve azaltmak için çeşitli kimyasal, fiziksel ve biyolojik teknikler bulunmaktadır. Atık suların arıtılmasında kullanılan yöntemler arasında, fotokatalitik degradasyon prosesi atık sulardaki farmasötik ve tekstil boya atıkların zararsız hale getirilmesinde yöntemin basitliği, verimliliği ve kolay kullanımı nedeniyle artan bir şekilde kabul görmektedir. Adsorpsiyon ve fotokatalitik bozunma süreçleri birçok araştırmacı tarafından kabul gören etkili yaklaşımlardır. Fotokatalitik degradasyon prosesleri ekonomik olarak ucuzdur. Mükemmel oksidasyon kabiliyeti, su/atıksu organik boyaların gidermek için uygulanabilir teknoloji, etkili, düşük maliyetli parametreler nedeniyle fotokatalitik bozulmanın önemli avantajları tercih edilmektedir. Fotokatalitik oksidasyon prosesi, elektronun değerlik bandından iletkenlik bandına geçişini ve elektron çiftlerinin üretimini takiben yarı iletken parçacıkların foto-uyarılmasını içeren fotokimyasal reaksiyon mekanizmasıdır. Bu nedenle, foto-uyarılmış katalizör taneciklerinin yüzeyinde veya yakınında hem oksidatif hem de indirgeyici reaksiyonlar meydana gelebilir ve organik kirleticilerin bozulmasına neden olur. Yarı iletken malzemeler ışık enerjisini bant boşluklarından daha fazla emer ve sonuç olarak bu değerlik bandından (VB) elektron (e^-) iletimi iletkenlik bandına (CB) geçerler. Üretilen e^-_{CB} , foto-indirgeme reaksiyonu sırasında O_2 ile reaksiyona girer ve h^+_{VB} , foto-oksidasyon reaksiyonu sırasında ışıkla uyarılan reaktif türler üretmek için H_2O ve/veya OH^- ile reaksiyona girer. Çeşitli yarı iletkenler arasında, ZnO ve TiO_2 özellikle fotokatalitik bozunma işlemlerinde tercih edilen bileşiklerdir. Bu yarı iletkenler yüksek fotokatalitik aktivitelere sahiptir ve çok ucuz ve kararlı bileşiklerdir.

Anahtar kelimeler: Fotokatalitik bozunma, yarıiletken malzemeler, fotoliz, farmasötik atıklar, tekstil boyalar.

ABSTRACT

Environmental pollution is increasing rapidly today and seriously threatens all life. Water and soil is an important source of life for all living things. General pollutants resulting from human activities are chemicals such as pesticides, pharmaceutical waste, plastics, toxic organic compounds, textile dyes, inorganic compounds, volatile organic compounds. When the pollutants from industrial and factory wastes are released into the water environment before they are treated, these toxic pollutants cause serious environmental problems. Therefore, effective and environmentally friendly methods need to be developed for the treatment of wastewater. Various chemical, physical and biological techniques are available to control and reduce organic pollution in the wastewater environment. Among the methods used in the treatment of wastewater, the

photocatalytic degradation process is increasingly accepted due to the simplicity, efficiency and easy use of the method in making harmless pharmaceutical and textile paint wastes in wastewater. Adsorption and photocatalytic degradation processes are effective approaches accepted by many researchers.

Photocatalytic degradation processes are economically inexpensive. Important advantages of photocatalytic degradation are preferred due to its excellent oxidation ability, applicable technology for removing water/wastewater organic dyes, effective, low cost parameters. The photocatalytic oxidation process is a photochemical reaction mechanism involving the transition of the electron from the valence band to the conductivity band and the photo-excitation of the semiconductor particles following the production of the electron pairs. Therefore, both oxidative and reductive reactions can occur on or near the surface of the photostimulated catalyst particles, causing organic pollutants to deteriorate. Semiconductor materials absorb light energy more than band gaps and consequently pass electron (e^-) transmission from this valence band (VB) to the conductivity band (CB). The produced e^-_{CB} reacts with O_2 during the photo-reduction reaction, and h^+_{VB} reacts with H_2O and/or OH^- to produce light-induced reactive species during the photo-oxidation reaction. Among the various semiconductors, ZnO and TiO_2 are particularly preferred compounds in photocatalytic degradation processes. These semiconductors have high photocatalytic activities and are very cheap and stable compounds.

Keywords: Photocatalytic degradation, semiconductor materials, photolysis, pharmaceutical waste, textile dyes.

1. GİRİŞ

Günümüzde, teknolojik ve endüstriyel olarak gelişmiş ülkeler, sivil ya da askeri sektörde yürüttükleri faaliyetlerin sonucu olarak tehlikeli atıkların ıslahı, yeraltı sularındaki kontaminasyon ve havanın kirlenmesi gibi çok ciddi çevresel sorunlar ile karşı karşıyadır. Son yıllarda, tehlikeli atıkların ıslahı ile ilgili sorunlar uluslararası ölçekte birincil problem olarak ön plana çıkmaktadır (Hoffmann vd., 1995; Alp, 2019). Endüstriyelleşmedeki hızlı gelişmeler, kuraklık ve dünya popülasyonundaki büyümenin de etkisinde temiz su kaynaklarının varlığı önemli bir konu haline gelmektedir. Dünya genelinde 4 milyara yakın insanın temiz suya erişiminin bulunmadığı, temiz ve steril suya ulaşamaması nedenlerinden dolayı her yıl milyonlarca insanın öldüğü bildirilmektedir (Chong vd., 2010). İnsan kaynaklı faaliyetlerden doğal su döngüsüne sızan kirliliğin önlenememesinden dolayı, kayıpların yakın gelecekte daha da artacağı bildirilmektedir (Viessman vd., 1998; Alp, 2019).

Günümüzde çok fonksiyonlu türetilmiş endüstriyel ürünler ve yüksek teknoloji endüstrileri kullanılarak sentezlenen materyal sayısında da artış gözlenmektedir (Carlsen vd., 2013). Endüstriyel atık sularındaki zararlı maddelerin günümüzde giderek artması sonucu, araştırmacıları bu konu üzerine yönlendirmiş ve bu alandaki çalışmalar hız kazanmıştır (Akdağ Anıt, 2016; Clarke vd., 1995). Tekstil uygulamalarında, kâğıt ve plastik atıkları, gıda endüstrilerinde kullanılan katkı maddeleri, doğayı kirleten ve sağlığı olumsuz yönde etkileyen organik boyalar ve farmasötik atıklar çevre kirliliğinin önemli sebeplerinden sayılmaktadır (Sanghi vd., 2002). Endüstriyel atıkların, su ortamındaki zararlarının önlenmesi için, biyolojik ve kimyasal arıtma, elektrokimyasal yöntemler, koagülasyon, filtrasyon, flokülasyon, adsorpsiyon ve kimyasal oksidasyon yöntemlerine başvurulabilir. Bu prosesler arasında en çok tercih edilen ise yüksek verimliliğe sahip olması ve kullanım kolaylığı açısından adsorpsiyondur (Walker vd., 2003). Bu proseslere alternatif olarak daha yüksek verimlilik sağlayan ve daha düşük enerji tüketimini destekleyen ileri oksidasyon prosesleri (Advanced Oxidation Processes -AOPs) tercih edilmektedir. İleri oksidasyon prosesleri (AOPs), hidroksil radikalleri ($\bullet OH$) gibi oldukça reaktif türlerin ve organik kirleticilerin reaksiyonuna dayanan bir oksidasyon yöntemidir (Akdağ Anıt, 2016).

Günümüzde organik kirleticileri doğrudan CO_2 , H_2O ve mineraller gibi, zararsız maddelere dönüşmesini sağlayan ileri oksidasyon proseslerine en çarpıcı yöntem olarak fotokatalitik degradasyon prosesleri örnek verilebilir. (Kıranşan, 2015). Fotokatalizör, fotolitik reaksiyonu hızlandıran bir katalizördür. Foto reaksiyon ise UV ışınlarının etkisiyle aktif hale gelen oksidasyon, yani yanma reaksiyonuna verilen genel isimdir. Işık ortamında, foto katalizörler zararlı organik kimyasal maddeleri (tekstil boyaları ve farmasötik atıklar vb.) karbondioksit ve su olarak ayrıştırıp zararlı bileşiklerini uzaklaştırabilir (Kıranşan, 2015; Esen 2011). Tanecik boyutundaki azalma aynı zamanda yüzeylerin ve dolayısıyla yüzeyde gerçekleşen adsorpsiyonun artmasına neden olacağından, arayüz yük taşıyıcıların transfer hızındaki artıştan dolayı etkin bir fotokatalitik aktiviteye sahip olacaktır (Kıranşan, 2015; Esen, 2011). Bu yöntem, UV ışığı kullanılarak aktif hale getirilmiş bir yarı iletken ile atık sularındaki zararlı maddelerin buldukları ortamda parçalanarak zararsız ürünlere (su, karbon

dioksit, mineral tuzlar) dönüşmesini içermektedir (Esen, 2011). Fotokatalizörler, fotokimyasal reaksiyonları gerçekleştirmek için dışarıdan verilen ısı enerjisine ihtiyaç duymazlar, ayrıca bu reaksiyonlar birçok farklı reaktiflerin indirgeme ve oksitlenme tepkimelerini gerçekleştirdiği için de oldukça önemlidir (Akdağ Anıt, 2016).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

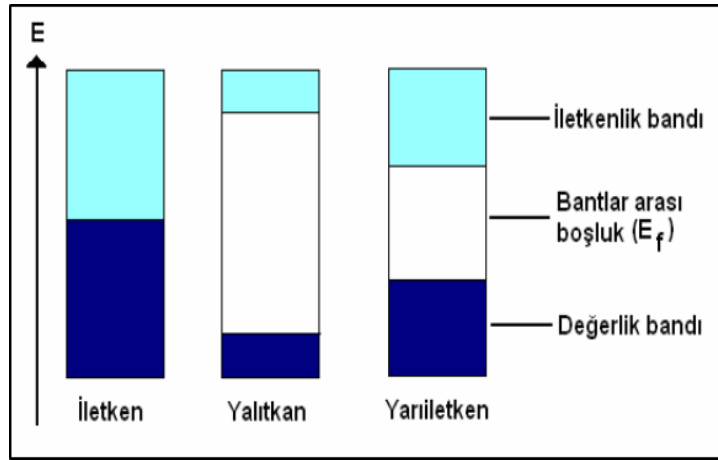
2.1. Fotokatalitik Oksidasyon Prosesleri

Atık sularda bulunan zararlı organik maddelerin (tekstil boya ve farmasötik atıklar) fotokatalizörler desteği ile zararsız ürünlere dönüştürülmesine ilişkin yapılan çalışmaların çoğunda, fotokatalitik aktivitenin sağlanması için UV ışınları kullanılmaktadır. Işın etkisi ile fotokatalitik aktivite gösterecek olan maddenin elektronları uyarılmaktadır (Kıranşan, 2015; Esen, 2011).

Valans bantları (Değerlik bandı) ile iletkenlik bandı arasındaki enerji farkı, bant aralığıdır. Bant aralığına bağlı olarak malzemeler 3 kısımda incelenirler (Ameta vd., 2018; Çakır, 2019).

- Metal veya iletken: Bant aralığı < 1.0 eV
- Yarı iletken: Bant aralığı $< 1.5-3.0$ eV
- Yalıtkan: Bant aralığı > 5.0 eV

Şekil 1.de görülebileceği gibi iletken maddelerde iletkenlik bandı ile valans bandı birbirine bitişikken, yalıtkan maddelerde iki bant arasında oldukça büyük bir enerji farkı vardır. Yarı iletken maddelerde bant aralığındaki enerji farkı, iletkenlerden daha fazla yalıtkanlardan ise daha azdır (Çakır, 2019). Yarı iletkenlerde elektronun bir banttan diğerine geçmesi termal, elektriksel veya ışık gibi bir dış etken varlığında gerçekleşir ve bu dış etken ışık ise bu maddelere fotokatalizör ismi verilir (Çakıroğlu, 2011; Çakır, 2019).



Şekil 1. İletken, yalıtkan ve yarı iletken için bant enerji seviyeleri (Sayılkan, 2007; Kıranşan, 2015)

Elektriksel iletkenlik, atomun değerlik bandında bulunan elektronun iletkenlik bandına geçmesi sonucu oluşur. İletken maddelerde bu iki bant aralığı birbirine çok yakın durumda iken, yalıtkan maddelerde ise, iki bant aralığındaki boşluk oldukça büyüktür. (Cao vd., 1999). Elektronun aşması gereken bant boşluk enerjisinden dolayı, elektronların bir banttan diğerine geçmesi oldukça zorlanmış koşullar gerektirmektedir. Yarı iletken malzemelerde bu bant aralığı yalıtkanlara göre daha azdır. Elektronların değerlik bandından iletkenlik bandına geçmesi termal, elektriksel veya ışık gibi bir dış etken sayesinde gerçekleşir (Esen, 2011; Kıranşan, 2015).

Fotokatalizör maddelerde, yarı iletken materyal olarak metal oksitler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Eğer, $h\nu$ enerjili bir foton ($h\nu = E_b$ veya $h\nu > E_b$) yarı iletken tarafından soğurulursa, değerlik bandında bulunan elektronlar, iletkenlik bandına geçerek yarı iletken uyarılır (Esen 2011; Kıranşan, 2015). Yarı iletken malzemelerin uyarılması sonucunda, değerlik bandında pozitif elektron boşluğu (h_{DB}^+) oluşurken, iletkenlik bandında da elektron yoğunluğu (e_{IB}^-) oluşur. Elektron boşlukları ve uyarılan elektronlar birlikte, redoks reaksiyonlarında yer alırlar (Cao vd. 1999; Esen, 2011). Bunlar genellikle e_{IB}^-/h_{DB}^+ (elektron/başluk) çifti

olarak ifade edilir ve gösterdikleri redoks reaksiyonları sayesinde, yarı iletken malzemenin fotokatalitik aktivitesinde son derece önemlidir. (Yeung vd., 2003).

2.2. Yarı iletken fotokatalizörler

Fotokatalizör malzemeler, ışık reaksiyona girdiğinde aktif hale geçerek, kuvvetli yükseltgen ve/veya indirgen aktif yüzeyler oluşturan bir yarı iletken malzeme olarak tarif edilebilir. İdeal bir fotokatalizör; kimyasallardan, dış etkilerden etkilenmemeli, görünür ışık veya yakın ultraviyole ışınları ile etkileşebilmeli, maliyeti ucuz olmalı, kolay sentezlenebilmeli, toksik olmamalı, yüksek fotoaktiviteye sahip olmalı ve oldukça geniş yüzey alanı ve nano boyutta kristal yapısına sahip olmalıdır (Sayılkan, 2007; Kondarides vd., 2013). Eğer bu özelliklerden herhangi birini içermiyorsa ideal bir fotokatalizör materyalden bahsetmek oldukça zordur. Reaksiyon ortamı açısından fotokatalizörler, homojen ve heterojen sistemler olarak sınıflandırılırlar (Sayılkan, 2007). Homojen fotokatalizör sistemlerinde reaksiyon tek fazda gerçekleşirken, heterojen fotokatalizör sistemlerinde, fotokatalizör yüzeyinde ve ara yüzeyde gerçekleşir (Kondarides vd., 2013; Kıranşan, 2015).

Araştırılan yarı iletkenlerin sadece bir kısmı etkili fotokatalizör olarak kabul edilebilirler, çünkü çoğu durumda optik ve elektronik özellikleri yarı iletkenliğin tüm özelliklerini karşılamaz. TiO_2 , WO_3 , $SrTiO_3$, ZnO ve ZnS gibi geniş bant aralığına sahip n-tipi yarı iletkenler genellikle etkili fotokatalizörlerdir, bunun nedeni iletkenlik ve valans bantlarında yeterince yüksek redüksiyon ve oksidasyon potansiyelleri sağlarlar (Pfitzner vd., 2013; Kondarides vd., 2013). Fotokatalizörlerin, ortak dezavantajı, güneş uygulamaları için onları daha az verimli hale getiren yüksek enerji girişi gereksinimidir. Bu soruna rağmen, metal oksit yarı iletkenleri, foto korozyona dirençleri nedeniyle diğer malzemelerden daha fazla yarar sağlamışlardır (Pfitzner vd., 2013).

Ticari olarak temin edilebilen ve literatürde fotokatalizör olarak araştırmalara konu olan TiO_2 , ZnO , ZnS , CdS , Fe_2O_3 , WO_3 , vb. gibi birçok yarı iletken malzeme vardır. Tablo 1.de, fotokatalizör olarak yaygın kullanılan yarı iletkenlerin, bant aralığı enerjilerini ve literatürde bildirilen eşik dalga boyları listelenmiştir (Chen vd., 2008; Çakır, 2019).

Tablo 1. Bazı yarı iletkenlerin bant aralığı enerjileri ve eşik dalga boyları (Çakır, 2019).

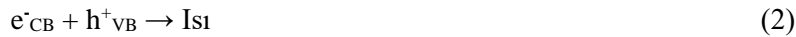
Yarı iletken	Bant aralığı (eV)	Dalga boyu (nm)
ZnS	3.6	335
ZnO	3.2	388
TiO_2	3.0-3.2	413-388
CdS	2.4	516
Fe_2O_3	2.3	539
WO_3	2.8	443

2.3. Fotokatalizör Materyallerin Fotokatalitik Oksidasyon Reaksiyonları

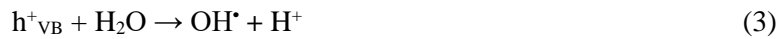
Bir fotokatalizör istenilen dalga boyunda ışığa maruz kaldığında, fotonların enerjisi valans banttaki elektronlar (e^-) iletkenlik bandına geçer. Bu süreçte valans bantta bir enerji boşluğu (h^+) oluşur. Bu yük ayrılmasının meydana gelmesi, fotokatalitik reaksiyonun ilk önemli adımlarından biridir. Ve eşitlik (1) ile gösterilir.



Oluşan bu elektron ve boşluk çiftleri, eşitlik (2)'deki gibi tekrar birleşerek enerjisi ısı olarak ortama verirler.



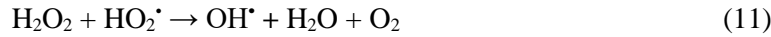
Bilindiği üzere yarı iletkenlerin yüzeyleri su ile temas ettiklerinde hidroksil iyonları oluşur ve ışıma devam ettiği sürece oluşan boşluklar fotokatalizör yüzeyine doğru, elektronlar da partikülün iç yüzeyine doğru ilerlemektedirler. Böylece elektron/boşluk çiftinin tekrar birleşerek aktivitelerini kaybetme riski ortadan kalkmış olur. Yarı iletken yüzeyindeki fotokatalitik ve fotokimyasal reaksiyonlar sonucu eşitlik (3-4) deki gibi hidroksil radikalleri (OH^\bullet) oluşur (Çakır, 2019).



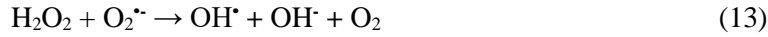
Oksidasyon reaksiyonlarının kararlı bir halde devam edebilmesi için, bir taraftan da elektronların harcandığı reaksiyonların gerçekleşmesi gerekmektedir (Çakır, 2019). Oksijen fotokatalitik sistemlerde elektron alıcısı olarak kullanılmaktadır. Yarı iletken malzemenin yüzeyinde iletim bandındaki elektronlar ile ortamdaki oksijen süperoksit iyon radikali ($O_2^{\cdot-}$) vermek üzere reaksiyona girerler (Çakır, 2019).



Süperoksit iyon radikali de su ile reaksiyona girer ve çözelti ortamında $O_2^{\cdot-}$, HO_2^{\cdot} , HO_2^- , O_2 ve H_2O_2 gibi moleküller oluşur (Çakır, 2019).



Oluşan hidrojen peroksit daha sonra OH^{\cdot} radikali oluşturmak üzere eşitlik (12) ve (13) deki reaksiyonlara girerler (Çakır, 2019).



Kirleticilerin fotokatalitik oksidasyonu esasen, yüksek reaktif özelliklere sahip hidroksil radikalleri aracılığıyla gerçekleşmektedir (Jonsson vd., 2018).

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3.1. Tekstil Organik Boya Atıklarının Kirliliği

Tekstil boyalarının emisyonu ile ilgili su kirliliği tüm dünyada çevresel bir sorun olmaya devam etmektedir. Bu işlenmemiş tekstil boya atıkları, çevre ve insan sağlığına zarar verebilen Cr, As, Cu ve Zn dahil eser metaller içeren çok sayıda boya, kimyasal, organik ve inorganik bileşik içerir (Huo vd., 2010). Boya üretim işlemlerinde, boyaların yoğun uygulaması endüstriyel atık suların kirlenmesinin temel nedenidir. (Ghaly vd., 2014). Boyama işlemleri sırasında, bu boyaların bir kısmı, alkali boya banyosunda ve boya hidrolizi nedeniyle, kumaşlara sabitlenmemiş ve çevreye salınmış olarak kalırlar (Chequer vd., 2013).

Günümüzde, 100.000'den fazla ticari olarak temin edilebilen tekstil boyası mevcuttur. Tekstil boyalarının % 90'ının kumaşlara uygulandığı, kalan kısmın ise deri, kağıt, plastik ve kimya endüstrilerinde uygulandığı tahmin edilmektedir (Suresh vd., 2014). Boya kontamine atık sularının doğal su kaynaklarına dökülmesi, kalıcı boyalar ve bunların çevreye zararlı olan bozulma ara ürünleri nedeniyle istenmeyen bir durumdur (Vinu vd., 2009). Suda bir ppm'den daha az boyar maddelerin bulunması yüksek derecede renkli elementler üretebilir bu sorun, güneş ışığının suya nüfuz etmesini engelleyerek su bitkilerinin fotosentetik işlevini olumsuz ölçüde etkilemiştir (Akpan vd., 2009). Benzidin, naftalin ve diğer aromatik ara bileşikler dahil olmak üzere kanserojen ara ürünler oluşturan bu inatçı ve degradasyonu zor olan boyaların, uzun süreli parçalanmaları sonucu flora, fauna ve insan sağlığını etkileyebilecek toksik, kanserojen, genotoksik ve mutajenik olduğu iddia edilmektedir (Holkar vd., 2016).

Kalsinasyona uğratılmış bazı nanokompozitlerin fotokatalitik degradasyon uygulamaları sonucu, ana model kirletici olarak çok çeşitli tekstil organik boyalar kullanılarak incelenmiştir. Literatüre göre, kalsinasyon sıcaklığı, katalizör miktarı, başlangıç boya konsantrasyonu gibi çeşitli çalışma parametreleri de incelenmiştir. Boya giderim çalışma koşulları ile uygulamaya ilişkin detaylar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Boya kirleticilerinin fotokatalitik degradasyonu için farklı nanokompozitlerin uygulamaları.

Boya Kirleticileri	Katalizörler	Giderim Verimi (%)	Fotokatalizör Ağırlığı (g)	Çözelti Derişimi (mg L ⁻¹)	Çözelti Hacmi (mL)	Degradasyon Süresi (dak.)	Işınlama Kaynağı	Kaynaklar
Methylene Blue	TiO ₂ /VA	100.0	0.003	20.0	800	30	UV light	(Esparza vd., 2010)
Methylene Blue	N-TiO ₂ /FACs	58.0	1.800	20.0	600	540	Visible light	(Li vd., 2013)
Methylene Blue	BiVO ₄ /FACs	90.0	0.200	10.0	50	300	Visible light	(Zhang vd., 2013)
Methylene Blue	ZnO-FAPs	100.0	0.015	10.0	30	120	UV light	(Kim vd., 2014)
Methyl Orange	BiVO ₄ /FACs	82.0	0.200	10.0	50	120	Visible light	(Sun vd., 2013)
Methyl Orange	TiO ₂ -FA	69.5	0.200	3.27	200	160	UV light	(Okte vd., 2014)
Methyl Orange	C-TiO ₂ /FAS	99.0	0.10	20	30	90	Visible light	(An vd., 2018)
Rhodamine B	AgCl-TiO ₂ /FACs	95.0	0.210	12.5	100	180	Visible light	(Huo vd., 2010)
Acid Red 1	Co/LFA	99.0	1.0	10.0	200	60	UV light	(Giribabu vd., 2016)
Congo Red	Ni ₂ O ₃ /MCM-48	80.7	0.020	5.0	100	180	Visible light	(Shaban vd., 2017)
Indigo Carmine	GR/FAG	90.2	0.100	10.0	100	90	UV light	(Zhang vd., 2018)

Yarı iletken malzemeler kullanan heterojen fotokataliz prosesleri, atık su arıtma işleminde çeşitli organik ve inorganik kirleticilerin giderilmesinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Fotokatalitik degradasyon sürecini güçlendirmek için son yıllarda bazı araştırmacılar tarafından sono fotokataliz ve elektrokimyasal destekli fotokataliz prosesleri uygulanmaktadır. Bir sonofotokatalitik proses arıtma işleminde ultrasonik ses, sonokatalizdeki ana bileşen hidroksil radikallerinin oluşumunu arttırmak ve aynı zamanda suyun yapısındaki organik ve inorganik kirleticilerinin bozunma verimliliğini arttırmak için kullanılır (Saravanan vd., 2017).

3.2. Farmasötik İlaç Atıklarının Kirliliği

Farmasötik ilaç atıkları, kişisel bakım ürünleri, kişisel sağlık ilaçlar, kozmetik ürünler (kozmetik, koku, sabun, losyon, diş macunları ve güneşten koruyucular) ve tarım ticareti (veteriner ilaçları) ürünler büyük bir kimyasal grup içerir. Bu bileşikler insan vücudundan atılır veya doğrudan kanalizasyon sistemine atılır.

Bu nedenle, her yıl çok miktarda atık sulara farmasötik ilaç atıkları, kişisel bakım ürünleri dağıtılır. Pek çok farmasötik ilaç atıkları biyolojik bozunmaya karşı kararlı olduğu için, geleneksel atıksu arıtma tesislerinden (% 30-90 verimlilik) geçerken sadece kısmen elimine edilirler (Pietrogrande vd., 2007). İlaçlar evlerde, hastaneler ya da klinik merkezleri gibi sağlık merkezlerinde ya lokal olarak (solunum veya deri yoluyla) ya dahili olarak (ağız yoluyla), veya deri üzerinden (enjeksiyon veya infüzyon yoluyla) uygulanmak suretiyle alınırlar. Farmasötik bileşiklerin vücuda alınmasından sonra ilaç molekülleri adsorplanır, dağıtılır, metabolizmaya katılır ve son olarak vücuttan dışarı atılır. Modern ilaçların çoğu karaciğer ve böbrekte metabolizmaya katıldıktan sonra istenilen farmakolojik etkiyi gösterecek şekilde dizayn edilmişlerdir.

Farmasötik ilaç atıkları, kirletici ortamında µg/L'ye ulaşan konsantrasyonlarında tespit edildiğinden, birçok ülkedeki insanlar, diğer canlı organizmalar ve ekosistem üzerindeki olumsuz sağlık etkileri hakkında endişe duymaktadır (Ashton vd., 2004; Calamari vd., 2003). Tablo 3. de farmasötik ilaç atıklarının sulu ortamda metal/metal olmayan katkılı TiO₂ nanokompozit malzemelerin katalizör eşliğinde fotokatalitik bozunmasını göstermektedir. Ofloksasin (Kundu vd., 2014), ibuprofen (Bhatia vd., 2016), karbendazim, propiconazole (Kaur vd., 2016) ve acephate (Zhang vd., 2015) gibi farmasötik ilaç atıkları kullanılmıştır.

Tablo 3. Farmasötik ilaç atıklarının sulu ortamda metal/metal olmayan katkılı TiO₂ nanokompozit malzemelerin eşliğinde fotokatalitik bozunmalarının uygulamaları.

TiO ₂ Katkılı Nanomalzeme	Farmasötik Kirleticiler	İlaç Konsantrasyonları	Degradation Time (min)	Fotokatalizör Performansı (%)	Kaynaklar
Ni-TiO ₂	Ofloksasin	25 mg L ⁻¹	180	70	Kundu vd., 2014
Bi-TiO ₂	İbuprofen	25 mg L ⁻¹	360	89	Bhatia vd., 2016
Ni-TiO ₂	İbuprofen	25 mg L ⁻¹	360	78	Bhatia vd., 2016
Fe-TiO ₂	Karbendazim	8 mg L ⁻¹	300	98	Kaur vd., 2016
Fe-TiO ₂	Propiconazole	25 mg L ⁻¹	300	90	Kaur vd., 2016
N-TiO ₂	Acephate	8x10 ⁻⁴ mol L ⁻¹	120	84	Zhang vd., 2015

Su atıkları ortamlarında bulunduğu gibi, hazır sularda da ilaçların sıklıkla bulunmasının çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz ve zararlı etkisi gittikçe artan tepkilere neden olmuştur. İlaç kirliliğinden kaynaklanan olumsuz etkilerin bazıları sucul zehirlenme, patojenik bakterilerde gelişim direnci, gen zehirlenmesi ve vücut fonksiyonlarının bozulması şeklinde sayılabilir (Arcand-Hoy vd., 1998; Kümmerer, 2004). Bu olumsuz etkiler farmasötik bileşiklerin ve diğer yollarla insan vücuduna giren kimyasal bileşiklerin tüketilen içme sularındaki varlığı bir diğer halk sağlığı sorunudur. Çünkü suyun vücut metabolizmasına girerek bu bileşiklerin karışımlarının uzun süreli alımının potansiyel kronik sağlık etkileri hakkında çok az şey bilinmektedir (Stackelberg vd., 2004). Bu nedenle, hastane ve evsel atık sular gibi kaynakların alıcı ortamlara verilmeden önce içerdiği diğer öncelikli kirleticilerle birlikte ilaç bileşiklerinin etkin şekilde uzaklaştırılması çevre bilimleri ve mühendislikte gittikçe önemi artan bir konu haline gelmiştir.

4. TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, metal oksit katkılı farklı nanokompozitlerin fotokatalizör alanındaki kullanım ve uygulamalarının evrimi sonucu, tekstil organik boyaların ve farmasötik atıkların arıtma işlemleri üstün iyileştirme ve sürdürülebilir su kirliliği kontrolüne yol açan canlı ve güçlü bir teknolojiyi temsil etmektedir. Bahsedilen zorlukların ortasında, metal oksit katkılı farklı nanokompozitlerin yeniliği, düşük maliyet ve düşük yoğunluk gibi favori özellikleri sayesinde çevre teknolojileri alanında büyük bir devrim başlattı. Sonuçta, bu araştırma alanını genişletmek, nanokompozitlerin performansını artırmak ve geniş ölçekli uygulamasını genişletmek için çok daha fazla özveri çalışması ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Ek olarak, malzeme bilimi, kimya ve nanoteknoloji mühendisliği arasındaki disiplinler arası işbirliğinin, su kirletici tekstil organik boyaların ve farmasötik atıkların arıtımı için metal oksit katkılı farklı nanokompozitlerin sentezi, rejenerasyonu ve uygulaması hakkında kapsamlı bir anlayış sağlaması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Akpan, U.G., Hameed, B.H., (2009), "Parameters affecting the photocatalytic degradation of dyes using TiO₂-based photocatalysts: A review", J. Hazard Mater., 170: 520-529.
2. Akdağ Anıt, C. (2016), "TiO₂ bazlı gözenekli mikrokürelerin yeni fotokatalitik proses uygulamaları", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nanoteknoloji ve Nanotıp Ana bilimdalı, Ankara.
3. Alp, E. (2019), "Nano-fotokatalitik malzeme üretimi, karakterizasyonu ve fotokatalitik performans incelemesi", Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
4. Ameta, R., Solanki, M.S., Benjamin, S., Ameta, S.C., (2018), "Chapter 6 - Photocatalysis". In: Ameta S., Ameta, K., Editors, "Advanced Oxidation Processes for Waste Water Treatment", Academic Press.
5. An, N., Ma, Y., Liu, J., Ma, H., Yang, J., Zhang, Q., (2018), "Enhanced visible-light photocatalytic oxidation capability of carbon-doped TiO₂ via coupling with fly ash", Chin. J. Catal. 39: 1890-1900.

6. Ashton, D., Hilton, M., Thomas, K.V., (2004), "Investigating the environmental transport of human pharmaceuticals to streams in the United Kingdom", *Science of the Total Environment.*, 333: 167-184.
7. Arcand-Hoy, L.D., Nimrod, A.C. and Benson, W.H., (1998), "Endocrine-Modulating Substances in the Environment: Estrogenic Effects of Pharmaceutical Products", *International Journal of Toxicology.*, 17(2): 139-158.
8. Bhatia, V., Dhir, A., (2016), "Transition metal doped TiO₂ mediated photocatalytic degradation of anti-inflammatory drug under solar irradiations", *J. Environ. Chem. Eng.*, 4: 1267-1273.
9. Calamari, D., Zuccato, E., Castiglioni, S., Bagnati, R., Fanelli, R., (2003), "Strategic survey of therapeutic drugs in the rivers Po and Lambro in northern Italy", *Environmental Science & Technology.*, 37: 1241-1248.
10. Cao, L., Huang, A., Spiess, F.J. ve Suib, S.L., (1999), "Gas-phase oxidation of 1-butene using nanoscale TiO₂ photocatalysts", *Journal of Catalysis.*, 188: 48.
11. Carlsen, L., Bruggemann, R., ve Sailaukhanuly, Y. (2013), "Application of selected partial order tools to analyze fate and toxicity indicators of environmentally hazardous chemicals," *Ecological indicators.*, 29: 191-202.
12. Chen, D., Sivakumar, M., Ray, A.K., (2008), "Heterogeneous Photocatalysis in Environmental Remediation", *Dev. Chem. Eng. Miner. Process*, 8(5/6): 505-550.
13. Chequer, F.M.D., De Oliveira, G.A.R., Ferraz, E.R.A., Cardoso, J.C., Zanoni, M.V.B., De Oliveira, D.P., (2013), "Textile Dyes: Dyeing Process and Environmental Impact", *Eco- Friendly Textile Dyeing and Finishing.*, InTech.
14. Chong, M.N., Jin, B., Chow, C.W. ve Saint, C. (2010), "Recent developments in photocatalytic water treatment technology: A review", *Water Research*, 44(10): 2997-3027.
15. Clarke, E. ve Steinle, D, (1995), "Health and environmental safety aspects of organic colorants," *Review of Progress in Coloration and Related Topics.*, 25(1): 1-5.
16. Çakıroğlu, E., (2011), "Titanyum dioksit esaslı (TiO₂) fotokatalizör kullanılarak toksik madde içerikli atık suların detoksifikasyonu", *Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.*
17. Çakır, T., (2019), "Fotokatalitik prosesler ile sulu çözeltilerden 6 değerlikli krom giderimi", *Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.*
18. Esen, B., (2011), "Hidrotermal yöntemle sentezlenen nano metal oksitlerin fotokatalitik özelliklerinin incelenmesi", *Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.*
19. Esparza, P., Borges, M.E., Diaz, L., Alvarez-Galvan, M.C., Fierro, J.L.G., (2010), "Photodegradation of dye pollutants using new nanostructured titania supported on volcanic ashes", *Appl. Catal. Gen.*, 388: 7-14.
20. Ghaly, A., Ananthashankar, R., Alhattab, M., Ramakrishnan, V., (2014), "Production, characterization and treatment of textile effluents: a critical review", *J. Chem. Eng. Process Technol.*, 5: 1-19.
21. Giribabu, P.V.S., Swaminathan, G., (2016), "Synergetic degradation of reactive dye Acid Red 1 by cobalt-doped lignite fly ash", *Desal. Water Treat.*, 57: 16955–16962.
22. Hoffmann, M.R., Martin, S.T., Choi, W., Bahnemann, D.W., (1995), "Environmental applications of semiconductor photocatalysis", *Chemical Reviews.*, 95(1): 69-96.
23. Holkar, C.R., Jadhav, A.J., Pinjari, D.V., Mahamuni, N.M., Pandit, A.B., (2016), "A critical review on textile wastewater treatments: possible approaches", *J. Environ. Manag.*, 182: 351-366.
24. Huo, P., Yan, Y., Li, S., Li, H., Huang, W., (2010), "Floating photocatalysts of fly-ash cenospheres supported AgCl/TiO₂ films with enhanced Rhodamine B photodecomposition activity", *Desalination.*, 256: 196–200.
25. Huo, P., Yan, Y., Li, S., Li, H., Huang, W., Chen, S., Zhang, X., (2010), "H₂O₂ modified surface of TiO₂/fly-ash cenospheres and enhanced photocatalytic activity on methylene blue", *Desalination.*, 263: 258–263.

26. Jonsson M., “(2018), Roles of the Active Species Generated during Photocatalysis”. In: Ghosh S., Editor, Visible Light-Active Photocatalysis, JohnWiley&Sons.
27. Kaur, T., Sraw, A., Toor, A.P., Wanchoo, R.K., (2016), “Utilization of solar energy for the degradation of carbendazim and propiconazole by Fe doped TiO₂”, Sol. Energy., 125: 65-76.
28. Kıranşan, M., (2015), “ZnO/montmorillonit nanokompozitin sentezi ve bazı organik kirleticilerin fotokatalitik-ozonlama prosesi ile gideriminde kullanım etkinliğinin incelenmesi”, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
29. Kim, H.J., Kim, C.S., (2014), “Synthesis and characterization of ZnO/fly ash composite with highly photocatalytic activity using a hydrothermal process”, Digest J. Nanomater. Biostruct., 9: 997-1006.
30. Kondarides, D.I., Verykios, X.E., (2013), “Ch 15: Photocatalytic Production of Renewable Hydrogen”. In: Triantafyllidis K. S., Lappas A. A., Stöcker M., Editors, "The Role of Catalysis for the Sustainable Production of Bio-fuels and Bio-chemicals", Elsevier.
31. Kundu, P., Kaur, A., Mehta, S., Kansal, S., (2014), “Removal of ofloxacin from aqueous phase using Ni-doped TiO₂ nanoparticles under solar irradiation”, J. Nanosci. Nanotechnol., 14: 6991–6995.
32. Kümmerer, K., (2004), “Resistance in the environment”, Journal of Antimicrobial Chemotherapy., 54 (2): 311-320.
33. Li, C., Wang, B., Cui, H., Zhai, J., Li, Q., (2013), “Preparation and characterization of buoyant nitrogen-doped TiO₂ composites supported by fly ash cenospheres for photocatalytic applications”, J. Mater. Sci. Technol., 29: 835-840.
34. Okte, A.N., Karamanis, D., Tuncel, D., (2014), “Dual functionality of TiO₂-flyash nanocomposites: water vapor adsorption and photocatalysis, Catal. Today 230: 205-213.
35. Pfitzner, A., Dankesreiter, S., Eisenhofer, A., Cherevatskaya, M., (2013), “Heterogeneous semiconductor photocatalysis”. In: König B., Editor, “Chemical Photocatalysis”, De Gruyter.
36. Pietrogrande, M.C. ve Basaglia, G., (2007), “GC-MS analytical methods for the determination of personal-care products in water matrices”. Trends in Analytical Chemistry., 26: 1086-1094.
37. Sanghi, R., Bhattacharya, B., Singh, V., (2002), “Cassia angustifolia seed gum as an effective natural coagulant for decolourisation of dye solutions,” Green Chemistry”, 4(3): 252-254.
38. Sayılkan, F., (2007), “Nano-TiO₂ fotokatalizör sentezi ve fotokatalitik aktivitesinin belirlenmesi. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
39. Shaban, M., Abukhadra, M.R., Hamd, A., Amin, R.R., Abdel Khalek, A., (2017), “Photocatalytic removal of Congo Red dye using MCM-48/Ni₂O₃ composite synthesized based on silica gel extracted from rice husk ash; fabrication and application”, J. Environ. Manag., 204:189-199.
40. Suresh, S., (2014), “Treatment of textile dye containing effluents”, Curr. Environ. Eng., 1: 162-184.
41. Sun, Y.X. ve Zhang, J., (2013), “Photocatalytic Degradation of Methyl Orange and Phenol by BiVO₄-Loaded Fly Ash Cenospheres (FACs) Composite”, Advanced Materials Research, Trans Tech Publ. 471-475.
42. Stackelberg, P.E., Furlong, E.T., Meyer, M.T., Zaugg, S.D., Henderson, A.K. Reissman, D.B., (2004), “Persistence of pharmaceutical compounds and other organic wastewater contaminants in a conventional drinking-water-treatment plant”. Science of The Total Environment., 329(1-3): 99-113.
43. Viessman, W., Hammer, M.J., Perez, E.M., Chadik, P.A., (1998), “Water supply and pollution control”.
44. Vinu, R. ve Madras, G., (2009), “Kinetics of sonophotocatalytic degradation of anionic dyes with nano-TiO₂”, Environ. Sci. Technol., 43: 473–479.
45. Walker, G., Hansen, L., Hanna, J.A., Allen, S., (2003), “Kinetics of a reactive dye adsorption onto dolomitic sorbents”, Water Research., 37(9): 2081-2089.
46. Yeung, K.L., Yau, S.T., Maria, A.J., Coronado, J.M., Soria, J., Yue, P.L., (2003), “The influence of surface properties on the photocatalytic activity of nanostructured TiO₂”, Journal of Catalysis., 219: 107-116.

47. Zhang, J., Cui, H., Wang, B., Li, C., Zhai, J., Li, Q., (2013), “Fly ash cenospheres supported visible-light-driven BiVO₄ photocatalyst: synthesis, characterization and photocatalytic application”, Chem. Eng. J., 223: 737-746.
48. Zhang, Y.J., He, P.Y., Zhang, Y.X., Chen, H., (2018), “A novel electroconductive graphene/fly ash-based geopolymer composite and its photocatalytic performance”, Chem. Eng. J., 334: 2459-2466.
49. Zhang, X., Zhou, J., Gu, Y., Fan, D., (2015), “Visible-light photocatalytic activity of N-doped TiO₂ nanotube arrays on acephate degradation”, J. Nanomater., 1-6.


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

2-STAGE OPTICAL PACKAGING QUALITY CONTROL SYSTEM DESIGN FOR DENTAL IMPLANTS**Uğurhan KUTBAY***Dr. (Res. Asst.) Gazi University Engineering Faculty, Electrical & Electronics Engineering Department, Ankara,
<https://orcid.org/0000-0003-2167-9107>***ABSTRACT**

The dental implant family includes hundreds of titanium alloyed different products generally made by CNC. Dental implants are small-sized products with high mechanical strength and hundreds of them are produced in mass production. Due to the mass production classification and quality control processes, there is a difficult process from production to packaging. This paper presents, two-stage quality control in packaging process to prevent packaging errors in mass production by using image processing. The main goal of the work is developing real time dental implant packaging quality control system design. Designed system aims to detect false packaging in tubes and sterilized transparent package for dental implants. In this research; 3-camera based optical image processing system has been developed that can measure the length and diameter of the implant screw in the tube, read the text label on the tube, and read the barcode on the sterile box, respectively. Firstly, the camera at the top side of the measurement cabinet detects the tube label and the camera at the right side measures the length and diameter of the implant. After reading the label and measurement of the implant, the product and tube are qualified. In the second stage, the length and diameter measurement is compared with the label collected from the left-sided camera in the sterile box in the sterile box, and in this step, the wrong boxing that is overlooked is prevented at this stage. In the light of this study, it is revealed that the quality control system based on the optical digital image processing system will benefit in mass production.

Keywords: Dental Implant, Quality Control, Barcode Reading, Text Reading**INTRODUCTION**

Dental implant application is a procedure that replaces tooth roots with screw-like structures and replaces damaged / missing teeth with artificial teeth that are very similar and functioning to real teeth. Dental implant screws and abutments are generally made by bio-compatible metals [1–3], such as: CoCr, Ti6Al4V etc.

Due to dental implant surgery needs sterile materials, dental implant family has to be sterilized[4]. In dental implant packaging, generally, two staged packaging is done because of sterilization process. Additionally, since quality control in packaging process is really important to prevent products from intermingling.

Packaging quality control of dental implant products includes human-based consideration processes. Manual quality control process is exhausting and error-prone because of human factor. In addition to human-based errors, dental implant products have hundreds of different products and its figures, so there can be many packaging errors.

Dental implants are produced in many different shapes and sizes so correct packaging includes exhausting decision making processes. In traditional manual packaging, human based operation is generally used. Since human based packaging is error-prone process, packaging should be automatically controlled.

Barcode based packaging control systems have been used in the mass production lines for gathering the all over the world. Since preventing wrong packaging, machine vision packaging control has been widely used in biomedical sciences [5,6].

In this study, user interface was designed using Python language and Open-CV libraries were used to develop quality control algorithms. Zbar [7] based barcode reading, Tesseract based optical character recognition

(OCR) [8] are used in each packaging. In addition, in the first stage, comparison with dental implants and OCR and in the second stage with dental implants and barcode in sterile box were performed in this study.

Two staged packaging control of dental implants includes length and diameter measurement process by using by using Gaussian blurring [9] and Otsu thresholding [10] and compared to the label at the top of the tube in the first stage. In the second stage, sterile package barcode including lot number, figure type is compared to the tube's information placed in a transparent sterile package. Character recognition on the label is gathered by Python-Open CV tesseraect library [11].

This paper is organized as follows “Materials & Methods”, “Results”, Discussion and “Conclusions”, respectively. “Material and Methods” explains the used algorithms and detailed explanations about qualification stages by using machine vision. In the third part, the algorithm findings are represented step by step. In the last two parts, related discussions take place and evaluation is done for the present study.

MATERIAL & METHODS

This study aims two staged automated machine vision qualification procedures for dental implants. Measurement methodology and presented algorithms are mathematically explained stage by stage in this section in details. This research involves system design that helps employees in the quality control department identify false packaging for two-stage packaging.

Presented research was performed by using Python language including Open-CV libraries at Gazi University, Engineering Faculty, Electrical & Electronics Engineering Department. Evaluated system aims to obtain tube label, screw length & diameter, sterile box barcode for package controlling. Bilimplant tubes and sterile packages are used to control the correct packaging for different length and diameter screws.

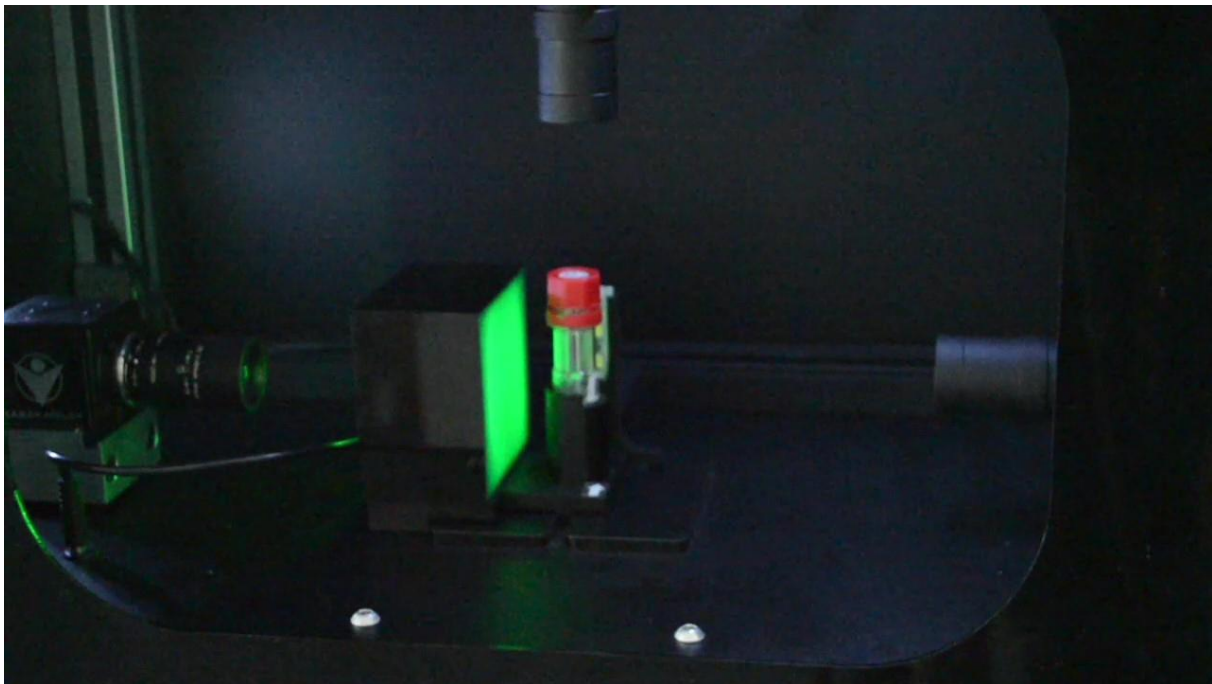


Figure 1. Two stage packaging control system

4-stage technical procedure are used to evaluate the system shown in Figure 2. In first stage, obtaining tube label and screw parameters top camera and right sided camera are used, respectively. Secondly, screw length and diameter is measured from the tube by using image processing methods. Thirdly, tube label detection is done by using tesseraect algorithm and compared with the measured values, so tube packaging control is done. In the last stage, barcode detection by using Zbar algorithm and comparison with the screw values are done for sterile packaging.

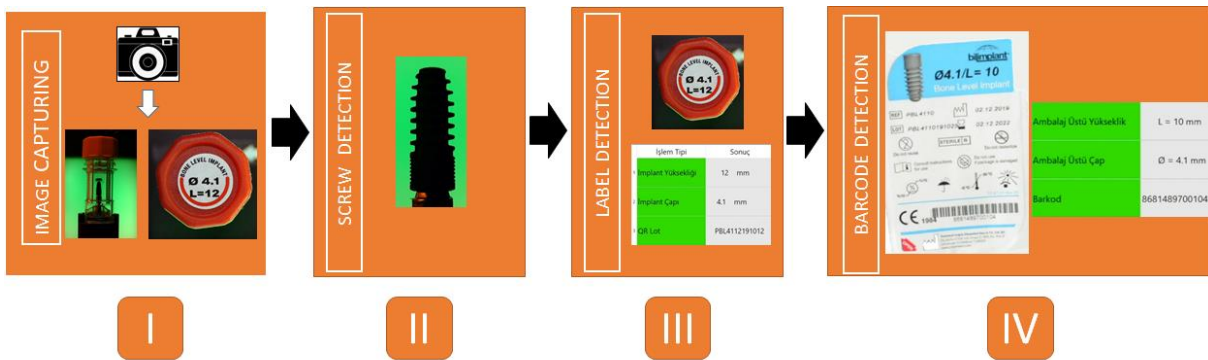


Figure 2. Algorithms of the presented methodology

Firstly, images were taken by industrial type 8Mp CMOS detectors with 5-50mm manual focused optical lenses by using three cameras. Top camera and right sided camera are used for tube control, right sided and left sided camera are used for sterile package control.

In the second step, screw detection system uses a Gaussian blurring for reducing image noises. As known, Gaussian filtering process uses a low pass filter and this filter cuts off the image's high frequency components [12]. After filtering process, Otsu based regional auto-thresholding are used for defining the screw surface. Otsu thresholding is used into image analysis in recent works [13,14], because of fast process in real time applications. Otsu thresholding could be applied to grayscale images which classifies into two classes [15] and generates binary image at the end of the process. After surface detection, screw diameter and length are calculated using binary pixel values in the defined line and column, respectively.

In third stage, top camera reads label of the tube and presented methodology compares right sided camera measurement values of the screw shown in Figure 3.a. The label shown in Figure 3.b are gathered by using tesseract library functions. User interface shown in Figure 3.b and Figure 3.c, respectively.

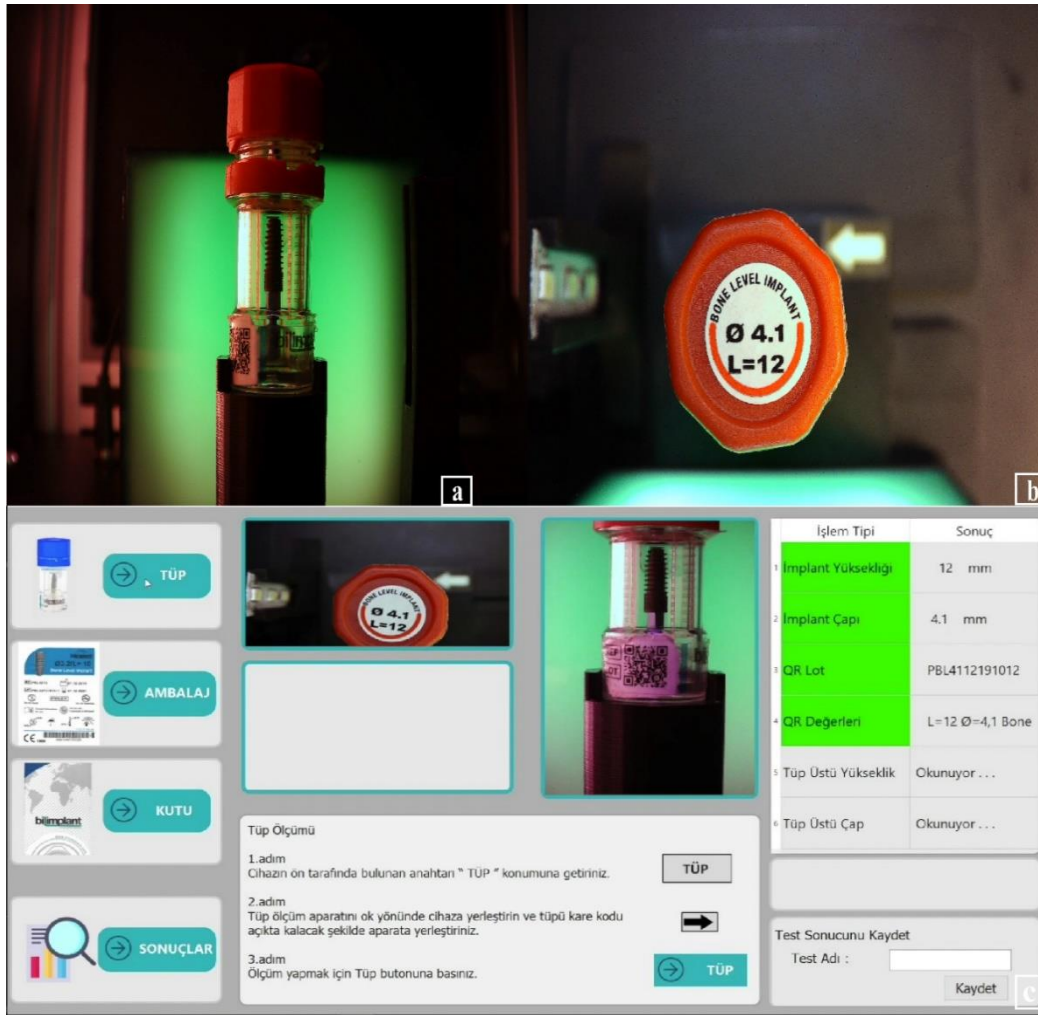


Figure 3. 4.1mm diameter 12mm length screw a. Right-sided camera view
b. Top camera view c. Interface of the quality control system

Lastly, barcode reading is done by using Open-CV Zbar library. Screw diameter & length are measured and compared with barcode values. Barcode reading and screw measurement views are gathered by using right sided and left sided cameras shown in Figure 4.a and Figure 4.b, respectively. Interface of the barcode reading and quality control of the product shown in Figure 4.c.

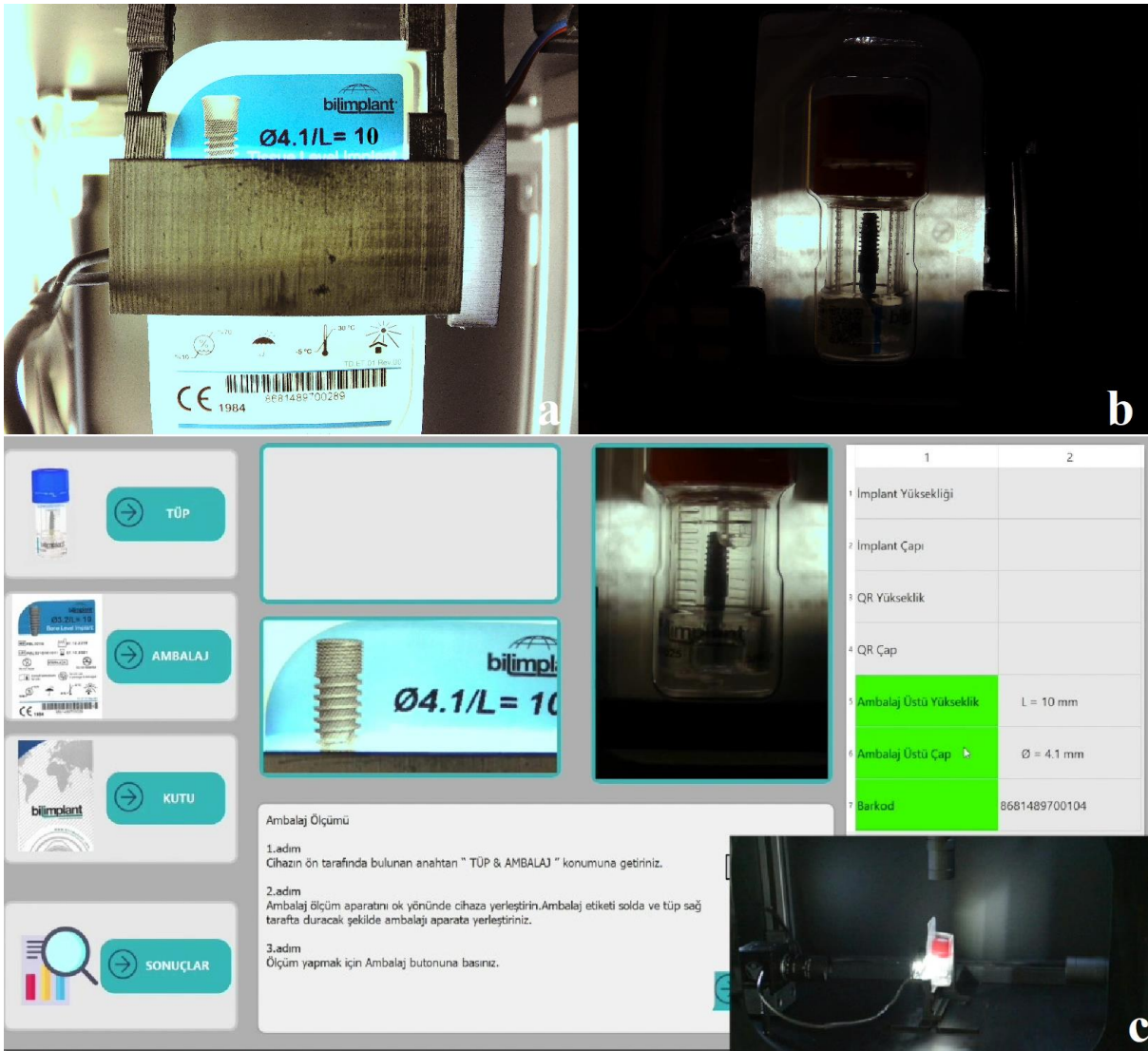


Figure 4. 4.1mm diameter 10mm length sterile package a. Right-sided camera view
b. Left-sided camera view c. Interface of the quality control system

RESULTS

Bilimplant dental screws are used for two staged quality control. Screw measurement results and label & barcode reading comparisons are shown in this section. 3.2, 3.7, 4.1, 4.8 mm diameter and 8, 10, 12, 14 mm length bone level dental implant screws were used for testing procedure.

For the tube level quality control procedure, different diameter and length 16 implant screws are compared with tube labels. 12mm length & 4.1mm diameter dental implant screw quality control results are shown in Figure 5. Implant length, implant diameter, tube label length and tube label diameter are comparison results are shown at the right side of the Figure 5. When the comparison is correct, results will be shown in green background. When the label values or tube measurement aren't done, error will be shown in red background and recorded in the database.

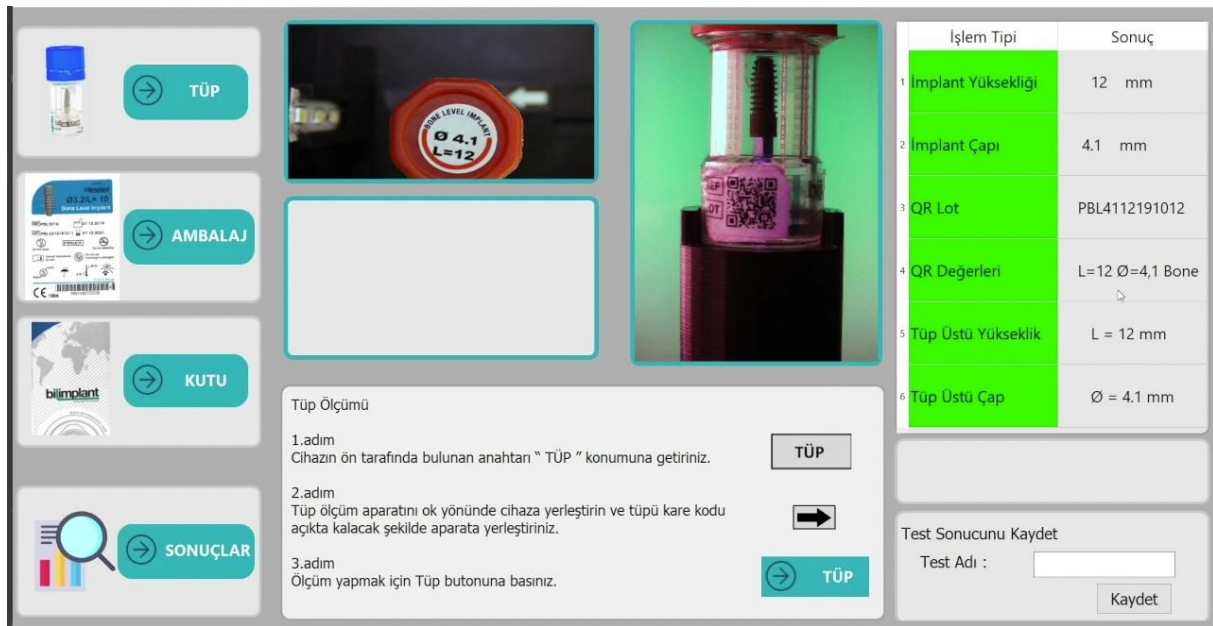


Figure 5. 4.1mm diameter 12mm length tube results

For the sterile packaging quality control procedure, different diameter and length 16 bone level implant screws are compared with sterile package values. 12mm length & 4.1mm diameter dental implant screw quality control results are shown in Figure 6. Implant length, implant diameter, sterile label barcode comparison is shown in Figure 6. When the comparison is correct, results will be shown in green background. When the barcode isn't read or screw measurement aren't done, error will be shown in red background and recorded in the database.

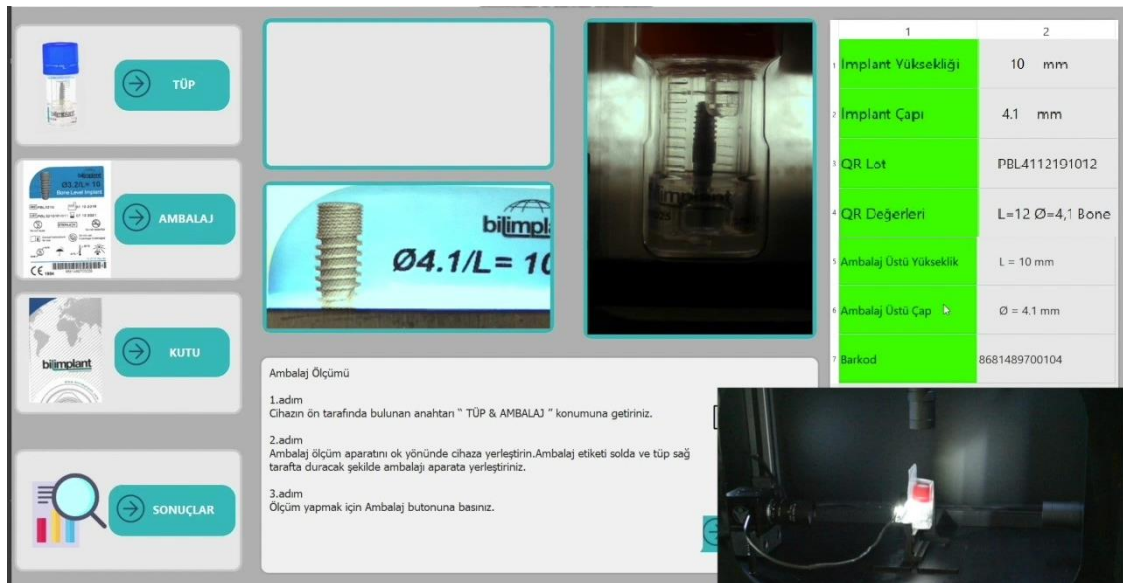


Figure 6. 4.1mm diameter 10mm length sterile package results

DISCUSSION

Presented methodology proves that two staged quality control could prevent human based packaging and labeling errors. First stage provides tube quality controlling and second stage provides sterile packaging controlling.

Computer-based automated examinations shows that green lighted screw surfaces could be gathered by using optically, as shown in Figures 3.a. Sterile packaging implant measurement could be done by using white light from backward of the package shown in Figure 4.b.

Machine vision quality control procedure prevents human based packaging errors and presented methodology is time-saving quality control procedure.

CONCLUSION

In presented paper, automated two staged image processing based quality control procedures could help quality controllers in the mass production. Two staged results show that this quality control is safe method for comparison and registration of dental implants for internal procedures.

In the light of the results, digital image processing should be used correct packaging and production internal registration. In the light of this study, QR code will be add to the tube for lot number checking. This additional procedure provides flow control for internal quality control.

COMPETING INTERESTS

The author declares that no conflicts of interests.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was performed at Gazi University, Engineering Faculty, Electrical & Electronics Engineering Department. Special thanks to Bilimplant and Karakamlar Coop. for their helps.

REFERENCES

- [1] de Maeztu MA, Alava JI, Gay-Escoda C. Ion implantation: surface treatment for improving the bone integration of titanium and Ti6Al4V dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:57–62. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2003.140108.x>.
- [2] Anwar EM, Kheiralla LS, Tammam RH. Effect of fluoride on the corrosion behavior of Ti and Ti6Al4V dental implants coupled with different superstructures. *J Oral Implantol* 2011;37:309–17. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-09-00084>.
- [3] Baker MI, Eberhardt AW, Martin DM, McGwin G, Lemons JE. Bone properties surrounding hydroxyapatite-coated custom osseous integrated dental implants. *J Biomed Mater Res Part B Appl Biomater* 2010;95B:218–24. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.31693>.
- [4] Riley DJ, Bavastrello V, Covani U, Barone A, Nicolini C. An in-vitro study of the sterilization of titanium dental implants using low intensity UV-radiation. *Dent Mater* 2005;21:756–60. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.01.010>.
- [5] Karamessini D, Petit BE, Bouquey M, Charles L, Lutz J-F. Identification-Tagging of Methacrylate-Based Intraocular Implants Using Sequence Defined Polyurethane Barcodes. *Adv Funct Mater* 2017;27:1604595. <https://doi.org/10.1002/adfm.201604595>.
- [6] MEDINFO 2017: Precision Healthcare Through Informatics: Proceedings of the ... - Google Kitaplar n.d. https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=xsFVDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA49&dq=barcode+validation+system&ots=c-cMqjXBSR&sig=TeFDdgkSXSrWzQmgPveoWEKCHzk&redir_esc=y#v=onepage&q=barcode+validation+system&f=false (accessed January 19, 2020).
- [7] Puri R, Jain V. Barcode Detection using OpenCV-Python. *Int Res J Adv Eng Sci* 2019;4:97–9.
- [8] Smith R. An overview of the tesseract OCR engine. *Proc. Int. Conf. Doc. Anal. Recognition, ICDAR*, vol. 2, 2007, p. 629–33. <https://doi.org/10.1109/ICDAR.2007.4376991>.
- [9] Flusser J, Farokhi S, Höschl C, Suk T, Zitová B, Pedone M. Recognition of images degraded by Gaussian

- blur. *IEEE Trans Image Process* 2016;25:790–806. <https://doi.org/10.1109/TIP.2015.2512108>.
- [10] Goh TY, Basah SN, Yazid H, Aziz Safar MJ, Ahmad Saad FS. Performance analysis of image thresholding: Otsu technique. *Meas J Int Meas Confed* 2018;114:298–307. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2017.09.052>.
- [11] Palekar RR, Parab SU, Parikh DP, Kamble VN. Real time license plate detection using openCV and tesseract. *Proc. 2017 IEEE Int. Conf. Commun. Signal Process. ICCSP 2017*, vol. 2018- January, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2018, p. 2111–5. <https://doi.org/10.1109/ICCSP.2017.8286778>.
- [12] KUTBAY U. Diş İmplantların Gerçek Zamanlı Yüzey Açısı Ölçümü. *Eur J Sci Technol* 2020:130–6. <https://doi.org/10.31590/ejosat.araconf17>.
- [13] Yuan XC, Wu LS, Peng Q. An improved Otsu method using the weighted object variance for defect detection. *Appl Surf Sci* 2015;349:472–84. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.05.033>.
- [14] He Z, Sun L. Surface defect detection method for glass substrate using improved Otsu segmentation. *Appl Opt* 2015;54:9823. <https://doi.org/10.1364/ao.54.009823>.
- [15] Otsu N. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms. *IEEE Trans Syst Man Cybern* 1979;9:62–6. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1979.4310076>.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

**BALIKESİR SINDIRGI'DA JEOTERMAL ENERJİNİN KULLANIM ALANLARININ
ARAŞTIRILMASI**

INVESTIGATION OF USAGE AREAS OF GEOTHERMAL ENERGY IN BALIKESİR SINDIRGI

Dr. Öğr. Üyesi Asiye ASLAN*Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Gönen Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Gönen, Balıkesir,
ORCID No: 0000-0002-1173-5008***ÖZET**

Türkiye zengin jeotermal kaynaklara sahip olup, dünyada ilk yedi ülke arasında gösterilmektedir. Özellikle Batı Anadolu bölgesinde yer alan jeotermal kaynaklardan elektrik üretimi ve konut ısıtma alanında yüksek kapasitelerde yararlanılırken, diğer bölgelerde daha düşük sıcaklıklı kaynaklar olması nedeniyle konut ısıtma, seracılık ve kaplıca turizmi alanlarında uygulamalar yapılmaktadır.

Balıkesir ili jeotermal enerji potansiyeli bakımından önde gelen illerimizdendir. Bu çalışmada Hisaralan termal kaynaklar incelenmiş ve jeotermal enerjinin kullanım alanları araştırılmıştır. Hisaralan termal kaynakları, Balıkesir-Sındırgı ilçesi Hisaralan Köyü sınırları içindedir. Hisaralan jeotermal kaynakların en önemli kullanım alanı konut ısıtmacılığıdır. Balıkesir ilinde Sındırgı jeotermal bölgesel ısıtma sistemi 2015 yılında devreye giren en son sistemdir. Hisaralan Kaplıca bölgesinde 104-106 °C sıcaklığındaki HS2 ve HS3 kuyularından elde edilen termal su ile 23,7 km boru döşenerek 324.121 m²'lik kapalı alana sahip şehir ısıtılması sağlanmaktadır. Ayrıca termal su ısıtıldıktan sonra yüksek eşanjör çıkış sıcaklığı nedeniyle bir kez daha enerjisi alınmak üzere 82.000 m²'lik kapalı alana sahip Sındırgı TOKİ konutlarının ısıtılmasında kullanılmaktadır. Sındırgı-Hisaralan jeotermal sahasında, 105°C'ye ulaşan sıcaklıkta jeotermal akışkan yüzeye boşalmaktadır. Özellikle fişkırın kaynakların oluşturduğu baca şeklindeki travertenler önemli doğal oluşumlardır. Bu doğal oluşumlu kaynaklardan farklı alanlarda faydalanılmaktadır. Hisaralan termal kaynakları akuakültür faaliyetlerinde kullanılan örnek bir sahadır. Jeotermal kaynak kullanılarak 1500 m² kapalı ve açık alanda kurulu olan akuakültürde akvaryum süs balıkları yetiştirilmektedir. Jeotermal kaynağın bir diğer kullanım şekli Hisaralan'da bulunan seraların ısıtılmasıdır. Seralarda domates, biber, salatalık gibi ürünler yetiştirilmektedir. Ayrıca kaplıca turizmi olarak bölgede 5 yıldızlı bir otel ve 8 pansiyon bulunmaktadır. Hisaralan kaplıca suları sodyum bikarbonatlı maden suları özelliğindedir. Romatizmal hastalıklar, eklem hastalıkları, ortopedik rahatsızlıklar, stres bozukluğu gibi birçok alanda termal tedavi amaçlı tercih edildiği bilinmektedir.

Gelişme ve kalkınmaya bağlı olarak enerji kaynaklarını güçlendirmek ve verimli kullanmak gerekmektedir. Yenilenebilir, sürdürülebilir ve temiz bir enerji kaynağı olan jeotermal enerjiden gelişen teknolojiyi kullanarak daha fazla ve daha verimli olarak yararlanılması hem enerji tasarrufu hem de çevreye olumlu katkı olarak önemlidir.

Anahtar kelimeler: Hisaralan, jeotermal enerji, bölgesel ısıtma.

ABSTRACT

With its rich geothermal resources, Turkey is among the top seven countries in the world. While geothermal resources, especially in the Western Anatolia region of Turkey, are utilized at high capacities in the field of electricity generation and domestic heating, in other regions, due to lower temperature resources, applications are carried out in the areas of domestic heating, greenhouse cultivation, and hot spring tourism.

Balikesir is one of the leading provinces of Turkey in terms of geothermal energy potential. This study examines the thermal springs of Hisaralan District and investigates the usage areas of geothermal energy. Hisaralan springs are located in Hisaralan District of Sındirgi County, Balikesir province, Turkey. The most important usage area of the Hisaralan geothermal resources is domestic heating. Sındirgi geothermal district heating system is the last system to put into operation in Balikesir province in 2015. In Hisaralan Hot Spring region, city heating is provided at 324.121 m² closed area thanks to the thermal springs obtained from HS2 and HS3 wells at 104-106 °C and the 23,7 km-length pipes. In addition, after utilizing its heat, thanks to its high heat exchanger outlet temperature, thermal spring is used for the domestic heating of Sındirgi TOKİ (Housing Development Administration of Turkey) houses with a closed area of 82.000 m². In Sındirgi-Hisaralan geothermal field, the geothermal fluid at 105°C is discharged to the surface. Particularly the chimney-like travertines created by gushing springs are important naturally occurred structures. These naturally occurred resources are used in different areas. Hisaralan thermal springs are an exemplary field used in aquaculture activities. By using geothermal springs, aquarium fishes are raised in the aqua-farm, which is established in a closed and open area of 1500 m². Another use of the geothermal resource is the heating of the greenhouses in Hisaralan. Crops such as tomatoes, peppers and cucumbers are grown in greenhouses. In addition, as a spa tourism, there is a 5-star hotel and 8 hostels in the region. Hisaralan thermal waters have the feature of sodium bicarbonate mineral waters. It is known that it is preferred for thermal treatment in many fields such as rheumatic diseases, joint diseases, orthopedic disorders, and stress disorder.

Depending on the development and progress, strengthening the energy resources and using them efficiently is essential. By using evolving technology, to provide more useful and more efficient utilization of geothermal energy, which is a renewable, sustainable and clean energy source, is important in terms of both energy conservation and positive contribution to the environment.

Keywords: Hisaralan, geothermal energy, district heating.

GİRİŞ

Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde bulunan birikmiş ısıнын oluşturduğu sıcaklıkların, bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığının üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla çözülmüş mineral, çeşitli tuzlar ve gaz içerebilen basınç altındaki sıcak su ve buhar yolu ile yüzeye taşınan ısı olarak tanımlanabilir.

Jeotermal enerji genellikle yer içinden yeryüzüne kadar ulaşan çatlak ve kırıkların oluşturduğu zayıf zonları kullanarak yüzeylenen sulardan ya da özel olarak açılan sondaj kuyularından elde edilmektedir. Jeotermal enerjinin kaynağı su, buhar, sıcak kayalar ve yeryüzüne yakın katmanlardaki magma olarak görülebilir. Isı kaynağının aşırı derecede ısıttığı akışkan, normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içermektedir [1]. Jeotermal enerji, fosil yakıtlara alternatif enerji kaynakları arasında en önemlisi durumundadır. Jeotermal enerji yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmeyen, ucuz, güvenilir, çevre dostu ve yerli bir enerji kaynağıdır [2].

Dünyada jeotermal elektrik üretiminde ilk 5 ülke sıralaması, 2015: A.B.D., Filipinler, Endonezya, Meksika, ve Yeni Zelanda'dır. Dünyada jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke sıralaması, 2015: Çin, A.B.D, İsveç, TÜRKİYE ve Almanya'dır. Dünyada Jeotermalin elektrik dışı doğrudan kullanım oranları şöyle sıralanmıştır. Jeotermal mahal ısıtması % 34, kaplıca-sağlık amaçlı kullanım % 45, Sera ısıtması % 10, jeotermal balıkçılık % 4,5, endüstriyel kullanım % 4, soğutma-kar eritme % 1 ve diğer ~ % 0,6'dır [3].

Yüksek sıcaklığa sahip jeotermal sistemlerin yer aldığı Batı Anadolu, jeotermal kaynakların yoğun olduğu bir bölgedir ve çok sayıda jeotermal alanı barındırmaktadır. Batı Anadolu'daki yüksek ısı içeren rezervuarlara sahip bu alanlara karşın, Orta ve Doğu Anadolu'daki alanlar düşük ve orta sıcaklık kategorisindedir. Bunu sırasıyla İç Anadolu, Marmara, Doğu Anadolu, Güney Doğu Anadolu, Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri izler. Bölgelerdeki potansiyel, yerel jeolojik koşullar, kaynak ve açılan kuyu sayısına göre değişmektedir [4].

Tablo 1'de Türkiye'nin jeotermal kaynakları ve kullanım kapasiteleri verilmiştir. Tabloda sektörde faaliyet gösteren kamu kurum ve kuruluşları ile yatırımcıların tüm süreci kapsayan arama, araştırma ve geliştirme çalışmaları sonucunda oluşan son durumu özetlenmektedir [4].

Tablo 1. Türkiye'nin jeotermal kaynak tablosu.

Jeotermal Kaynak Tablosu							
Jeotermal Saha	Saha sayısı Sıcaklığı ($\geq 30^\circ\text{C}$)					346	
Doğal çıkış	Kaynak sayısı					600	
Alan dağılımı	Yüksek / Düşük ve orta entalpili alanlar		43/303		% 12 / % 88		
	Elektrik üretimi		43		% 12		
	Isıtma / Termal kullanım		153/135		% 43 / % 45		
Potansiyel	Tahmini teorik potansiyel (MWt)					52700-62000	
	Kullanılabilir potansiyel(MWt)					17000	
Kuyu	Tahmini kuyu sayısı					2200	
Değerlendirme	Doğrudan kullanım		Saha Sayısı	Uygulama	Kurulu Güç	Miktar	
	Merkezi ısıtma		153	18	1033	116.020 K. E.	
	Termal kullanım		135		1005	400 Ad.	
	Sera ısıtması		153		820	4283 Dönüm	
	Termal tesis otel ısıtması		153		420	46.400 K. E	
	Isı pompası		?		42,8		
	Tarımsal kurutma		153	2	1,5		
	TOPLAM				3322,3	369.100 K.E	
	Elektrik Üretimi		Saha Sayısı	Uygulama	Santral	Kurulu Güç	Üretim
			43	19	39	1053	1021,73
CO ₂ Üretimi		Kapasite(ton/yıl)				240.000	

MWt: Megawatt termal

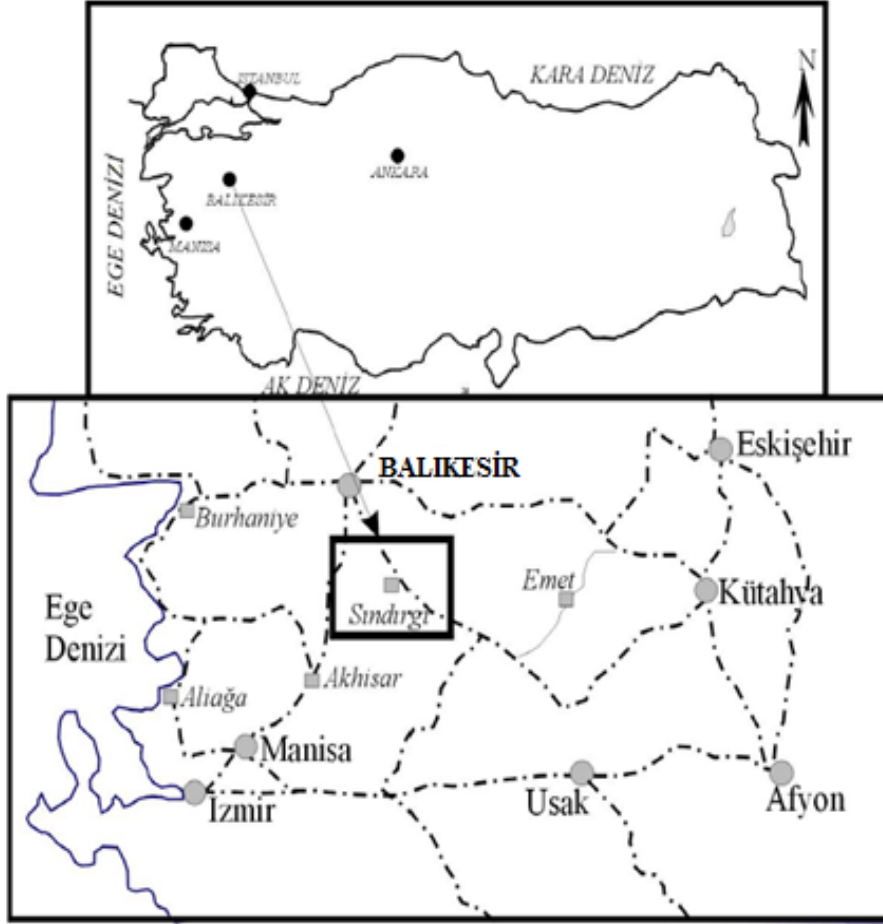
K.E: konut eşdeğeri

Türkiye'de Jeotermal enerji potansiyeli en yüksek il sıralamasında Balıkesir 4. sıradadır. MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı'nın önceki yıllarda yaptığı çalışmalarla Balıkesir'de 7 adet 30°C ve daha yüksek sıcaklıkta jeotermal alan belirlenmiştir. Balıkesir-Pamukçu, Balya- Dağ Ilıcası, Bigadiç-Hisarköy, Sındırgı-Hisaralan, Edremit-Derman, Güre, Manyas-Serpin, Kepekler, Gönen ve Susurluk-Yıldız Köy yörelerinde jeotermal enerji açısından önemli sıcak su kaynakları bulunmaktadır. Balıkesir'de bulunan jeotermal kaynaklar düşük ve orta entalpili kaynaklar olup jeotermal enerjinin, ısıtma, seracılık, kaplıca ve termal tedavi, vs. gibi direkt kullanım alanları için uygundur [5].

Balıkesir'de jeotermal enerjinin büyük bir bölümünden konut ısıtma alanında yararlanılmaktadır. Bu kapsamda Gönen, Edremit, Bigadiç, Güre ve Sındırgı olmak üzere 5 adet jeotermal bölgesel ısıtma sistemi kurulmuştur. Gönen jeotermal bölgesel ısıtma sistemi 1987 yılında kurulmuş olup Türkiye'nin ilk jeotermal bölgesel ısıtma sistemi olma özelliğine sahiptir. Bigadiç jeotermal bölgesel ısıtma sisteminde Hisarköy bölgesinde bulunan termal su 18 km isale hattı ile ve Sındırgı jeotermal bölgesel ısıtma sisteminde Hisaralan bölgesinde çıkan jeotermal su 23,7 km'lik özel ısı izolasyonlu boru hattıyla şehir merkezine getirilerek şehirlerin ısıtılması sağlanmaktadır.

SAHANIN JEOLJİSİ

Hisaralan termal kaynakları, Balıkesir-Sındırgı ilçesi Hisaralan Köyü sınırları içindedir. Sındırgı'nın 13 km doğusunda yer alır. Karayolu ile Sındırgı'ya 20 km, Simav'a ise 72 km mesafededir. Şekil 1'de jeotermal saha harita üzerinde gösterilmiştir. Sındırgı-Hisaralan jeotermal sahasında, ortalama 150 L/s debide 105°C ye ulaşan sıcaklıkta jeotermal akışkan yüzeye boşalmaktadır. Sındırgı Jeotermal su kaynağının özelliği, tektonik hatlara bağlı olarak dağınık halde (45 adetten fazla) çok sayıda yerden çıkış yapmasıdır. Bunun yanında sızıntı şeklinde sıcak su çıkışları da mevcuttur. Özellikle, fişkıran kaynakların oluşturduğu baca şeklindeki Kuvaterner yaşlı travertenler önemli doğal oluşumlardır [6].



Şekil 1. Jeotermal bölgenin harita üzerinde gösterilmesi.

Bölgedeki traverten oluşumlarına neden olan kaynak sularının büyük çoğunluğu Ulaş tepe ile Kulaz tepe arasında yer almaktadır. Gündüz tepe dolaylarında da bazı oluşumların varlığı izlenebilmektedir. Travertenlerle ilişkili diğer sıcak su kaynakları ise Ulaş tepenin güneydoğu kesiminde ve Gündüz tepe ile Gümele tepenin batı eteğinde bulunmaktadır [7].

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

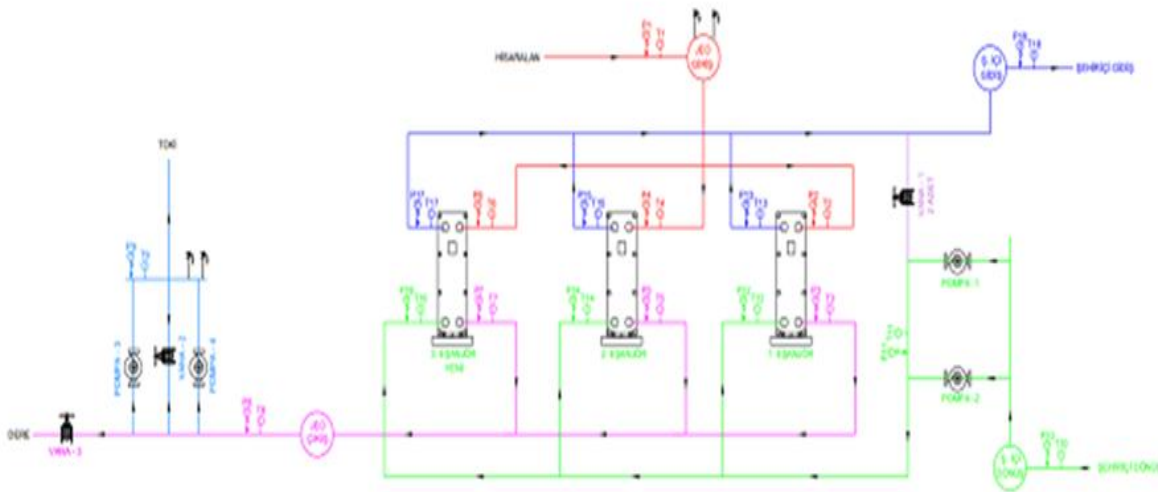
SINDIRGI JEOTERMAL KAYNAKLARIN KULLANIM ALANLARI

Jeotermal Enerji ile Konut Isıtması

Hisaralan jeotermal kaynakların en önemli kullanım alanı konut ısıtıcılığıdır. Jeotermal enerji kullanılarak 324.121 m² kapalı alan ısıtılmaktadır. Toplam abone sayısı 1754'tür. HS2 ve HS3 olmak üzere iki adet kuyudan enerji elde edilmektedir. Kuyulardan elde edilen termal su sıcaklığı ortalama 105 °C ve toplam 77 lt/sn debidedir. Kuyularda pompa sistemi bulunmamaktadır. Artezyen şekilde çıkış sağlanmaktadır. Kuyulardan elde edilen termal su 23,7 km uzunluğunda ve 300 mm çapında izolasyonlu boru ile ısıtılan konutlara yakın bir bölgede kurulan ısı merkezine taşınmaktadır. Kuyuların olduğu Hisaralan bölgesi ile jeotermal ısı merkezi arasında kod farkından yararlanılarak pompa sistemine gerek duyulmaksızın suyun taşınması sağlanmaktadır. Borulardaki izolasyon ile en soğuk havalarda bile sadece 4°C'lik bir ısı düşüşü söz konusu olmaktadır.

Sındırgı jeotermal bölgesel ısıtma sistemi 3 ayrı devreden oluşmaktadır. İlk devre de; üretim kuyularından elde edilen jeotermal akışkan ısı merkezine yerleştirilmiş üç adet plakalı ısı eşanjörüne gönderilir ve termal suyun ısı 67°C civarında olan sekonder akışkana (temiz sıcak su) transfer edilir. Isısı alınan jeotermal akışkan 65 °C sıcaklığa düşer. Isısı alına termal su bir kez daha kullanılmak üzere TOKİ konutlarına gönderilir. Burada 82.000 m² kapalı alan ve 668 konut ısıtma sağlanır ve daha sonra termal akışkan doğal yolla enjekte edilir. Enjekte edilen jeotermal akışkanın ortalama sıcaklığı 42 °C dir. İkinci kapalı devre de; sekonder akışkan ısı değiştiricileri ile bina sirkülasyon suyuna ısı transfer eder. SJBIS nin operasyon boyunca elde edilen ortalama dönüştürme sıcaklıkları bölgesel ısıtma dağıtım ağı için 64/57 °C ve bina devreleri için 60/50 °C dir. Üçüncü kapalı devre binalarda yerleştirilen ısıtma sistemini oluşturur. Her bina kendi kontrol sistemine sahiptir. Binaların %60'lık bir kısmında sıcak su elde etmek amaçlı boyler sistemi bulunmaktadır. Sistem 15 Ekim-15 Mayıs tarihleri arasında devrede bulunmakta, bunun dışındaki zamanlarda kontrol ve bakım işlemleri gerçekleştirilmek üzere devre dışı kalmaktadır. Şekil 2'de ısı merkezi akış şeması verilmiştir. Şekil 3'te jeotermal akışkanın elde edildiği üretim kuyusu, termal suyun taşındığı boru ve ısı merkezinde eşanjör ve sirkülasyon pompaları görülmektedir.

Jeotermal bölgesel ısıtma sisteminde ücretlendirme ısıtılan alan bazlı yapılmaktadır. 2020 yılı itibariyle aylık ödeme; konutlarda bireysel abonelerde 1,90 TL/m², ticari binalarda ve toplu konutlarda 1,61 TL/m², eğitim amaçlı kullanılan binalarda 1,60 TL/m²'dir. Eğer konutlarda sıcak su elde etmek amaçlı boyler sistemi bulunuyorsa aylık 25 TL daha ödeme yapılmaktadır.



Şekil 2. Isı merkezi akış şeması.



Şekil 3. Jeotermal ısı merkezinden görünüm.

Termal Turizm Alanında Kullanımı

Termal turizm alanında jeotermal enerjinin kullanımı sırasında doğal çıkışlı kaynaklar kullanılmaktadır. Otel ve pansiyon işletmeleri valilikten nokta bazlı kaynak kullanım belgesi alarak, bu suları kendi kurdukları basit sistemlerle kullanım yerine kadar taşımakta ve kullanıma sunmaktadır. 250 yatak kapasiteli 5 yıldızlı bir otel ve 8 adet pansiyon bulunmaktadır. Bu otellerin ısıtılması ve termal banyo ve havuzlarda kullanımı sağlanmaktadır. Şekil 4’te doğal çıkışlı bir kaynak görünümü ve bu kaynaktan alınan termal suyun taşınması için kurulan boru düzeneği görülmektedir.



Şekil 4. Doğal çıkışlı kaynak görünümü.

Akuakültür Alanında Kullanım

Hisaralan doğal çıkışlı kaynaklardan elde edilen termal su bölgede bulunan akuacıftlıkte süs balığı yetiştirmek için kullanılmaktadır. Balık yetiştirilen havuzların içine termal suyun taşındığı boru hatları döşenerek havuz suyunun ısıtılması sağlanmaktadır. Akuacıftlıkte balıklar için gerekli olan optimum su sıcaklığı jeotermal kaynak vasıtasıyla suni olarak sağlanmaktadır. Hisaralan'ındaki havuzlarda su sıcaklığı termal sular sayesinde sabit tutulmakta (24-26°C) ayrıca evre şartlarının etkisine maruz kalmadan akvaryum balıkları kesintisiz bütün yıl boyunca yetiştirilmektedir. Sahada termal kaynaklardan yararlanarak akvaryum süs balığı yetiştiriciliğine 2007 yılında başlanılmıştır. Faaliyet yaklaşık 1500 m² kapalı alana sahip boyutları 30x12 metre olan dört adet cam sera içindeki havuzlarda yapılmaktadır. Akuacıftlığın sera şeklinde dizayn edilmesinin amacı balıkların düşük ve yüksek sıcaklıktan, fazla ve yetersiz ışıktan, kar, yağmur, dolu ve rüzgar gibi iklim olaylarından etkilenmemesi içindir.

Bunun yanında açık alanda da akvaryum balığı yetiştirilmektedir. Akvaryum süs balıklarının boyutları farklı olduğundan dolayı üretim havuzlarının da boyutları değişiklik gösterir. Kapalı ve açık alanda toplam 340 adet havuz vardır. Seralar içinde 1x1 m boyutlarında 150 adet plastik, 1x3,5 m boyutlarında 30 adet ahşap, 3x2 m ölçülerinde 60 adet beton, 1x3,5 m boyutlarında 30, 1,5x3 m boyutunda ise 30 adet havuz akuakültür faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Havuzlar ortalama 1,5 metre derinliktedir. Açık alanda ise 1x3m ölçülerinde betondan yapılmış 40 adet havuzda balıkçılık faaliyeti sürdürölmektedir. Bu sera içerisinde toplam 150 adet çeşitli boyutlarda havuz bulunmaktadır [8]. şekil 5'te balık iftliğinden görönmeler verilmiştir.



şekil 5. Balık iftliğinden görönmeler.

Seracılıkta Kullanım

Seracılık alanında jeotermal enerjinin kullanımı sırasında yine doğal çıkışlı kaynaklar kullanılmaktadır. Sera alanlarının jeotermal enerji ile ısıtılması sağlanarak domates, biber ve salatalık yetiştirilmektedir. şekil 6'da doğal çıkışlı kaynakların kullanıldığı bir pansiyon ve sera yan yana görölmektedir.



Şekil 6. Pansiyon ve seralardan bir görünüm.

SONUÇ

Jeotermal enerji önemli bir yenilenebilir enerji kaynağımızdır. Hem Sındırgı İlçesi hem de ülkemiz açısından aşağıda sıralandığı gibi birçok önemli avantaja sahiptir.

- Jeotermal enerji özvarlığıdır.
- Jeotermal enerjinin entegre kullanım imkanı vardır.
- Jeotermal enerjinin satış fiyatının belirlenmesinde uluslararası piyasalara bağılılığı yoktur.
- Temiz enerjidir, kışın kömürle ısınma sonucu oluşan hava kirliliği olmaz, evlerde kömür yakılması sonucu oluşan atık ve kömürle ısınmanın gerektirdiği işçilik söz konusu değildir.
- Daha ucuz ve daha konforlu ısınma sağlar. Binalarda devamlı sıcak su dolaşması nedeniyle 24 saat aynı ısıda kalır. Banyo ve mutfak kullanım suyunun ısıtılması da aynı sistemle sağlanabildiğinden tüpgaz tüketiminden tasarruf sağlar.
- Jeotermal enerji ile ısınmada, ısınma bedelleri abonenin konfor sıcaklığına göre sabittir. Elektrik, doğalgaz, kömür v.b. ısınma yöntemleri gibi ani fiyat değişimleri yaşanmaz.
- Seracılıkta yapılacak ısıtma sayesinde organik tarım üretimi normalin çok üzerinde üretim sağlayacağından üreticiye daha fazla gelir getirecek ve oluşacak sera alanlarında çalışacak kişilerle de doğrudan ve dolaylı olarak fazladan istihdam sağlar.
- Termal turizmde kullanılacak Jeotermal su ile daha fazla turist gelecek ve buna bağılı olarak ülke ekonomisine doğrudan katkı sağlayacaktır.

Bununla beraber; Jeotermal enerjiden daha fazla faydalanabilmek için jeotermal kaynakların yüksek verimde ve entegre kullanılmalarına yönelik çalışmalar arttırılmalıdır.

KAYNAKÇA

- [1] Küçükaya, E., (2017), Jeotermal Nedir? Jeotermal Enerji Nedir?, <https://www.enerjiportali.com/jeotermal-nedir-jeotermal-enerji-nedir/>.
- [2] Internet, 2020 <https://www.enerji.gov.tr/tr-tr/sayfalar/jeotermal>.
- [3] Lund, J., Boyd, T., (2015) World Geothermal Congress, WGC2015.
- [4] Akkuş İ., (2017). Neden Jeotermal Enerji? Türkiye İçin Önemi, Hedefler ve Beklentiler, Mavi Gezegen, TMMOB, Jeoloji Mühendisleri Odası, 23, 25-39.
- [5] TR22 Güney Marmara Bölgesi Yenilenebilir Enerji Araştırması Sonuç Raporu, Haziran 2013.
- [6] Aksoy N., Demirkıran Z., Şimşek C. (2014). Sındırgı-Hisaralan (Balıkesir) Jeotermal Sahasının Jeokimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi. TESKON, Jeotermal Enerji Semineri, İzmir, 2014.
- [7] Çoban, F., Büyükkahraman, G., Aydoğan, M.S., Kocabaş, C. (2008). Hisaralan (Sındırgı Balıkesir) Jeotermal Enerji Potansiyeli'nin Bölge Jeoturizmi Açısından Önemi Termal ve Maden Suları Konferansı, Afyonkarahisar, 24-25 Nisan 2008.
- [8] Polat, S., (2018). Hisaralan (Sındırgı-Balıkesir) Termal Kaynaklarının Akuakültür Alanında Kullanımı, Tarih Okulu Dergisi (TOD), 11, (13),1113-1138.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

KÜRESEL PLAZMA ODAK CİHAZ SİMÜLASYONU**SIMULATION OF THE PLASMA FOCUS DEVICE****Yaşar AY***Arş. Gör.Dr., Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9888-8700>***ÖZET**

Küresel plazma odak cihazı, biri anot diğeri ise katot olmak üzere eş merkezli iki küresel elektrottan oluşan, gerek plazma üretiminde gerekse nötron, x-ışınları ve iyon üretiminde kullanılan bir cihazdır. Bu çalışmada kullanılan anot ve katot yarıçapları sırasıyla 8 cm ve 14.5 cm'dir. Kullanılan kapasitör bankası 432 µF, indüktans 36 nH ve devre direnci 3,2 mΩ'dur. Uygulanan voltaj 25 kV ve gaz basıncı 14.5 Torr iken cihaz eşit miktarlarda döteryum ve trityum gaz karışımı ile doldurulmuştur.

Bu çalışmada yukarıda bahsi geçen cihaz parametreleri kullanılarak bir simülasyon geliştirilmiştir. Simülasyon 4 aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar, Rundown Phase I, Rundown Phase II, Reflected Shock Phase, ve Radiative Phase'dir. Rundown Phase I, gaz deşarjı ile birlikte başlamaktadır ve bu aşamada akım ve manyetik alandan dolayı oluşan Lorentz kuvveti, cihaz içinde gaz deşarjı ile birlikte oluşan plazma tabakasını, cihazın merkezine doğru ve oradanda cihazın alt eksenine doğru itmektir. Bu aşamada aynı zamanda bir şok dalgası oluşmaktadır ve bu şok dalgası, plazma tabakasının önünde, gazları iyonize ederek ilerlemektedir. Rundown Phase I, plazma tabakasının cihazın ekvator bölgesine ulaşması ile sonlanır ve yerini Rundown Phase II'ya bırakır. Bu aşamada, plazma tabakası radyal olarak sıkışmaya başlar ve hem plazma tabakası hemde şok dalgası cihazın alt eksenine doğru ilerlemeye devam eder. Şok dalgasının cihazın alt eksenine ulaşması ile birlikte Rundown Phase II sonlanır. Bu şok dalgasının, cihazın ekseninden geri yansmasıyla birlikte Reflected Shock Phase başlar. Reflected Shock Phase aşamasında, deneysel olarak tespit edilmiş sabit bir şok dalga hızı modelde kullanılmıştır. Bu aşamada yansıyan şok dalgası, plazma tabakasının biraz daha sıkışmasına neden olur. Reflected Shock Phase, cihazın ekseninden yansıyan şok dalgasının, cihaz içinde ilerlemekte olan plazma tabakası ile buluşması ile son bulur ve daha sonra Radiative Phase başlar. Radiative Phase, en önemli aşamadır. Bu aşamada plazma tabakası cihazın eksenine doğru ilerlemeye devam eder ve cihazın eksenine ulaştığında, maksimum sıkışıklığa ulaşır. Daha sonra füzyon reaksiyonları gerçekleşir. Nötron, x-ışınları, ve iyonlar bu aşamada üretilir.

Geliştirilen bu modelde yukarıda bahsi geçen tüm aşamalar, adım adım modellenmiştir ve modelin doğruluğu test edilmiştir. Modelde, momentum denklemleri, manyetik kuvvet denklemleri ve devre denklemleri kullanılmıştır. Ayrıca gerek nötron üretimi için gerekse şok dalgasının hareketlerini modellemek için hem ışın-hedef nötron üretim denklemleri hemde şok dalga denklemleri modele eklenmiştir. Model yardımıyla, 1.5 MA seviyesinde deşarj akımı ve atım başına 1.18×10^{13} nötron üretimi hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Plazma odak, Plazma simülasyonu, Numerik modelleme, Plazma tabakası

Acknowledgement: Bu proje Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmektedir. Proje No: 119F039

ABSTRACT

Spherical plasma focus device, which is used to produce plasma, neutrons, x-rays, and ions, consists of two concentric electrodes that are used as anode and cathode. Anode and cathode, which are used in this work, have radius of 8 cm and 14.5 cm, respectively. Device is powered by 432 µF capacitor bank with 36 nH inductance, and 3.2 mΩ resistance. While applied voltage was 25 kV, equal amount of deuterium-tritium gas mixture pressure was 14.5 Torr.

A simulation is developed by using the device parameters above. Simulation has 4 phases. These are Rundown Phase I, Rundown Phase II, Reflected Shock Phase, and Radiative Phase. Rundown Phase I starts with gas discharge which leads to a plasma sheath formation. In this phase, flowing current and magnetic field produce Lorentz force which accelerates the plasma sheath towards the center and then towards the bottom axis of the device. A shock wave is also produced in this phase and it will move in front of the plasma sheath by ionizing the gas. Rundown phase I ends when the plasma sheath reaches the equator of the device. Then Rundown Phase II begins and plasma sheath starts to get compressed radially. Both plasma sheath and shock wave keep moving towards the axis of the device. This phase ends when the shock wave reaches the axis of the device. Reflected Shock Phase starts when the shock wave is reflected from the axis. In this phase, experimentally determined constant shock speed is used in the model. Reflected Shock Phase ends when the reflected shock wave hits the incoming plasma sheath and Radiative Phase begins, which is the most important phase. In Radiative Phase, plasma sheath keeps moving towards the axis of the device and it reaches the maximum compression on the axis. Then fusion reactions occur. Neutrons, x-rays, and ions are emitted in this phase.

All the phases above are implemented step by step in the model and validation of the model is done. In the model, momentum equations, magnetic force equations, and circuit equations are used. In addition, beam-target neutron production equations and shock wave equations are added into the model to simulate both neutron production and shock wave dynamics. Discharge current of 1.5 MA and neutron yield of 1.18×10^{13} neutron per pulse are calculated in the model.

Keywords: Plasma focus, Plasma simulation, Numeric modelling, Plasma sheath

Acknowledgement: This work was supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK). Project No: 119F039

**PROCEEDING BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

EXAMINING THE VARIABILITY OF GAIT INTERVALS BY USING BINARY SYMBOLIC REPRESENTATIONS**Derya YILMAZ***Assistant Prof. Dr., Başkent University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering,
ORCID ID: 0000-0002-1903-7132***ABSTRACT**

Walking is a process of repeating the sequential movements with different functions by each leg and foot, respectively. Therefore, walking requires coordination and is managed by the nervous system. This coordination is disrupted by some nervous system damages. For this reason, walking of Neuro-Degenerative (ND) patients with motor-nerve disorders is not balanced. Therefore, gait signals containing information about walking can be used to detect ND patients. In this study, gait interval series for the detection of ND diseases in which motor dysfunctions cause changes in gait dynamics, were examined by using the symbolic transformation approach.

Symbolic analysis involves the conversion of the original time series into a series of discrete symbols by evaluating them in various conditions. In this study, the variability of the gait interval series obtained from the healthy group and ND disorder group were investigated by using symbolic transformation. The ND group is consisted of Parkinson's disease (PD), Amyotrophic Lateral Sclerosis disease (ALS) and Huntington disease (HD). The stride intervals, swing intervals, stance intervals and double support intervals of left and right feet given in seconds from the gait database were used for analysis. Gait intervals were converted to 0 and 1 symbols with binary transformation by using two different criterions. Therefore, two symbolic time series were obtained. The ratios of the number of symbol '0' to the total number of symbols in these binary sequences were calculated as features. In order to test the success of extracted features from healthy individuals and ND patients, two classification tasks were applied with the Ensemble Bagged Tree classifier by using all features and, selected features. Principal Component Analysis (PCA) was used as feature selection method. The classification accuracies were found as 88.9% and 85.7%, with and without PCA, respectively. Considering the results, it is evaluated that higher performances can be achieved with improved symbolic transformation approaches.

Keywords: Gait analysis, Binary transformation, Symbolic time series.

1. INTRODUCTION

Walking is a complex process managed by many variables. The dynamics of the walking mechanism, which is controlled by the nervous system, show characteristics that vary from person to person. For this reason, the gait time series recorded during walking are also non-stationary. With the information to be obtained from these series, changes in gait can be revealed. Therefore, time series related to gait are examined by various methods and they are used to analyze the Neuro-Degenerative (ND) disorders such as Amyotrophic Lateral Sclerosis disease (ALS), Parkinson's disease (PD), and Huntington disease (HD). Hausdorff et al. [1] reported that the variations of the gait stride interval are found more random for HD subjects and the healthy elderly people than for the control group. In another study, the fluctuations of the stride-to-stride intervals and gait rhythm disturbances were evaluated and it was observed that the variability of the stride-to-stride intervals increased in ND disease groups (ALS, HD, PD) [2]. Wu and Krishnan [3] distinguished ALS patients from CO subjects with a classification rate of 89.66%, using the averages of stride intervals and the count of swing interval turns. Wu and Ng [4] classified the stride patterns of CO and ALS subjects by 82.8% accuracy using the gait cadence's probability density functions. These studies reveal that gait intervals of ND diseases have variable characteristics.

It may be a good approach to use methods such as symbolic dynamics that can show the changes in the system behavior for the analysis of signals obtained from systems that can take a small number of samples over a long period of time, such as gait time series [5, 6]. Symbolic dynamics can define the dynamics of a system by providing different parameters from time and frequency domains [6]. In addition, this approach can produce simple solutions that reduce the computational process. From this perspective, in this study, gait time series were evaluated by converting them into symbolic series.

Symbolic time series analysis begins by converting the values in the original time series into discrete symbols that are considered equivalent when the specified conditions are met. Some information will be lost in this process, but the overall dynamics of the signal can be obtained. The constructed symbolic sequence has its own patterns and these patterns can be examined in different lengths. Generally, the changes in these patterns and the regularity of the patterns are tried to be measured so that the degree of complexity of the signal can be obtained. In the transformation process of data into symbols, various conditions can be determined and the number of symbols to be used varies according to these conditions. In symbolic transformation, it is common to convert the original time series into binary symbols according to the threshold value [7].

Aziz and Arif [8] identified ND diseases using threshold dependent symbolic entropy after converting the gait stride interval time series into binary symbols. In another study, stride intervals converted to binary symbolic sequences were evaluated using normalized corrected Shannon entropy [9]. Kamath [5] transformed the stride intervals of healthy and ND groups into a six-part symbolic series. The symbolic entropies of three consecutive symbols (pattern) in the series were calculated, and classified by Receiver Operating Characteristics (ROC) analysis. The accuracies obtained by using ROC plot were found as 81.9%, 92.8%, and 95.2% for HD, PD, and ALS groups, respectively. It also showed that the percentages of these patterns in the series can reveal hidden variability patterns in gait signals.

Symbolic dynamics derived from the variability of gait signals is able to reflect the changes of gait cycle on instantaneous by using binary transforms. The objective of the present study is to examine whether the symbolic transformation values can be useful to discriminating between the healthy (CO) and ND diseased subjects. In this study, two types of the binary transform reflecting the gait interval variability were used. In the one of them, the increment in gait rhythm was pointed as '1' and the decrement was pointed as '0'. The other type transformed the absolute change between the consecutive values of the original time series by comparing it with a certain threshold. The ratios of the '0' symbols in the two symbolic series were calculated and applied to the classifier to discriminating between the healthy and ND groups.

2. MATERIALS and METHODS

2.1. Gait Dataset

The gait dataset used in this study is collected by Hausdorff et al., [2] and taken from PhysioNet[10]. There are twelve gait recordings which are stride, swing, stance and double support intervals obtained from both feet in this database. These recordings were achieved from the force sensitive sensors when the subjects were requested to walking in normal speed, at a straight corridor (77m) for 5 minutes. This dataset has 13 ALS, 15 PD, 20 HD and 16 CO recordings. Since it has some corruptions, the data of 20th HD subject was not used. For elimination the initial effects, the first 20 seconds of the recordings were not examined and for filtering the turnaround peaks, the median filter was used.

2.2. Binary Transformations of Gait Intervals

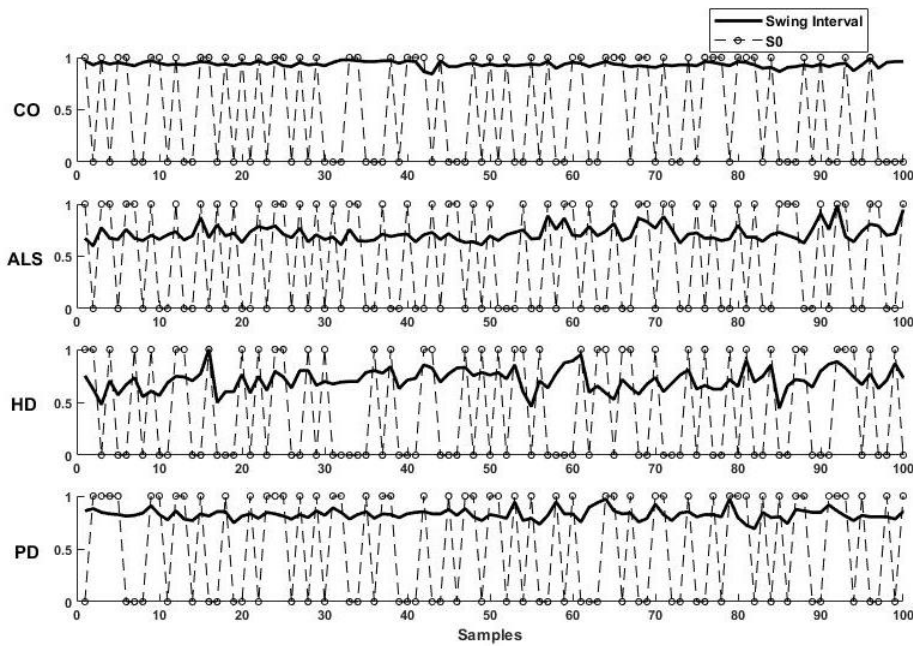
Two binary sequences were constructed according to the changes of the gait intervals. For a gait time series X_i ($i=1,2,3,\dots,N$) the $S0_i$ (binary transform type of 0) and $S1_i$ (binary transform type of 1) ($i=1,2,3,\dots,N-1$) binary sequences were obtained as follows by using binary alphabet $A=\{0,1\}$ [11].

$$S0_i = \begin{cases} 0, & X_{i+1} - X_i \geq 0 \\ 1, & X_{i+1} - X_i < 0 \end{cases} \quad (1)$$

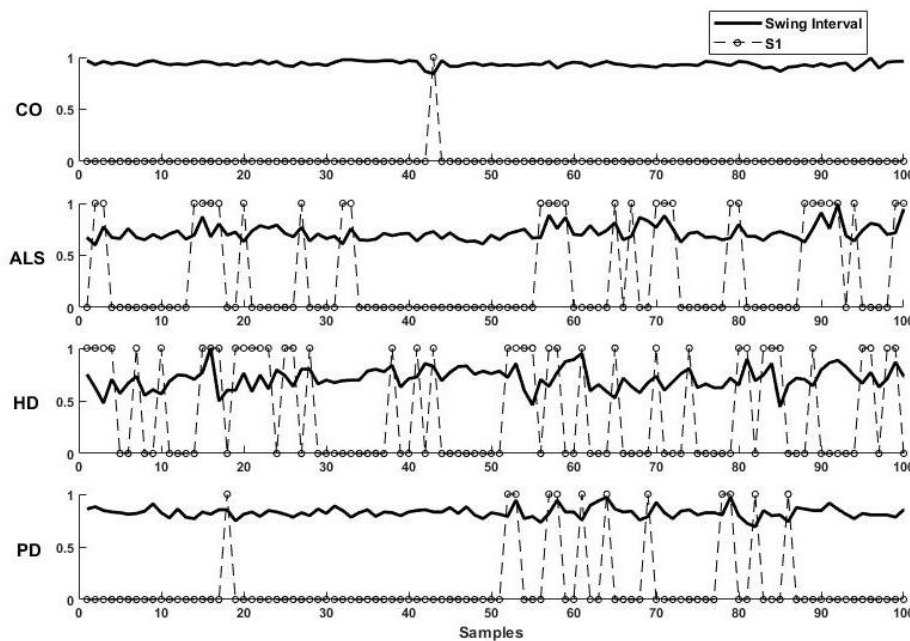
According to the Equation (1), the 0s indicate to the decelerations of the gait rhythm and the accelerations were represented as the 1s.

$$S1_i = \begin{cases} 0, & |X_{i+1} - X_i| < \varepsilon \\ 1, & |X_{i+1} - X_i| \geq \varepsilon \end{cases} \quad (2)$$

The second sequence was obtained by taking into account the variations, between the absolute values of the interval series, to be up to the ε value [12]. That is, the changes smaller than ε were evaluated. Where, the ε value was selected as 100ms. It was selected as to be close to the average of the standard deviations (SD) of these intervals. These two sequences given in (1) and (2) were obtained from stride, swing, stance gait and double support intervals of both feet and they are exemplified in Figure 1 for the left swing intervals (for 100 samples) from four groups.



(a)



(b)

Figure 1. S0 (a) and S1 (b) sequences for the left swing intervals of all groups (Subjects No:3).

2.3. Calculated Features

The ratios of the number of symbol '0' to the total number of symbols in these two binary series were calculated by using Equation 3 to obtain the amount of variability in gait time series. In Equation 3, $\Theta(\cdot)$ represents to the Heaviside function and b indicates the type of the binary transform/sequence (0 or 1). The binary sequences were constructed for seven interval series, which are the stride, swing, stance intervals of left and right feet and double support intervals in seconds. As a result, fourteen binary symbolic series and therefore fourteen ratios of count 0s were obtained.

$$\text{ratio}_{b0} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} \Theta(Sb_i = 0) \tag{3}$$

The mean± SD values of the calculated features are given in Table 1 for the healthy (CO) and ND (PD, ALS, HD) groups. In Table 1, ratio₀₀ and ratio₁₀ were calculated from S0 and S1 sequences, respectively. According to these results obtained for two groups, while the values of ratio₀₀ are similar, the ratio₁₀ have different values. The S1 sequence was created with the query of the whether the absolute variability is different from 100ms. When the results regarding the ratio₁₀ are evaluated, it can be said that the variability in the healthy group is less than 100ms with 93-99% average rates, it is 74-90% in the ND group.

Table 1. The calculated ratios from two binary sequences for CO and ND groups.

	ratio ₀₀ (mean±SD)		ratio ₁₀ (mean±SD)	
	CO group	ND group	CO group	ND group
Left Stride Interval	0.52±0.02	0.51±0.02	0.99±0.01	0.89±0.14
Right Stride Interval	0.54±0.02	0.51±0.04	0.99±0.01	0.90±0.14
LeftSwingInterval	0.54±0.02	0.52±0.02	0.97±0.03	0.75±0.20
Right SwingInterval	0.54±0.03	0.52±0.04	0.97±0.03	0.74±0.19
LeftStanceInterval	0.54±0.02	0.52±0.02	0.99±0.01	0.88±0.15
Right StanceInterval	0.55±0.02	0.52±0.04	0.99±0.01	0.88±0.14
DoubleSupportInterval	0.54±0.02	0.52±0.03	0.93±0.04	0.81±0.14

2.4. Principal Component Analysis (PCA)

Feature selection is the choice of the most distinctive features to make the performance of a classification algorithm more efficient. PCA is utilized to get significant information from multivariate data and express this information as several new sets of variables called principal components [13, 14]. The purpose of PCA is to determine the basic components where the data has maximum variation. So, PCA reduces the dimensionality of data to the few major components with minimal loss of information by using the covariance matrix or the singular value decomposition. The PCA method is useful if the variables in the dataset are highly correlated. Correlation means there is an excess of data. Due to this excess, PCA can be used to reduce the original variables to fewer new variables that contain most of the variance in the original variables.

2.5. Ensemble Bagged Tree

Bagging is a machine learning based group algorithm that improves the accuracy of statistical classification methods [15]. Since this method reduces the variance, it prevents the occurrence of excessive learning. Basically, it is aimed to produce different combinations of a training data and to create more than one training sample. Assuming that the training data consists of N, again, a training data with an N sample is generated to be replaced by random selection. Each decision tree is trained with training data containing different examples produced in this way and the result is determined by majority vote.

3. RESULTS and CONCLUSION

In Table 2, the results of the classifier with and without PCA are given. The performance is evaluated with the quantities of accuracy (Accuracy=(TP+TN)/(TP+TN+FP+FN)), specificity (Specificity=TN/(TN+FP)), sensitivity (Sensitivity=TP/(TP+FN)), and area under the ROC curve [16]. The classifier without PCA used 14 features. The PCA selected 4 out of 14 features and the results obtained with PCA (accuracy of 88.9%) are

slightly better than without PCA (accuracy of 85.7%). While sensitivity results were quite high, specificity values were found lower than sensitivity results. That is, while the rate of identification of true patients as patients is quite high, the classifier predicts some of the healthy individuals as diseased. For the ensemble bagged tree classifier, the learner type is decision tree and the number of learners is 30.

Table 2. Results of Classifier

	TP	FN	TN	FP	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Accuracy (%)	AUC (%)
Without PCA	45	2	9	7	95.74	56.25	85.7	93
With PCA	46	1	10	6	97.87	62.5	88.9	95

TP: True Positive, FN: False Negative, TN: True Negative, FP: False Positive, AUC: Area Under the Curve.

In conclusion, in the presented study, the seven gait intervals from the gait database were converted into symbolic time series by binary representations. Fourteen features were obtained by calculating the ratios of '0' symbols in these new symbolic series. These features were applied to the ensemble bagged tree classifier and the ND group was discriminated from CO group with 88.9% (with PCA) and 85.7% (without PCA) accuracy rates. The obtained results were found as higher than the results of some previous studies. It is stated that this approach is simple, does not require heavily processing load and can give useful results for short time series. Simple approaches such as symbolic dynamics can reveal the dynamic behavior of the systems. Instead of conventional signal processing methods with long signal requirements, the development of different approaches, such as presented in [17], to evaluate the state of the system can produce meaningful outputs.

REFERENCES

1. Hausdorff JM, Mitchell SL, Firtion R, Peng CK, Cudkowicz ME, Wei JY, Goldberger AL (1997). Altered fractal dynamics of gait: reduced stride-interval correlations with aging and Huntington's disease. *Journal of Applied Physiology* 82:262–269.
2. Hausdorff JM, Lertratanakul A, Cudkowicz ME, Peterson AL, Kaliton D, Goldberger AL (2000). Dynamic markers of altered gait rhythm in amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of Applied Physiology*. 88:2045–2053.
3. Wu Y, Krishnan S (2009). Computer-aided analysis of gait rhythm fluctuations in amyotrophic lateral sclerosis. *Medical and Biological Engineering and Computing*. 47:1165–1171.
4. Wu Y, Ng SC (2010). A PDF-based classification of gait cadence patterns in patients with amyotrophic lateral sclerosis. In *International Conference of the IEEE EMBS*. Buenos Aires, Argentina.
5. Kamath C (2015). A novel approach to unravel gait dynamics using symbolic analysis. *Open Access Library Journal*. 2: e1496.
6. Collet P, Eckmann JP (1980). *Iterated maps on the interval as dynamical systems*. Birkhäuser, Basel.
7. Cysarz D, Bettermann H, Van Leeuwen P (2000). Entropies of short binary sequences in heart period dynamics. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 278 H2163-H2172.
8. Aziz W, Arif M (2006). Complexity analysis of stride interval time series by threshold dependent symbolic entropy. *European Journal of Applied Physiology*. 98:30-40.
9. Abbasi AQ, Loun WA (2014). Symbolic time series analysis of temporal gait dynamics. *Journal of Signal Processing Systems*. 74:417-422.
10. Goldberger AL, Amaral LAN, Glass L, Hausdorff JM, Ivanov, PCh, Mark RG, Mietus JE, Moody GB, Peng C-K, Stanley HE (2003). *PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a new research resource for complex physiologic signals*. *Circulation*.101(23), e215-e220.
11. Cysarz D, Lange S, Matthiessen PF, Van Leeuwen P (2007). Regular heartbeat dynamics are associated with cardiac health. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 292: R368–R372.

12. Wessel N, Malberg H, Bauernschmitt R, Kurths J (2007). Nonlinear methods of cardiovascular physics and their clinical applicability. *Int. J. Bifurcat. Chaos.* 17:3325-3371.
13. Hotelling H (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology.* 24(6):417–441.
14. Jolliffe IT (2002). Principal Component Analysis. books.google.com.
15. Breiman L (1996). Bagging Predictors. *Machine Learning.* 24:123-140.
16. Wikipedia, Receiver operating characteristic, available at [http://en.wikipedia.org/wiki/Receiver operating characteristic](http://en.wikipedia.org/wiki/Receiver_operating_characteristic)
17. Yilmaz D (2020). Evaluation of gait behaviour with state space vectors for classification of neurodegenerative diseases. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences.* 4(14):410-421.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

A LOW COST TIME DOMAIN REFLECTOMETER (TDR) DESIGN FOR EDUCATIONAL USE
EĞİTİM AMAÇLI DÜŞÜK MALİYETLİ BİR ZAMAN UZAYLI YANSIMA ÖLÇER (TDR) TASARIMI**Muhammed Mert ULUPINAR***Araş. Gör., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0158-0433> (Sorumlu Yazar)***Hakan ÇUKUL***Yüksek Müh., Lider Teknoloji Geliştirme Müh. Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti., Eskişehir Teknoloji Geliştirme Bölgesi, Eskişehir***Gökhan DINDİŞ***Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5642-7212>***ABSTRACT**

Time Domain Reflectometry (TDR) systems are well established tools in underground cable fault locating business around the world. They are also used in locating faults in the communication and network cables. TDRs sold for industrial purposes have specific features for the field they are designed for. They are generally very expensive and not designed for general purpose uses, and definitely not open neither for experimental nor research uses for the future add-ons. In general use, a TDR sends a pulse through a cable under test and displays all the reflections coming from the impedance changes. Since the reflections are displayed in time domain, distance values are calculated via cable's known propagation velocity values.

The design implemented in this study is simple, low in cost, made from discrete components. As a controller, an easily available low cost 32 bits Advanced RISC Machines (ARM) based STM32F103 series microcontroller is used. Pulse generated by a circuit designed with discrete components and all reflections captured with a flash Analog to Digital Converter (ADC) after an amplification circuitry. For the capturing device a fast memory is used. Precision timings for the necessary operations are generated via microcontroller's built-in timing circuitry. TDR gets its power from the Universal Serial Bus (USB) port of the personal computer, it connects to communicate with.

A user interface and application software are prepared and tested for the verification of the measurements made with open, short, and other various cable fault cases.

Keywords: Time Domain Reflectometer, TDR, Time of Flight, Wave Propagation

ÖZET

Zaman Uzayında Yansıma Ölçer (TDR) sistemleri artık tüm dünyada yeraltı kablolarındaki hata yeri tespiti işlerinin vazgeçilmezi olmuştur. Ayrıca, TDRlar tekil haberleşme kablolarında ve haberleşme ağlarında da kullanılmaktadır. Endüstriyel kullanım amaçlı satılan TDRlar kullanılacakları alana özel bir yapıda tasarlanmışlardır. Genelde fiyatları oldukça yüksektir ve genel amaçlı kullanıma uygun değildirler. Üzerlerindeki bir devreye deneysel çalışma uygulamaya veya özellik ekleme gibi eğitim ve araştırma amaçlı kullanıma açık olmadıkları da kesindir. Genellikle TDRlar test edilmek istenen kabloya bir sinyal darbesi yollar ve tüm empedans değişikliği belirten kısımlardan gelen yansımaları gösterir. Yansımalar zaman uzayında kaydedildiğinden ve kablo yayılım karakteristiği bilindiğinden yansımaların uzaklık değerleri kolayca hesaplanır.

Çalışmada sunulan ve gerçekleştirilen devre sade, düşük maliyetli, temel elektronik malzemeler içermektedir. Denetleyici olarak piyasada kolayca bulunabilen düşük maliyetli 32 bitlik ileri düzey, düşük komut setli işlemci (ARM) tabanlı STM32F103 serisi bir mikro denetleyici kullanılmıştır. Darbe sinyali, temel elektronik

parçalar kullanılarak üretilmiş ve yansımalar bir kuvvetlendiriciden geçirildikten sonra hızlı tip bir analogdan sayısala çevirici (ADC) kullanılarak yine hızlı bir belleğe kaydedilmiştir.

Operasyonda gereken hassas zamanlamalar mikro denetleyici üzerindeki zamanlama devreleri kullanılarak sağlanmıştır. TDR devresi çalışması için gereken gücü kişisel bilgisayara bağlandığı USB haberleşme kablosundan almaktadır.

Bir kullanıcı ara yüzü ve uygulama yazılımı hazırlanmış ve açık devre, kısa devre ve diğer kablo hatası varyasyonlarıyla doğrulama testleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zaman Uzayında Yansıma-Ölçer, TDR, Uçuş Süresi, Dalga Yayınımı

1. INTRODUCTION

A Time Domain Reflectometer, TDR works like a RADAR. Reality is, RADAR itself is a TDR. An electromagnetic pulse, in a modulated form is transmitted via a directed transmitter antenna and then, reflected signal from a target object is captured by the receiver antenna. Sometimes a transceiver antenna is designed for the purpose, by utilizing necessary internal circuitry. The TDR term is however, publicized and used generally for the similar systems used for electrical wires. In fiber optic systems name is revised as Optical TDR, or OTDR. Principal of the operation can be considered same. A TDR sends an electrical pulse or a waveform through the cable, from one end (near end) and displays all the reflections down to the other end (far end). Reflections then, can be analyzed for detailed inspection of the cable characteristics.

TDR systems are well established tools especially in underground cable fault locating business around the world. Electrical energy is utilized as the main consumer source for the daily life style around the modern world. Businesses, small or large depend on availability and quality of the delivered energy. Since the electrical energy is transmitted by wire, when service interruption caused by a fault, locating the fault in a timely manner is crucial. A TDR system uses very suitable technique for the purpose, because prelocating of the fault location is possible, with less effort and money and also without digging the ground all the way to the fault. There are other devices to use in conjunction with TDRs, like pinpointing devices and other high voltage equipment to make intermittent faults visible by any means.

TDRs are also used in locating faults in the communication and network cables. In communication cables, data transmitted at high rates through the cable greatly affected from the reflections and proper terminations must be carried forward. TDRs can be used for verification purposes in communication setups for the maintaining standards and the quality. They are also good in identifying or verifying some of the cable characteristics. That brings forward also some educational reasoning to teach students wave propagation, importance of a termination, how to obtain important cable characteristics, and so on.

TDRs sold for industrial purposes have specific features for the intended industrial field which they are designed for. That's why they are heavily customized and generally very expensive. These equipments are also not designed for general purpose use. Therefore, it is not feasible using them for experimental educational use in physics or electrical engineering. But, more reachable test and research equipment means more developments or achievements in science and technology. Technology develops dramatically faster in late years and new electronic devices offer more built-in features at affordable prices by opening new opportunities for alternative research studies. A recent study shows that some already available signal capturing boards, like Red Pitaya can be used as a main component of a TDR (Taşkın et al, 2017). Cost still stays above \$500 though. There are FPGA based systems in various studies. A miniaturized FPGA-Based High-Resolution Time-Domain Reflectometer which uses repetitive step pulses as a technique seems a low cost alternative. But this study demonstrates some non traditional pulse, sampling and measuring techniques (Trebbels et al, 2013). There are many studies on energy distribution fieldbuses, wiring networks with wide variety of developed methodologies including the many known analytic methods (Hartebrodt and Kahitzsch, 2004) and even neural networks (Smail et al, 2011). More research work takes time and money, and brings novelties to protect. Sometimes developments made are hardware related and sometimes software. Research work of *Identification of a distribution of transformers and fault location in primary underground loop systems* is one of those examples turned into patent (Dındış and Oetjen, 2004). More and more studies will be added to the literature and produced to the market if more researchers find opportunities with more available and affordable equipments.

A simple TDR developed in this study. It can be used with any standard personal computer (PC) with a Universal Serial Bus (USB) connection. In the next section structure of developed low cost TDR has been introduced. Following sections include some experimental cases, for the some basic cable test operations to demonstrate the effectiveness of the outcomes.

2. SYSTEM COMPONENTS AND USER INTERFACE

The design implemented in this study has a simple, low cost, easily found and mostly discrete components. As a controller, a low cost 32 bits Advanced RISC Machines (ARM) based STM32F103 series microcontroller is used. Pulse generated by a circuit designed with discrete components and all reflections captured with a flash Analog to Digital Converter (ADC) after an amplification circuitry. For the capturing device a fast memory is used. Precision timings for the necessary operations are generated mostly via microcontroller’s built-in timing circuitry. TDR gets its power from the USB port of the PC which it connects to communicate with.

Block diagram of the system is described as in Figure 1. Here how it gets operated: User requests to test the cable and clicks on the CAPTURE button. Software communicates with the controller of the TDR hardware. When that controller gets order remotely from the PC via USB channel, it initiates the pulse and starts the recording sequence. After the record time is elapsed, the data acquired to the memory from the cable is sent to the PC through the same USB channel. User puts START and END markers on the interested reflection points and distance between desired reflections are displayed in meters. Users can save and process the signal data after these steps for further evaluation. That can be done offline with their familiar software tools for any research application.

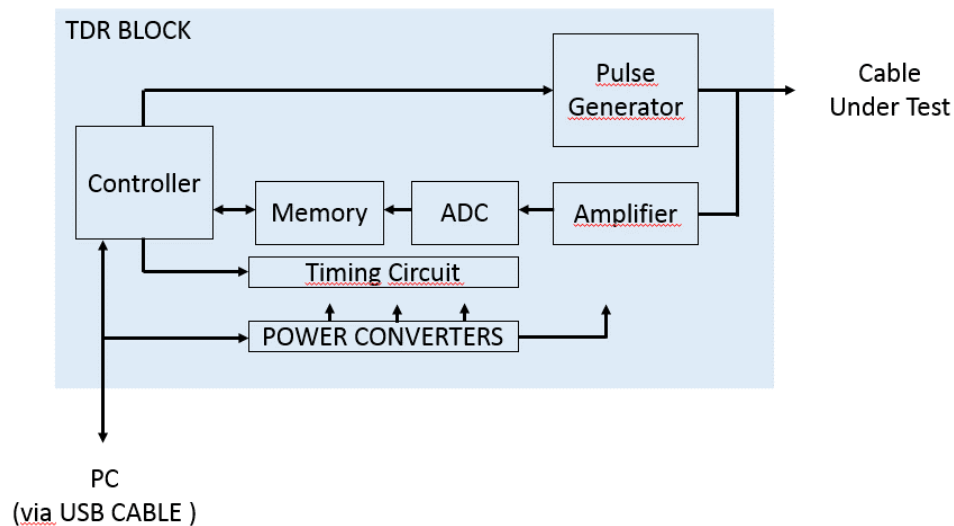


Figure 1. TDR Block Diagram

Note that controller board carries the microcontroller chip STM32F103 available online websites and sold less than \$5. After including DC to DC converter modules, 60MSPS flash ADC, FIFO memory, current feedback opamps and other supporting electronic components, wires and PCB, price still stays under \$100. A picture of the prototype is given in Figure 2.

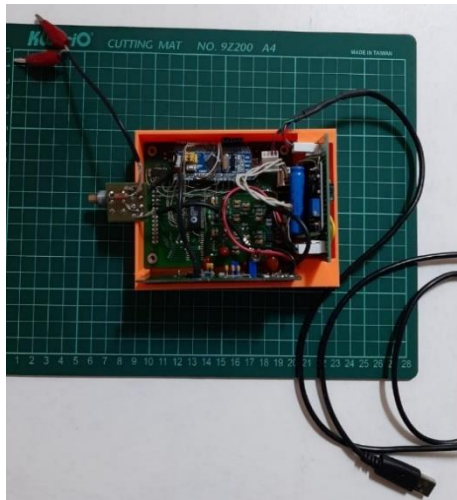


Figure 2. Built prototype

3. CASE STUDY 1: OBTAINING THE BASIC CABLE REFLECTIONS

As a first cable test, a test cable about 50 meters is hooked up to the test leads of the TDR. Cable's open circuited far-end reflection was clearly visible (figure 3a). It is verified by shorting the far-end that everything was in an order. Signal quality was remarkably clear and needed no further filtering (Figure 3a and 3b). This case study is also a fundamental experiment to demonstrate to the student, the basic knowledge of how electrical signal travels in the cable.

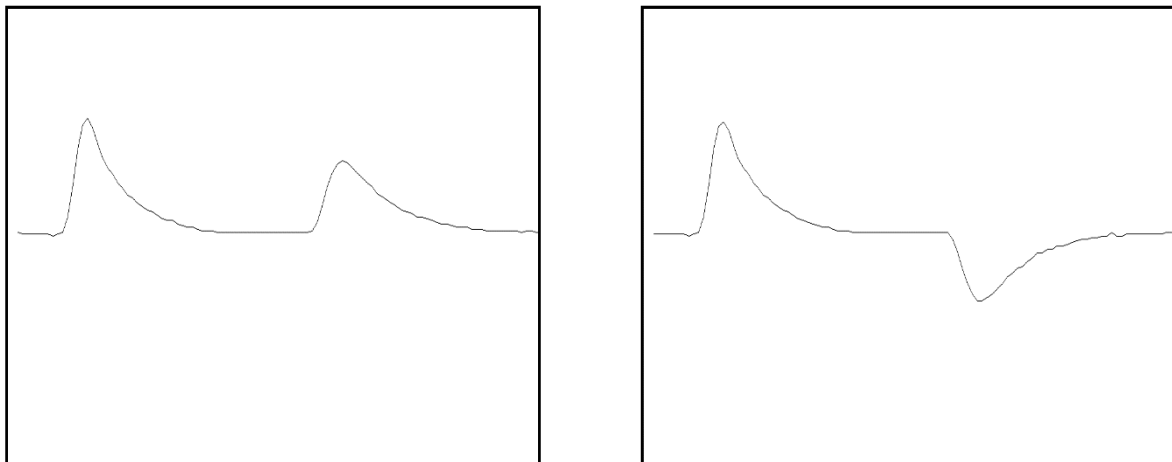


Figure 3. Open circuited far-end (a) and short circuited far-end (b)

4. CASE STUDY 2: OBTAINING THE BASIC CABLE CHARACTERISTICS

As a second test, different termination resistors are experimented to verify the characteristic impedance of the cable under test. Various resistors used to see the effect. Figure 4a and 4b shows a result with 100 ohms and 50 ohms resistors respectively. Figure 4b verifies that our coaxial cable under the test had a 50 ohm characteristic impedance, indeed. This case study is another fundamental experiment for a student, to demonstrate how the characteristic impedance of an unknown cable can be obtained. Another result is having knowledge of how a termination resistor may be considered to replace an infinite length cable which has the same characteristic impedance value.

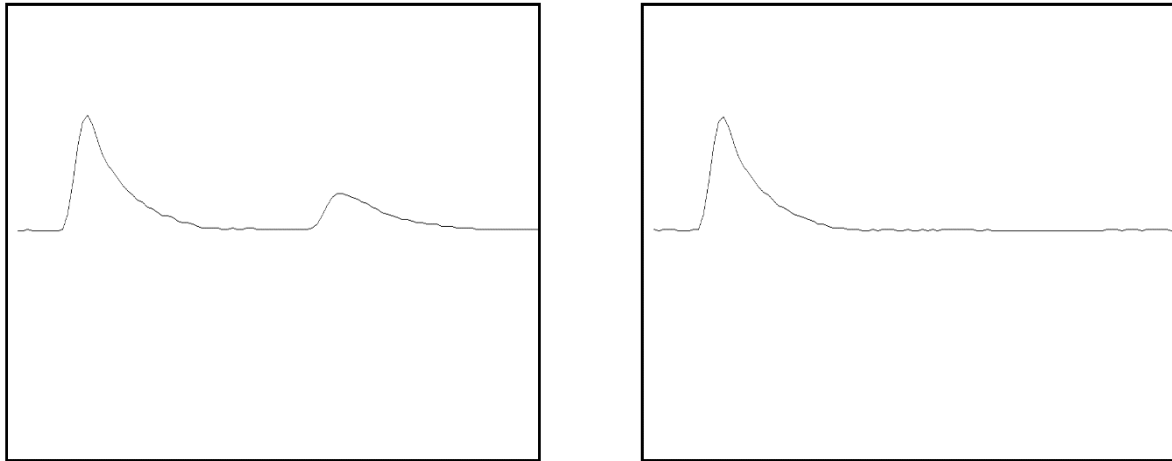


Figure 4. 50 ohm Coax. Cable terminated with 100 ohms (a), terminated with 50 ohms (b)

As a third test, a correction method for the effects of the cable hook up errors has been demonstrated. A hook up cable (as an extension cable) about 7m is added between TDR and the test cable. First, only hook up cable is connected. Two signal are captured and the graphs laid out on top of each other, one with the ends are open, other one is with the ends are shorted (Figure 5a). Separation point is the exact point of the domain difference starts. That's why, that point represents end of our hook up cable. The separation point is marked as the *start-marker*. As a second step, the cable under the test condition is connected to the end of our hook up cable. Then, the same process is repeated, again. This time however, the separation point is marked as the *end-marker*. These experiments demonstrate to a student how a cable length can be measured with a TDR, if he/she knows the propagation speed for that particular cable. Problem can also be solved the other way around. If the cable length is known, propagation velocity value can be obtained, too.

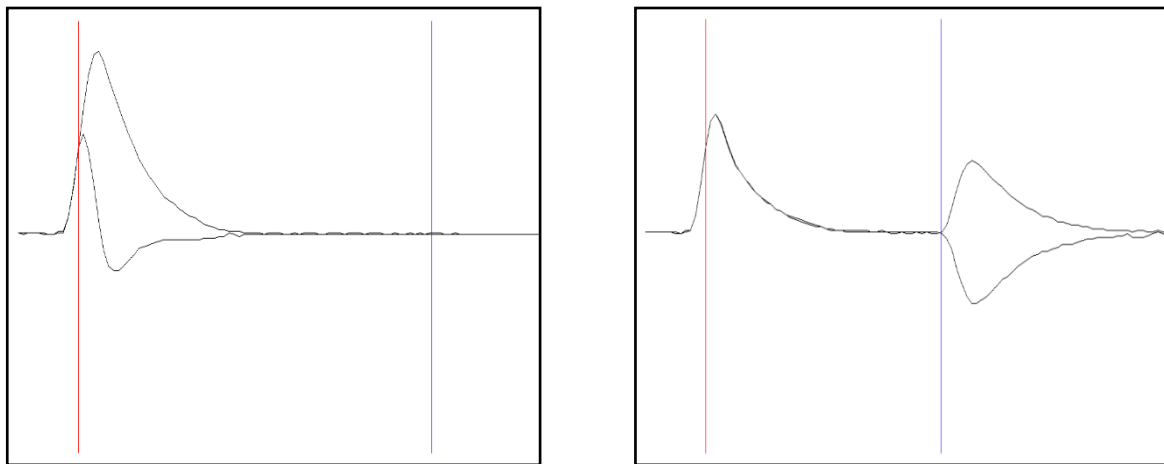


Figure 5. Hook up cable with ends are open, and short (a), Hook-up cable plus test cable with ends are open, and short (b)

CONCLUSIONS

A low cost educational TDR developed, under 100\$. Case studies carried forward for the fundamental verifications. Results clearly show that prototype is suitable for an educational use at least to demonstrate students about wave propagation and transmission line basics.

ACKNOWLEDGEMENT

This work is supported by Lider Teknoloji Geliştirme Müh. Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti., as a preliminary study of TÜBİTAK Project “3189352-Yeraltı Yüksek Gerilim Hatlarında TDR Tekniği ile Hata Yeri Tespit Eden Akıllı Cihaz Geliştirilmesi (Kablo Radarı)”

REFERENCES

- Taşkın, S., Karabulut, Y., Bakbak, A., Kale, Ö.F., Geren, E., 2017,"Kablo Uzunluğu Ölçümleri için Mikrodenetleyici Tabanlı Zaman Uzayında Yansımaölçer (TDR) Uygulaması", CBÜ-Fen-Bil.-Dergi.,-Cilt-13,-Sayı-2, s 441-444
- Trebbels, D., Kern, A., Fellhauer, F., Huebner, C., and Zengerle, R. 2013, "Miniaturized FPGA-Based High-Resolution Time-Domain Reflectometer", IEEE TRANS ON INST AND MEAS, VOL. 62, NO. 7, JULY 2013
- Hartebrodt, M., Kahitzsch, K., 2004,"Fault Detection in Fieldbuses with Time Domain Reflectometry" IEEE Africon 2004, pg 391.
- Smail, M. K., Hacib T., Pichon, L., Loete, F., 2011, "Detection and Location of Defects in Wiring Networks Using Time-Domain Reflectometry and Neural Networks ", IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 47, NO. 5, MAY 2011
- Dındış, G., Oetjen, H., 2004,"Identification of a distribution of transformers and fault location in primary underground loop systems" US Patent 6683459.


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

DEPENDENCE of ELECTRONIC ENERGY on EXTERNAL PARAMETERS in CYLINDRICAL QUANTUM WIRES**Prof. Dr. Pınar BAŞER***Sivas Cumhuriyet University, Department of Physics, 58140, Sivas-TURKE, ORCID: 0000-0003-0396-0210***ABSTRACT**

Heterostructures are the basic elements of high efficiency optical devices and photo detectors produced with semiconductor technology. The movement of load carriers in semiconductors can be controlled by the production of heterostructures. With the advancement of semiconductor microfabrication technology, low-sized nanostructures such as quantum wells, quantum wires and quantum dots have begun to be used not only in electronic devices but also in optical devices. Alloys such as $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ are used in detector structures, especially in semiconductor technology. In gallium indium arsenic, there is contact of indium semiconductor compound to gallium arsenic. Generally, it can be used in high power, high frequency electronics and it is superior to other known semiconductors such as silicon and gallium arsenic due to the high speed movement of the electron in this material group and the femtosecond life span of the carriers. The band spacing of indium gallium arsenic (InGaAs) has made this material indispensable for the construction of the detector, especially for fiber optic communications around 1300 and 1500 nm. Hydrostatic pressure and temperature is a preventive external parameter that changes the electronic and optical properties of devices made of semiconductor materials. Therefore, the dependence of the optical and electrical properties of the InGaAs–GaAs systems on pressure, temperature, electric and magnetic fields has attracted considerable attention.

In this study, the electronic base state energy in GaAs / GaInAs quantum wire was calculated under the effective mass approach under the constant magnetic field depending on the external parameter of hydrostatic pressure and temperature. It was observed that electronic energy increases with increasing hydrostatic pressure and is almost unaffected by temperature change. The results were analyzed and interpreted with graphics.

Keywords: Ground State Electronic Energy, GaAs/Ga_{1-x}In_xAs Quantum Wire, Hydrostatic Pressure


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

NEW GENERATION CHEMICAL MATERIAL and PROPERTIES for PHOTOVOLTAIC and OPTICAL APPLICATIONS**Ebru YABAŞ***Advanced Technology Research and Application Center, University of Sivas Cumhuriyet, Sivas, 58140, Turkey,
ORCID: 0000-0001-7163-3057***Pınar BAŞER***Department of Physics, Science Faculty, University of Sivas Cumhuriyet, Sivas, 58140 Turkey, ORCID: 0000-0003-0396-0210***Mehmet KUL***Department of Aircraft Engineering, Aviation and Space Sciences Faculty, Sivas Science and Technology University,
Sivas, 58140, Turkey, ORCID: 0000-0001-9062-157X***ABSTRACT**

Phthalocyanines have the potential to be used in many areas of technology due to their stable π -conjugated system and chemical properties. Pyrimidine is a highly π -deficient aromatic heterocycle and it can therefore be used as electron withdrawing part in push-pull structures for ICT. Also the protonation, hydrogen bond formation and chelation ability of the pyrimidine ring are of great importance in the usability in many applications. A new generation compound will be obtained by combining these two important groups of compounds.

In this study, pyrimidine derivative tetrasubstituted titanium phthalocyanine compound was synthesized as a result of tetramerization reaction of pyrimidine derivative substituted phthalonitrile with titanium(IV) butoxide ($\text{Ti}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$). The synthesized product was purified by solubility differences and column chromatography. The new purified product was characterized by $^1\text{H-NMR}$, UV-Vis, IR. The aggregation properties of the synthesized new compound were examined in different solvents and different concentrations. No significant aggregation was observed. This feature of the molecule provides an advantage in photovoltaic and optical applications. Fluorescence spectra in the solution phase of the material were examined and fluorescence quantum yield was calculated. Then a thin film of the compound was prepared on the glass surface by the drop casting method. The photoluminescence properties of the thin film of the material were examined at different temperatures. On the other hand, thin film surface morphology of the material was examined with SEM and it was observed that the compound has the capacity to form a smooth film. All measurement results showed that the synthesized new material has high potential for photovoltaic and optical applications.

Keywords: Phthalocyanine, Pyrimidine, Titanium, Fluorescence, Photoluminescence


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

A SURVEY ON THE EXISTENCE OF G-FACTORIZATIONS OF λK_n **Esra ÇELİK***Master Student, Yıldız Technical University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics,
ORCID No: 0000-0002-5303-5819 (Corresponding Author)***Emre KOLOTOĞLU***Assoc. Prof., Yıldız Technical University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics,
ORCID No: 0000-0002-2042-8077***ABSTRACT**

A G -decomposition of a graph K is a set of subgraphs of K (called blocks), each isomorphic to G , whose edge set partition the edge set of K . A G -decomposition of λK_n is called a λ -fold G -design of order n . A λ -fold G -design is said to be a G -factorization of λK_n if it is resolvable. So, the blocks of G -factorization is partitioned into parallel classes P_i such that every vertex of λK_n occurs in exactly one block of each P_i . In other words, if the edge set of a graph K can be represented as the edge-disjoint union of factors G_1, G_2, \dots, G_k then we shall refer to G_1, G_2, \dots, G_k as a factorization of the graph K . The factorization problem of λK_n has been investigated by many researchers for years. We survey the current state of information on the existence of G -factorizations of λK_n for some special graphs. These graphs are complete graphs, cycles, matchings, paths, stars, trees, cubes, complete bipartite graphs and graphs with six and fewer vertices. We give the basic definitions and brief information about the necessary conditions for the existence of G -factorizations of λK_n and we compile theorems for each mentioned graph. Finally, results are supported with examples.

Keywords: graph factorization, resolvable G -design, resolvable graph decomposition, resolvable λ -fold G -design.


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

RADIATION OF SOUND WAVES FROM STEPPED AND LINED DUCT**Ayse TIRYAKIOGLU***Department of Mathematics, Gebze Technical University, ORCID No: 0000-0002-7570-0461 (corresponding author)***Burhan TIRYAKIOGLU***Department of Applied Mathematics, Marmara University, ORCID No: 0000-0003-1448-6147***ABSTRACT**

Today's world is getting more and more complicated due to the rapidly developing technology. The crowding of the cities, the increase in the number of vehicles and the frequent flight expeditions also cause a lot of noise. In response, people begin to want less confusion in their comfort zone. Of course, less confusion will start with less noise. For this reason, minimizing unwanted sounds has a very important place in today's modern world. Reducing or eliminating unwanted sounds has always been a popular research area for physicists, applied mathematicians and engineers. For many years, numerous studies have been done on various geometries. While studying geometries, a few features were considered at once. In time, geometries with discontinuities have been the focus of interest. Indeed, in many studies involving discontinuities, positive results were obtained in terms of reducing the unwanted noise. In this study, the radiation of sound waves from a semi infinite duct, the walls of which are coated with acoustically absorbing lining, will be investigated by using the mode matching method in conjunction with the Wiener-Hopf technique. The solution involves infinite series of unknowns and some branch cut integrals with unknown integrands, so it is exact but formal.

Keywords: Wiener-Hopf, Mode Matching, Step Discontinuity, Absorbing Lining

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

**BULANIK ESNEK MATRİSLERİ KULLANILAN Tıp TANISINDA İLAÇ BAĞIMLILIĞININ
ETKİSİNİN ÖNLENMESİ****PREVENTION OF THE EFFECT OF DRUG ADDICTION IN MEDICAL DIAGNOSIS USING FUZZY
SOFT MATRICES****Onur ZİHNİ***Doktora Öğrencisi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı, Orcid: 0000-0001-6400-7218***Yıldırım ÇELİK***Doç. Dr, Ordu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü, Orcid: 0000-0003-3373-3916, (Sorumlu Yazar)***ÖZET**

Belirsizlik sorunu uzun zamandır filozoflar, mantıkçılar ve matematikçiler tarafından ele alınmıştır. Bu sorun, bilhassa yapay zekâ (risk analizi, tahmin, fonksiyonel cihazların geliştirilmesi) alanında bilim adamları için önemli bir çalışma alanı oluşturmaktadır. Belirsizliği anlamak ve uygun çözümler bulmak için birçok yaklaşım yöntemi geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlardan en önemlisi bulanık küme teorisidir. Bulanık küme teorisi ilk olarak Zadeh (1965) tarafından ortaya konulmuştur. Bulanık mantık, dilsel değişkenler yardımıyla biraz sıcak, ılık, uzun, çok uzun, soğuk gibi günlük hayatımızda kullandığımız kelimeler yardımıyla insan mantığına en yakın doğrulukta denetimi sağlayabilir. Bulanık mantık denetleyicileri elektrikli ev aletlerinden oto elektroniğine, gündelik kullandığımız iş makinelerinden üretim mühendisliğine, endüstriyel denetim teknolojilerinden otomasyona kadar her alanda kullanılmaktadır. Belirsizliğe farklı bir yaklaşım olan esnek küme teorisine ise ilk olarak Molodtsov (1999) tarafından tanımlandı. Esnek kümeler birçok yönü ile zengin bir uygulama potansiyeline sahiptir. Birçok araştırmacı karar verme problemleri üzerinde esnek kümelerin uygulamalarını ele aldılar ve bu problemlere çözüm geliştirdiler (Maji ve ark., 2002; Chen ve ark., 2003; Chen ve ark., 2005; Xiao ve ark., 2005).

Maji ve ark. (2001) bulanık kümelerle esnek kümeleri birleştirerek yeni bir yapı olarak bulanık esnek küme kavramını tanımladılar. Daha sonra bazı araştırmacılar ise bulanık esnek kümeler yardımıyla karar verme problemlerine uygulanabilir farklı yaklaşımlar sundular (Saika ve ark., 2003; Kong ve ark., 2009; Feng ve ark., 2010; Cheita ve Das, 2010; Meenakshi ve ark., 2011; Çelik ve ark., 2013).

Bu çalışmada, bulanık esnek kümelerin karar verme problemlerinden birisi olan tıp tanısına uygulanabileceğini gösterdik ve bu uygulamaların sağlayacağı faydaları irdeledik. Buna bağlı olarak teşhis konulana dek hastaların bilinçsiz ilaç kullanımı sonucu doğan ya da doğabilecek yan etkilerin önüne geçebilmek ve gereksiz ilaç kullanımını önlemek amacıyla referans fonksiyonu üzerinde tanımlı bulanık esnek matrisler kullanılarak tıp tanısı için bir yöntem geliştirdik.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Küme, Bulanık Esnek Küme, Bulanık Esnek Matris

ABSTRACT

The problem of uncertainty has long been addressed by philosophers, logicians and mathematicians. This problem constitutes an important field of study for scientists, especially in the field of artificial intelligence (risk analysis, prediction, development of functional devices). Many approaches have been developed to understand uncertainty and find suitable solutions. The most important of these approaches is fuzzy set theory. Fuzzy set theory was first introduced by Zadeh (1965). Fuzzy logic can provide the most accurate control to human logic with the help of linguistic variables, with the words we use in our daily life, such as a little warm, warm, long, very long and cold. Fuzzy logic controllers are used in all areas from electrical devices to auto electronics, from daily construction machines to production engineering, from industrial control technologies to automation. Soft set theory which is a different approach to uncertainty was first described by Molodtsov

(1999). Soft sets have rich application potential in many aspects. Many researchers have discussed the applications of soft sets on decision making problems and developed solutions to these problems (Maji ve ark., 2002; Chen ve ark., 2003; Chen ve ark., 2005; Xiao ve ark., 2003).

Maji et al. (2001) defined the concept of fuzzy soft set as a new structure by combining fuzzy sets with soft sets. Later, some researchers presented different approaches that can be applied to decision making problems with the help of fuzzy soft sets (Saika ve ark., 2003; Kong ve ark., 2009; Feng ve ark., 2010; Cheita ve Das, 2010; Meenakshi ve ark., 2011; Neog ve Sut, 2011; Çelik ve ark., 2013).

In this study, we have shown that fuzzy soft sets can be applied to medical diagnosis which is one of the problems of decision making and discussed the benefits of these applications. Accordingly, we have developed a method for the diagnosis of medicine using fuzzy soft matrices defined on the reference function in order to prevent the side effects that may arise due to unconscious drug use and prevent unnecessary drug use until the diagnosis is made.

Keywords: Fuzzy Set, Fuzzy Soft Set, Fuzzy Soft Matrice

1. GİRİŞ

Bulanık küme kavramı belirsizliği anlamak ve buna uygun çözümler bulmak için ilk olarak Zadeh (1965) tarafından ortaya konulmuştur. Bulanık mantığın temeli hayatın sadece doğru ve yanlıştan oluşmadığı ya da dünyada sadece siyahın ve beyazın var olmadığı, farklı renklerin de var olduğu ilkesine dayanır. Bulanık kümeler karakteristik fonksiyonla ifade edilen klasik kümeler yerine, dereceli üyelik fonksiyonuyla ifade edilen bir kavram olarak düşünülebilir. Bulanık mantığa göre evrendeki bir nesne, o evrendeki bir kümenin mutlaka elemanıdır ama eleman olma derecesi farklıdır. Bulanık mantık denetleyici kullanılarak elektrikli ev aletlerinden oto elektroniğine, gündelik kullandığımız iş makinelerinden üretim mühendisliğine, endüstriyel denetim teknolojilerinden otomasyona kadar her alanda uygulama alanı bulmuştur. Belirsizliğe farklı bir yaklaşım olan esnek küme teorisi ise ilk olarak Molodtsov (1999) tarafından tanımlandı. Esnek kümeler birçok yönü ile zengin bir uygulama potansiyeline sahiptir. Bu uygulamalardan birkaç tanesi Molodtsov tarafından kendi çalışmasında incelenmiştir (Molodtsov, 2004). Maji ve ark. (2001, 2002, 2003) Pawlak'ın yaklaşımlı küme teorisi yardımıyla, bir karar verme probleminde esnek kümelerin bir uygulamasını yaptılar ve esnek kümelerde bazı işlemleri tanımladılar. Xiao ve ark. (2003) esnek küme temelli iş rekabet kapasitesi için yapay bir hesaplama metodu üzerine bir çalışma yaptılar. Chen ve ark. (2005) esnek kümelerin parametre dönüşümlerini tanımladılar ve bir karar verme probleminde esnek kümelerin uygulamasını geliştirdiler. Saika ve ark. (2003) sezgisel bulanık esnek kümeleri kullanarak tıp tanısı için bir yöntem ortaya koydular. Roy ve Maji (2007) kesin olmayan çoklu gözlem bilgisinden yola çıkarak bir nesneyi tanımlamanın yeni bir metodunu sundular. Kong ve ark. (2009) bir karar verme problemi için bulanık esnek kümeler teorik bir yaklaşım sundular. Xiao ve ark. (2009) bulanık esnek kümeler üzerinde birleştirilmiş tahmin yaklaşımları ile ilgili çalışma sundular. Feng ve ark. (2010) bulanık esnek kümeler üzerinde karar verme problemine uygulanabilir bir yaklaşım sundular. Cheita ve Das (2010) aralık değerli bulanık esnek kümeleri kullanarak tıp tanısı için bir yöntem sundular. Meenakshi ve Kaliraja (2011) aralık değerli bulanık esnek matris kavramını Sanchez'in tıp tanısı yaklaşımına uygulayarak yeni bir teknik sundular. Çağman ve Enginoğlu (2012) bulanık esnek matris kavramını ele aldılar ve bu kavramı bir karar verme problemine uyguladılar. Mamoni (2013) referans fonksiyonu yardımıyla bulanık esnek matrisleri tanımladı. Çelik ve Yamak (2013) bulanık aritmetik işlemler yardımıyla, bulanık esnek kümelerin tıp tanısında bir uygulamasını ele aldılar. Bu çalışmada hastaların bilinçsiz ilaç kullanımı sonucu doğan ya da doğabilecek yan etkilerin önüne geçebilmek amacıyla referans fonksiyonu üzerinde tanımlı bulanık esnek matrisler kullanılarak bir teknik ortaya konulmuştur.

2. TEMEL KAVRAMLAR

Tanım 2.1. (Zadeh, 1965) X boştan farklı bir küme olsun. $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ fonksiyonu tarafından karakterize edilen; $A = \{((x, \mu_A(x)) | x \in X\}$ kümesine X üzerinde bir bulanık küme denir. Her $x \in X$ için $\mu_A(x)$ değerine x 'in A ya ait olma derecesi denir. X in tüm bulanık alt kümelerinin kümesini $\mathcal{F}(X)$ ile gösterilir.

Tanım 2.2. (Maji ve ark., 2001) $U \neq \emptyset$ bir evrensel küme, E parametreler kümesi ve $A \subseteq E$ olsun. $\mathcal{F}(U)$, U 'nun bütün bulanık alt kümelerinin kümesi olmak üzere $F: A \rightarrow \mathcal{F}(U)$ ile verilen (F, A) ikilisine U üzerinde bir bulanık esnek küme denir.

Tanım 2.3. (Maji ve ark., 2001) (F,A) U üzerinde bir bulanık esnek küme olsun. $F^c:A \rightarrow \mathcal{F}(U)$ olmak üzere her $a \in A$ için $F^c(a) = 1 - F(a)$ şeklinde tanımlanan (F^c,A) ikilisine (F,A) bulanık esnek kümesinin komplementi denir ve $(F,A)^c = (F^c,A)$ ile gösterilir.

Tanım 2.4. (Yang ve Ji, 2011) $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_m\}$, $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_n\}$, $A \subseteq E$ ve (F,A) U üzerinde bulanık esnek küme olsun. (F,A) bulanık esnek kümesinin matris formu $\tilde{A} = [a_{ij}]_{m \times n}$, $i=1,2,3,\dots,m$, $j=1,2,3,\dots,n$ şeklindedir. Burada $[a_{ij}] = [(\mu_{ij}, \gamma_{ij})]$ şeklinde olup μ_{ij} ve γ_{ij} sırasıyla keyfi bir u_i elemanının bulanık üyelik fonksiyonunu ve bulanık referans fonksiyonunu temsil eder.

Ayrıca $\delta_{ij} = \mu_{ij} - \gamma_{ij}$ bize u_i elemanının bulanık üyelik değerini verir. U üzerindeki bütün $m \times n$ tipindeki bulanık esnek matrisleri $BEM_{m \times n}(U)$ ile göstereceğiz. Açık olarak referans fonksiyonu sıfır olan bir bulanık esnek küme her i,j için $a_{ij} = [(\mu_{ij}, 0)]$ ile gösterilir.

Örnek 2.1. $U = \{u_1, u_2, u_3\}$ evrensel küme ve $E = \{e_1, e_2, e_3\}$ parametre kümesi olsun.

$$(F,E) = \{F(e_1) = \{(u_1, 0.6, 0), (u_2, 0.4, 0), (u_3, 0.5, 0)\},$$

$$F(e_2) = \{(u_1, 0.7, 0), (u_2, 0.2, 0), (u_3, 0.8, 0)\},$$

$$F(e_3) = \{(u_1, 0.9, 0), (u_2, 0.1, 0), (u_3, 0.3, 0)\}$$

ile verilen (F,A) bulanık esnek kümesinin matris gösterimi aşağıdaki şekilde gibidir.

$$[a_{ij}]_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} (0.6, 0) & (0.4, 0) & (0.5, 0) \\ (0.7, 0) & (0.2, 0) & (0.8, 0) \\ (0.9, 0) & (0.1, 0) & (0.3, 0) \end{bmatrix}$$

Tanım 2.5. (Yang ve Ji, 2011) $[a_{ij}] = [(\mu_{ij}, \gamma_{ij})]$ şeklindeki bir $\tilde{A} = [a_{ij}]_{m \times n}$ matrisini ele alalım. Eğer $m=n$ iken $\delta_{ij}=1$ ise bu matrise birim bulanık esnek matris denir ve $[\tilde{1}]$ ile gösterilir.

Tanım 2.6. (Yang ve Ji, 2011) $[a_{ij}] = [(\mu_{ij}, \gamma_{ij})]$ şeklinde verilen bir $\tilde{A} = [a_{ij}]_{m \times n}$ matrisini alalım. $[(1 - a_{ij})]$ işlemi ile elde edilen matrise bulanık esnek matrisin komplementi denir ve \tilde{A}^c ile gösterilir.

Tanım 2.7. (Yang ve Ji, 2011) $[a_{ij}] = [(\mu_{ij}, \gamma_{ij})]$ şeklindeki bir $\tilde{A} = [a_{ij}]_{m \times n}$ matrisini ve $[b_{jk}] = [(\mu_{jk}, \gamma_{jk})]$ şeklindeki bir $\tilde{B} = [b_{jk}]_{n \times p}$ matrisi alalım.

Bu iki matrisin çarpımı, $1 \leq i \leq m$, $1 \leq k \leq p$, $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere, $\tilde{A} \cdot \tilde{B} = [d_{ij}]_{m \times p} = [\max(\min(\mu_{ij}, \mu_{jk}), \min(\gamma_{ij}, \gamma_{jk}))]$ şeklindedir.

3. BULANIK ESNEK MATRİSLERİ KULLANARAK TIP TANISINDA İLAÇ BAĞIMLILIĞININ ETKİSİNİN ÖNLENMESİ

S aşırı dozda ilaç kullanımına bağlı olarak oluşan bazı yan etkilere bağlı belirtiler kümesi, D bu belirtilerle ilişkili yan etkiler kümesi ve P'de S kümesinden verilen belirtileri taşıyan hastaların kümesi olsun.

Öncelikle biz S üzerinde (F,D) bulanık esnek kümesini oluştururuz ve bu kümeden bir \tilde{A} ilişki matrisini (belirti – hastalık matrisi) elde ederiz. Benzer şekilde bu bulanık esnek kümenin komplementi olan $(F,D)^c$ bulanık esnek kümesi yardımıyla diğer bir ilişki matrisi olan \tilde{A}^c 'yi (belirtisi olmayan hastalık matrisi) elde ederiz. Buradaki \tilde{A} ve \tilde{A}^c matrislerini bulanık esnek kümelerin tıp verileri olarak adlandırabiliriz.

Benzer şekilde P üzerinde bir başka (F,S) bulanık esnek kümesini oluştururuz. Bu bulanık esnek kümeden bir başka ilişki matrisi (hasta- belirti matrisi) olan \tilde{B} matrisini ve onun komplementi olan (F,S)^c 'den de \tilde{B}^c ilişki matrisini (belirtisi olmayan hasta matrisi) elde ederiz.

Tanım 2.7'yi kullanarak yeni $T_1 = \tilde{B} \cdot \tilde{A}$, $T_2 = \tilde{B} \cdot \tilde{A}^c$, $T_3 = \tilde{B}^c \cdot \tilde{A}$, $T_4 = \tilde{B}^c \cdot \tilde{A}^c$ matrislerini elde ederiz. Burada verilen matrislerin isimleri sırasıyla, hastalıklara neden olan belirtilere sahip hastaların matrisi, hastalıklara neden olmayan belirtilere sahip hastaların matrisi, belirtileri olmayan hastalıklara sahip hastaların matrisi ve belirtileri ve hastalıkları olmayan hastaların matrisidir.

Tanım 2.4'ü kullanarak ilgili üyelik değerlerine sahip olan MV(T₁), MV(T₂), MV(T₃), MV(T₄) matrisleri elde edilir.

Daha sonra tanı-skor matrisleri

$$S_{T_1} = [\gamma(T_1)_{ij}]_{m \times n}, \quad \gamma(T_1)_{ij} = \delta(T_1)_{ij} - \delta(T_3)_{ij}$$

ve

$$S_{T_2} = [\gamma(T_2)_{ij}]_{m \times n}, \quad \gamma(T_2)_{ij} = \delta(T_2)_{ij} - \delta(T_4)_{ij}$$

şeklinde hesaplanarak belirlenir.

Buradan da $\max(S_{T_1}(p_i, d_j) - S_{T_2}(p_i, d_j))$ değeri ile tam olarak sonuç bulunabiliyorsa p_i hastası için d_k hastalığına sahiptir tanısı ortaya konulur. Net bir sonuç elde edilemiyorsa o hasta için yeni bir değerlendirme yapılır.

Örnek Çalışma 1

$P = \{p_1, p_2, p_3\}$ hastalar kümesi, $S = \{e_1, e_2, e_3\}$ belirtiler kümesi {sinir bozukluğu, karın ağrısı, depresyon}, $D = \{d_1, d_2\}$ yan etkilere bağlı hastalıklar kümesi {beyin problemi, kalp problemi} şeklinde olsun.

$F:D \rightarrow \mathcal{F}(S)$ dönüşümü aşağıdaki şekilde tanımlansın.

$$(F,D) = \{F(d_1) = \{(e_1, 0.3, 0), (e_2, 0.6, 0), (e_3, 0.5, 0)\},$$

$$F(d_2) = \{(e_1, 0.9, 0), (e_2, 0.7, 0), (e_3, 0.8, 0)\}\}$$

(F,D) kümesinin komplementi de (F,D)^c olup

$$(F,D)^c = \{F^c(d_1) = \{(e_1, 1, 0.3), (e_2, 1, 0.6), (e_3, 1, 0.5)\},$$

$$F^c(d_2) = \{(e_1, 1, 0.9), (e_2, 1, 0.7), (e_3, 1, 0.8)\}\}$$

şeklinde dir. Bu verileri belirti-hastalık matrisine aktarırsak

$$\tilde{A} = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (0.3, 0) & (0.9, 0) \\ (0.6, 0) & (0.7, 0) \\ (0.5, 0) & (0.8, 0) \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \tilde{A}^c = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (1, 0.3) & (1, 0.9) \\ (1, 0.6) & (1, 0.7) \\ (1, 0.5) & (1, 0.8) \end{bmatrix} \end{matrix}$$

matrisleri elde edilir. Şimdi $F:S \rightarrow \mathcal{F}(P)$ dönüşümü aşağıdaki gibi tanımlansın.

$$(F,S) = \{F(e_1) = \{(p_1, 0.7, 0), (p_2, 0.8, 0), (p_3, 0.2, 0)\},$$

$$F(e_2) = \{(p_1, 0.8, 0), (p_2, 0.5, 0), (p_3, 0.6, 0)\},$$

$$F(e_3) = \{(p_1, 0.3, 0), (p_2, 0.6, 0), (p_3, 0.7, 0)\}\}$$

(F,S)'nin komplementi $(\tilde{F},\tilde{S})^c$ olup

$$\begin{aligned} (\tilde{F},\tilde{S})^c &= \{F(e_1) = \{(p_1, 1,0.7), (p_2, 1,0.8), (p_3, 1,0.2)\}, \\ &F(e_2) = \{(p_1, 1,0.8), (p_2, 1,0.5), (p_3, 1,0.6)\}, \\ &F(e_3) = \{(p_1, 1,0.3), (p_2, 1,0.6), (p_3, 1,0.7)\}\} \end{aligned}$$

şeklinde dir. Bu verileri sırasıyla hasta-belirti matrisine ve belirtisi olmayan hasta matrisine aktarırsak

$$\tilde{B} = \begin{matrix} & e_1 & e_2 & e_3 \\ \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (0.7,0) & (0.8,0) & (0.3,0) \\ (0.8,0) & (0.5,0) & (0.6,0) \\ (0.2,0) & (0.6,0) & (0.7,0) \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \tilde{B}^c = \begin{matrix} & e_1 & e_2 & e_3 \\ \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (1,0.7) & (1,0.8) & (1,0.3) \\ (1,0.8) & (1,0.5) & (1,0.6) \\ (1,0.2) & (1,0.6) & (1,0.7) \end{bmatrix} \end{matrix}$$

matrisleri elde edilir. Daha sonra \tilde{B} matrisi ile \tilde{A} matrislerini çarparak T_1 matrisini ve \tilde{B}^c matrisi ile \tilde{A}^c matrisini çarparak T_2 hasta – hastalık matrisini aşağıdaki gibi elde ederiz.

$$T_1 = \tilde{B} \cdot \tilde{A} = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (0.6,0) & (0.7,0) \\ (0.5,0) & (0.8,0) \\ (0.6,0) & (0.7,0) \end{bmatrix} \end{matrix} \quad T_2 = \tilde{B}^c \cdot \tilde{A}^c = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (0.8,0.3) & (0.8,0.7) \\ (0.8,0.3) & (0.8,0.7) \\ (0.7,0.3) & (0.7,0.7) \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Burada matrisin her bir bileşeni iki elemanlı olup bu elemanlardan birincisi, satır ile sütun elemanlarının çarpımının minimumlarının maksimumu ikincisi ise satır ile sütun elemanlarının çarpımının maksimumlarının minimumu alınarak bulunur. Bunun ardından T_1 ve T_2 matrislerindeki her bir bileşenden birinci elemandan ikinci eleman çıkartılarak üyelik değer matrisleri belirlenir.

$$MV(T_1) = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.6 & 0.7 \\ 0.5 & 0.8 \\ 0.6 & 0.7 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad MV(T_2) = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.5 & 0.1 \\ 0.5 & 0.1 \\ 0.4 & 0.0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Benzer şekilde \tilde{B}^c matrisi ile \tilde{A} matrisini çarparak T_3 matrisini ve \tilde{B} matrisi ile \tilde{A}^c matrisini çarparak T_4 matrisini elde ederiz.

$$T_3 = \tilde{B}^c \cdot \tilde{A} = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (0.6,0.3) & (0.9,0.3) \\ (0.6,0.5) & (0.9,0.5) \\ (0.6,0.2) & (0.9,0.2) \end{bmatrix} \end{matrix} \quad T_4 = \tilde{B} \cdot \tilde{A}^c = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (1,0.5) & (1,0.8) \\ (1,0.6) & (1,0.7) \\ (1,0.3) & (1,0.7) \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Bunun ardından T_3 ve T_4 matrislerindeki her bir bileşenden birinci elemandan ikinci eleman çıkartılarak aşağıdaki gibi üyelik değer matrisleri belirlenir.

$$MV(T_3) = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.3 & 0.6 \\ 0.1 & 0.4 \\ 0.4 & 0.7 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad MV(T_4) = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.5 & 0.2 \\ 0.4 & 0.3 \\ 0.7 & 0.3 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Daha sonra $MV(T_1) - MV(T_3) = S_{T_1}$ ve $MV(T_2) - MV(T_4) = S_{T_2}$ işlemleri yardımıyla aşağıdaki tanı skor matrisleri elde edilir.

$$\begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$S_{T_1} = \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0.3 & 0.1 \\ 0.4 & 0.4 \\ 0.2 & 0.0 \end{bmatrix} \quad S_{T_2} = \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0.0 & -0.1 \\ 0.1 & -0.2 \\ -0.3 & -0.3 \end{bmatrix}$$

Elde edilen bu matrisler de birbirlerinden çıkartıldığında

Tablo 3.1. Tanı skor tablosu

$S_{T_1} - S_{T_2}$	d_1	d_2
P_1	0.3	0.2
P_2	0.3	0.6
P_3	0.5	0.3

değerleri elde edilir. Elde edilen bu sonuca göre P_1 ve P_3 hastaları d_1 hastalığına (beyin problemine), P_2 hastası d_2 hastalığına (kalp problemine) yakalanmıştır.

Örnek Çalışma 2

$P=\{P_1,P_2,P_3\}$ hastalar kümesi, $S=\{e_1,e_2,e_3,e_4\}$ belirtiler kümesi {ateş, baş ağrısı, öksürük, karın ağrısı}, $D=\{d_1,d_2\}$ hastalıklar kümesi {yüksek ateş, sıtma} şeklinde olsun.

$F:D \rightarrow \mathcal{F}(S)$ dönüşümü aşağıdaki şekilde tanımlansın.

$$(F,D) = \{F(d_1) = \{(e_1, 0.85,0), (e_2, 0.25,0), (e_3, 0.55,0), (e_4, 0.3,0)\}, \\ F(d_2) = \{(e_1, 0.75,0), (e_2, 0.5,0), (e_3, 0.45,0), (e_4, 0.45,0)\}\}$$

(F,D) 'nin komplementi de $(F,D)^c$ olup

$$(F,D)^c = \{F^c(d_1) = \{(e_1, 1,0.85), (e_2, 1,0.25), (e_3, 1,0.55), (e_4, 1,0.3)\}, \\ F^c(d_2) = \{(e_1, 1,0.75), (e_2, 1,0.5), (e_3, 1,0.45), (e_4, 1,0.45)\}\}$$

şeklindedir. Bu verileri aşağıdaki şekilde belirti-hastalık matrisine aktarırsak,

$$\tilde{A} = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (0.85,0) & (0.75,0) \\ (0.25,0) & (0.5,0) \\ (0.55,0) & (0.45,0) \\ (0.3,0) & (0.45,0) \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \tilde{A}^c = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ \begin{matrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} (1,0.85) & (1,0.75) \\ (1,0.25) & (1,0.5) \\ (1,0.55) & (1,0.45) \\ (1,0.3) & (1,0.45) \end{bmatrix} \end{matrix}$$

matrisleri elde edilir. Şimdi $F:S \rightarrow \mathcal{F}(P)$ dönüşümü aşağıdaki gibi tanımlansın.

$$(F,S) = \{F(e_1) = \{(p_1, 0.75,0), (p_2, 0.4,0), (p_3, 0.7,0)\}, \\ F(e_2) = \{(p_1, 0.4,0), (p_2, 0.5,0), (p_3, 0.4,0)\}, \\ F(e_3) = \{(p_1, 0.9,0), (p_2, 0.3,0), (p_3, 0.6,0)\}, \\ F(e_4) = \{(p_1, 0.75,0), (p_2, 0.4,0), (p_3, 0.3,0)\}\}$$

(F,S) 'nin komplementi $(F,S)^c$ olup

$$(F,S)^c = \{F^c(e_1) = \{(p_1, 1,0.75), (p_2, 1,0.4), (p_3, 1,0.7)\}, \\ F^c(e_2) = \{(p_1, 1,0.4), (p_2, 1,0.5), (p_3, 1,0.4)\}, \\ F^c(e_3) = \{(p_1, 1,0.9), (p_2, 1,0.3), (p_3, 1,0.6)\}, \\ F^c(e_4) = \{(p_1, 1,0.75), (p_2, 1,0.4), (p_3, 1,0.3)\}\}$$

Şeklindedir. Bu verileri hasta – belirti matrisi ile belirtisi olmayan hasta matrisine aktarırsak

$$\tilde{B} = \begin{matrix} & e_1 & e_2 & e_3 & e_4 \\ p_1 & (0.75,0) & (0.4,0) & (0.9,0) & (0.75,0) \\ p_2 & (0.4,0) & (0.5,0) & (0.3,0) & (0.4,0) \\ p_3 & (0.7,0) & (0.4,0) & (0.6,0) & (0.3,0) \end{matrix}$$

$$\tilde{B}^c = \begin{matrix} & e_1 & e_2 & e_3 & e_4 \\ p_1 & (1,0.75) & (1,0.4) & (1,0.9) & (1,0.75) \\ p_2 & (1,0.4) & (1,0.5) & (1,0.3) & (1,0.4) \\ p_3 & (1,0.7) & (1,0.4) & (1,0.6) & (1,0.3) \end{matrix}$$

matrislerini elde ederiz. Daha sonra aşağıdaki gibi \tilde{B} matrisi ile \tilde{A} matrisini çarparak T_1 matrisini ve \tilde{B} matrisi ile \tilde{A}^c matrisini çarparak T_2 hasta – hastalık matrisini elde ederiz.

$$T_1 = \tilde{B} \cdot \tilde{A} = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ p_1 & (0.75,0) & (0.75,0) \\ p_2 & (0.4,0) & (0.5,0) \\ p_3 & (0.7,0) & (0.7,0) \end{matrix} \quad T_2 = \tilde{B} \cdot \tilde{A}^c = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ p_1 & (0.9,0.25) & (0.9,0.45) \\ p_2 & (0.5,0.25) & (0.5,0.45) \\ p_3 & (0.7,0) & (0.7,0) \end{matrix}$$

Burada matrisin her bir bileşeni iki elemanlı olup bu elemanlardan birincisi satır ile sütun çarpımının minimumların maksimumunu ikincisi satır ile sütun elemanlarının çarpımının maksimumların minimumunu alınarak bulunur. Bunun ardından T_1 ve T_2 matrislerindeki her bir bileşende birinci elemandan ikinci eleman çıkartılarak üyelik değer matrisleri belirlenir.

$$MV(T_1) = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ p_1 & [0.75 & 0.75] \\ p_2 & [0.4 & 0.5] \\ p_3 & [0.7 & 0.7] \end{matrix} \quad MV(T_2) = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ p_1 & [0.65 & 0.45] \\ p_2 & [0.25 & 0.05] \\ p_3 & [0.7 & 0.7] \end{matrix}$$

Benzer şekilde \tilde{B}^c matrisi ile A matrisini çarparak T_3 matrisini ve \tilde{B}^c matrisi ile A^c matrisini çarparak T_4 matrisini aşağıdaki gibi elde ederiz.

$$T_3 = \tilde{B}^c \cdot A = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ p_1 & (0.85,0.4) & (0.75,0.4) \\ p_2 & (0.85,0.3) & (0.75,0.3) \\ p_3 & (0.85,0.3) & (0.75,0.3) \end{matrix} \quad T_4 = \tilde{B}^c \cdot A^c = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ p_1 & (1,0.4) & (1,0.5) \\ p_2 & (1,0.4) & (1,0.45) \\ p_3 & (1,0.3) & (1,0.45) \end{matrix}$$

Bunun ardından T_3 ve T_4 matrislerinde birinci elemandan ikinci eleman çıkartılarak aşağıdaki gibi üyelik değer matrisleri belirlenir.

$$MV(T_3) = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ p_1 & [0.45 & 0.35] \\ p_2 & [0.55 & 0.45] \\ p_3 & [0.55 & 0.45] \end{matrix} \quad MV(T_4) = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ p_1 & [0.6 & 0.5] \\ p_2 & [0.6 & 0.55] \\ p_3 & [0.7 & 0.55] \end{matrix}$$

$MV(T_1) - MV(T_3) = S_{T_1}$ ve $MV(T_2) - MV(T_4) = S_{T_2}$ işlemleriyle aşağıdaki tanı-skor matrisleri elde edilir.

$$S_{T_1} = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ p_1 & [0.3 & 0.4] \\ p_2 & [-0.15 & 0.05] \\ p_3 & [0.15 & 0.15] \end{matrix} \quad S_{T_2} = \begin{matrix} & d_1 & d_2 \\ p_1 & [0.05 & -0.05] \\ p_2 & [-0.35 & -0.50] \\ p_3 & [0 & 0.15] \end{matrix}$$

Bu matrisler de birbirlerinden çıkartıldığında aşağıdaki değerler elde edilir.

Tablo 3.2. Tanı-skor tablosu

$S_{T_1} - S_{T_2}$	d_1	d_2
P_1	0.25	0.45
P_2	0.2	0.55
P_3	0.15	0

Buna göre P_1 ve P_2 hastaları d_2 hastalığına (sıtmaya), P_3 hastası d_1 hastalığına (yüksek ateşe) hastalığına yakalanmıştır.

Algoritma

- (F,D) ve $(F,D)^c$ bulanık esnek kümeleri yazılarak \tilde{A} ve \tilde{A}^c matrisleri elde edilir.
- (F,S) ve $(F,S)^c$ bulanık esnek kümeleri yazılarak \tilde{B} ve \tilde{B}^c matrisleri elde edilir.
- $T_1=\tilde{B}.\tilde{A}$, $T_2=\tilde{B}.\tilde{A}^c$, $T_3=\tilde{B}^c.\tilde{A}$, $T_4=\tilde{B}^c.\tilde{A}^c$ matrisleri elde edilir.
- Üyelik değer matrisleri olan $MV(T_1)$, $MV(T_2)$, $MV(T_3)$ ve $MV(T_4)$ elde edilir.
- S_{T_1} ve S_{T_2} tanı-skor değerleri elde edilir.
- Maksimum değere bakılarak yorum yapılır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bulanık esnek kümeler teoriden pratiğe birçok alana uygulanmaktadır. Biz bu çalışmada bulanık esnek kümeler üzerinde bir bulanık esnek karar verme metodu inşa ettik. Yapılan örnek çalışmalar ile teşhis konulana dek hastaların kullandıkları ilaçlar yüzünden maruz kaldıkları yan etkilerden kurtulmaları ve gereksiz ilaç kullanmalarının önüne geçmeyi amaçladık. Bu doğrultuda bulanık esnek matrisler yardımı ile tıp tanısı için bir yöntem geliştirdik. Bu yöntem yardımıyla hangi hastanın hangi hastalığa yakalandığını kısa sürede saptadığımızı gösterdik. Geliştirmiş olduğumuz algoritma belirsizlik içeren problemleri olan birçok alana uygulanabilir ve bulanık esnek kümeler ile ilgili yapılacak uygulama çalışmalarının genişletilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Chen D., Tsang E. C. C. and Yeung D. S., Some notes on the parameterization reduction of soft sets, International Conference on Machine Learning and Cybernetics 3, July 2003, China, 1442-1445.
- Chen, D., Tsang, E. C. C., Yeung, D. S. and Wang X. (2005), "The parameterization reduction of soft sets and its applications", Computers and Mathematics with Applications 49(1): 757-763.
- Chetia, B. and Das, P. K. (2010), "An application of interval valued fuzzy soft set in medical diagnosis", International Journal of Contemporary Mathematical Sciences 5(38): 1887-1894.
- Çagman, N. and Enginoglu, S. (2012), "Fuzzy Soft Matrix Theory and Its Application in Decision Making", Iranian Journal of Fuzzy systems 9(1): 109-119.
- Çelik, Y. and Yamak, S. (2013), "Fuzzy soft set theory applied to medical diagnosis using fuzzy arithmetic operations", Journal of Inequalities and Applications 82: 1-9.
- Feng, F., Jun Y. B., Liu X. and Li L. (2010), "An adjustable approach to fuzzy soft set based decision making", Journal of Computational and Applied Mathematics 234: 10-20.

7. Kong, Z., Gao, L. and Wang, L. (2009), "Comment on A fuzzy soft set theoretic approach to decision making problems", *Journal of Computational and Applied Mathematics* 223: 540-542.
8. Maji, P. K., Biswas, R. and Roy, A. R. (2001), "Fuzzy soft sets", *Journal of Fuzzy Mathematics* 9(3): 589-602.
9. Maji, P. K., Roy, A. R. and Biswas, R. (2002), "An application of soft sets in a decision making problem", *Computers and Mathematics with Applications* 44(1): 1077-1083.
10. Maji, P. K., Biswas, R. and Roy, A. R. (2003), "Soft set theory", *Computers and Mathematics with Applications* 45(1): 555-562.
11. Mamoni, D. (2013), "Representation of Fuzzy Matrices Based on Reference Function", *International Journal of Intelligent Systems and Applications* 2: 84-90.
12. Meenakshi, A. R. and Kaliraja, M. (2011), "An Application of Interval Valued Fuzzy Matrices in Medical Diagnosis", *International Journal of Mathematical Analysis* 5(36): 1791 – 1802.
13. Molodtsov, D. (1999), "Soft set theory-first results", *Computers and Mathematics with Applications* 37(1): 19-31.
14. Molodtsov, D. (2004), "The Theory of Soft Sets", URSS Publishers, Moscow.
15. Roy, A. R. and Maji, P. K. (2007), "A fuzzy soft set theoretic approach to decision making problems", *Journal of Computational and Applied Mathematics* 20(1): 412-418.
16. Saikia, B. K., Das, P. K. and Borkakati, A. K. (2003), "An Application of Intuitionistic fuzzy soft sets in medical diagnosis", *Bio Science Research Bulletin* 19(2): 121-127.
17. Xiao, Z., Li, Y., Zhong, B. and Yang, X. (2003), "Research on synthetically evaluating method for business competitive capacity based on soft set", *Statistical Research* 10: 52-54.
18. Xiao, Z., Gong, K. and Zou, Y. (2009), "A combined forecasting approach based on fuzzy soft sets", *Computers and Mathematics with Applications* 228: 326-333.
19. Yang, Y. and Ji, C. (2011), "Fuzzy Soft Matrices and their Applications", *Lecture Notes in Computer Scienc*, 7002: 618-627.
20. Zadeh, L. A. (1965), "Fuzzy Sets", *Information and Control* 8: 338 – 353.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

SEZGİSEL BULANIK ESNEK GRUPLARIN (T,S)-NORMLAR YARDIMIYLA İNŞASI**CONSTRUCTION OF INTUITIONISTIC FUZZY SOFT GROUPS BY (T,S)-NORMS****Yıldırım ÇELİK***Doç. Dr., Ordu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü, Orcid: 0000-0003-3373-3916***ÖZET**

Bulanık küme kavramı belirsizliği anlamak ve buna uygun çözümler bulmak için ilk olarak Zadeh (1965) tarafından ortaya konulmuştur. Bulanık mantığın temeli hayatın sadece doğru ve yanlıştan oluşmadığı ya da dünyada sadece siyahın ve beyazın var olmadığı, farklı renklerin de var olduğu ilkesine dayanır. Bulanık kümeler karakteristik fonksiyonla ifade edilen klasik kümeler yerine, dereceli üyelik fonksiyonuyla ifade edilen bir kavram olarak düşünülebilir. Yani bir çeşit çok değerli küme kuramıdır. Bulanık küme kavramı uygulamalı bilimlerde kullanım alanı bulduğu kadar teorik bilimlerde de kullanılmaktadır. Çok sayıda araştırmacı bu kavramın cebirsel yapılar üzerindeki uygulamalarını çalışmışlardır. Belirsizliklerle başa çıkabilmede kullanılan yeni bir matematiksel model olan esnek küme teorisi ise ilk olarak Molodtsov (1999) tarafından ortaya konuldu. Molodtsov (1999, 2004) sürekli diferansiyellenebilir fonksiyonlar, oyun teorisi, yöneylem araştırması, Riemann integrali, Peron integrali, olasılık teorisi, ölçüm teorisi gibi birçok alana esnek küme teorisini uyguladı. Birçok araştırmacı esnek küme kavramını farklı cebirsel yapılar üzerinde ele aldılar ve bu yapılar üzerindeki etkisini incelediler. Bulanık esnek küme teorisi ise esnek küme teorisinin bir genellemesi olarak ilk kez Maji ve ark. (2001) tarafından ortaya konuldu. Daha sonra bulanık esnek küme kavramı farklı cebirsel yapılara uygulandı (Jun ve ark., 2010; İnan ve Öztürk, 2011; Xiao ve ark., 2012; Çağman ve Enginoğlu, 2012; Çelik ve ark., 2013). Aygünoğlu ve Aygün (2009) bulanık esnek kümeleri grup yapısı

üzerinde ele aldılar ve bulanık esnek grup kavramını tanımladılar. Çelik (2015) $(\epsilon, \epsilon V_q)$ -bulanık esnek grup kavramını verdi ve bu kavrama ait özellikleri araştırdı. Zhou ve ark. (2011) sezgisel bulanık esnek küme kavramını yarı gruplara uyguladılar. Karaaslan ve ark. (2013) sezgisel bulanık esnek grup kavramını verdiler ve bazı temel özelliklerini araştırdılar.

Biz bu çalışmada, literatürde mevcut olan sezgisel bulanık esnek grup kavramının (t,s)-normlar yardımıyla yeniden inşasını değerlendireceğiz, bazı yeni özelliklerini inceleyeceğiz ve elde edilen sonuçları ortaya koyacağız.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Esnek Küme, Sezgisel Bulanık Esnek Küme, Sezgisel Bulanık Esnek Grup

ABSTRACT

The concept of fuzzy set was first introduced by Zadeh (1965) to understand uncertainty and find suitable solutions. The basis of fuzzy logic is based on the principle that life does not only consist of right and wrong, or that only black and white exist in the world and that different colors exist. Fuzzy sets can be considered as a concept expressed with a graduated membership function instead of classical sets expressed with a characteristic function. In other words, it is a kind of very valuable set theory. Fuzzy set concept is used in applied sciences as well as in theoretical sciences. Numerous researchers have studied the applications of this concept on algebraic structures. Soft set theory which is a new mathematical model used to deal with uncertainties was first introduced by Molodtsov (1999). Molodtsov (1999, 2004) applied soft set theory to many areas such as continuous differentiable functions, game theory, operations research, Riemann integral, Peron integral, probability theory, measurement theory. Many researchers have discussed the concept of soft set on different algebraic structures and have examined their impact on these structures. Fuzzy soft set theory which is a generalization of soft set theory was first introduced by Maji et al. (2001). Then, the concept of

fuzzy soft set was applied to different algebraic structures (Jun ve ark., 2010; İnan ve Öztürk, 2011; Xiao ve ark., 2012; Çağman ve Enginoğlu, 2012; Çelik ve ark., 2013). Aygünoğlu and Aygün (2009) discussed the fuzzy soft sets on the group structure and defined the concept of fuzzy soft group. Çelik (2015) gave the concept of $(\in, \in Vq)$ fuzzy soft group and investigated the properties of this concept. Zhou et al. (2011) applied the concept of intuitionistic fuzzy soft set to semi-groups. Karaaslan et al. (2013) gave the concept of the intuitionistic fuzzy soft group and investigated some basic properties of it.

In this study, we evaluate the reconstruction of the concept of intuitionistic fuzzy soft group which exist in the literature with help of (t,s) -norms, to examine the some new properties of them, and to present the results obtained.

Keywords: Fuzzy Soft Set, Intuitionistic Fuzzy Soft Set, Intuitionistic Fuzzy Soft Group

1. GİRİŞ

Belirsizlik problemi, filozoflar, mantıkçılar ve matematikçiler tarafından uzun zamandır ele alınmaktadır. Bu problem, özellikle yapay zekâ alanında (risk analizi, tahmin, fonksiyonel aygıtların gelişimi) bilim adamları için önemli bir çalışma alanı oluşturmaktadır. Belirsizliği anlamak ve buna uygun çözümler bulmak için birçok yaklaşım metotları geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlardan en önemlileri bulanık kümeler (Zadeh, 1965), yaklaşımlı kümeler (Pawlak, 1982) ve esnek kümeler (Molodtsov, 1992) dir. Bulanık küme kavramı ilk olarak Zadeh (1965) tarafından ortaya konulmuştur. Çok sayıda araştırmacı bu kavramın cebirsel yapılar üzerindeki uygulamalarını ele almışlardır. Rosenfeld (1971) bulanık küme kavramını kullanarak bulanık grup teorii geliştirmiştir. Bulanık grup teorisinin temel özellikleri klasik grup teorisindeki sonuçlar kullanılarak elde edilmiştir. Das (1981) bulanık grupların seviye alt grupları üzerine çalışmıştır. Liu (1983) bulanık grupları kullanarak daha karmaşık bulanık cebirsel yapılar olan bulanık halkalar ve bulanık idealler üzerine çalışmalar yaptı. Mukherjee ve Bhattacharya (1984) bulanık normal alt grupları ve bulanık yan sınıfları, Mukherjee ve Sen (1987) bulanık idealleri, Malik ve Mordeson (1990) bulanık asal idealleri tanımladılar. Dixit ve ark. (1992) bulanık halkaları incelediler. Ersoy (2003) bulanık alt grupların ve bulanık ideallerin kartezyen çarpımı üzerine çalıştılar. Fatih ve Salleh (2009) sezgisel bulanık grup kavramını verdiler. Belirsizliklerle başa çıkabilmede kullanılan yeni bir matematiksel model olan esnek küme teorisi ise ilk olarak Molodtsov (1999) tarafından ortaya konuldu. Molodtsov (1999, 2004) sürekli diferansiyellenebilir fonksiyonlar, oyun teorii, yöneylem araştırması, Riemann integrali, Peron integrali, olasılık teorii, ölçüm teorii gibi birçok alana esnek küme teorii uyguladı. Daha sonra Maji ve ark. (2003) esnek küme işlemlerini tanımladı. Maji ve ark. (2002), Pawlak (1982)'in yaklaşımlı küme teorisi yardımıyla, bir karar verme probleminde esnek kümelerin bir uygulamasını yaptı ve esnek kümelerde bazı işlemleri tanımladı. Esnek küme teorisi, özellikle esnek karar verme gibi birçok alanda geniş kapsamlı uygulamalarla dikkat çekici hızlı adımlardan geçmiştir (Maji ve ark., 2003; Aktaş ve Çağman, 2007; Sun ve ark., 2008; Ali ve ark., 2009; Çağman ve Enginoğlu, 2010; Acar ve ark., 2010; Çelik ve ark., 2011). Esnek kümeler hem teorii hem de pratiğin dengeli bir kapsamını vurgular. Günümüzde bilişim bilimleri, akıllı sistemler, karar verme sistemleri, kendini uyarılma ve kendi kendini örgütlenme sistemleri, bilgi modelleme gibi alanlarda geniş bir uygulama imkânı buldu. Bulanık esnek küme teorisi ise esnek küme teorisinin bir genellemesi olarak ilk kez Maji ve ark. (2001) tarafından ortaya konuldu. Daha sonra bulanık esnek küme kavramı birçok araştırmacı tarafından farklı cebirsel yapılar uygulandı (Maji ve ark., 2004; Jun ve ark., 2010; İnan ve Öztürk, 2011; Xiao ve ark., 2012; Çağman ve Enginoğlu, 2012; Çelik ve ark., 2013). Aygünoğlu ve Aygün (2009) bulanık esnek grupları tanımladılar ve bunlara ait özellikleri araştırdılar. Manemaran (2011) bulanık esnek gruplar üzerinde birtakım işlemler tanımladı ve bunlara bağlı sonuçlar elde etti. Jiang ve ark. (2010) aralık değerli sezgisel bulanık esnek küme kavramını verdiler ve bu kavrama ait özellikleri ortaya koydular. Jiang ve ark. (2011) sezgisel bulanık esnek kümelerin bir karar verme problemi üzerinde ki uygulamasını ele aldılar. Zhou ve ark. (2011) sezgisel bulanık esnek küme kavramını yarı gruplara uyguladılar. Karaaslan ve ark. (2013) sezgisel bulanık esnek grup kavramını verdiler ve bazı temel özelliklerini araştırdılar. Patel ve ark. (2015) normal bulanık esnek grup kavramını verdiler ve normal bulanık esnek alt grupların seviye alt kümelerini tanımladılar. Çelik (2015) $(\in, \in Vq)$ -bulanık esnek grup kavramını verdi, bu kavrama ait özellikleri araştırdı ve karakteristik yapısını inceledi.

Bu çalışmada, literatürde mevcut olan sezgisel bulanık esnek grup kavramının (t,s) -normlar yardımıyla yeniden inşasını değerlendireceğiz, bazı yeni özelliklerini inceleyeceğiz ve elde edilen sonuçları ortaya koyacağız.

2. TEMEL KAVRAMLAR

Tanım 2.1. (Nguyen ve Walker, 2006) $\Delta: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ dönüşümü verilsin. Her $x, y, z, w \in [0,1]$ için;

- i) $x\Delta 1 = x$
- ii) $x\Delta y = y\Delta x$
- iii) $x\Delta(y\Delta z) = (x\Delta y)\Delta z$
- iv) Eğer $y \leq z$ ise $x\Delta y \leq x\Delta z$

koşullarını sağlayan Δ fonksiyonuna bir t-norm denir.

Tanım 2.2. (Nguyen ve Walker, 2006) $\nabla: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ dönüşümü verilsin. Her $x, y, z, w \in [0,1]$ için;

- i) $x\nabla 0 = x$
- ii) $x\nabla y = y\nabla x$
- iii) $x\nabla(y\nabla z) = (x\nabla y)\nabla z$
- iv) Eğer $y \leq z$ ise $x\nabla y \leq x\nabla z$

koşullarını sağlayan ∇ fonksiyonuna bir s-norm denir.

Tanım 2.3. (Zadeh, 1965) X boştan farklı bir küme olsun. $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ fonksiyonu tarafından karakterize edilen $A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}$ kümesine X de bir bulanık küme denir. Her $x \in X$ için $\mu_A(x)$ değerine x in A ya ait olma derecesi denir.

$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}$ ve $B = \{(x, \nu_B(x)) | x \in X\}$ X de iki bulanık küme olmak üzere her $x \in X$ için $\mu_A(x) \leq \nu_B(x)$ ise B, A 'yı kapsar denir ve $A \leq B$ şeklinde gösterilir.

Tanım 2.4. (Atanassov, 1986) X üzerinde bir A sezgisel bulanık kümesi $A = \{(x, \mu_A(x), \eta_A(x)) : x \in X\}$ şeklinde tanımlanır. Burada $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ ve $\eta_A: X \rightarrow [0,1]$ fonksiyonları bir $x \in X$ elemanın sırasıyla üyelik derecesini ve üye olmama derecesini ifade eder ve her $x \in X$ için $0 \leq \mu_A(x) + \eta_A(x) \leq 1$ dir. U üzerindeki bütün sezgisel bulanık kümeler $SB(U)$ ile gösterilir.

Tanım 2.5. (Atanassov, 1986) $A = \{(x, \mu_A(x), \eta_A(x)) : x \in X\}$ ve $B = \{(x, \mu_B(x), \eta_B(x)) : x \in X\}$ iki sezgisel bulanık küme olsun. Eğer her $x \in X$ için $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$ ve $\eta_A(x) \geq \eta_B(x)$ oluyor ise A 'ya B 'nin alt kümesi denir ve $A \sqsubseteq B$ notasyonu ile gösterilir.

Tanım 2.6. (Palaniappan ve ark., 2009) G bir grup, $A = \{(x, \mu_A(x), \eta_A(x)) : x \in G\}$ G üzerinde sezgisel bulanık küme olsun. A 'ya G 'nin sezgisel bulanık alt grubu denir. \Leftrightarrow Her $x, y \in G$ için

- i) $\mu_A(xy) \geq \min \{\mu_A(x), \mu_A(y)\}$
- ii) $\mu_A(x^{-1}) = \mu_A(x)$
- iii) $\eta_A(xy) \leq \max \{\eta_A(x), \eta_A(y)\}$
- iv) $\eta_A(x^{-1}) = \eta_A(x)$

Tanım 2.7. (Maji ve ark., 2001) U bir evren, E parametreler kümesi ve $A \sqsubseteq E$ olsun. U üzerinde bir γ_A sezgisel bulanık esnek küme $\gamma_A: E \rightarrow SB(U)$ şeklinde bir fonksiyondur. Burada $\gamma_A(x)$ değerleri U üzerinde sezgisel bulanık kümelerdir. Yani,

$\gamma_A(x) = \left\{ \langle u/\bar{\gamma}_{A(x)}(u)/\underline{\gamma}_{A(x)}(u) \rangle : x \in E, u \in U \right\}$ şeklindedir. Burada $\bar{\gamma}_{A(x)}(u)$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(u)$ sırasıyla x parametresi için u nun üyelik derecesini ve üye olmama derecesini ifade etmektedir. U üzerindeki bütün sezgisel bulanık esnek kümeler $SBE(U)$ ile gösterilir.

Tanım 2.8. (Maji ve ark., 2001) γ_A ve γ_B U üzerinde iki sezgisel bulanık esnek küme olsun. γ_A ya γ_B nin sezgisel bulanık esnek alt kümesi denir. \Leftrightarrow

i) $A \subseteq B$

ii) Her $x \in A$ için $\gamma_A(x), \gamma_B(x)$ in sezgisel bulanık alt kümesidir.

Bu durum $\gamma_A \tilde{\subseteq} \gamma_B$ notasyonu ile gösterilir.

Tanım 2.9. (Maji ve ark., 2001) γ_A ve γ_B U üzerinde sezgisel bulanık esnek kümeler olsun. γ_A ve γ_B ye sezgisel bulanık esnek eşittir denir. $\Leftrightarrow \gamma_A \tilde{\subseteq} \gamma_B$ ve $\gamma_B \tilde{\subseteq} \gamma_A$ dir. Bu durum $\gamma_A \tilde{=} \gamma_B$ şeklinde gösterilir.

Tanım 2.10. (Maji ve ark., 2001) $\gamma_A, \gamma_B \in SBE(U)$ olsun. $\gamma_A \tilde{\cup} \gamma_B = \{(x, \gamma_{A \tilde{\cup} B}(x)) : x \in E\}$ ile verilen $\gamma_A \tilde{\cup} \gamma_B$ kümesine γ_A ve γ_B nin birleşimi denir. Burada,

$$\gamma_{A \tilde{\cup} B}(x) = \gamma_A(x) \cup \gamma_B(x)$$

$$= \left\{ \langle u/\max\{\bar{\gamma}_{A(x)}(u), \bar{\gamma}_{B(x)}(u)\}/\min\{\underline{\gamma}_{A(x)}(u), \underline{\gamma}_{B(x)}(u)\} \rangle : u \in U \right\} \text{ şeklindedir.}$$

Tanım 2.11. (Maji ve ark., 2001) $\gamma_A, \gamma_B \in SBE(U)$ olsun. $\gamma_A \tilde{\cap} \gamma_B = \{(x, \gamma_{A \tilde{\cap} B}(x)) : x \in E\}$ ile verilen $\gamma_A \tilde{\cap} \gamma_B$ kümesine γ_A ve γ_B nin arakesiti denir. Burada,

$$\gamma_{A \tilde{\cap} B}(x) = \gamma_A(x) \cap \gamma_B(x)$$

$$= \left\{ \langle u/\min\{\bar{\gamma}_{A(x)}(u), \bar{\gamma}_{B(x)}(u)\}/\max\{\underline{\gamma}_{A(x)}(u), \underline{\gamma}_{B(x)}(u)\} \rangle : u \in U \right\} \text{ şeklindedir.}$$

Tanım 2.12. (Jiang ve ark., 2011) $\gamma_A \in SBE(U)$ ve $\alpha, \beta \in [0,1], \alpha + \beta \leq 1$ olsun. Bu takdirde, γ_A nın (α, β) -seviye kümesi ${}_{\alpha}^{\beta}\gamma_A$ şeklinde gösterilir ve her $x \in A$ için ${}_{\alpha}^{\beta}\gamma_A(x) = \left\{ u \in U : \bar{\gamma}_{A(x)}(u) \supseteq \alpha \text{ ve } \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \subseteq \beta \right\}$ şeklinde tanımlanır.

Önerme 2.1. (Jiang ve ark., 2011) $\gamma_A, \gamma_B \in SBE(U)$ olsun. Bu takdirde aşağıdakiler sağlanır.

i) Her $\alpha, \beta \in [0,1]$ için $\gamma_A \tilde{\subseteq} \gamma_B$ ise ${}_{\alpha}^{\beta}\gamma_A \tilde{\subseteq} {}_{\alpha}^{\beta}\gamma_B$ dir.

ii) $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2 \in [0,1]$ için eğer $\alpha_1 \leq \alpha_2$ ve $\beta_2 \leq \beta_1$ ise ${}_{\beta_2}^{\alpha_2}\gamma_A \tilde{\subseteq} {}_{\beta_1}^{\alpha_1}\gamma_A$ dir.

iii) Her $\alpha, \beta \in [0,1]$ için $\gamma_A \tilde{=} \gamma_B \Leftrightarrow {}_{\alpha}^{\beta}\gamma_A \tilde{=} {}_{\alpha}^{\beta}\gamma_B$ dir.

Tanım 2.13. (Önal, 2019) $\gamma_A, \gamma_B \in SBE(U)$ olsun. $\gamma_A \tilde{\cap} \gamma_B = \gamma_C = \{(x, \gamma_C(x)) : x \in E\}$ ile verilen γ_C kümesine γ_A ve γ_B nin genişletilmiş arakesiti denir. Burada $C = A \cup B$ olmak üzere $\gamma_C(x) = \left\{ \langle u/\bar{\gamma}_{C(x)}(u)/\underline{\gamma}_{C(x)}(u) \rangle : x \in E, u \in U \right\}$ şeklinde olup $\bar{\gamma}_{C(x)}$ ve $\underline{\gamma}_{C(x)}$ aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\bar{\gamma}_{C(x)}(u) = \begin{cases} \bar{\gamma}_{A(x)}(u) & \text{eğer } x \in A \setminus B \\ \bar{\gamma}_{B(x)}(u) & \text{eğer } x \in B \setminus A \\ \min\{\bar{\gamma}_{A(x)}(u), \bar{\gamma}_{B(x)}(u)\} & \text{eğer } x \in A \cap B \end{cases}$$

$$\underline{\gamma}_{C(x)}(u) = \begin{cases} \underline{\gamma}_{A(x)}(u) & \text{eğer } x \in A \setminus B \\ \underline{\gamma}_{B(x)}(u) & \text{eğer } x \in B \setminus A \\ \max \{ \underline{\gamma}_{A(x)}(u), \underline{\gamma}_{B(x)}(u) \} & \text{eğer } x \in A \cap B \end{cases}$$

Tanım 2.14. (Önal, 2019) $\gamma_A, \gamma_B \in \text{SBE}(U)$ olsun. $\gamma_A \tilde{\cup} \gamma_B = \gamma_C = \{(x, \gamma_C(x)): x \in E\}$ ile verilen γ_C kümesine γ_A ve γ_B nin genişletilmiş birleşimi denir. Burada $C = A \cup B$ olmak üzere $\gamma_C(x) = \{ \langle u / \bar{\gamma}_{C(x)}(u) / \underline{\gamma}_{C(x)}(u) \rangle : x \in E, u \in U \}$ şeklinde olup $\bar{\gamma}_{C(x)}$ ve $\underline{\gamma}_{C(x)}$ aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\bar{\gamma}_{C(x)}(u) = \begin{cases} \bar{\gamma}_{A(x)}(u) & \text{eğer } x \in A \setminus B \\ \bar{\gamma}_{B(x)}(u) & \text{eğer } x \in B \setminus A \\ \max \{ \bar{\gamma}_{A(x)}(u), \bar{\gamma}_{B(x)}(u) \} & \text{eğer } x \in A \cap B \end{cases}$$

$$\underline{\gamma}_{C(x)}(u) = \begin{cases} \underline{\gamma}_{A(x)}(u) & \text{eğer } x \in A \setminus B \\ \underline{\gamma}_{B(x)}(u) & \text{eğer } x \in B \setminus A \\ \min \{ \underline{\gamma}_{A(x)}(u), \underline{\gamma}_{B(x)}(u) \} & \text{eğer } x \in A \cap B \end{cases}$$

Tanım 2.15. (Önal, 2019) $\gamma_A, \gamma_B \in \text{SBE}(U)$ olsun. $\gamma_A \tilde{\wedge} \gamma_B = \{(x, y), \gamma_{A \tilde{\wedge} B}(x, y) : x, y \in E\}$ ile verilen $\gamma_A \tilde{\wedge} \gamma_B$ ye γ_A ve γ_B 'nin \wedge - arakesiti denir. Burada,

$$\begin{aligned} \gamma_{A \tilde{\wedge} B}(x, y) &= \gamma_A(x) \sqcap \gamma_B(y) \\ &= \{ \langle u / \min \{ \bar{\gamma}_{A(x)}(u), \bar{\gamma}_{B(y)}(u) \} / \max \{ \underline{\gamma}_{A(x)}(u), \underline{\gamma}_{B(y)}(u) \} \rangle : u \in U \} \text{ şeklindedir.} \end{aligned}$$

Tanım 2.16. (Önal, 2019) $\gamma_A, \gamma_B \in \text{SBE}(U)$ olsun. $\gamma_A \tilde{\vee} \gamma_B = \{(x, y), \gamma_{A \tilde{\vee} B}(x, y) : x, y \in E\}$ ile verilen $\gamma_A \tilde{\vee} \gamma_B$ ye γ_A ve γ_B 'nin \vee - birleşimi denir. Burada,

$$\begin{aligned} \gamma_{A \tilde{\vee} B}(x, y) &= \gamma_A(x) \sqcup \gamma_B(y) \\ &= \{ \langle u / \max \{ \bar{\gamma}_{A(x)}(u), \bar{\gamma}_{B(y)}(u) \} / \min \{ \underline{\gamma}_{A(x)}(u), \underline{\gamma}_{B(y)}(u) \} \rangle : u \in U \} \text{ şeklindedir.} \end{aligned}$$

Tanım 2.17. (Önal, 2019) γ_A ve γ_B sırasıyla U_1 ve U_2 üzerinde sezgisel bulanık esnek kümeler olsun. $\gamma_A \tilde{\times} \gamma_B = \{(x, y), \gamma_{A \tilde{\times} B}(x, y) : x, y \in E\}$ ile verilen $\gamma_A \tilde{\times} \gamma_B$ ye γ_A ve γ_B 'nin kartezyen çarpımı denir. Burada,

$$\begin{aligned} \gamma_{A \tilde{\times} B}(x, y) &= \{ \langle (u, v) / \min \{ \bar{\gamma}_{A(x)}(u), \bar{\gamma}_{B(y)}(v) \} / \max \{ \underline{\gamma}_{A(x)}(u), \underline{\gamma}_{B(y)}(v) \} \rangle : u \in U_1, v \in U_2 \} \\ &\text{şeklindedir.} \end{aligned}$$

3. SEZGİSEL BULANIK ESNEK GRUPLARIN (T,S)-NORMLAR YARDIMIYLA İNŞASI VE BAZI TEMEL ÖZELLİKLERİ

Tanım 3.1. G bir grup ve $\gamma_A \in \text{SBE}(G)$ olsun. γ_A 'ya G üzerinde sezgisel bulanık esnek grup denir. \Leftrightarrow Her $x \in A$ ve $u, v \in G$ için

- i) $\bar{\gamma}_{A(x)}(uv) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(v)$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(uv) \sqsubseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(v)$
- ii) $\bar{\gamma}_{A(x)}(u) = \bar{\gamma}_{A(x)}(u^{-1})$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(u) = \underline{\gamma}_{A(x)}(u^{-1})$

Tanım 3.2. G bir grup, γ_A G üzerinde sezgisel bulanık esnek grup ve e , G nin birim elemanı olsun. γ_A 'nin e -kümesi γ_A^e ile gösterilir ve her $x \in A$ için $\gamma_A^e(x) = \{u \in G : \bar{\gamma}_{A(x)}(u) = \bar{\gamma}_{A(x)}(e), \underline{\gamma}_{A(x)}(u) = \underline{\gamma}_{A(x)}(e)\}$ şeklinde tanımlanır.

Örnek 3.1. $G = \mathbb{Z}_4$ grubunu dikkate alalım. $A = \{p, q, r\}$ parametre kümesi olmak üzere G üzerinde γ_A sezgisel bulanık esnek kümesi aşağıdaki gibi verilsin.

Tablo 1. γ_A sezgisel bulanık esnek kümesi

γ_A	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$
p	(0.6,0.2)	(0.4,0.5)	(0.5,0.3)	(0.4,0.5)
q	(0.5,0.4)	(0.3,0.6)	(0.4,0.5)	(0.3,0.6)
r	(0.7,0.4)	(0.4,0.4)	(0.6,0.2)	(0.4,0.4)

Açıkça her $a, b \in [0,1]$ için Δ ve ∇ t-norm ve s-normları sırasıyla, $a\Delta b = \min\{a, b\}$ ve $a\nabla b = \max\{a, b\}$ şeklinde alınırsa γ_A 'nın G üzerinde sezgisel bulanık esnek grup olduğu görülür.

Önerme 3.1. G bir grup ve γ_A , G üzerinde sezgisel bulanık esnek grup olsun. Bu takdirde aşağıdakiler sağlanır.

- i) Her $x \in A, u \in G$ ve $n \in \mathbb{N}$ için $\bar{\gamma}_{A(x)}(u^n) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(u), \underline{\gamma}_{A(x)}(u^n) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(u)$
- ii) Her $x \in A$ ve $u \in G$ için $\bar{\gamma}_{A(x)}(e) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(u), \underline{\gamma}_{A(x)}(e) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(u)$
- iii) Her $x \in A$ ve $u, v \in G$ için $\bar{\gamma}_{A(x)}(uv) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(v) \Leftrightarrow \bar{\gamma}_{A(x)}(u) = \bar{\gamma}_{A(x)}(e), \underline{\gamma}_{A(x)}(uv) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(v) \Leftrightarrow \underline{\gamma}_{A(x)}(u) = \underline{\gamma}_{A(x)}(e)$

Teorem 3.1. G bir grup ve $\gamma_A \in \text{SBE}(G)$ olsun. γ_A , G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur. \Leftrightarrow Her $x \in A$ ve $u, v \in G$ için $\bar{\gamma}_{A(x)}(uv^{-1}) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(v)$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(uv^{-1}) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(v)$.

İspat: γ_A , G üzerinde sezgisel bulanık esnek grup olsun. Açıkça, her $x \in A$ ve $u, v \in G$ için

$$\bar{\gamma}_{A(x)}(uv^{-1}) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(v^{-1}) = \bar{\gamma}_{A(x)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(v) \text{ ve}$$

$\underline{\gamma}_{A(x)}(uv^{-1}) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(v^{-1}) = \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(v)$ dir. Yani her $u, v \in G$ için $\bar{\gamma}_{A(x)}(uv^{-1}) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(v)$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(uv^{-1}) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(v)$ elde edilir. Tersine, $\bar{\gamma}_{A(x)}(uv^{-1}) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(v)$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(uv^{-1}) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(v)$ olsun. Her $u \in G$ için $\bar{\gamma}_{A(x)}(eu) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(e) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(u) = \bar{\gamma}_{A(x)}(u^{-1})$ ve

$\underline{\gamma}_{A(x)}(eu) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(e) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(u) = \underline{\gamma}_{A(x)}(u^{-1})$ olduğundan, $\bar{\gamma}_{A(x)}(u) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(u^{-1})$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(u) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(u^{-1})$ dir. Diğer taraftan $\bar{\gamma}_{A(x)}(eu^{-1}) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(e) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(u) = \bar{\gamma}_{A(x)}(u)$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(eu^{-1}) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(e) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(u) = \underline{\gamma}_{A(x)}(u)$ olduğundan $\bar{\gamma}_{A(x)}(u^{-1}) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(u)$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(u^{-1}) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(u)$ dir.

Buradan $\bar{\gamma}_{A(x)}(u^{-1}) = \bar{\gamma}_{A(x)}(u)$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(u^{-1}) = \underline{\gamma}_{A(x)}(u)$ elde edilir. Ayrıca, $\bar{\gamma}_{A(x)}(uv^{-1}) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(v^{-1}) = \bar{\gamma}_{A(x)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(v)$ ve

$\underline{\gamma}_{A(x)}(uv^{-1}) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(v^{-1}) = \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(v)$ olduğundan her $u, v \in G$ için $\bar{\gamma}_{A(x)}(uv) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(v)$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(uv) \subseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(v)$ elde edilir. Böylece γ_A , G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur.

Önerme 3.2. γ_A , G üzerinde sezgisel bulanık esnek grup olsun. Eğer her $x \in A$ ve $u, v \in G$ için $\bar{\gamma}_{A(x)}(u) = \bar{\gamma}_{A(x)}(e)$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(u) = \underline{\gamma}_{A(x)}(e)$ ise $\bar{\gamma}_{A(x)}(uv) = \bar{\gamma}_{A(x)}(v)$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(uv) = \underline{\gamma}_{A(x)}(v)$ dir.

Teorem 3.2. γ_A ve γ_B , G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruplar olsun. Bu takdirde, $\gamma_A \tilde{\wedge} \gamma_B$ de G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur.

İspat: $\gamma_A \tilde{\wedge} \gamma_B = \gamma_C$ olsun. Burada $C=A \times B$ ve her $(x,y) \in A \times B$ için $\gamma_C(x,y) = \gamma_A(x) \sqcap \gamma_B(y)$ dir. γ_A ve γ_B , G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruplar olduğu için her $u,v \in G$ için

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}_{C(x,y)}(uv) &= \left(\bar{\gamma}_{A(x)} \sqcap \bar{\gamma}_{B(y)} \right) (uv) \\ &= \bar{\gamma}_{A(x)}(uv) \sqcap \bar{\gamma}_{B(y)}(uv) \\ &\sqsupseteq \left(\bar{\gamma}_{A(x)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(v) \right) \sqcap \left(\bar{\gamma}_{B(y)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{B(y)}(v) \right) \\ &= \left(\bar{\gamma}_{A(x)}(u) \sqcap \bar{\gamma}_{B(y)}(u) \right) \Delta \left(\bar{\gamma}_{A(x)}(v) \sqcap \bar{\gamma}_{B(y)}(v) \right) \\ &= \left(\bar{\gamma}_{A(x)} \sqcap \bar{\gamma}_{B(y)} \right) (u) \Delta \left(\bar{\gamma}_{A(x)} \sqcap \bar{\gamma}_{B(y)} \right) (v) \\ &= \bar{\gamma}_{C(x,y)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{C(x,y)}(v) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}_{C(x,y)}(u^{-1}) &= \left(\bar{\gamma}_{A(x)} \sqcap \bar{\gamma}_{B(y)} \right) (u^{-1}) \\ &= \bar{\gamma}_{A(x)}(u^{-1}) \sqcap \bar{\gamma}_{B(y)}(u^{-1}) \\ &= \bar{\gamma}_{A(x)}(u) \sqcap \bar{\gamma}_{B(y)}(u) \\ &= \left(\bar{\gamma}_{A(x)} \sqcap \bar{\gamma}_{B(y)} \right) (u) \\ &= \bar{\gamma}_{C(x,y)}(u) \text{ elde edilir.} \end{aligned}$$

Diğer taraftan benzer şekilde,

$$\begin{aligned} \underline{\gamma}_{C(x,y)}(uv) &= \left(\underline{\gamma}_{A(x)} \sqcap \underline{\gamma}_{B(y)} \right) (uv) \\ &= \underline{\gamma}_{A(x)}(uv) \sqcap \underline{\gamma}_{B(y)}(uv) \\ &\sqsubseteq \left(\underline{\gamma}_{A(x)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(v) \right) \sqcap \left(\underline{\gamma}_{B(y)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{B(y)}(v) \right) \\ &= \left(\underline{\gamma}_{A(x)}(u) \sqcap \underline{\gamma}_{B(y)}(u) \right) \nabla \left(\underline{\gamma}_{A(x)}(v) \sqcap \underline{\gamma}_{B(y)}(v) \right) \\ &= \left(\underline{\gamma}_{A(x)} \sqcap \underline{\gamma}_{B(y)} \right) (u) \nabla \left(\underline{\gamma}_{A(x)} \sqcap \underline{\gamma}_{B(y)} \right) (v) \\ &= \underline{\gamma}_{C(x,y)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{C(x,y)}(v) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{\gamma}_{C(x,y)}(u^{-1}) &= \left(\underline{\gamma}_{A(x)} \sqcap \underline{\gamma}_{B(y)} \right) (u^{-1}) \\ &= \underline{\gamma}_{A(x)}(u^{-1}) \sqcap \underline{\gamma}_{B(y)}(u^{-1}) \\ &= \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \sqcap \underline{\gamma}_{B(y)}(u) \\ &= \left(\underline{\gamma}_{A(x)} \sqcap \underline{\gamma}_{B(y)} \right) (u) \\ &= \underline{\gamma}_{C(x,y)}(u) \text{ elde edilir.} \end{aligned}$$

Böylece $\gamma_A \tilde{\wedge} \gamma_B$, G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur.

Teorem 3.3. γ_A ve γ_B , G üzerinde sezgisel bulanık esnek grup olsun. Bu takdirde, $\gamma_A \tilde{\vee} \gamma_B$ de G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur.

İspat: $\gamma_A \tilde{\vee} \gamma_B = \gamma_C$ olsun. Burada $C=A \times B$ ve her $(x,y) \in A \times B$ için $\gamma_C(x,y) = \gamma_A(x) \sqcup \gamma_B(y)$ dir. γ_A ve γ_B , G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruplar olduğu için her $u,v \in G$ için

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}_{C(x,y)}(uv) &= \left(\bar{\gamma}_{A(x)} \sqcup \bar{\gamma}_{B(y)} \right)(uv) \\ &= \bar{\gamma}_{A(x)}(uv) \sqcup \bar{\gamma}_{B(y)}(uv) \\ &\supseteq \left(\bar{\gamma}_{A(x)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(v) \right) \sqcup \left(\bar{\gamma}_{B(y)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{B(y)}(v) \right) \\ &= \left(\bar{\gamma}_{A(x)}(u) \sqcup \bar{\gamma}_{B(y)}(u) \right) \Delta \left(\bar{\gamma}_{A(x)}(v) \sqcup \bar{\gamma}_{B(y)}(v) \right) \\ &= \left(\bar{\gamma}_{A(x)} \sqcup \bar{\gamma}_{B(y)} \right)(u) \Delta \left(\bar{\gamma}_{A(x)} \sqcup \bar{\gamma}_{B(y)} \right)(v) \\ &= \bar{\gamma}_{C(x,y)}(u) \Delta \bar{\gamma}_{C(x,y)}(v) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}_{C(x,y)}(u^{-1}) &= \left(\bar{\gamma}_{A(x)} \sqcup \bar{\gamma}_{B(y)} \right)(u^{-1}) \\ &= \bar{\gamma}_{A(x)}(u^{-1}) \sqcup \bar{\gamma}_{B(y)}(u^{-1}) \\ &= \bar{\gamma}_{A(x)}(u) \sqcup \bar{\gamma}_{B(y)}(u) \\ &= \left(\bar{\gamma}_{A(x)} \sqcup \bar{\gamma}_{B(y)} \right)(u) \\ &= \bar{\gamma}_{C(x,y)}(u) \text{ elde edilir.} \end{aligned}$$

Diğer taraftan benzer şekilde,

$$\begin{aligned} \underline{\gamma}_{C(x,y)}(uv) &= \left(\underline{\gamma}_{A(x)} \sqcup \underline{\gamma}_{B(y)} \right)(uv) \\ &= \underline{\gamma}_{A(x)}(uv) \sqcup \underline{\gamma}_{B(y)}(uv) \\ &\subseteq \left(\underline{\gamma}_{A(x)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(v) \right) \sqcup \left(\underline{\gamma}_{B(y)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{B(y)}(v) \right) \\ &= \left(\underline{\gamma}_{A(x)}(u) \sqcup \underline{\gamma}_{B(y)}(u) \right) \nabla \left(\underline{\gamma}_{A(x)}(v) \sqcup \underline{\gamma}_{B(y)}(v) \right) \\ &= \left(\underline{\gamma}_{A(x)} \sqcup \underline{\gamma}_{B(y)} \right)(u) \nabla \left(\underline{\gamma}_{A(x)} \sqcup \underline{\gamma}_{B(y)} \right)(v) \\ &= \underline{\gamma}_{C(x,y)}(u) \nabla \underline{\gamma}_{C(x,y)}(v) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{\gamma}_{C(x,y)}(u^{-1}) &= \left(\underline{\gamma}_{A(x)} \sqcup \underline{\gamma}_{B(y)} \right)(u^{-1}) \\ &= \underline{\gamma}_{A(x)}(u^{-1}) \sqcup \underline{\gamma}_{B(y)}(u^{-1}) \\ &= \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \sqcup \underline{\gamma}_{B(y)}(u) \\ &= \left(\underline{\gamma}_{A(x)} \sqcup \underline{\gamma}_{B(y)} \right)(u) \\ &= \underline{\gamma}_{C(x,y)}(u) \text{ elde edilir.} \end{aligned}$$

Böylece $\gamma_A \tilde{\vee} \gamma_B$ G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur.

Teorem 3.4. γ_A ve γ_B , G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruplar olsun. Bu takdirde, $\gamma_A \tilde{\cap} \gamma_B$ de G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur.

İspat: Tanım 2.13 ve Tanım 3.1 yardımıyla ispatı yapılabilir.

Teorem 3.5. \mathcal{Y}_A ve \mathcal{Y}_B , G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruplar olsun. Bu takdirde, $\mathcal{Y}_A \tilde{\cup} \mathcal{Y}_B$ de G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur.

İspat: Tanım 2.14 ve Tanım 3.1 yardımıyla ispatı yapılabilir.

Teorem 3.6. \mathcal{Y}_A ve \mathcal{Y}_B , G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruplar olsun. Bu takdirde, $\mathcal{Y}_A \tilde{\cap} \mathcal{Y}_B$ ve $\mathcal{Y}_A \tilde{\cup} \mathcal{Y}_B$ de G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruplardır.

Tanım 3.3. G_1 ve G_2 iki grup olmak üzere $\mathcal{Y}_A \times \mathcal{Y}_B$, $G_1 \times G_2$ üzerinde sezgisel bulanık esnek küme olsun. Eğer her $(x,y) \in A \times B$ ve $(u_1, v_1), (u_2, v_2) \in G_1 \times G_2$ için

- i) $\bar{\mathcal{Y}}_{A(x) \times B(y)}((u_1, v_1)(u_2, v_2)) \supseteq \bar{\mathcal{Y}}_{A(x) \times B(y)}(u_1, v_1) \Delta \bar{\mathcal{Y}}_{A(x) \times B(y)}(u_2, v_2)$
- ii) $\underline{\mathcal{Y}}_{A(x) \times B(y)}((u_1, v_1)(u_2, v_2)) \subseteq \underline{\mathcal{Y}}_{A(x) \times B(y)}(u_1, v_1) \nabla \underline{\mathcal{Y}}_{A(x) \times B(y)}(u_2, v_2)$
- iii) $\bar{\mathcal{Y}}_{A(x) \times B(y)}(u_1, v_1) = \bar{\mathcal{Y}}_{A(x) \times B(y)}((u_1, v_1)^{-1})$ ve
 $\underline{\mathcal{Y}}_{A(x) \times B(y)}(u_1, v_1) = \underline{\mathcal{Y}}_{A(x) \times B(y)}((u_1, v_1)^{-1})$

koşullar sağlanırsa $\mathcal{Y}_A \times \mathcal{Y}_B$ 'ye $G_1 \times G_2$ üzerinde bir sezgisel bulanık esnek grup denir.

Teorem 3.7. G_1 ve G_2 iki grup olmak üzere \mathcal{Y}_A ve \mathcal{Y}_B sırasıyla G_1 ve G_2 üzerinde sezgisel bulanık esnek gruplar olsun. Bu takdirde, $\mathcal{Y}_A \times \mathcal{Y}_B$ de $G_1 \times G_2$ üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur.

İspat: Tanım 3.1 ve Tanım 3.3 yardımıyla ispatı yapılabilir.

Önerme 3.3. \mathcal{Y}_A ve \mathcal{Y}_B G üzerinde sezgisel bulanık esnek kümeler olsun. Bu takdirde aşağıdakiler sağlanır.

- i) $\bar{\beta} \mathcal{Y}_A \tilde{\cup} \bar{\beta} \mathcal{Y}_B = \bar{\beta} \mathcal{Y}_A \tilde{\cup} \bar{\beta} \mathcal{Y}_B$
- ii) $\bar{\beta} \mathcal{Y}_A \tilde{\cap} \bar{\beta} \mathcal{Y}_B = \bar{\beta} \mathcal{Y}_A \tilde{\cap} \bar{\beta} \mathcal{Y}_B$
- iii) $\bar{\beta} \mathcal{Y}_A \tilde{\cap} \bar{\beta} \mathcal{Y}_B = \mathcal{Y}_A \tilde{\cap} \mathcal{Y}_B$
- iv) $\bar{\beta} \mathcal{Y}_A \tilde{\cup} \bar{\beta} \mathcal{Y}_B = \mathcal{Y}_A \tilde{\cup} \mathcal{Y}_B$

Tanım 3.4. $\mathcal{Y}_A, \mathcal{Y}_B \in \text{SBE}(G)$ olsun. $\mathcal{Y}_A * \mathcal{Y}_B = \mathcal{Y}_C = \{(x, \mathcal{Y}_C(x)) : x \in E\}$ ile verilen \mathcal{Y}_C kümesine \mathcal{Y}_A ve \mathcal{Y}_B nin çarpımı denir. Burada $\mathcal{Y}_C(x) = \{u / \bar{\mathcal{Y}}_{C(x)}(u) / \underline{\mathcal{Y}}_{C(x)}(u) : u \in G\}$ şeklinde olup $\bar{\mathcal{Y}}_{C(x)}$ ve $\underline{\mathcal{Y}}_{C(x)}$ aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\bar{\mathcal{Y}}_{C(x)}(u) = \sqcup \{ \bar{\mathcal{Y}}_{A(x)}(v) \Delta \bar{\mathcal{Y}}_{B(x)}(q) : v, q \in G \text{ ve } vq = u \}$$

$$\underline{\mathcal{Y}}_{C(x)}(u) = \sqcup \{ \underline{\mathcal{Y}}_{A(x)}(v) \nabla \underline{\mathcal{Y}}_{B(x)}(q) : v, q \in G \text{ ve } vq = u \}$$

Tanım 3.5. $\mathcal{Y}_A \in \text{SBE}(G)$ olsun. $\mathcal{Y}_A^{-1} = \mathcal{Y}_C = \{(x, \mathcal{Y}_C(x)) : x \in E\}$ ile verilen \mathcal{Y}_C kümesine \mathcal{Y}_A nın tersi denir. Burada $\mathcal{Y}_C(x) = \{u / \bar{\mathcal{Y}}_{C(x)}(u) / \underline{\mathcal{Y}}_{C(x)}(u) : u \in G\}$ şeklinde olup $\bar{\mathcal{Y}}_{C(x)}$ ve $\underline{\mathcal{Y}}_{C(x)}$

$$\bar{\mathcal{Y}}_{C(x)}(u) = \bar{\mathcal{Y}}_{A(x)}(u^{-1}), \underline{\mathcal{Y}}_{C(x)}(u) = \underline{\mathcal{Y}}_{A(x)}(u^{-1}) \text{ şeklinde tanımlanır.}$$

Önerme 3.4. $\mathcal{Y}_A, \mathcal{Y}_B, \mathcal{Y}_C \in \text{SBE}(G)$ olsun. Bu takdirde $(\mathcal{Y}_A * \mathcal{Y}_B) * \mathcal{Y}_C = \mathcal{Y}_A * (\mathcal{Y}_B * \mathcal{Y}_C)$ dir.

İspat: $\mathcal{Y}_A * \mathcal{Y}_B = \mathcal{Y}_\theta$ olmak üzere $(\mathcal{Y}_A * \mathcal{Y}_B) * \mathcal{Y}_C = \mathcal{Y}_\theta * \mathcal{Y}_C = \mathcal{Y}_W$ olsun.

$\mathcal{Y}_B * \mathcal{Y}_C = \mathcal{Y}_R$ olmak üzere $\mathcal{Y}_A * (\mathcal{Y}_B * \mathcal{Y}_C) = \mathcal{Y}_A * \mathcal{Y}_R = \mathcal{Y}_T$ olsun. Tanım 3.4 ile $u \in G$ olmak üzere

$$\bar{\mathcal{Y}}_{W(x)}(u) = \sqcup \{ \bar{\mathcal{Y}}_{\theta(x)}(v) \Delta \bar{\mathcal{Y}}_{C(x)}(r) : v, r \in G, \quad v.r = u \}$$

$$= \sqcup \{ \sqcup \{ (\bar{\mathcal{Y}}_{A(x)}(k) \Delta \bar{\mathcal{Y}}_{B(x)}(t)) : k.t = v \} \Delta \bar{\mathcal{Y}}_{C(x)}(r) : v.r = u, \quad v, r \in G \}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqcup \left\{ (\bar{\gamma}_{A(x)}(k) \Delta \bar{\gamma}_{B(x)}(t)) \Delta \bar{\gamma}_{C(x)}(r) : k.t.r = u, k, t, r \in G \right\} \\
 &= \sqcup \left\{ \bar{\gamma}_{A(x)}(k) \Delta \left(\bar{\gamma}_{B(x)}(t) \Delta \bar{\gamma}_{C(x)}(r) \right) : k.t.r = u, k, t, r \in G \right\} \\
 &= \sqcup \left\{ \bar{\gamma}_{A(x)}(k) \Delta \left\{ \bar{\gamma}_{B(x)}(t) \Delta \bar{\gamma}_{C(x)}(r) : t.r = s, t, r \in G \right\} : k.s = u, k, s \in G \right\} \\
 &= \sqcup \left\{ \bar{\gamma}_{A(x)}(k) \Delta \bar{\gamma}_{R(x)}(s) : k.s = u, k, s \in G \right\} \\
 &= \bar{\gamma}_{T(x)}(u)
 \end{aligned}$$

Yani $\bar{\gamma}_{W(x)} = \bar{\gamma}_{T(x)}$ dir. Benzer şekilde,

$$\begin{aligned}
 \underline{\gamma}_{W(x)}(u) &= \sqcup \left\{ \underline{\gamma}_{\theta(x)}(v) \nabla \underline{\gamma}_{C(x)}(r) : v, r \in G, v.r = u \right\} \\
 &= \sqcup \left\{ \sqcup \left\{ (\underline{\gamma}_{A(x)}(k) \nabla \underline{\gamma}_{B(x)}(t)) : k.t = v \right\} \nabla \underline{\gamma}_{C(x)}(r) : v.r = u, v, r \in G \right\} \\
 &= \sqcup \left\{ (\underline{\gamma}_{A(x)}(k) \nabla \underline{\gamma}_{B(x)}(t)) \nabla \underline{\gamma}_{C(x)}(r) : k.t.r = u, k, t, r \in G \right\} \\
 &= \sqcup \left\{ \underline{\gamma}_{A(x)}(k) \nabla \left(\underline{\gamma}_{B(x)}(t) \nabla \underline{\gamma}_{C(x)}(r) \right) : k.t.r = u, k, t, r \in G \right\} \\
 &= \sqcup \left\{ \underline{\gamma}_{A(x)}(k) \nabla \left\{ \underline{\gamma}_{B(x)}(t) \nabla \underline{\gamma}_{C(x)}(r) : t.r = s, t, r \in G \right\} : k.s = u, k, s \in G \right\} \\
 &= \sqcup \left\{ \underline{\gamma}_{A(x)}(k) \nabla \underline{\gamma}_{R(x)}(s) : k.s = u, k, s \in G \right\} \\
 &= \underline{\gamma}_{T(x)}(u)
 \end{aligned}$$

Yani $\bar{\gamma}_{W(x)} = \bar{\gamma}_{T(x)}$ dir. Buradan $\gamma_W = \gamma_T$ dir. Yani $(\gamma_A * \gamma_B) * \gamma_C = \gamma_A * (\gamma_B * \gamma_C)$ elde edilir.

Önerme 3.5. G bir grup ve $\gamma_A, \gamma_B \in \text{SBE}(G)$ olsun. Bu takdirde aşağıdakiler sağlanır.

- i) $[(\gamma_A^{-1})]^{-1} = \gamma_A$
- ii) $\gamma_A \cong \gamma_A^{-1} \Leftrightarrow \gamma_A^{-1} \cong \gamma_A \Leftrightarrow \gamma_A^{-1} = \gamma_A$
- iii) $\gamma_A \cong \gamma_B \Leftrightarrow \gamma_A^{-1} \cong \gamma_B^{-1}$
- iv) $(\gamma_A * \gamma_B)^{-1} = \gamma_B^{-1} * \gamma_A^{-1}$

Teorem 3.8. $\gamma_A \in \text{SBE}(G)$ olsun. Bu takdirde γ_A, G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur. \Leftrightarrow

- i) $(\gamma_A * \gamma_A) \cong \gamma_A$
- ii) $\gamma_A^{-1} \cong \gamma_A$ (veya $\gamma_A^{-1} \cong \gamma_A$ veya $\gamma_A^{-1} \cong \gamma_A$)

İspat: $\gamma_A * \gamma_A = \gamma_C$ olsun. Her $x \in E$ için

$$\begin{aligned}
 \bar{\gamma}_{C(x)}(u) &= \sqcup \left\{ \bar{\gamma}_{A(x)}(v) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(q) : v, q \in G, vq = u \right\} \\
 &\subseteq \sqcup \left\{ \bar{\gamma}_{A(x)}(vq) : v, q \in G, vq = u \right\} \\
 &= \bar{\gamma}_{A(x)}(u)
 \end{aligned}$$

Yani $(\gamma_A * \gamma_A) \cong \gamma_A$ dir.

Benzer şekilde

$$\begin{aligned} \underline{\gamma}_{C(x)}(u) &= \sqcup \left\{ \underline{\gamma}_{A(x)}(v) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(q) : v, q \in G, vq = u \right\} \\ &\supseteq \sqcup \left\{ \underline{\gamma}_{A(x)}(vq) : v, q \in G, vq = u \right\} \\ &= \underline{\gamma}_{A(x)}(u) \text{ dir.} \end{aligned}$$

Yani $(\gamma_A * \gamma_A) \cong \gamma_A$ dir.

Buradan $(\gamma_A * \gamma_A) \cong \gamma_A$ elde edilir. Önerme 3.5 iii) ve Tanım 3.1 ile $\gamma_A^{-1} \cong \gamma_A$ (veya $\gamma_A^{-1} \cong \gamma_A$ veya $\gamma_A^{-1} \cong \gamma_A$) olduğu açıktır.

Tersine $(\gamma_A * \gamma_A) \cong \gamma_A$ olsun. Buradan $(\gamma_A * \gamma_A) \cong \gamma_A$ ve $(\gamma_A * \gamma_A) \cong \gamma_A$ dir. $\gamma_A * \gamma_A = \gamma_C$ olsun. Açıkça $\gamma_C \cong \gamma_A$ ise

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}_{C(x)}(u) &= \sqcup \left\{ \bar{\gamma}_{A(x)}(v) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(q) : v, q \in G, vq = u \right\} \\ &\supseteq \sqcup \left\{ \bar{\gamma}_{A(x)}(vq) : v, q \in G, vq = u \right\} \end{aligned}$$

Yani $\bar{\gamma}_{A(x)}(vq) \supseteq \bar{\gamma}_{A(x)}(v) \Delta \bar{\gamma}_{A(x)}(q)$ dir.

Benzer şekilde $\gamma_C \cong \gamma_A$ ise

$$\underline{\gamma}_{C(x)}(u) = \sqcup \left\{ \underline{\gamma}_{A(x)}(v) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(q) : v, q \in G, vq = u \right\} \supseteq \sqcup \left\{ \underline{\gamma}_{A(x)}(vq) : v, q \in G, vq = u \right\}$$

Yani $\underline{\gamma}_{A(x)}(vq) \supseteq \underline{\gamma}_{A(x)}(v) \nabla \underline{\gamma}_{A(x)}(q)$ dir. Diğer taraftan eğer $\gamma_A^{-1} \cong \gamma_A$ (veya $\gamma_A^{-1} \cong \gamma_A$ veya $\gamma_A^{-1} \cong \gamma_A$) ise $\bar{\gamma}_{A(x)}(u) = \bar{\gamma}_{A(x)}(u^{-1})$ ve $\underline{\gamma}_{A(x)}(u) = \underline{\gamma}_{A(x)}(u^{-1})$ dir. Sonuç olarak γ_A , G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur.

Teorem 3.9. γ_A ve γ_B G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruplar olsun. Bu takdirde $\gamma_A * \gamma_B$ G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur. $\Leftrightarrow \gamma_A * \gamma_B = \gamma_B * \gamma_A$ dir.

İspat: Açıkça $\gamma_A * \gamma_B = \gamma_A^{-1} * \gamma_B^{-1} = (\gamma_B * \gamma_A)^{-1} = \gamma_B * \gamma_A$ dir.

Tersine,

$\gamma_A * \gamma_B = \gamma_B * \gamma_A$ olsun. Buradan $(\gamma_A * \gamma_B) * (\gamma_A * \gamma_B) = \gamma_A * (\gamma_B * \gamma_A) * \gamma_B = \gamma_A * (\gamma_A * \gamma_B) * \gamma_B = (\gamma_A * \gamma_A) * (\gamma_B * \gamma_B) = \gamma_A * \gamma_B$ dir. Ayrıca $(\gamma_A * \gamma_B)^{-1} = (\gamma_B * \gamma_A)^{-1} = \gamma_A^{-1} * \gamma_B^{-1} = \gamma_A * \gamma_B$ elde edilir. Sonuç olarak $\gamma_A * \gamma_B$ G üzerinde sezgisel bulanık esnek gruptur.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada (t,s)-normlar kullanılarak inşa edilmiş sezgisel bulanık esnek grup yapısını ele aldık, bu yapıya ait temel özellikleri inceledik ve elde edilen sonuçları ortaya koyduk. Bu sonuçlara dayanarak, sezgisel bulanık esnek halkalar ve sezgisel bulanık esnek modüller gibi farklı cebirsel yapıların (t,s)-normlar yardımıyla inşası üzerine farklı çalışmalar yapılabilir ve bu yapılara ait özellikler araştırılabilir.

KAYNAKLAR

1. Acar, U., Koyuncu, F. ve Tanay, B. (2010), "Soft sets and soft rings", Computers and Mathematics with Applications 59(11): 3458-3463.
2. Aktaş, H. ve Çağman, N. (2007), "Soft sets and soft groups", Information sciences 177(2007): 2726-2735.
3. Ali, M. I., Feng, F., Liu, X., Min, W. K. ve Shabir, M. (2009), "On some new operations in soft set theory", Computers and Mathematics with Applications 57(9): 1547-1553.

4. Atanassov, K. T. (1986), "Intuitionistic fuzzy sets", *Fuzzy Sets and Systems* 20(1): 87-96.
5. Aygünoğlu, A. ve Aygün, H. (2009), "Introduction to fuzzy soft groups", *Computers and Mathematics with Applications* 58:1279-1286.
6. Bhattacharya P. B. ve Jain S. K. (1972), "First Course in Group Theory", New Delhi.
7. Çağman, N. ve Enginoğlu, S. (2010), "Soft set theory and uni-int decision making", *European Journal of Operational Research* 207: 848-855.
8. Çağman, N. ve Enginoğlu, S. (2012), "Fuzzy soft matrix theory and its applications in decision making", *Iranian Journal of Fuzzy Systems* 9(1):109-119.
9. Çelik Y., Ekiz C. ve Yamak S. (2011), "A new view on soft rings", *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics* 40(2): 273-286.
10. Çelik Y., Ekiz C. ve Yamak S. (2013), "Application of fuzzy soft sets in ring theory", *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics* 5(3): 451-462.
11. Çelik, Y. (2015), " $(\in, \in \vee q)$ -Fuzzy Subgroup Theory via Soft Sets", *British Journal of Mathematics and Computer Science* 7(3):181-190.
12. Das, P. S. (1981), "Fuzzy groups and level subgroups", *Journal Of Mathematical Analysis and Applications* 84: 264-269.
13. Dixit, V. N., Kumar, R. ve Ajmal, N. (1992), "On fuzzy rings", *Fuzzy Sets and Systems* 49: 205-213.
14. Ersoy, B. A. (2003), "A generalization of cartesian product of fuzzy subgroups and ideals", *Pakistan Journal of Applied Sciences* 3(2): 100-102.
15. Fatih, M. ve Salleh, A. R. (2009), "Intuitionistic fuzzy group", *Asian Journal of Algebra* 2(1): 1-10.
16. İnan, E. ve Öztürk, M. A. (2011), "Fuzzy soft rings and fuzzy soft ideals", *Neural Computing and Applications* 21(1):1-8.
17. Jiang, Y., Tang, Y., Chen, Q., Liu, H. ve Tang, J. (2010), "Interval-valued intuitionistic fuzzy soft sets and their properties", *Computers and Mathematics with Applications* 60(3): 906-918.
18. Jiang, Y., Tang, Y. ve Chen, Q. (2011), "An adjustable approach to intuitionistic fuzzy soft sets based decision making", *Applied Mathematical Modelling* 35(2): 824-836.
19. Jun, Y. B., Lee, K. J. ve Park, C. H. (2010), "Fuzzy soft set theory applied to BCK/BCI- algebras", *Computers and Mathematics with Applications* 59: 3180-3192.
20. Karaaslan, F., Kaygısız, K. ve Çağman, N. (2013), "On Intuitionistic Fuzzy Soft Groups", *Journal of New Results in Science* 3: 72-86.
21. Liu W.J. (1983), "Operations on fuzzy ideals", *Fuzzy Sets Systems* 11: 31-41.
22. Maji, P. K., Biswas, R. ve Roy, A. (2003), "Soft set theory", *Computers and Mathematics with Applications* 45(4-5): 555-562.
23. Maji, P. K., Roy, A. R. ve Biswas, R. (2002), "An application of soft sets in a decision making problem", *Computers and Mathematics with Applications* 44(8-9): 1077-1083.
24. Maji P. K., Biswas R. ve Roy A. R. (2001), "Fuzzy Soft Sets", *The Journal of Fuzzy Mathematics* 9: 589-602.
25. Maji P. K., Biswas R. ve Roy A. R. (2004), "On Intuitionistic Fuzzy Soft Sets", *The Journal of Fuzzy Mathematics* 12(3): 669-683.
26. Malik, D. S. ve Mordeson, J. N. (1990), "Fuzzy prime ideals of a ring", *Fuzzy Sets and Systems* 37: 93-9887
27. Manemaran, S. V. (2011), "On Fuzzy Soft Groups". *International Journal of Computer Application* 15(7): 38-44.
28. Molodtsov, D. (1999), "Soft set theory-first results", *Computers and Mathematic with Applications* 37(4-5): 19-31.

29. Molodtsov, D. (2004), "The Theory of Soft Sets", URSS Publishers, Moscow.
30. Mukherjee, N. ve Bhattacharya, P. (1984), "Fuzzy normal subgroups and fuzzy cosets", Information Science 34: 225-239
31. Mukherjee, T. K. ve Sen, M. K. (1987), "On fuzzy ideals of a ring I", Fuzzy Sets and Systems 21: 99-104
32. Nguyen, H. T. ve Walker, E. A. (2006), "A First Course in Fuzzy Logic", Chapman and Hall/CRC, Taylor and Francis Group.
33. Önal, O. (2019), Sezgisel Bulanık Esnek Grup Yapısı ve Bazı Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı, Ordu.
34. Palaniappan, N., Naganathan, S. ve Arjunan, K. (2009), "A Study on Intuitionistic L-Fuzzy Subgroups", Applied Mathematical Sciences 3(53): 2619-2624.
35. Patel, H. R., Bhardwaj, R., Choudhary, S. ve Garge, S. (2015), "On Normal Fuzzy Soft Group", Mathematical Theory and Modeling 5(7): 26-32.
36. Pawlak, Z. (1982), "Rough sets", International Journal of Information and Computer Sciences 11(1): 341-356.
37. Rosenfeld, A. (1971), "Fuzzy groups", Journal of Mathematical Analysis and Applications 35: 512-517.
38. Sun, Q-M., Zhang Z-L. ve Liu J. (2008), "Soft Sets and Soft Modules", Rough Sets and Knowledge Technology, Springer, China, 403-409pp.
39. Xiao, G., Xiang, D. ve Zhan, J. (2012), "Fuzzy soft modules", East Asian Mathematical Journal 28(1): 1-11.
40. Zadeh, L. A. (1965), "Fuzzy Sets", Information and Control 8: 338-353.
41. Zhou, J., Li, Y. ve Yin, Y. (2011), "Intuitionistic fuzzy soft semigroups", Mathematica Aeterna 1(3): 173-183.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

2 KADEMELİ ANAHTARLAMALI KAPASİTÖRLÜ YÜKSELTİCİ DÖNÜŞTÜRÜCÜ BULANIK MANTIK DENETLEYİCİSİ METODU İLE FOTOVOLTAİK UYGULAMALARDA MAKSİMUM GÜÇ NOKTASI İZLEME¹**TWO-STAGE SWITCHED-CAPACITOR-BAESD POWER BOOST CONVERTER USING FUZZY LOGIC CONTROLLER for MAXIMUM POWER POINT TRACKING in PHOTOVOLTAIC PANELS****Kübra BULUT***Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0336-8383>***Dr. Öğr. Üyesi Davood GHADERİ***Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2234-3453>***ÖZET**

Fotovoltaik paneller tek başlarına yetersiz güç üretir. Bu gücü istenilen seviyeye getirmek için DC-DC yükseltici dönüştürücü kullanmak gereklidir. Fotovoltaik panellerde esas amaç, fotovoltaik panelin maksimum gücü altındaki yükün değerini ve PV dizinin gerilimini değiştirerek çıkış voltajını sabit tutmaktır. Bu yaklaşım Maksimum Güç Noktası İzleme (MPPT) olarak bilinir. Bu çalışma bulanık mantık denetleyici yöntemi ile İki Kademeli Anahtarlama Kapasitör (SC) hücre tabanlı yükseltici dönüştürücü için kontrol sürecini sunar. Güç anahtarında daha yüksek voltaj kazancı ve daha düşük voltaj gerilimleri sağlamak için geleneksel yükseltici dönüştürücü yerine iki aşamalı SC hücre tabanlı güçlendirme dönüştürücü kullanılmıştır. Farklı giriş voltajlarında test edilmiş ve çıkış voltajı 200 VDC'ye sabitlenmiştir. Simülasyonda MATLAB / SIMULINK yazılımı kullanılmıştır. Bu makalede nihai sonuçlar, bulanık mantık denetleyicisinin hızlı ve güvenilir performansa sahip olduğunu, ancak denetleyicinin giriş voltajının veya çıkış yükünün değişim süresinde aşma ve aşınmaya sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Anahtarlama kapasitör (SC), Fotovoltaik Panel, DC-DC Yükseltici Dönüştürücü, Bulanık Mantık Denetleyicisi

ABSTRACT

Photovoltaic panels produce insufficient power alone. It is necessary to use a DC-DC boost converter to bring this power to the desired level. The main concern of applying the Photovoltaic panels is to keep the output voltage constant by changing the value of the load and the voltage of the PV array under the maximum power of the Photovoltaic panel. This approach is known as Maximum Power Point Tracking (MPPT). This study presents the control process for the 2-Stage Switched Capacitor (SC) cell-based boost converter with fuzzy logic controller method. To provide higher voltage gain and lower voltage stress in the power switch, a 2-stage SC cell-based boost converter is used instead of the traditional boost converter. It was tested at different input voltages and the output voltage was fixed at 200 VDC. MATLAB / SIMULINK software was used in simulation. The final results in this study show that the fuzzy logic controller has fast and reliable performance, but the controller has overshoots and undershoots in the change of input voltage or output load moments.

Keywords: Switched capacitor (SC), Photovoltaic Panel, DC-DC Boost Converter, Fuzzy Logic Controller.

GİRİŞ

Güneş enerjisinden maksimum verim sağlamada DC-DC dönüştürücülerin ne derece önemli olduğu aşikârdır ve fotovoltaik panellerde yükseltici DC-DC dönüştürücüler daha çok tercih edilmektedir [1-3]. Bu

¹ Bu çalışma Bursa Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından 190Y018 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

dönüştürücüler girişteki doğru akım gerilimini daha yüksek seviyedeki başka bir doğru akım gerilimine çevirmektedir. Yüksek frekansta, yüksek güç ve daha iyi performans sağlarlar. Fotovoltaik paneller tek başlarına yetersiz güç üretir. Bu gücü istenilen seviyeye getirmek için DC-DC yükseltici dönüştürücü kullanmak gereklidir.

Çeşitli DC-DC yükseltici topolojileri mevcuttur. Araştırmacılar dönüştürücülerden daha yüksek performans alabilmek ve voltaj kazancını artırmaya yönelik araştırmalara devam etmektedir. Bu çalışmada geleneksel yükseltici dönüştürücüye 2 kademeli anahtarlama kapasitör (SC) hücresi eklenerek performans analizi yapılmıştır. Önerilen dönüştürücünün voltaj kazancına etkisi ve verimliliği analiz edilmiştir.

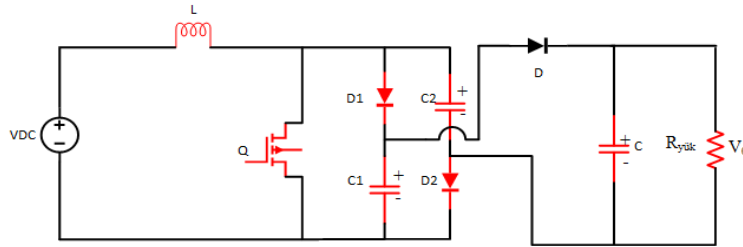
DC-DC yükseltici dönüştürücü çıkış gerilimini sabitlemek, verim bakımından yüksek performans elde etmek amacıyla dönüştürücü kontrolü önem taşır [4-5]. Bulanık mantık, PI (Proportional Integral), PID (Proportional Integral Derivative), yumuşak anahtarlama gibi kontrol metodları mevcuttur ve sistemin mekanik titreşimler gibi dış faktörlerin etkisini azaltmak amacıyla kullanılır [6-10]. Bulanık mantık kontrol metodu kolay uygulanabilirliği ve hızlı cevap verme yeteneği nedeniyle daha çok tercih edilmektedir. İnsan tecrübe ve uzmanlığına dayanmaktadır. Diğer kontrol metodları gibi matematiksel modele ihtiyaç duymaması nedeniyle sistem karmaşıklığına yer verilmez [11].

Bu çalışmada, fotovoltaik sistemin dönüştürücü kısmı ve kontrolü detaylı olarak incelenmiştir. Fotovoltaik panelden maksimum gücü almak için farklı yük ve giriş gerilimlerine göre sabit çıkış gerilimini koruyan bir yükseltici dönüştürücü modeli tasarlanmış ve kontrol metodu olarak bulanık mantık uygulanmıştır.

MATERYAL VE METOD

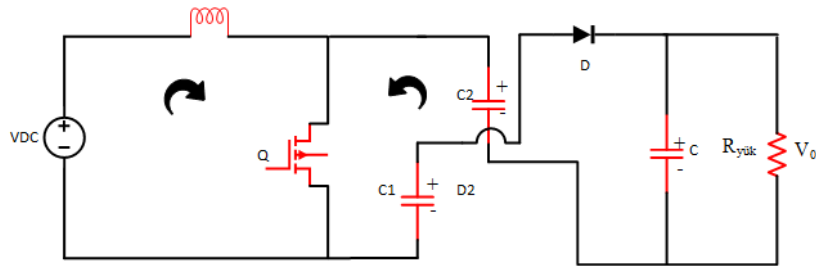
Tasarlanan yükseltici dönüştürücü, klasik yükseltici dönüştürücüye 2 kademeli anahtarlama kapasitör (SC) hücresi eklenerek oluşturulur. 2 kademeli SC hücreli yükseltici dönüştürücüler klasik yükseltici dönüştürücülere göre aynı görev döngüsü için daha fazla çıkış gerilimi elde etmeyi sağlar. Görev döngüsünü kısaltarak, giriş akımı dalgalanmasını azaltır ve bu sayede iletim kayıpları azalmış olur [12].

Şekil 1’de önerilen yükseltici dönüştürücü topolojisi gösterilmektedir ve iki diyot-kapasitör çifti, bir çıkış kapasitörü, bir indüktör, bir anahtarlama elemanından oluşmaktadır.

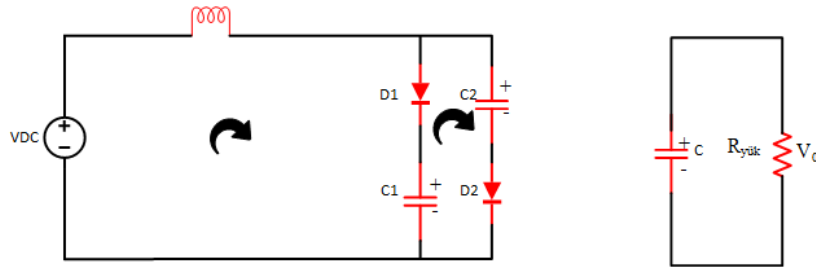


Şekil 1. Önerilen yükseltici dönüştürücü topolojisi.

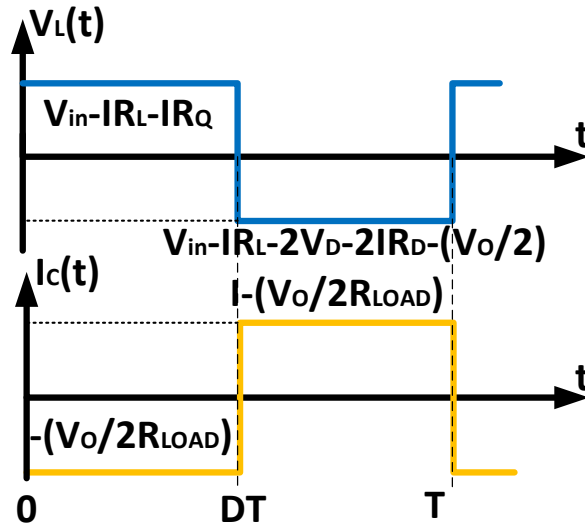
Tasarlanan dönüştürücü, indüktör sürekli iletimdeyken iletim ve kesim olmak üzere iki moda çalışır. V_{C1} , C_1 kapasitör voltajı; V_{C2} , C_2 kapasitör voltajı; i_L ise indüktör akımını temsil etmektedir. İletim ve kesim modu devre şemaları, kararlı durum dalga şekilleri Şekil 2 ve Şekil 3’de sırasıyla gösterilmiştir. Anahtar iletim durumundayken gerilim kaynağı indüktörü enerjilendirir. C_1 ve C_2 kondansatörleri, yükü MOSFET aracılığıyla beslemek için seri birleşim oluşturur. Bu kombinasyondan dolayı C_1 ve C_2 kapasitörleri üzerlerindeki voltaj yarıya düşer. Anahtar kesim durumundayken enerjilenmiş olan indüktör C_1 ve C_2 kondansatörlerini D_1 ve D_2 diyotları üzerinden şarj eder ve C kondansatörü ise yükü besler [12].



Şekil 2. Önerilen yükseltici dönüştürücü iletim durumu.



Şekil 3. Önerilen yükseltici dönüştürücü kesim durumu.



Şekil 4. Sürekli Akım Modunda Bobin Gerilimi ve Kapasitör Akımı Dalga Şekilleri [13]

Volt-saniye dengesi ve akım şarj dengesi, indüktör voltajını ve kapasitörün akımını belirlemek için kullanılmıştır. Buna göre Denklem 1 ve 2 yazılabilir.

Burada V_o çıkış voltajı, I indüktör akımı, V_{DC} giriş gerilimi, D görev döngüsü, $R_{yük}$ yük direnci, R_D diyot direnci, V_D diyot eşik voltajı, R_L bobin direnci, R_Q güç anahtar direncini temsil etmektedir [13].

$$V_L \text{ için} \rightarrow D \cdot (V_{DC} - IR_L - IR_{on}) + (1-D) \cdot (V_{DC} - IR_L - 2V_D - 2IR_D - V_o/2) = 0 \quad (1)$$

$$i_c \text{ için} \rightarrow D \cdot (-V_o/2R_{YÜK}) + (1-D) \cdot (I - V_o/2R_{YÜK}) = 0 \quad (2)$$

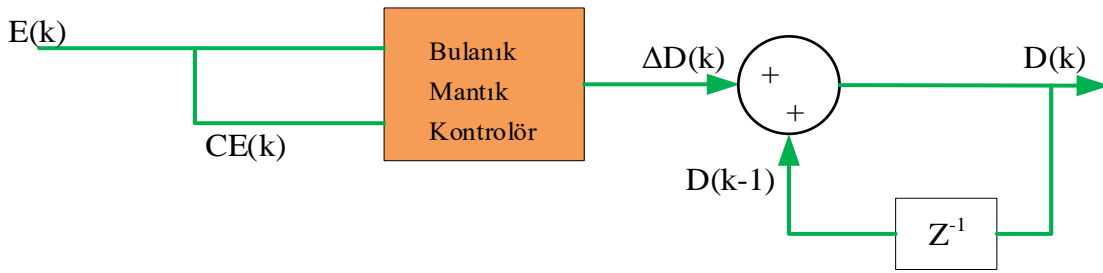
Yükseltici dönüştürücünün gerilim kazancı ve verimi ise sırasıyla Denklem 3 ve Denklem 4 olarak yazılabilir.

$$G = \frac{V_o}{VDC} = \left(\frac{2}{(1-D)} \right) \left(1 - \frac{2(1-D)V_D}{VDC} \right) \left(\frac{1}{1 + \frac{R_L + DR_{on} + 2R_D(1-D)}{(1-D)^2 \cdot R_{yük}}} \right) \quad (3)$$

$$\eta = \left(\frac{\left(1 - \frac{2(1-D)V_D}{VDC} \right)}{1 + \frac{R_L + DR_{on} + 2R_D(1-D)}{(1-D)^2 \cdot R_{yük}}} \right) \quad (4)$$

Bulanık Mantık Kontrolör Tasarımı

Bulanık mantık kontrolör sistem kararlılığını sağlaması, karmaşık matematiksel modellemeye gerek duymaması, sistem verimliliğini artırması ve düşük maliyetli olması gibi avantajlarından dolayı elzemdir. İşleyişi insan tecrübe ve düşünme yeteneğine bağlıdır. Numerik ifadeler yerine sözel ifadeler kullanılır ve bunların mantıksal ilişkisini temel alır. Bulanık mantık kontrolörünün iki girişi ve bir çıkışı vardır. Şekil 5'te bulanık mantık kontrolöre ait blok diyagramı gösterilmektedir. E (error=hata) ve CE (change of error = hata değişimi) girişi, D(duty) çıkış kısmını oluşturur. Vref(k) referans voltajı, Vo(k) dönüştürücü çıkış gerilimi, E(k) hata, CE(k) hata değişimi, E(k-1) bir önceki hata değeri, D(k) görev çevrimi, D(k-1) bir önceki görev çevrimini ifade etmektedir. Bu değerler Denklem 5, Denklem 6 ve Denklem 7 ile formülize edilmektedir.



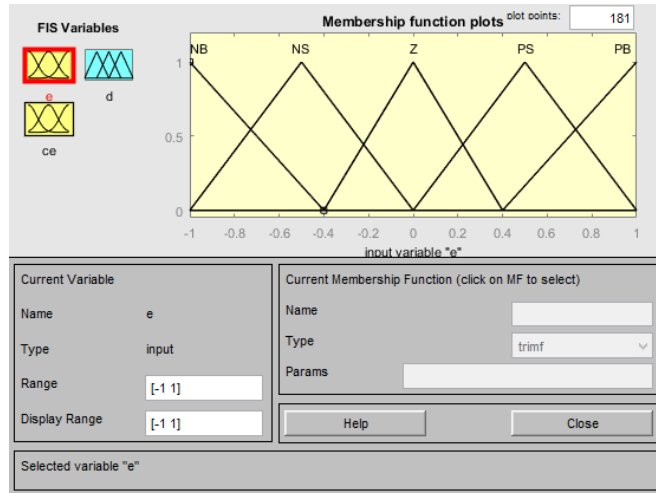
Şekil 5. Bulanık denetleyici blok diyagramı

$$E(k) = V_{ref}(k) - V_o(k) \quad (5)$$

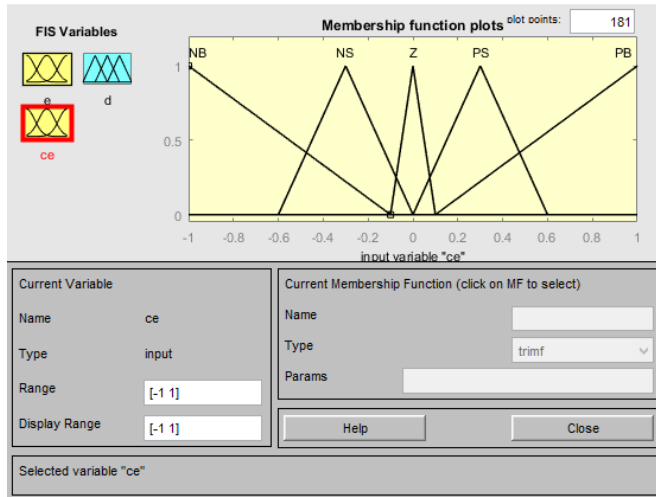
$$CE(k) = E(k) - E(k-1) \quad (6)$$

$$D(k) = \Delta D(k) + D(k-1) \quad (7)$$

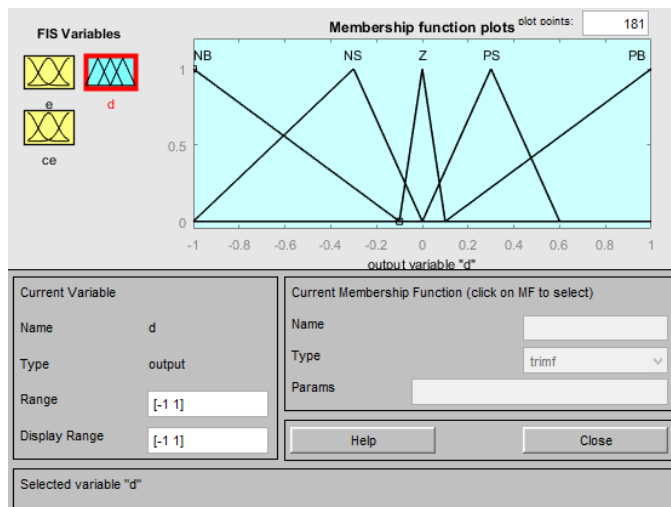
Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8 sırasıyla hata, hata değişimi ve çıkış için üyelik fonksiyonlarını göstermektedir. Tablo 1 ise denetleyiciye ait kural tablosudur. Burada NB: Negatif Büyük, NS: Negatif Small, ZO: Sıfır, PB: Pozitif Büyük, Pozitif Küçük üyelik fonksiyonlarını temsil etmektedir.



Şekil 6. Kontrolör hata üyelik fonksiyonu [14].



Şekil 7. Kontrolör hata değişim üyelik fonksiyonu [14].

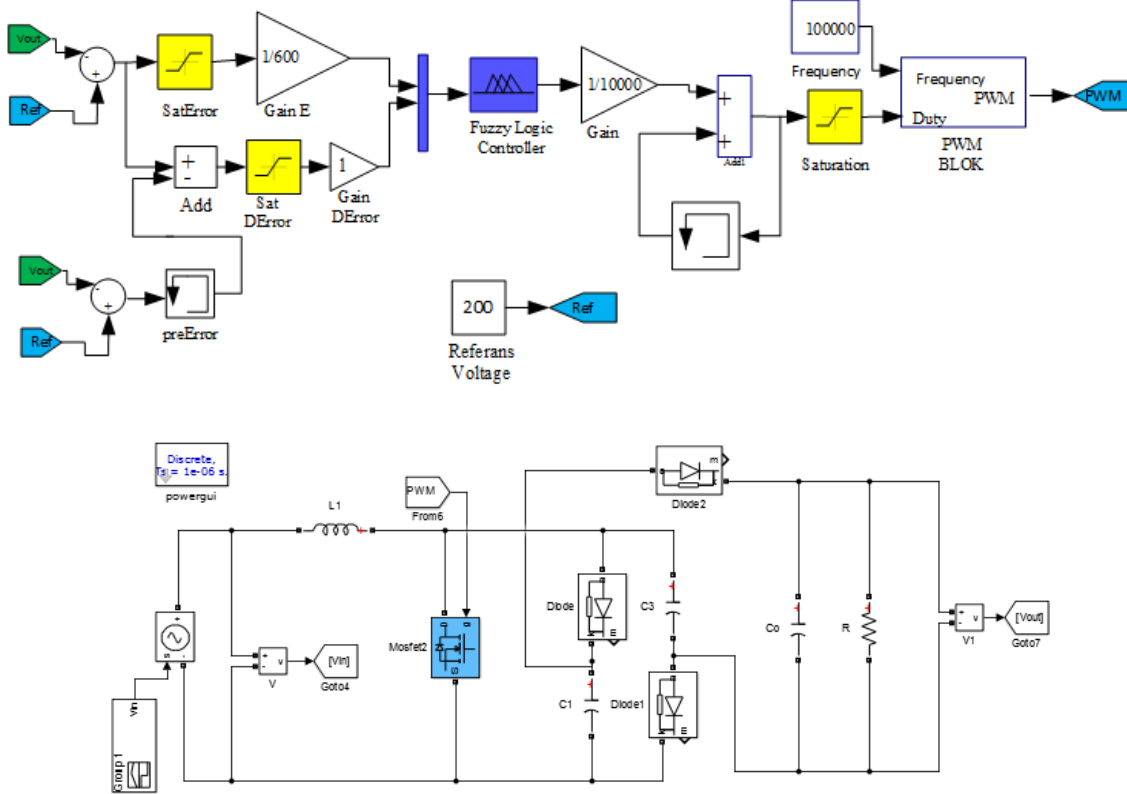


Şekil 8. Kontrolör çıkış değişkeni üyelik fonksiyonu [14]

Tablo 1. Bulanık mantık kontrolör kural tablosu

E \ CE	NB	NS	ZO	PS	PB
NB	NB	NB	NB	NS	ZO
NS	NB	NB	NS	ZO	PS
ZO	NB	NS	ZO	PS	PB
PS	NS	ZO	PS	PB	PB
PB	ZO	PS	PB	PB	PB

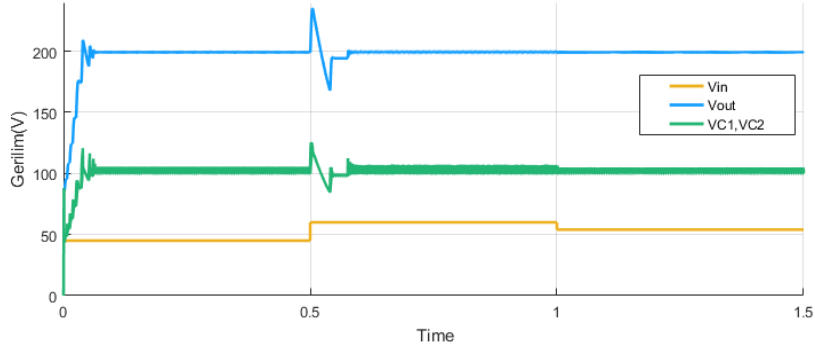
Şekil 9’da tasarlanan dönüştürücü denetim sisteminin genel yapısı gösterilmektedir.



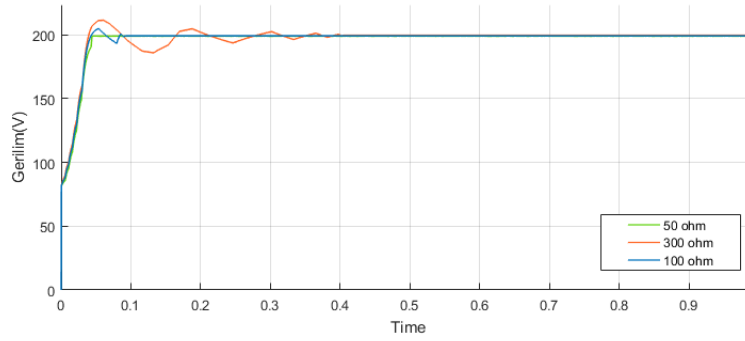
Şekil 9. Tasarlanan dönüştürücü yapısı

ARAŞTIRMA BULGULARI

Önerilen dönüştürücü çıkış voltajı 200V’ta sabitlenmiştir. Anahtar iletim durumundayken seri bağlı C1 ve C2 kondansatörleri aracılığıyla yüke gerilim verilir. Burada $V_{C1} = V_{C2}$ ’dir. Kondansatörler seri bağlandığında dönüştürücü çıkış voltajının yarısı kondansatörler boyunca düşer, diğer yarısı yüke verilir ve SC hücreli yükseltici dönüştürücülerde C1 ve C2 kondansatör gerilimleri toplamı, dönüştürücü çıkış geriliminin yarısına eşit olur. Önerilen yapı çıkış voltajını ikiye katlamak için klasik dönüştürücüye SC hücresi eklenerek oluşturulur. Şekil 10’da farklı giriş gerilimlerine göre çıkış gerilimi ve kapasitör gerilimleri gösterilmektedir. Şekil 11’de farklı yüklerde çıkış gerilimi gösterilmektedir. İyi tasarlanan bir kontrolörde çıkış gerilimi farklı giriş gerilimleri ve farklı yüklerden etkilenmemelidir. Simülasyonda bu durum neticelendirilmektedir.

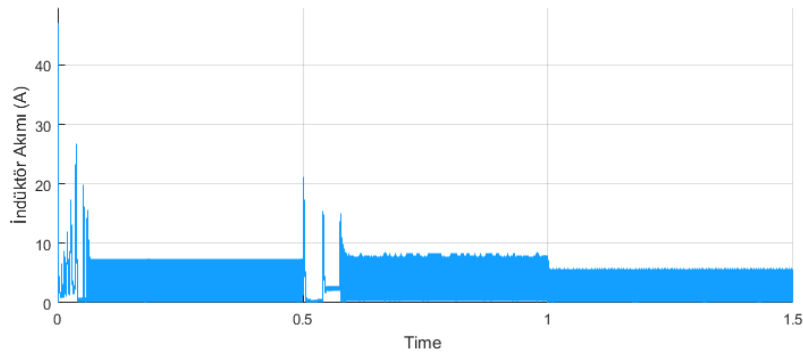


Şekil 10. 45V,60V ve 54V giriş gerilimlerine göre çıkış gerilimi ve C1,C2 gerilimleri



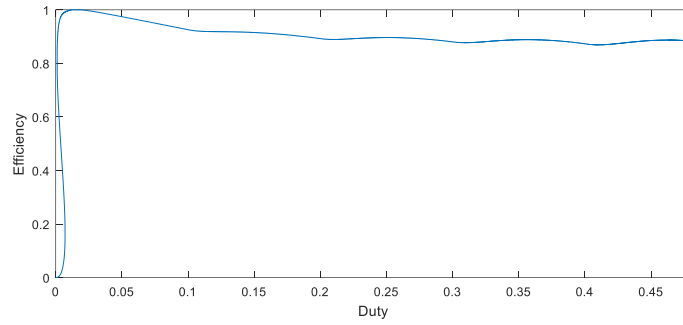
Şekil 11. 45V giriş gerilimi, farklı yüklerde çıkış gerilimleri

Şekil 12 farklı giriş gerilimlerinde bobin akımını göstermektedir. Buna göre, düşük giriş geriliminde anahtarın iletimde olma süre artar ve bu da daha fazla bobin dalgalanmasına ve iletim kayıplarına neden olmaktadır. Simülasyon sonucuna göre büyük giriş geriliminde bobin dalgalanmasının daha küçük olduğu görülmektedir.



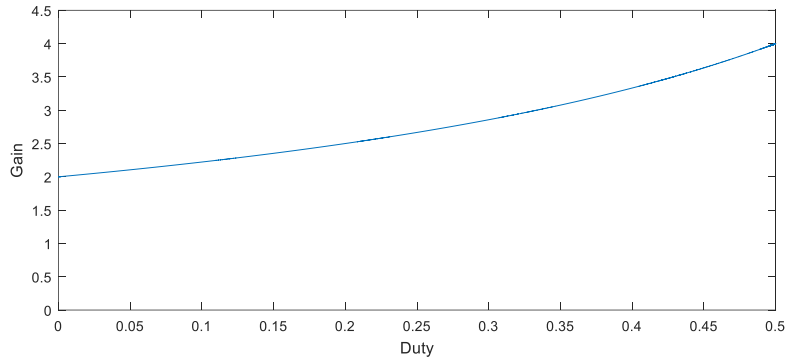
Şekil 12. 45V,60V ve 54V giriş gerilimlerinde bobin akımı

Şekil 13, farklı darbe genişliklerine göre verimin nasıl değiştiğini göstermektedir. Bu sonuçlardan yararlanarak 0.3 ile 0.4 arasındaki darbe genişliklerinde maksimum verim elde edildiği görülmektedir. SC kapasitörlü yükseltici dönüştürücülerin avantajlarından biri de düşük darbe genişliklerinde yüksek verim sağlamasıdır.



Şekil 13. Farklı darbe genişliklerine göre verim

Şekil 14, farklı darbe genişliklerinde gerilim kazancının değişimi göstermektedir. Beklendiği gibi, 2 kademeli SC tabanlı yükseltici dönüştürücüsünün voltaj kazancı, verimin düşük olduğu darbe genişliklerinde daha fazladır. Ancak amaç daha yüksek voltaj kazancı elde etmek ise önerilen dönüştürücü klasik yükseltici dönüştürücüye göre daha kısa darbe genişliğinde istenen voltaj kazancını sağlamaktadır ve böylece verimlilik dengelenmiş olur.



Şekil 14. Farklı darbe genişliklerine göre kazanç

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 2 kademeli SC hücreli yükseltici dönüştürücüler bulanık mantık metodu ile kontrol edilerek yeni bir yaklaşım sunulmaktadır. Önerilen dönüştürücü Matlab / SIMULINK ile simüle edilmiştir. Simülasyonda çıkış gerilimi 200V'ta sabit tutularak, giriş gerilimi ve yük değişimine modelin tepkileri incelenmiştir. Bulanık mantık entegresi ile yapının giriş gerilimi ve yükün geniş aralığında stabil ve yüksek performans ile çalıştığı gözlenmiştir. Fotovoltaik sistemlerde değişken koşullarda enerji dönüşümün yüksek performansla uygulanması amacıyla önerilen dönüştürücü ve denetim sistemi MPPT tasarımında kullanılmıştır. Sunulan dönüştürücü yapısı ile çıkış gerilimindeki salınım ve kayıplar minimize edilmiştir. Bu sayede, güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanmak mümkün olmaktadır. Yapısında tek anahtar kullanılması bir kontrole ihtiyaç duyulduğunu belirtir ve sistem karmaşasına izin vermez. Ayrıca bulanık mantık denetiminin kural tabanına bağlı olması ve değişen koşullarda hızlı sistem cevabı gibi özelliklerinden dolayı önem arz etmektedir. 2 kademeli SC hücreli yükseltici dönüştürücünün voltaj kazancı, daha düşük verimlilik olmasına rağmen aynı darbe genişliğindeki yükseltici dönüştürücülerden daha yüksektir. Fakat önerilen dönüştürücü aynı voltaj kazancını daha düşük darbe genişliğinde sağlar, böylece verimlilik dengelenmiş olur. Aynı zamanda bu dönüştürücü, çıkış yükü ve giriş gerilimindeki ani değişimlerde çıkış geriliminin stabilitesini sağladığı için kontrolü iyi yapılmış bir dönüştürücünün özelliklerine sahiptir. Önerilen dönüştürücünün dezavantajı giriş akımındaki dalgalanmalardır. Bunu önlemek için ilave çalışmalar yapılabilir.

Teşekkür



Bu çalışma Bursa Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından 190Y018 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

This research was funded by a grant (No. 190Y018) from the Scientific Research Projects Units of Bursa Technical University, Bursa, Turkey.

KAYNAKÇA

- [1] D. GHADERI, P. Kiran Maroti, P. Sanjeevikumar, J. Bo HolmNielsen, E. Hossain, and A. Nayyar, “A Modified Step Up Converter with Small Signal Analysis Based Controller for Renewable Resource Applications,” *Applied Sciences-Basel*, vol. 10, no. 1, pp. 1–23, Jan. 2020. DOI:10.3390/app10010102.
- [2] G. BAYRAK and D. GHADERI, “An Improved Step Up Converter with A Developed Real Time Fuzzy Based MPPT Controller for PV Based Residential Applications,” *International Transactions on Electrical Energy Systems*, pp. 1-20, Jul. 2019. DOI:10.1002/2050-7038.12140
- [3] D. GHADERI and G. BAYRAK, “A Novel Step Up Power Converter Configuration for Solar Energy Application,” *Elektronika Ir Elektrotehnika*, vol. 3, no. 25, pp. 50–55, Jun. 2019. DOI:<https://doi.org/10.5755/j01.eie.25.3.23676>.
- [4] D. GHADERI and G. BAYRAK, “Performance Assessment of a High Powered Boost Converter for Photovoltaic Residential Implementations,” *Elektronika Ir Elektrotehnika*, vol. 25, no. 6, pp. 40–47, Dec. 2019. DOI:<http://dx.doi.org/10.5755/j01.eie.25.6.24825>
- [5] D. GHADERI, M. ÇELEBİ, M. R. MİNAZ, and M. TÖREN, “Efficiency Improvement for a DC DC Quadratic Power Boost Converter by Applying a Switch Turn off Lossless Snubber Structure Based on Zero Voltage Switching ZVS ,” *Elektronika Ir Elektrotehnika*, vol. 24, no. 3, pp. 15–22, Jun. 2018. DOI:<http://dx.doi.org/10.5755/j01.eie.24.3.20977>.
- [6] D. GHADERI and M. ÇELEBİ, “Implementation of PI Controlled Cascaded Boost Power Converters in Parallel Connection with High Efficiency,” *Journal of Electrical Systems*, vol. 13, no. 2, pp. 307–321, Jun. 2017.
- [7] Ghaderi, D., Molaverdi, D., Kokabi, A. et al. A multi-phase impedance source inverter with an improved controller structure. *Electr Eng* 102, 683–700 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00202-019-00903-9>
- [8] Davood Ghaderi, Sanjeevikumar Padmanaban, Pandav Kiran Maroti, Behnaz Papari, Jens Bo Holm-Nielsen, Design and implementation of an improved sinusoidal controller for a two-phase enhanced impedance source boost inverter, *Computers & Electrical Engineering*, Volume 83, 2020, 106575, <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2020.106575>.
- [9] Huang R, Hong F, Ghaderi D. Sliding mode controller-based e-bike charging station for photovoltaic applications. *Int Trans Electr Energ Syst*. 2020;e12300. <https://doi.org/10.1002/2050-7038.12300>
- [10] Veerachary M, Khubchandani V. Analysis, design, and control of switching capacitor based Buck–boost converter. *IEEE Trans Ind Appl*. 2019;55(3):2845-2857. <https://doi.org/10.1109/TIA.2018.2889848>.
- [11] Ozdemir S, Altin N, Sefa I. Fuzzy logic based MPPT controller for high conversion ratio quadratic boost converter. *Int J Hydrogen Energy*. 2017;42(28):17748-17759. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.02.191>.
- [12] E. H. Ismail, M. A. Al-Saffar, A. J. Sabzali and A. A. Fardoun.(2008,May).A Family of Single-Switch PWM Converters With High Step-Up Conversion Ratio.in *IEEE Transactions on Circuits and Systems. I: Regular Papers*, vol. 55, no. 4, pp. 1159-1171, May 2008.
- [13] Rahim, N. A., Amir, N. A., Khateb, A. El., Che, H. S., Amir, A. (2016,November). Gain and efficiency analysis of 2-stage switched capacitor (SC) boost based dc-dc converter, 4th IET Clean Energy and Technology Conference (CEAT 2016), Kuala Lumpur, 2016, pp. 1-5.
- [14] Ismail, N.& Musirin, I.,Baharom, R. & Johari, Dalina. (2010).Fuzzy logic controller on DC/DC boost converter. doi:10.1109/PECON.2010.5697663.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

TÜRKİYE'DE HAYAT BOYU ÖĞRENME KURUMLARINDA MESLEKİ REHBERLİK HİZMETLERİ: MEVCUT DURUM ANALİZİ VE ÖNERİLER**VOCATIONAL GUIDANCE SERVICES IN THE LIFELONG LEARNING INSTITUTIONS IN TURKEY: CURRENT SITUATION ANALYSIS AND RECOMMENDATIONS****Muammer AKÇAY***Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)* 0000-0003-0244-1275**Tolgahan ÇOBANOĞLU***Yüksek Lisans Öğrencisi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,* 0000-0001-7939-3801**ÖZET**

Hayat boyu öğrenme, hayatın her alanında; evde, işte sadece okulla sınırlı kalmayan; yaş, sosyo-ekonomik statü ve eğitimin her seviyesinde sürdürülebilirliğini ifade eden bir kavramdır. Hayat boyu öğrenme kavramı bireylerin gelişen ve değişen sosyo-kültürel hayattaki değişimlere çağın gereksinimleri doğrultusunda uyum sağlamak amacıyla ortaya çıkmış, toplumların özellikle istihdam göstergeleri ile eğitim seviyeleri bakımından önemli bir bileşeni haline gelmiştir. Türkiye'deki insan kaynağının geliştirilmesi, nitelikli iş gücü potansiyelinin ortaya çıkarılması açısından önemli paya sahip olan hayat boyu öğrenme faaliyetleri arasında temel ve mesleki becerileri geliştirme programlarının bileşenlerinden biri de meslekî rehberliktir. Mesleki rehberlik alanındaki gereksinimler doğrultusunda 1900'lü yıllardan bu yana dünya çapında çeşitli hizmetler yürütülmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'deki mesleki rehberlik hizmetlerinin tarihsel gelişimi, uygulama alanları, hayat boyu öğrenme alanındaki uygulamalar ve mevcut durumun değerlendirilmesi yapılarak geleceğe yönelik önerilerin ortaya konması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Mesleki rehberlik, hayat boyu öğrenme, karar destek, eğitim

ABSTRACT

Lifelong learning is a concept that expresses sustainability in all aspects of life, at home, at work, not just in school, but at age, socio-economic status and at all levels of Education. The concept of lifelong learning has emerged in order to adapt individuals to changes in developing and changing socio-cultural life in line with the requirements of the age, and has become an important component of societies especially in terms of employment indicators and education levels. Vocational guidance is one of the components of basic and professional skills development programs among the lifelong learning activities that have an important share in terms of developing human resources and generating qualified workforce in our country. Various services have been carried out around the world since 1900 in line with the requirements in the field of vocational guidance. In this study, the historical development of vocational guidance services in our country, Application Areas, applications in the field of lifelong learning and putting forth proposals for the future by assessing the current situation is aimed.

Keywords: Vocational guidance, lifelong learning, decision support, education

1. GİRİŞ

Bireyin yaşam içindeki konumunu, kendini ve yaşamını anlamlandırması, büyük ölçüde yaptığı iş ve meslek ile biçimlenir. Bu nedenle eğitim kademesinde Psikolojik Danışma ve Rehberlik Hizmetlerinin yer alması,

başlangıçta sadece öğrencilerin ilgi ve yeteneklerine uygun olan eğitim kademelerine, iş ve meslek alanlarına “yönlendirilmesi” işlevine odaklanmıştır [1].

Değişen ve gelişen dünyaya uyum sağlayabilmek, günümüz dünyasında önemli konulardan biri durumuna gelmiştir. Küreselleşmeyle birlikte ekonomi, teknoloji, eğitim ve sağlık gibi alanlarda ortaya çıkan gelişmeler ve hızlı değişimler hangi yaştan olursa olsun her bireyin yaşamını farklı açılardan biçimlendirmektedir ve bu değişim sürecinden etkilenen önemli yaşam alanlarından birisi de kariyer alanıdır [2]. Kariyer, rol kavramından daha çok kişisel tecrübelerle dayanır ve kişinin yaşamı boyunca edindiği deneyimler ile maceralar bütünüdür [3]. Bu nedenle, kariyer insan yaşamı boyunca devam eden bir süreç olarak nitelendirilebilir. Kariyer gelişimi ve mesleki rehberlik faaliyetleri de kesinlikle hayatın bir dönemi ile sınırlandırılmaz. Yaşam dönemlerine göre kariyer gelişimiyle ilgili ilk çalışmalar 10’lu ve 20’li yaşlar arasında içerecek şekilde Ginzberg, Ginsburg, Axelrad ve Herma (1951) tarafından başlatılmıştır. Donald Super’a göre kariyer gelişimi; büyüme dönemi (0-14 yaş), keşfetme dönemi (15-25 yaş), yerleşme dönemi (25-44 yaş), sürdürme dönemi (45-64 yaş) ve geri çekilme dönemi (65 yaş ve sonrası) olarak beş aşamada ele alınmaktadır. Bu kariyer gelişim dönemlerinin her birinde kariyerle ilgili pek çok karar verilmekte, iş yaşamı ve başarıya ilişkin inançlar, çalışma becerileri ile ilgili tutumlar gelişmekte ve problem çözmeye yönelik yeterlilikler kazanılmaktadır [4],[5]. Bu çalışmanın konusunu da oluşturacak olan hayat boyu öğrenme ise tüm bu yaş dönemlerini kapsamamakla birlikte, bireylerin yaşam boyu öğrenme süreçlerinin tamamında rol oynamaktadır.

Bireyin, mesleki yönelişleri, tercihleri, seçimleri ve kariyer gelişimi sürecinde yer alan bazı mesleki gelişim görevleri, genel olarak eğitim süreci içinde gerçekleşir. Ancak, eğitim sürecini tamamlayanlar, yetiştikleri alanda iş bulabileceği gibi, mesleğini icra edeceği bir iş olanağı bulamayabilir, mesleğini değiştirebilir, farklı bir alana uyarlayabilir ya da işsiz kalabilir, yeni beceriler geliştirip iş arayabilir hatta emekli olduktan sonra başka alana yönelebilir. Böylece mesleki rehberlik ve kariyer psikolojik danışmanlığı hizmetleri, sadece okulda değil, yaşam boyu sürmektedir [1].

Mesleki rehberlik hizmetleri de kariyer planlamasında önemli bir paya sahiptir. Avrupa Birliği-Avrupa Yaşam Boyu Rehberlik Politikası Ağı kitapçığında, bireylerinin hayatlarının herhangi bir noktasında eğitim, öğretim ve mesleki seçimler yapmalarına ve kariyerini yönetmelerine yardımcı olmak için tasarlanmış tüm faaliyetler hayat boyu rehberlik faaliyetleri olarak tanımlanmıştır [6]. Mesleki rehberlik ise, eğitim etkinliklerinin en üst düzeyde gerçekleşmesi ve bir şekle dönüşmesi halidir. Kişinin bütün çalışmaları ve çabası, bir mesleğe yönelerek bir mesleğe sahip olmakla sonuçlanır. Bu, başarılı eğitim etkinliklerinin hem bir ürünü, hem de bir sonucudur [7].

Yaşam boyu rehberlik faaliyetleri kapsamında bu çalışmada; mesleki rehberlik hizmetlerinin Türkiye’de ve dünyada tarihsel gelişimi, mesleki rehberlik faaliyetlerinde gelinen nokta ve hayat boyu öğrenme kurumlarında yapılan mesleki rehberlik hizmetlerine dair güncel durum tespiti ve karşılaşılan sorunlar ile bu sorunlara çözüm önerileri incelenmiştir.

2. TÜRKİYE’DE MESLEKİ REHBERLİK HİZMETLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Türkiye’de, mesleki rehberlik alanında yapılan ya da yapılması önerilen çalışmaları incelemeye önce mesleki rehberliğin tarihsel gelişimine yakından bakmak gerekir. Önerilecek yeni yaklaşımların bu açıdan değerlendirilmesi daha doğru olacaktır.

Türkiye’de Psikolojik Danışma ve Rehberlik (PDR) hizmetlerinin tarihçesi, aynı zamanda mesleki rehberlik ve kariyer psikolojik danışmanlığı hizmetlerinin tarihçesi olarak okunabilir. Başlangıçtan beri Amerika’dan model alınarak yapılandırılan hizmetler, son dönemde Avrupa Birliği’ndeki (AB) ülkelerde yapılan çalışmalardan da etkilenerek, Avrupa ülkeleri ile ortak projeler çerçevesinde biçimlendirilmeye ve değerlendirilmeye başlanmıştır [1].

Türkiye’de rehberlik hizmetleri 1950’lerde Amerikalı uzmanların ülkemize gelmesi ve bazı Türk eğitimcilerin ABD’de eğitim görüp yurda dönmesi ile başlar. Altmış yılı aşan bu süreç, mesleki rehberlik ve kariyer danışmanlığı hizmetlerindeki dönüşümler açısından üç dönemde incelenebilir [8].

- i. Başlangıç Dönemi: Öncü Adımlar (1953-1975)
- ii. Arayış Dönemi: Kararsız Adımlar (1976-1994)
- iii. Gelişme Dönemi: Sistemik Adımlar (1995-2010)

Başlangıç Dönemi: Öncü Adımlar (1953-1975): Bu dönemde Amerikalı uzman ve Amerika’da yetişmiş Türk uzmanların eğitim sistemine etkisi görülmektedir. Özellikle meslek seçimine yardım öncelikli olarak belirlenmiştir. Bu nedenle 1953 yılında Test-Araştırma Bürosu ve hemen ardından da 1954 yılında Rehberlik Merkezleri kurulmuştur. Bu merkezlerde öğrencilerin ilgi ve yetenekleri ölçülerek kendilerine uygun mesleğe yönelimlerini sağlamak amacıyla çeşitli araç ve yöntemler uygulanmıştır [9]. Yine bu dönemde gerek yapılan Millî Eğitim Şuraları olsun gerekse de ülke kalkınma planlarında mesleki eğitimin ve mesleki yönlendirmenin üzerinde önemle duruldu. Bu amaçla tüm okullarda Rehberlik servisleri kuruldu [10]. 1960 – 1970 yılları arasında ilk lisans ve lisansüstü programları kurularak, Gazi Eğitim Enstitüsü’nde öğretmen yetiştiren programlarda “Rehberlik ve Danışma” dersi konularak tüm resmi kaynaklarda meslek seçimine yönelik çalışmaların yapılması başlangıç aşamasında gerçekleştirilen önemli adımlardır [9], [11]. Tüm bunların yanında, Türkiye’de işsizlere iş bulma ve işe yerleştirme amacı ile Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından onaylanan 88 sayılı yasa ile Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığına bağlı olarak kurulan Türkiye İş Kurumu (İŞKUR) mesleki rehberlik alanında, yetişkinlere yönelik olarak “eşleştirme” tarzında ‘iş bulma- işe yerleştirme’ hizmetlerine 1951 yılından itibaren başlamıştır [12].

Arayış Dönemi: Kararsız Adımlar (1976-1994): Bu dönemde mesleki eğitim yine ülkenin öncelikli politikaları arasında ve bu nedenle de mesleki rehberlik hizmetleri öncelikler arasında yer alıyordu. Okullardaki rehberlik servislerinden beklenen öğrencileri ilgi ve yeteneklerine göre akademik üst eğitime ya da kısa yoldan mesleki eğitim yoluyla iş yaşamına yöneltmekti [13]. Eğitim dışındaki mesleki rehberlik hizmetlerine ise; Millî Eğitim Bakanlığı ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı arasında 1992 yılında “Meslek Danışmanlığında İş Birliği Protokolü” imzalanmış, bu kapsamda kurulan Meslek Danışma Komisyonu (MEDAK) mesleki yeterlikleri ve standartları oluşturmaya yönelik olarak hazırlanan meslek bilgi dosyalarını onaylama sistemini geliştirmiştir. Böylece iş dünyasına ilişkin gerekli veri tabanı oluşturmaya yönelik olarak iş ve mesleklerin tanımlanması, yeterlik ve standartlarının oluşturulması konusunda önemli bir adım atılmış ve İŞKUR bünyesinde ilk “Meslek Danışma Merkezi” de 1993 yılında Ankara’da açılmıştır [12]. Bu dönemde sistemli bir çalışma olmamasına rağmen bir sonraki dönemler için önemli bir alt yapı olmuştur [8].

Gelişme Dönemi: Sistemik Adımlar (1995-2010): Bu dönem mesleki rehberliğin okul veya üniversite dışında hayat boyu devam eden bir süreç olduğu vurgulanmıştır. Mesleki rehberlik ve kariyer danışmanlığının temellerinin atıldığı bu dönemde ‘mesleki rehberlik sadece ortaokul ve lise döneminde bir ihtiyaç değildir; mesleki rehberliğe her yaşta insan ihtiyaç duyar’ anlayışı ön plana çıkmıştır [8]. Yine bu dönemde eğitim alanında Avrupa ülkelerine, Avrupa Mesleki Eğitim Geliştirme Merkezi, CEDEFOP (European Center of The Development of Vocational Training) tarafından “Hayat Boyu Öğrenme ve Hayat Boyu Rehberlik Hizmetleri”ni geliştirmek amacıyla verilen proje destekleri kapsamında [14] hazırlanan “Türkiye Raporu”nda SWOT analizi yapılarak “Mesleki Bilgi, Mesleki Rehberlik ve Danışmanlık Hizmetleri (MBRD)’ne yönelik uygulamalar ve geliştirilmesi gereken yönler vurgulanmıştır [12]. Bu bağlamda çalışmanın da ana temasını oluşturan hayat boyu öğrenmeye dair mesleki yönlendirme çalışmaları açısından Türkiye’deki ilk adımda atılmış oldu. Yine bu dönemde de İŞKUR’un meslek rehberliğine yönelik çalışmaları bir plan ve programa oturtulmaya çalışılmıştır.

Mesleki rehberlik ve kariyer danışmanlığı açısından R. Özyürek günümüzü şöyle ifade etmektedir: ‘Türkiye’de 30-40’lı yaşlarda insanlarla konuşulduğunda şimdiki aklım olsaydı...’ diye söze başladığı, zamanında eş seçimi, çocuk sayısı, mesleki tercihler gibi kararlar alırken yaşadıkları sıkıntıları ve pişmanlıkları dile getirdikleri görülmektedir. Meslek yalnızca bireyin maddi ihtiyaçlarını karşılayan faaliyetler bütünü değildir. Bu bağlamda bireyin kendine en uygun olan mesleği seçmesi çok önemlidir [15].

Türkiye’de mesleki rehberlik ile ilgili yapılan çalışmaların tarihsel devinimi incelendiğinde hayat boyu öğrenmeye yönelik çalışmaların ancak 2000’li yıllarda ve gelişme döneminde gerçekleştirilmeye başladığı görülmektedir. Bu bağlamda yapılan bu çalışma hayat boyu öğrenme kurumlarında öğrenim gören bireyler açısından önemli bir referans olacaktır.

3. MESLEKİ REHBERLİK HİZMETLERİNDE GÜNCEL DURUM

Millî Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda rehberlik servisleri kurularak, ortaokullarda “Mesleki rehberlik ve kariyer planlama” dersleri konulmuş olmakla birlikte bu derslerde de “yaşam boyu kariyer” gelişimi ön plana çıkmaktadır [1]. Ortaokul sonrasında da uygulanan mesleki rehberlik hizmetleri daha çok yükseköğretim kurumlarına yerleştirmeye yöneliktir. Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan 2023 Eğitim Vizyon Belgesi’nde kariyer rehberliği ayrı bir başlık altında değerlendirilmiştir. Kariyer Rehberliği Sistemi’nin kurularak ve tüm öğretim kademeleri düzeyinde çocukların kendini tanıması kariyer profili oluşturmaları, iş-

meslek tanıma yollarını, kaynaklarını öğrenmesi ve kariyer gelişim dosyasının öğrenci e-portfolyosuyla ilişkilendirilmesi sağlanacağı belirtilmiştir [16]. Mesleki rehberlik ve kariyer psikolojik danışmanlığı alanında uzmanlaşma sağlayan lisansüstü programlar son yıllarda açılmaya başlanmıştır. Tezli ya da tezsiz yüksek lisans programlarının sayısı 6, doktora programı sayısı ikidir. Bu alanda bazı sertifika programları ya da eğitimler de giderek daha fazla açılmaktadır [1]. Yetişkinlere yönelik mesleki rehberlik hizmetlerinde ise; İŞKUR tarafından kurulan Özel İstihdam Büroları aracılığı ile işveren – iş arayan buluşması sağlanmakta ve yine Halk Eğitimi Merkezleri ile iş birliği halinde yürüttüğü meslek edindirmeye yönelik kurslar düzenlenerek bireylere istihdam alanı oluşturulmaya çalışılmaktadır. Son yıllarda ise Avrupa Birliği tarafından fonlanan proje destekleri sayesinde Avrupa Birliği ülkeleri ile birlikte hareket edilmeye çalışılmaktadır. Yine 2006 yılında faaliyetine başlayan Mesleki Yeterlilik Kurumu 853 meslek standardını belirleyerek, bu meslekler arasından “iş ve meslek elemanı” (seviye 6), “Kariyer ve Yetenek Yönetimi Uzmanı” (seviye 6) ve “Kariyer Danışmanı” (seviye 7), için meslek standartları hazırlanmış ve kabul edilmiştir [17].

Değişen dünya düzeni ile toplumların yapısında meydana gelen değişikliklere birçok alanda teknolojinin sunduğu imkânlar ile çözümler aranmaktadır. Mesleki rehberlik ve kariyer hizmetlerinin de bu değişikliklerden fazlasıyla etkilenmesi kaçınılmazdır. Türkiye’de de bu amaçla YÖK tarafından <https://yokatlas.yok.gov.tr>, İŞKUR tarafından <https://esube.iskur.gov.tr/> ve MEB tarafından <http://emezun.meb.gov.tr/> gibi portallar kurulmuştur. Ancak bu platformlar öz-rehberlik (self-service) hizmetleri olarak kullanıcının kendi özelliklerini değerlendirme ve uygun eğitim/meslek alanları ile eşleştirmeye dayalı yardım hizmetleri şeklindedir. Ancak henüz bu programların yaygın ve işlevsel olarak kullandığını söylemek erkendir. Bu alanda bilgi ve iletişim teknolojilerinin etkin kullanımı ile yeni bir yol haritasına ihtiyaç vardır [18], [19]. Buradan hareketle bireylere çeşitli öneriler sunan karar destek yapıları ile meslek seçimi ya da mesleğe yönlendirilme konusunda daha etkin ve sonuç odaklı çalışmalar yapılabilecektir. Fakat hali hazırda yukarıda açıklanan Türkiye’deki sistemlerin bu tip bir amaca hizmet ettiği söylenemez.

4. HAYAT BOYU ÖĞRENMEDE MESLEKİ REHBERLİK HİZMETLERİ GÜNCEL DURUM VE SORUNLAR

Hayat boyu öğrenme; eğitim, sosyal, kültürel ve bilimsel işlevlerinin ile birlikte nitelikli iş gücü yetiştirme, küresel ve ekonomik gelişime katkı sağlama kavramlarını da içerisinde barındırmaktadır. Bu yeni anlayış içerisinde eğitim, erken bebeklikten yetişkinliğe uzanan, pek çok yöntem ve kaynağı içeren, devamlılığı olan bir süreci ifade etmektedir [20].

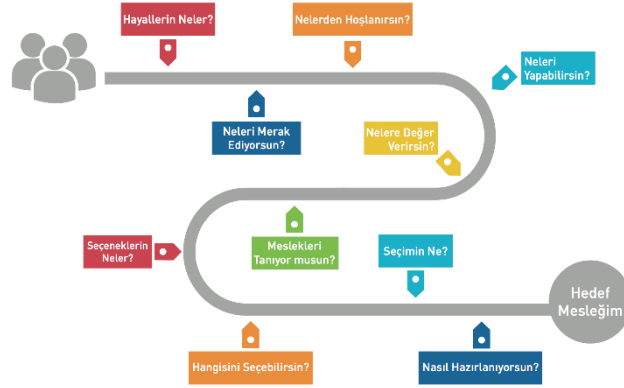
Hayat boyu öğrenme, bireyin sürekli değişen ve gelişen iş gücü piyasasında bilgi ve nitelik sahibi olma ve sahip olduğu bu bilgi ve nitelikleri geliştirmesi amacıyla yapılan tüm öğrenme faaliyetlerini kapsamaktadır [21], [22].

Türkiye’de Hayat Boyu Öğrenme Strateji Belgesi ve Eylem Planı’nda hayat boyu öğrenme; kişisel, toplumsal, sosyal ve/veya istihdam ile ilişkili bir bakış açısı içinde bilgi, beceri ve yeterlilikleri geliştirmek amacıyla tüm hayat boyunca üstlenilen her türlü öğrenme etkinlikleri olarak da tanımlanmaktadır. Hayat boyu öğrenmenin temel çerçevesi ise;

- Herkes için yeni temel beceriler,
- İnsan kaynaklarına daha fazla yatırım,
- Eğitimde yeniliklerin ve yeni yöntemlerin geliştirilmesi,
- Her türlü eğitime değer verilmesi/belgelendirilmesi,
- Rehberlik ve danışmanlık hizmetlerinin yeniden gözden geçirilmesi
- Eğitimin mümkün olduğunca öğrenenlere yakınlaştırılması ile erişim zorluğu olan kesimlere ulaşmak için bilgi iletişim teknolojilerinden yararlanma, yerel ve bölgesel merkezli girişimler için HBÖ yaklaşımı, çok amaçlı öğrenme merkezleri, öğrenen toplum için bilgi ağlarından yararlanma olarak belirlenmiştir [23].

Bireyin hayat boyu gelişimine yönelik tüm faaliyetleri kapsayan hayat boyu öğrenme bu yönüyle, bireyin mesleğe yönlendirilmesi açısından oldukça önemli bir konuma sahiptir. Mesleki rehberlik ve kariyer danışmanlığı olmadan, bireylerin yaşam boyu karşılaştıkları değişikliklere proaktif bir şekilde değil, reaktif bir şekilde cevap verme potansiyeli vardır. Bu durumda, gelecek için kalkınma ve planlama yerine, hayatta kalma ve aşırı dar hedefli sorunlara odaklanılacaktır. Yaşam boyu öğrenme sürecinin ana odak noktası, belirli

sorunların üstesinden gelmek değil, bireylerin değişikliklere ve yeni gelişmelere cevap verebilecek gelişimsel izler belirlemelerine izin verecek şekilde gelişmesine yardımcı olmaktır [24]. Türkiye’de hayat boyu öğrenme hizmetlerinden sorumlu birim olan Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü tarafından, “Türkiye’de Hayat Boyu Öğrenmenin Geliştirilmesi” Avrupa Birliği projesi kapsamında, bireylerin Türkiye’deki ve Avrupa’daki öğrenme ve istihdam fırsatlarına ulaşması, kariyer rehberliği ve ulusal mesleki bilgi sisteminin kurulması amacıyla 2018 yılında “Hayat Boyu Öğrenme ” portalı kurulmuştur [25]. Bu portal, kariyer planlaması ve meslekler konusunda bireylere çeşitli bilgiler sunmakla birlikte Şekil 1’de görüldüğü gibi bir akış diyagramı ile mesleki tercihler konusunda bilgilendirme sağlamaktadır.



Şekil 1. Kariyer planlama süreçleri akış diyagramı [25]

Yine portal üzerinde bulunan istihdam fırsatları bölümünde bireylere meslek seçimi konusunda başvuru yapabileceği kurumlara ait bağlantılar sunulmaktadır. Portal mevcut durumu ile bireylere meslek seçimi ya da katıldıkları kurslar neticesinde hangi mesleklere yönlendirilmeleri gerektiğine dair karar verme konusunda yeterli değildir. İŞKUR tarafından 2014 yılında gerçekleştirilen II. Uluslararası İş ve Meslek Danışmanlığı Kongresi’ne 30 farklı üniversiteden akademisyen ve çeşitli kurum ve kuruluş temsilcileri katılmış, “Örgün ve Yaygın Eğitimde Kariyer Danışmanlığı ve Okuldan İşe Geçiş” teması işlenmiştir [26].

İŞKUR tarafından hayat boyu öğrenme merkezleri ile açılan kurslar aracılığı ile istihdam olanakları veya çalışanların mesleki yeterliliklerinin artırılması sağlanmaktadır. Bir başka ifadeyle İŞKUR, kursiyerlerine ya yeni bir meslek kazandırmakta ya da değişen istihdam koşullarına göre var olan mesleki yeterliliklerini arttırmalarına yardımcı olmaktadır [27]. Fakat çalışanların mesleklerinde ilerlemelerine ve alternatif iş fırsatlarını düşünmelerine yardımcı olacak hayat boyu rehberlik ve danışmanlık hizmetleri yeterli değildir. Mevcut mesleki rehberlik ve danışmanlık hizmetlerindeki yetersizlik ve zayıflıklar, hayat boyu öğrenme fırsatlarına erişimi azaltmaktadır. Bununla birlikte mevcut hizmetlerin, kısa döneme odaklı olması ve öğrenenlerin hayatları boyunca karar verme becerilerini desteklememesi nedeniyle geliştirilmesi gerekmektedir [23].

Hayat boyu öğrenme alanında dünyadaki uygulamalara bakıldığında ise, OECD, Avrupa Birliği (AB) ile iş birliği içinde, politika oluşturma ve rehberlik uygulaması arasındaki bağlantıların güçlendirilmesi için makaleler hazırlamıştır. Kalite sorunlarını kapsayan bu makaleler, rehberlik çalışanlarının becerileri, eğitimi ve nitelikleri; yerel düzeyde uyum hizmetleri, bütünleşmiş rehberlik sistemlerinde bilişim teknolojilerinin rolü, rehberlik sunumunda piyasanın rolü, sonuçların değerlendirilmesi, kariyer bilgilerinin geliştirilmesi, etkin kariyer karar vermede bilginin önemi gibi kavramları içermektedir [28]. AB Hayat Boyu Öğrenme programı tarafından 2011 yılında “Hayat Boyu Rehberlik Politikasının Geliştirilmesi” kaynak seti hazırlanarak kariyer yönetimi becerileri, rehberlik hizmetlerine erişim, kalite güvencesi ve rehberdeki farklı aktörler ile paydaşlar arasındaki koordinasyon ile ilgili çapraz hususları incelemiştir. Ayrıca okullar, mesleki eğitim ve öğretim, yetişkin eğitimi, yükseköğretim, istihdam ve sosyal içerme ile ilgili özellikli analizleri içeren sektörel bir boyutu da içermektedir [6]. 2002 yılında UNESCO tarafından yayınlanan “21. Yüzyılda Teknik ve Mesleki Eğitim” başlıklı çalışmada da;

- Rehberlik hizmetlerinin eğitim, mesleki ve kişisel rehberlik ve danışmanlık arasındaki ayrımı bırakması ve “bütünsel” bir hizmet sunumu tarzına geçmesi gerektiğini düşündüren bütünsel bir rehberlik ve danışmanlık modeli ve
- Rehberlik ve danışmanlığın bireylere eşlik edebilmesi için sürekli erişilebilir olması gerektiği fikrine yansayan yaşam boyu rehberlik ve danışmanlık modeli önerilmiştir [24].

Tüm bu çalışmalar da yine bireylerin karar verme becerilerini destekleme bağlamında Türkiye’deki uygulamalar ile benzerlik göstermektedir.

Hayat boyu öğrenme tüm vatandaşların gelişimini kolaylaştırmak için ve özellikle de en çok risk altında olanlar ya da bir başka deyişle dezavantajlı gruplar için de mevcut olmalıdır. Hayat boyu kariyer rehberlik ve danışmanlık hizmetleri de bu sebeple herkes için mevcut olmalıdır. Kariyer danışmanlığı ve rehberliğine erişimi ve kullanılabilirliği sınırlamak, toplumun büyük kesimi için yıkıcı olacaktır. Yüksek kaliteli kariyer rehberlik ve danışmanlık hizmetlerini herkese açık hale getiren ve bu hizmetlerden geri bildirim almak için belirli bir sisteme sahip ülkeler, hızla değişen bir gelecek ile başarılı bir şekilde başa çıkabilecek ülkelerdir [24]. Bu bağlamda, dezavantajlı gruplara yönelik mesleki rehberlik sistemleri de henüz Türkiye’de yeterli seviyede değildir.

5. SONUÇLAR

Mesleki rehberlik ve kariyer danışmanlığı hizmetleri hayat boyu öğrenme faaliyetlerinin merkezinde yer almaktadır. Hayat boyu öğrenme sisteminde eğitim-öğretim süreçleri insan hayatı boyunca devam eder. Bu nedenle mesleki rehberlik ve kariyer hizmetlerinin de yaşam boyu devam eden bir süreç olması gerekir. Bu süreçlerin ya da bir başka ifadeyle sistemin organizasyonu ve geliştirilmesi için 21. yüzyıl imkânlarının ve özellikle bilişim teknolojilerini etkin bir şekilde kullanmak ve sanal mesleki rehberlik modeli tasarlamak gerekir [29]. Sanal mesleki rehberlik modeli, bilgisayar destekli kariyer rehberliği sistemi olarak nitelendirilebilir. Kariyer geliştirme uygulayıcıları için mevcut en kapsamlı teknolojik yardım olmakla birlikte, kariyer keşif ve seçimini teşvik etmek için tasarlanmış bilgisayarlı, etkileşimli, bireysel olarak işletilen araçlar olarak tanımlanmaktadır [30].

Hayat boyu rehberlik ve danışmanlık sisteminin geliştirilmesi, mesleki rehberlik ve danışmanlık hizmetlerinde sağlanacak gelişmelerle birlikte kişisel gelişimi de destekleyerek, bireysel ve toplumsal kalkınmaya katkı sağlayacaktır [23]. Mevcut durumda Türkiye’de kullanılan sistemler, bireylere mesleki rehberlik açısından karar verme becerilerini desteklemekten ziyade bireyi yalnızca çeşitli yönlendirmeler ile çeşitli mesleklere ilişkin bilgilendirmeler ya da seçenekler içermektedir.

Birçok ülkede işgücü piyasasına girmek isteyen bir ev hanımı, bunu gerçekleştirebileceği hizmetlere erişmekte zorluk çekmektedir [24]. Hayat boyu mesleki rehberlik ve kariyer hizmetlerinin geliştirilmesi gereken bir diğer yönü de dezavantajlı bireylere yönelik kısmıdır. Bu açıdan da mesleki rehberlik hizmetleri bir gruba ya da zümreye yönelik değil, toplumun tüm kesimlerini kapsamalıdır.

Meslek seçimi sadece seçim değildir. Bir yaşam yolu, toplumsal üretim sürecinde belirli bir yer arayışıdır. Bu alanda, mesleki Rehberliğin bir kariyer seçiminde oynadığı rol, toplumun gerektirdiği şeylere yanıt olarak büyük önem kazanmaktadır [29].

Kaynaklar



- [1] B. Yeşilyaprak, “Türkiye’de Mesleki Rehberlik ve Kariyer Danışmanlığı Hizmetleri: Güncel Durum ve Öngörüler,” *Int. J. Hum. Sci. Uluslararası İnsan Bilim. Derg.*, vol. 2, pp. 73–102, 2019, doi: 10.14687/ijhs.v1i2.2911.
- [2] A. Eryılmaz and T. Mutlu, “Yaşam Boyu Gelişim Yaklaşımı Perspektifinden Kariyer Gelişimi ve Ruh Sağlığı,” *Psikiyatr. Guncel Yaklasimlar - Curr. Approaches Psychiatry*, vol. 9, no. 2, pp. 227–227, 2017, doi: 10.18863/pgy.281802.
- [3] M. Woodd, “The move towards a different career pattern: Are women better prepared than men for a modern career?,” *Career Dev. Int.*, vol. 5, no. 2, pp. 99–105, 2000, doi: 10.1108/13620430010318972.
- [4] D. E. Super, “Career development: Self-concept theory,” *Princeton, NJ Coll. Entr. Exam. Board*, no. Self-concepts in vocational development. In D. E. Super, R. Starishevsky, N. Matlin, J. P. Jorjaan., pp.

- 1–16, 1963.
- [5] S. Şahin, Ö. Sercan, and D. M. Siyez, “Yetişkin Kariyer Endişeleri Ölçeği Kısa Formu: Türkçeye Uyarlama, Geçerlik ve Güvenilirlik Çalışması,” vol. 2, pp. 166–193, 2019.
- [6] E. Tools, *Lifelong Guidance Policy Development : A European Resource Kit Lifelong Guidance Policy Development : A European Resource Kit*, no. 1. 2011.
- [7] M. V. Eryetiş, “Meslek Seçimi ve Mesleki Rehberlik,” *Anadolu Bil Mesl. Yüksekokulu Derg.*, no. 44, 2016, [Online]. Available: <http://dergipark.org.tr/pub/abmyoder/issue/46666/585116>.
- [8] B. Yeşilyaprak, “Mesleki Rehberlik ve Kariyer Danışmanlığında Paradigma Değişimi ve Türkiye Açısından Sonuçlar: Geçmişten Geleceğe Yönelik Bir Değerlendirme,” *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilim.*, 2012, doi: 10.1016/j.chb.2015.08.053.
- [9] H. Tan, *Psikolojik Danışma ve Rehberlik: Teori ve Uygulama*, 3rd ed. İstanbul: M. E. Basımevi, 2000.
- [10] MEB, “Tebliğler Dergisi,” vol. 1805, 1974.
- [11] B. Yeşilyaprak, “Türkiye’de Psikolojik Danışma ve Rehberlik Alanının Geleceği: Yeni Açılımlar ve Öngörüler,” *Ankara Univ. Egit. Bilim. Fak. Derg.*, pp. 193–213, 2009, doi: 10.1501/egifak_0000001144.
- [12] F. Akkök, “Mesleki Bilgi, Rehberlik ve Danışmanlık Hizmetleri Türkiye Ülke Raporu,” *Ankara: İŞKUR Dökümanları.*, 2006.
- [13] S. Ç. Özoğlu, *KUDER İlgi Alanları Tercih Envanteri Mesleki Form CH El Kitabı*. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi, 1977.
- [14] CEDEFOP, *Establishing and developing lifelong guidance policy forums: a manual for policy makers and stakeholders*. Luxembourg, 2008.
- [15] R. Özyürek, *Kariyer Psikolojik Danışmanlığı Kuramları*. Ankara: Nobel Yayıncılık, 2013.
- [16] MEB, “2023 Eğitim Vizyonu,” 2019. [Online]. Available: https://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf.
- [17] MYK, “Ulusal Meslek Standartları,” *Mayıs*, 2020. https://portal.myk.gov.tr/index.php?option=com_meslek_std_taslak&view=taslak_listesi_yeni&msd=2 (accessed May 19, 2020).
- [18] E. M. Demir, “New Paradigms of Communication and Information Technologies Use in Career Guidance and Roadmap for Turkey EM Demir II. International Job & Vocational Counselling Congress 2 (1), 22...,” vol. 2, no. November, 2017.
- [19] Ö. Çanga and S. Soyaliç, “Bilişim teknolojileri destekli iş ve meslek danışmanlığı. II. Uluslararası İş ve Meslek Danışmanlığı Kongresi Bildiri Kitabı,” no. Ağustos 22, 2016 tarihinde alınmıştır, 2015, [Online]. Available: <https://media.iskur.gov.tr/30241/ii-uluslararası-is-ve-meslek-danismanligi-kongresi-bildiri-kitabi.pdf>.
- [20] H. E. Kaya, *Yaşam Boyu Yetişkin Eğitimi*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 2016.
- [21] M. Gözübüyük Tamer, “Yaşam boyu öğrenme için ulusal yeterlilikler çerçevesi: Avrupa ve Türkiye örneği,” *Int. J. Curric. Instr. Stud.*, vol. 3, no. 5, 2014.
- [22] N. Gündoğan, “Avrupa Birliği’ne Üye Ülkelerde Bir İstihdam Politikası Aracı Olarak ‘Yaşam Boyu Öğrenme’ ve Bazı Örnek Program ve Uygulamalar,” vol. 7, p. 2, 2003.
- [23] MEB, “Türkiye Hayat Boyu Öğrenme Strateji Belgesi ve Eylem Planı,” 2014, [Online]. Available: http://hboqm.meb.gov.tr//meb_iys_dosyalar/2015_04/20025555_hbostratejibelgesi_2014_2018.pdf.
- [24] B. Hiebert and W. Borgen, “Technical and Vocational Education and Training in the Twenty-First Century - New Roles and Challenges for Guidance and Counselling,” *Unesco*, 2002.
- [25] MEB, “Hayat Boyu Öğrenme Portalı,” 2018. <http://www.hbo.gov.tr> (accessed May 19, 2020).
- [26] İŞKUR, “II. Uluslararası İş ve Meslek Danışmanlığı Kongresi Bildiri Kitabı,” 2014, [Online]. Available: <https://media.iskur.gov.tr/30241/ii-uluslararası-is-ve-meslek-danismanligi-kongresi-bildiri->

kitabı.pdf.

- [27] H. Yüksel, “Yaşam Boyu Eğitim Olgusunun İstihdama Katkısı : İşkur Örneği,” *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Derg.*, vol. 5, 2014.
- [28] P. Plant and B. Turner, “Getting closer: Workplace guidance for lifelong learning,” *Int. J. Lifelong Educ.*, vol. 24, no. 2, pp. 123–135, 2005, doi: 10.1080/02601370500056243.
- [29] B. A. Liu Shuai, Glowatz Matt, Zappatore Marco, Gao Hongha, Jia Bing, *e-Learning, e-Education, and Online Training*, vol. 243, no. April. 2018.
- [30] K. M. Fowkes and E. H. McWhirter, “Evaluation of computer-assisted career guidance in middle and secondary education settings: Status, obstacles, and suggestions,” *J. Career Assess.*, vol. 15, no. 3, pp. 388–400, 2007, doi: 10.1177/1069072707301234.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

**TÜRKİYE'DE LİSELERE GEÇİŞ SINAVLARINA GİRECEK ÖĞRENCİLER İÇİN
TEKNOLOJİK YARDIM: MEVCUT DURUM ANALİZİ VE ÖNERİLER**
**TURKEY WILL ENTER THE TRANSITION TO HIGH SCHOOL STUDENTS EXAM FOR
TECHNICAL ASSISTANCE: CURRENT SITUATION ANALYSIS AND RECOMMENDATIONS****Dr. Öğr. Üyesi Muammer AKÇAY***Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye,* 0000-0003-0244-1275**Turhan Faruk CİHAN***Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kütahya, Türkiye,  0000-0003-2993-1549***ÖZET**

Türkiye`de Liselere Geçiş Sınavı, 1955 yılından günümüze kadar; sınav ile öğrenci kabul eden liselerde eğitim almak isteyen öğrencilerin girdikleri çoktan seçmeli test yöntemi ile yapılan sınav çeşididir. Sınava giren öğrenciler zaman içerisinde farklı puanlama teknikleri ile hesaplanan puanlarına göre tercihlerine yerleştirilirler. Sınavda sorulacak soru sayıları, dersler ve konularda zaman içerisinde farklılık göstermiştir. Her eğitim öğretim yılı sonunda yapılan bu sınavlara öğrenciler büyük önem vermekte, girdikleri sınav ile yerleşecekleri liseye göre hayatları şekil almaktadır. Türkiye`de aileler de, öğrencilerinin gireceği bu sınavı önemsemekte ve velisi olduğu çocuklarının başarılı olmaları için tüm fedakârlıkları yapmaktadır. Aslında nüfusun büyük çoğunluğunu etkileyen bu sınav için günümüzde sadece test tekniği yönteminin öğretilmesi ile öğrenciler sınavlara hazırlanmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye`de liselere geçiş sınavının tarihsel gelişimi, uygulanan yöntemler, öğrencilerin sınav hazırlıkları için izledikleri yolların mevcut durumunun değerlendirilmesi yapılarak; yapay sinir ağları, derin öğrenme, uzaktan eğitim, çevrimiçi sınavlar gibi eğitime verilecek olan teknolojik destekler ile iyileştirme önerilerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Türkiye`de Liselere Geçiş Sınavı, eğitim, sınav, eğitim ve teknoloji

ABSTRACT

Access to high school exam in Turkey, from 1955 until today; it is a type of examination made with the multiple choice test method entered by the students who want to study in high schools accepting students. Students who take the exam are placed in their preferences according to their scores calculated with different scoring techniques over time. The number of questions to be asked in the exam varied over time in lessons and subjects. Students attach great importance to these exams, which are held at the end of each academic year, and shape their lives according to the high school they will settle within Turkey in the family, the students do not care about this exam will enter and make all the sacrifices for their children to succeed as parents. In fact, for this examination, which affects the majority of the population, today students are prepared for the exams only by teaching the test technique method. In this study, the historical development of Turkey to pass exams in high school, applied methods, the ways in which students follow exam preparation for making assessment of the current situation; It is aimed to reveal the technological supports to be given to education such as artificial neural networks, deep learning, distance education, online exams and improvement suggestions.

Keywords: Access to high school exam in Turkey, education, exam, education and technology

6. GİRİŞ

Türkiye`de eğitim kurumları arasında eğitim kalitesi bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Bu durum pek çok ülkede benzerlik göstermektedir. Ancak Türkiye`de pek çok okul türü ve okulların; eğitim, saygınlık, alt

yapı, olanaklar vb. bakımından aralarında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bu durum daha iyi eğitim almak isteyenlerin eğitim kalitesi yüksek olan okullara talebini artırmaktadır. Bu nedenle bir eğitim kademesini tamamlayan öğrencilerin bir üst eğitim kademesine geçişte daha nitelikli eğitim veren, mezunu olmanın saygınlık getirdiği, alt yapı ve olanaklarının daha iyi olduğu okulların kapısında yığılmalara neden olmaktadır. Nitekim kademeler arası geçişte, liseye geçiş aşamasında pek çok okul türünün olması, bu okul türlerinin eğitim kalitesi ve üniversiteye gönderdiği öğrenci sayıları, okumak ya da mezunu olmanın getirdiği saygınlık gibi farklı dinamikler bazı okul ve okul türlerini daha çok tercih edilir hale getirmiştir. Benzer bir durum üniversiteye geçişte de görülmektedir. Kademeler arası geçişte okul türünün artması ve kalite farklılıklarının büyümesi tarihsel süreç içinde doğal olarak arz-talep dengesizliğine neden olmuştur. Bunun bir sonucu olarak kademeler arası geçişte bir eleme ya da seçme yapan farklı modeller uygulanmıştır.

7. TÜRKİYE'DE LİSELERE GİRİŞ SINAVININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Türkiye'de ortaöğretimde sınava ve seçmeye dayalı kademeler arası geçiş 1955 yılında Maarif Kolejleri ile başlar. Bu kolejler; başlangıçta İstanbul, İzmir, Eskişehir ve Konya'da açılan; fen ve matematik derslerinin İngilizce olarak okutulduğu, öğrencilerini sınavla seçen ilk devlet okullarıdır (Güven 2010). Daha sonra 1975 yılında maarif kolejlerinin adı Anadolu Lisesi olarak değiştirilmiştir ve günümüze kadar gelmiştir. Maarif kolejlerinin ardından 1964 yılında Ankara Fen Lisesi ilk fen lisesi olarak açılmış, uzun bir süre tek fen lisesi olarak faaliyet göstermiş, 1982 yılında İstanbul Atatürk Fen Lisesi ikinci fen lisesi olarak açılmış (Gür, Çelik ve Coşkun 2013) ve sonraki yıllarda bu liselerin sayıları hızla artmıştır. Anadolu İmam Hatip Liseleri 1985 yılında, Anadolu Öğretmen Liseleri 1990 yılında, Sosyal Bilimler Liseleri ise 2003 yılında açılmıştır. Farklı lise türlerinin açılması; bu liselere alınacak öğrencilerin sınavla seçilmesini beraberinde getirmiş ve süreç içinde bu liselerin tür ve sayılarının artması merkezi bir sınavla seçme ve yerleştirme işleminin yapılması sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bu lise türlerine öğrencilerin seçilmesi 1955-1997 yılları arasında dar katımlı yapılan seçme sınavlarıyla yapılmıştır. Ancak yukarıda da açıklandığı gibi lise tür ve sayılarının artması ile 1997 yılında Liselere Geçiş Sınavı (LGS) merkezi tek bir sınav olarak uygulanmaya başlamıştır. Bu uygulamaya 2005 yılında adı Ortaöğretim Kurumları Sınavı (OKS) olarak değiştirilerek devam edilmiştir. Ancak sadece OKS puanına göre liseye öğrenci yerleştirmenin öğrencilerin okul öğrenmelerine ilgisini azalttığı, özellikle ortaokul son sınıfta öğrencilerin özel ders ve dershaneye yöneldiği ve de devamsızlıklara neden olduğu eleştirilerine çözüm olarak 2007 yılında OKS puanlarına ek olarak yerleştirmeye esas olan puanın %7'sini oluşturacak şekilde ilköğretimdeki başarı puanı eklenmeye başlanmıştır. OKS'nin son sınıfta uygulanan çoktan seçmeli sorulardan oluşan tek bir test olması ve öğrencilerin gelecekle ilgili böyle tek bir teste dayanmasının getirdiği baskı ve stres tartışmaları bu modelin 2009 yılında değiştirilmesini getirmiştir. OKS yerine getirilen Seviye Belirleme Sınavı (SBS) son sınıfta uygulanan tek bir test yerine 6, 7 ve 8. sınıflarda uygulanan çoktan seçmeli testlerden oluşan bir model olarak 2013 yılına kadar uygulanmıştır. SBS uygulamasında yerleştirmeye esas olan puanın %70'i SBS puanlarından, %25'i ilköğretim başarı puanından ve %5'i ise davranış notlarından oluşturulmuştur (Gür, Çelik ve Coşkun 2013) (Kasapçopur, ve diğerleri 2010) (Türk Eğitim Derneği 2010). Ancak 2010 yılında davranış notunun yerleştirme puanına katılması uygulaması Danıştay tarafından durdurulmuştur. Böylece SBS uygulaması %70'i SBS puanı ve %30 ilköğretim başarı puanı ile yerleştirme puanının hesaplanması şeklinde 2013 yılına karar devam etmiştir. 2013 yılında alınan bir kararla küçük yaşta her sınıf düzeyinde ve her yıl yapılan sınavlarla öğrencilerin psikolojilerinin olumsuz etkilenmesi eleştirileriyle SBS kaldırılmış, yerine Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş (TEOG) Sınavları getirilmiştir. TEOG; Türkçe, Matematik, Fen ve Teknoloji, İnkılap Tarihi, Din Kültürü ve Yabancı Dil dersleri olmak üzere altı dersten her dönem yapılan sınavlardan bir tanesinin merkezi ve çoktan seçmeli olarak uygulanması şeklindedir (Eğitim Reformu Girişimi 2013) (Elçi, ve diğerleri 2016). TEOG'la sadece talep edenlerin değil tüm öğrencilerin sınava girmesinin zorunlu olduğu bir seçme dönemi başlamıştır. Tüm öğrencilerin sekizinci sınıfın her döneminde birer kez bir sınav maratonuna girmesinin getirdiği psikolojik sorunlar, kapsama dayalı bir başarı testi olması nedeniyle onlarca birincinin çıkması ve bir başarı testi olan TEOG'un seçme amaçlı kullanılması eleştirilmiştir. Nihayetinde de alınan bir kararla 2017 yılında TEOG kaldırılmış, yerine liselerin yüzde doksanı için adrese dayalı, yüzde onu için ise merkezi sınavla yerleştirme yapılacağı açıklanmıştır. Türkiye'de yukarıda belirtildiği gibi son 62 yıldır ortaöğretime geçiş için farklı sistemler uygulanmıştır. Bu sistemlerin hepsinde de kademeler arası geçişte seçmeye dayalı bir yerleştirme yapılmıştır. Seçme işlemi ise çoktan seçmeli bir sınava dayandırılmıştır. Nihayetinde bu sınavların adı ve sayıları değişmekle birlikte benzer sınav uygulamaları devam etmiş ve bu sınavlar çoktan seçmeli sorulardan oluşturulmuştur (Atılğan 2018).

8. BAŞKA ÜLKELERDEKİ MEVCUT DURUM

Genel olarak bakıldığında sosyal devlet olma niteliğine kavuşmuş olan ülkelerde devlet okullarında önemli nitelik farklılıkları bulunmamaktadır. Aynı zamanda bu devletler hemen hemen tüm vatandaşlarına iyi eğitim olanakları sunmaktadırlar. Hal böyle olunca, yani okullar arasında nitelik farklılıkları olmayınca, aday ve kontenjan açmazına bağlı olarak seçme sınavları yapmak ve adaylardan kontenjan fazlası olan kısmını elemek gereği doğmamaktadır. Ancak bu ülkelerde de üst yetenek grubundaki bireylerin ihtiyaçlarına göre eğitim almaları için seçme işlemleri yapılmaktadır ki bu tür bir seçme elemeye değil yeteneğe dayanmaktadır. Aynı zamanda aday sayıları ile kontenjanlar arasında önemli büyüklüklerde farkın olmadığı durumlarda da seçerek elemek yerine yönlendirme, öğrenci yetenekleri ve öğrencinin ilgi ve tercihleri öne çıkması söz konusudur. Ancak eğitim kurumları arasında nitelik, saygınlık ve imkân farklılıklarının olduğu; aynı zamanda kontenjanların sınırlı fakat aday sayılarının fazla olduğu ülkelerde sınavlarla eleyerek seçme yapılmaktadır (Dünya Bankası 2011).

Ülkeler ortaöğretime geçişi okul bitirme sınavı, merkezli seçme sınavı, okul temelli seçme sınavı gibi sınavlarla ve/veya okul notları, öğretmen görüşleri gibi başka ölçülerle yapmaktadırlar (Gür, Çelik ve Coşkun 2013) (Kasapçopur, ve diğerleri 2010). Tablo 1’de liselere geçişte bazı ülkelerin kullandıkları değişkenler verilmiştir.

Tablo 1. Liselere Geçişte Bazı Ülkelerin Seçmede Kullandıkları Değişkenler (Gür, Çelik ve Coşkun 2013)

ÜLKE	OKUL BİTİRME SINAVI	MERKEZİ SEÇME SINAVI	OKUL BAZLI SEÇME SINAVI	OKUL NOTLARI	ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ
ÇİN	*				
RUSYA	*				
İTALYA	*				
FRANSA	*			*	*
İSVİÇRE			*	*	*
ALMANYA				*	*
FİNLANDIYA				*	
ABD		*			
G.KORE		*		*	
HOLLANDA		*			
İNGİLTERE		*			
MACARİSTAN		*		*	
JAPONYA		*		*	

9. TÜRKİYE’DE LİSELERE GİRİŞ SINAVININ GÜNCEL DURUMU

Merkezi sınavın geliştirilmesi sürecinde 8. sınıf öğretim programları dikkate alınmaktadır. Öğrenciler, sabah 09.30’da başlayan birinci oturumda sözel bölümde, 11.30’da başlayan ikinci oturumda sayısal bölümde yer alan alt testleri cevaplandırmaktadır. Sözel bölümde Türkçe, T.C. İnkılap Tarihi ve Atatürkçülük, Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi ve Yabancı Dil olmak üzere dört alt test bulunmakta; bu dört alt testte öğrencilere toplam 50 soru sorulmaktadır. Öğrencilere sözel bölümdeki soruları cevaplamak için 75 dakika süre verilmektedir. Sayısal bölümde Matematik ve Fen Bilimleri alt testleri bulunmakta ve bu iki alt testte öğrencilere toplam 40 soru sorulmaktadır. Sayısal bölümde öğrencilere 80 dakika süre verilmektedir. 2018 Merkezi Sınavda 60 dakika olan sayısal bölüm süresi MEB (2018) tarafından sunulan öneriler dikkate alınarak 26 Kasım 2018 tarihinde alınan kararla 80 dakikaya çıkarılmıştır. Sözel ve sayısal bölümlerde bulunan alt testler, yanıtlama süreleri ve soru sayıları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. 2019 Merkezi sınavda bölümlere göre alt testler, soru sayıları ve süre (Milli Eğitim Bakanlığı 2019)

Bölüm	Süre	Alt Test	Soru Sayısı
Sözel Bölüm	75 Dakika	Türkçe	20
		T.C. İnkılap Tarihi ve Atatürkçülük	10
		Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi	10
		Yabancı Dil	10
Sayısal Bölüm	80 Dakika	Matematik	20
		Fen Bilimleri	20

Liselere geçiş sınavına katılan öğrencilerin puanları şu şekilde hesaplanmaktadır.

- Sözel ve sayısal bölümlere ait alanların her bir alt testi için doğru ve yanlış cevap sayıları belirlenir.
- Her bir öğrencinin her bir alt testine ait ham puanı, ilgili teste ait doğru cevap sayısından yanlış cevap sayısının üçte biri çıkarılarak bulunur.
- Her bir alt testin ortalaması, ilgili testin ham puanları toplamının öğrenci sayısına bölümü ile elde edilir.
- Her bir alt testin standart sapması, ilgili alt testin ham puanları, ortalaması ve sınava giren öğrenci sayısı kullanılarak hesaplanır (Milli Eğitim Bakanlığı 2020) .
- Öğrencilerin her bir alt testine ait standart puanı (SP), o teste ait ortalama ve standart sapma kullanılarak tüm öğrencilerin ham puanlarının ortalamasını 50'ye, standart sapmasını 10'a getiren bir dönüştürme işlemi sonunda elde edilir.
- Her alt test için hesaplanan standart puanlar, Türkçe, Matematik ve Fen Bilimleri dersi için 4, T.C. İnkılap Tarihi ve Atatürkçülük, Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi ve Yabancı Dil dersler için ise 1 katsayısı ile çarpılarak her bir alt testin ağırlıklı standart puanları bulunur.
- Yabancı Dil ve/veya Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi derslerinden muaf olan öğrencilerin Yabancı Dil ve/veya Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi ağırlıklı standart puanı, bu öğrencilerin o testler dışındaki diğer testlerin ağırlıklı standart puan toplamının, bu testlerden alınabilecek en yüksek ağırlıklı standart puan toplamına bölümünün, o testlerden alınabilecek en yüksek ağırlıklı standart puanla çarpılması ile elde edilir.
- Testlerin ağırlıklı standart puanları toplanarak, Toplam Ağırlıklı Standart Puan (TASP) bulunur.
- Cevap anahtarında hata olması ve bu hususun Merkez Sınav Kurulu kararı ile belirlenmesi sonucunda, soru/sorular iptal edilmeyecek, soru/soruların doğru seçenekleri dikkate alınmak suretiyle değerlendirmeye dâhil edilecektir.
- Değerlendirme sırasında hatalı soru/sorular çıkması durumunda, 9/12/2016 tarihli ve 29913 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 02/12/2016 tarihli ve 6764 sayılı Millî Eğitim Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun’un 69’uncu maddesiyle, 17/2/2011 tarihli ve 6114 sayılı Kanunun 7’nci maddesinin ikinci fıkrasına eklenen “Sınavlarda iptaline karar verilen sorular değerlendirme dışı bırakılarak geçerli soruların puan değerinin yeniden saptanması suretiyle puanlama yapılır.” hükmü gereğince değerlendirme yapılacaktır.
- Oturumlardan herhangi birine katılmayan ya da herhangi bir oturumda sınavı iptal edilen öğrenciler için MSP hesaplanmaz (Milli Eğitim Bakanlığı 2019).

Sınava giren ve puanı hesaplanan öğrenci puan üstünlüğüne göre adrese dayalı tercihlerini yaparak bir üst kademe yerleşir.

10.TÜRKİYE’DE LİSELERE GİRİŞ SINAVININ SORUNLARI

Türk eğitim sistemi yaklaşık on altı milyon öğrencisi, altı yüz bin öğretmeni olan çok büyük bir eğitim sistemidir. Bu sistemin geliştirilmesi, eksikliklerin giderilmesi, yanlışların düzeltilmesi için birçok düzenleme yapılsa da eğitim sisteminin bazı sorunları hala devam etmektedir (Yılmaz ve Altinkurt 2011). Bir çocuğun geleceğini şekillendiren eğitim hakkını etkileyen birçok etken vardır. Öğrencinin 8 yıl eğitim aldıktan sonra girdiği sınav ile yerleşeceği lise, bu ferdin tüm hayatını etkileyecek bir kelebek etkisi yaratmaktadır. Girdiği

liseye göre kazanacağı üniversite veya bölüm öngörüsünde bulunulabilir. Hal böyle olunca liselere giriş sınavına öğrenciler büyük önem vermekte fakat yaşlarının getirdiği buluş çağından ötürü içerisinde buldukları durumu tam idrak edememektedirler. Öğrenciler genellikle velilerin ve öğretmenlerin yönlendirmeleri ile bilinçlendirilmeye çalışılmaktadır.

Kalabalık sınıflar, ezberci eğitim, donanım ve alt yapı eksiklikleri, öğretmen ve veli niteliği, öğretmen sayısı azlığı ve alan dışı derse girme, taşınmalı eğitim, okulda şiddet, ailede şiddet, aile ile iletişim, öğretmen ile iletişim, akran iletişimi, yaşın vermiş olduğu duygusal ve fiziksel etkenler, sevdiği derslere ilgi duyma, sevmediği dersleri önemsememe, öğrenci devamsızlığı, teknoloji bağımlılığı vb. gibi birçok sebepten ötürü öğrenciler sınava hazırlık sürecinde ve sınavda sıkıntı yaşamaktadırlar.

11.TEKNOLOJİ

Günümüzde Bilgi Teknolojilerinin (BT) toplumlar üzerinde büyük etkisi vardır. Teknolojiler toplumda yaygınlaşmaya ve kullanılmaya başladıktan sonra, değişme kaçınılmaz hale gelmiştir. Eğitimin amaçlarından biri de toplumun gereksinimleri doğrultusunda bireyler yetiştirmek olduğuna göre bilgi çağına uygun, bilgi toplumlarının özelliği göz önüne alınarak öğrencileri yetiştirmek zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Günümüzde yetiştirilen bireylerin bilgiye ulaşma, bilgiyi düzenleme, bilgiyi değerlendirme, bilgiyi sunma ve iletişim kurma becerileri ile donanımlı hale getirilmesi gerekir. Yalnızca öğrencilerin değil onları yetiştirecek olan öğretmenlere de bu becerilerin kazandırılması gerekmektedir. Hem öğrencilere hem de öğretmenlere bilgisayar okuryazarlığından başlanarak sırasıyla yukarıda saydığımız beceriler kazandırılabilir (Akkoyunlu 1995).

Teknolojideki gelişmelerin hayatın her alanını olduğu gibi, öğrenme-öğretme süreçlerini de etkilemesi kaçınılmazdır. Günümüz okullarından beklenen de bilgiye ulaşma ve onu etkili bir şekilde kullanma becerileriyle donatılmış, teknolojiyi kullanabilen bireyler yetiştirmeleridir. Okullarda teknoloji kullanımının olası yararlarının üst düzeyde gerçekleştirilebilmesinde ortamın paydaşları olan öğretmenler, okul yöneticileri ve deneticiler anahtar konumda bulunmaktadır. Yeni bilgi ve iletişim teknolojilerinin eğitim öğretim ortamlarında etkili kullanımını sağlamak bilgisayar öğretmenlerinin görevleri arasındadır. Bilgisayarların bir öğretim aracı olarak kullanılabilmesinde, öğretmenlerin bu konuda sahip oldukları nitelikler çok önemlidir. Ancak bu becerilere sahip öğretmenlerin bu beklentileri ne ölçüde yerine getirebildikleri çalıştıkları ortamdaki diğer değişkenlere de bağlıdır (Seferoğlu 2008).

Teknolojinin, hızla ilerlediği ve hayatın her alanında bir gereksinim haline geldiği gerçeği ile karşı karşıya olduğumuz bu dönemde eğitimde teknolojinin kullanılmama seçeneği düşünülemez. Bilişim teknolojileri eğitimde kaliteyi yükseltecek en önemli unsurların başında gelmektedir. Bu unsurun en etkin bir biçimde kullanılabilmesi için eğitimin içeriğinin iyi düzenlenmiş olması gerekmektedir. Aksi takdirde eğitim kalitesini yükseltecek olan bilişim teknolojileri kullanımı katkı sağlamak yerine sorunlara bile neden olabilir (Cengiz 2012).

Hiç şüphesiz ki teknolojik gelişmeler, sağladığı kolaylıklarla sadece yaşamımızı etkilemekle kalmıyor aynı zamanda yeni üretim biçimlerine yol açacak devrimsel gelişmelere de kaynaklık ediyor. Teknoloji artık sadece eğitim kalitesi ve hacmini artırmaya dönük bir araç olarak kullanılmadığı gibi sadece iletişim olanağını sunan pratik bir araç da değildir. Teknoloji, kimi sosyal bilimcilerin iddia ettiği gibi; yaşamın yönü/hızı ve biçimini belirleme noktasında başlı başına bir amaç haline gelmiştir (Duman 2008).

Hızla değişen ve gelişen teknoloji, iletişim araçlarında baş döndürücü yenilikleri karşımıza çıkarmakta ve bu durum insanların bu araçlara bağımlılığını da beraberinde getirmektedir. Son yıllarda bu bağımlılığın tüm yaş gruplarını da kapsayacak şekilde arttığı söylenebilir. Gelişen iletişim araçlarına en kolay uyum sağlayan ve pek çok kolaylığı da beraberinde getiren bu araçlara bağımlılık noktasında ilk sıradaki adaylar hiç şüphesiz 12-18 yaş grubu çocuklardır (Akyürek 2011).

12.SONUÇ

Geleceğimiz olan çocuklarımız için, onların başarılarını olumsuz etkileyen etmenleri ortadan kaldırmak ve sınav başarılarını artırmak adına teknolojik gelişimleri bu yönde kullanmamız gerekmektedir. Bilişim teknolojileri ile öğrencilerde sınav farkındalığı, yeteneğine göre gelecek planlaması, sınav kaygısından uzaklaştırma, sınavını olumsuz etkileyecek etmenleri minimuma indirme, sınava hazırlık sürecini kolaylaştırma gibi konularda destek verilmelidir.

Kalabalık sınıflar yerine uzaktan eğitim veya çevrimdışı dersler, ezberci eğitim yerine algoritma ve mantık kavramı verilebilir. Öğretmen sayısı azlığı ve alan dışı derse girme sorunu için uzman öğretmenler tarafından hazırlanmış içerik bilgi teknolojileri ile öğrenciye sunulabilir. Aile içi şiddet, okulda şiddet, akranlarla iletişim gibi problemler öğrenci davranışlarına göre oluşturulmuş derin öğrenme modelleri ile önceden tespit edilip önlem alınabilir. Teknoloji bağımlılığı tamamen derse yönlendirici içeriklerle faydalı bir hale dönüştürülebilir. Sınava girecek öğrencilerin not durumları ve deneme sınavı sonuçlarına göre başarısız oldukları ders ve konulara yönlendirici yapay sinir ağları oluşturulabilir.

Yapılacak bu tip teknolojik yardımlar ile daha mutlu, sevdiği işi yapan, başarı oranı yüksek bir geleceğe sahip olabiliriz.

KAYNAKÇA

1. Akkoyunlu, Buket. *Bilgi teknolojilerinin okullarda kullanımı ve öğretmenlerin rolü*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11, 1995.
2. Akyürek, Salih. *Çocuklarda İletişim Araçları Bağımlılığı Anket Çalışması Teknik Raporu*. Ankara: Bilge Adamlar Stratejik Araştırmalar Merkezi, 2011.
3. Atılgan, H. *Türkiye'de kademeler arası geçiş: dünü-bugünü ve bir model önerisi*. İzmir: Ege Eğitim Dergisi, 2018.
4. Cengiz, Demet. *Okullarda teknoloji kullanımı ile beşeri altyapı arasındaki ilişkilerin İncelenmesi*. XIV. Akademik Bilişim Konferansı, 1-3, 2012.
5. Duman, M. Zeki. *İnternet Kullanımının Öğrencilerin Sosyal İlişkileri ve Okul Başarıları Üzerindeki Etkisi*. İzmir: Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Toplum ve Demokrasi, 2 (3), MayısAğustos, s. 93-112., 2008.
6. Dünya Bankası. *Türkiye'de temel eğitimde kalite ve eşitliğin geliştirilmesi: zorluklar ve seçenekler.Rapor No 54131*. TR. Washington, DC: Dünya Bankası İnsani Kalkınma Departmanı Avrupa ve Orta Asya Bölgesi, 2011.
7. Eğitim Reformu Girişimi. *Yeni ortaöğretime geçiş sistemi üzerine değerlendirmeler*. İstanbul: Eğitim Reformu Girişimi, 2013.
8. Elçi, Yasin, Pınar Selçuk Süzme, Rukiye Yıldız, Yusuf Canbolat, ve Osman Çelik. *Ortaöğretim izleme ve değerlendirme raporu*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Genel Müdürlüğü, 2016.
9. Gür, B. S., Z. Çelik, ve İ. Coşkun. *Türkiye'de ortaöğretimin geleceği: hiyerarşi mi, eşitlik mi?* Ankara: SETA Analiz, 2013.
10. Güven, İ. *Türk Eğitim Tarihi*. Ankara: Naturel, 2010.
11. Kasapçopur, A., M. Çakır, F. Norşenli, ve D. Halay. *Ortaöğretime geçiş sisteminde SBS ve yeni bir model*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Teftiş Kurulu Başkanlığı, 2010.
12. Milli Eğitim Bakanlığı. *2019 Ortaöğretim Kurumlarına İlişkin Merkezi Sınav Raporu*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, 2019.
13. Milli Eğitim Bakanlığı. *Sınavla Öğrenci Alacak Ortaöğretim Kurumlarına İlişkin Merkezi Sınav Başvuru ve Uygulama Kılavuzu*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, 2020.
14. Seferoğlu, S. Sadi. *İlköğretim okullarında teknoloji kullanımı: yaşanan sorunlar, gözlemler ve çözüm önerileri*. Ankara: Eğitimde küreselleşme ve bilişim teknolojileri 1. uluslararası konferansı bildiriler kitabı, 2008.
15. Türk Eğitim Derneği. *Ortaöğretime ve yükseköğretime geçiş sistemi özet raporu*. Ankara: Türk Eğitim Derneği, 2010.
16. Yılmaz, Kürşad, ve Yahya Altinkurt. *Öğretmen Adaylarının Türk Eğitim Sisteminin Sorunlarına İlişkin Görüşleri*. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi 8:1, 2011.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

MANYETOSFERİK VE İYONOSFERİK VERİLERİ ULUSLARARASI VERİ MERKEZLERİNDEN HIZLI VE GÜVENİLİR BİR ŞEKİLDE ELDE ETMEK İÇİN BİR VERİ BİLİMİ ARACININ GELİŞTİRİLMESİ**DEVELOPMENT OF A DATA SCIENCE TOOL FOR DERIVATION FAST AND RELIABLE OF MAGNETOSPHERIC AND IONOSPHERIC DATA FROM INTERNATIONAL DATA CENTERS****Hüseyin TEMUÇİN***Dr. Öğr. Üyesi, Çankaya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yazılım Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0001-6688-1996 (Sorumlu Yazar)***Erdoğan TİMOÇİN***Dr. Öğr. Üyesi, Mersin Üniversitesi Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ORCID: 0000-0002-3648-2035***ÖZET**

Modern Yer'e yakın uzay çalışmaları, Küresel Konumlandırma Sistemleri (KKS), iyonsonda ve manyetometre istasyonlarından elde edilen Toplam Elektron İçeriği (TEİ), F2 plazma yoğunluğu (foF2) ve jeomanyetik indis verilerinin istatistiksel, matematiksel ve makine öğrenme teknikleriyle analiz edilerek matematiksel modellerin oluşturulmasına dayanmaktadır. Veri bilimi kapsamında, Yer'e yakın uzayla ilgili çalışmaların veri analiz süreci verilerin toplanması, veri ön işleme, matematiksel veri modellerinin kurulması ve bu modellerin performansının ölçülmesi olarak dört aşamadan oluşmaktadır. Verilerin toplanması ve ön işleme aşamalarının performansı, günümüzdeki istatistiksel, matematiksel veya makine öğrenme tabanlı modellerin başarısına temel teşkil etmektedir.

Bu çalışma kapsamında, internet üzerinden yayınlanan gerçek ve simülasyon verilerini, zaman, konum ve veri türü parametrelerine göre otomatik olarak indiren bir araç geliştirilmiştir. Geliştirilen araç, araştırmacının elindeki farklı kaynak ve formattaki verileri, geliştirilen HTTP istemcisi katmanına tanımlanmış görevlerle asenkron olarak indirdiği veriler ile birleştirerek, seçilen zaman aralığı için analize uygun bir formatta çıktı olarak vermektedir. Bu araç, JSON, XML ve excel © gibi veri formatlarından veri aktarımını desteklemekle birlikte, web sayfasındaki veriyi çıkarmaktadır. Araç, araştırmacı tarafından XML ve JSON formatında sisteme tanımlanan veri doğrulama ve ön işleme kurallarını, indirilen/yüklenen veriler üzerinde işleterek verinin doğrulanması ve ön işlenmesini, gerektiğinde de web kaynağından tekrar indirilmesini sağlamaktadır. Veri bilimi aracı, hem bulut üzerinde hem de istemci makinesinde çalışabilmektedir ve bu bağlamda hem uzun süreli verilerin asenkron indirilmesine hem de kullanıcı tanımlı kısa dönem verilerin indirilmesine imkân vermektedir. Çalışma kapsamında, araç için geliştirilen veri indirme ve ön işleme teknikleri tanımlanmış ve Uluslararası Referans İyonosfer-2016 (IRI-2016) üzerinden foF2 verilerinin belirli bir dönem için indirilmesi, durum çalışması olarak örneklendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Veri analizi, Veri ön-işleme, Veri bilimi, IRI-2016, foF2

ABSTRACT

Modern near-space studies are based on the development of mathematical models by using statistical, mathematical and machine learning techniques of Total Electron Content (TEC), F2 plasma density (foF2) and geomagnetic index data received from Global Positioning Systems (GOS), ionosonde and magnetometer stations. In the scope of data science, the data analysis process of near-space academic studies consists of four stages such as data collection, data pre-processing, establishing mathematical data models and measuring the performance of these models. The data collection and the performance of the preprocessing stages form the basis for the success of current statistical, mathematical or machine learning-based models.

In this study, a tool that automatically downloads real data and simulation data published over the internet with time, location and data type parameters was developed. The developed tool combines the data of the researcher with different sources and formats with the data downloaded asynchronously with the tasks defined in the developed HTTP client layer, and outputs in a tabular format suitable for analysis for the selected time period. While this tool supports data transfer from data formats such as JSON, XML and excel ©, it extracts the data on the web page. The tool provides the data validation and preprocessing rules defined in the system in XML and JSON format by the researcher on the downloaded / uploaded data to verify and preprocess the data and download it from the web source when necessary. The data science tool can run both on-cloud and on client machine, enabling both asynchronous downloading of long-term data and user-defined short-term data. Within the scope of the study, data downloading and pre-processing techniques developed for the tool are defined and downloading of foF2 data for a certain period through International Reference Ionosphere -2016 (IRI-2016) is exemplified as a case study.

Keywords: Data analysis, Data pre-processing, Data science, IRI-2016, FoF2

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

AĞUSTOS 2018 ŞİDDETLİ JEOMANYETİK FIRTINANIN TÜRKİYE'NİN ANKARA ŞEHİRİ ÜZERİNDEKİ GPS KAYNAKLI TOPLAM ELEKTRON İÇERİĞİ (TEİ) ÜZERİNE ETKİSİ
THE EFFECT OF THE SEVERE GEOMAGNETIC STORM OF AUGUST 2018 ON GPS DERIVED TOTAL ELECTRON CONTENT (TEC) OVER ANKARA, TURKEY**Erdiñç TİMOÇİN***Dr. Öğr. Üyesi, Mersin Üniversitesi Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ORCID: 0000-0002-3648-2035 (Sorumlu Yazar)***Hüseyin TEMUÇİN***Dr. Öğr. Üyesi, Çankaya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yazılım Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0001-6688-1996***Samed İNYURT***Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0001-9339-7569***ÖZET**

Bu çalışma, Küresel Konumlandırma Sistemi (KKS) kaynaklı Toplam Elektron İçeriği (TEİ) verilerini kullanarak 25-28 Ağustos 2018 şiddetli jeomanyetik fırtınaya Ankara (39.8 °K, 32.7 °D) üzerindeki iyonosferin tepkisini incelemektedir. Jeomanyetik fırtına göstergesi olarak bozulma fırtına zamanı indeksi (D_{st}) ve küresel jeomanyetik aktivite indeksi (ap) kullanılmıştır. Sonuçlar, Toplam Elektron İçeriğinin (TEİ) jeomanyetik fırtınanın hem ana hem de toparlanma fazlarında ciddi şekilde azaldığını göstermektedir. Ancak, TEİ değerlerindeki en büyük azalma jeomanyetik fırtınanın toparlanma fazında gözlenmiştir. Jeomanyetik fırtına sırasında TİE değerleri üç azalma zirvesi sergiler. TİE değerlerindeki dalga benzeri negatif düzensizlikler ana fazın başlangıcından toparlanma fazına doğru artar ve daha sonra toparlanma fazı boyunca azalır. Fırtınanın ana fazı sırasında, ap'nin 154 nT'ye kadar artışı ile minimum D_{st} , -174 nT'ye ulaşmıştır ve TEİ değeri, sessiz gün TEİ'ye kıyasla % -41.5'lik bir azalma göstermektedir. Fırtınanın toparlanma fazında, D_{st} değerleri yavaşça artarken, ap değerleri 80 nT ve 67 nT'ye kadar yükselir ve TEİ değerleri, sessiz gün TEİ'ye kıyasla sırasıyla % -52.8 ve % -35.7'lik minimum azalma gösterir. Jeomanyetik fırtınanın hem ana hem de toparlanma fazlarında TEİ değerlerinde gözlenen bu azalmalar, jeomanyetik fırtınanın negatif etkisi veya negatif iyonosferik fırtınalar olarak bilinir. Jeomanyetik fırtına sırasında Ankara üzerindeki negatif iyonosferik tepkiler, iyonosferik F2 tabakasının aşağı doğru hareketi ile F2 tepe yüksekliğindeki (hmF2) belirgin azalma ve termosferik rüzgârların neden olduğu O/N₂ oranındaki azalma ile ilişkili olabilir.

Anahtar Kelimeler: Şiddetli Jeomanyetik Fırtına, İyonosfer, Toplam Elektron İçeriği (TEİ), Küresel Konumlandırma Sistemi (KKS)

ABSTRACT

The present study investigates the response of the ionosphere over Ankara (39.8 °N, 32.7 °E) to severe geomagnetic storm of 25-28 August 2018 using Global Positioning System (GPS) derived Total Electron Content (TEC) data. The disturbance storm time (D_{st}) index and global geomagnetic activity indices (ap) were used as indicator of geomagnetic storm. The results reveal that the TEC was severely reduction during both the main and recovery phases of geomagnetic storm. But, the biggest reduction in TEC values was observed during the recovery phase of geomagnetic storm. The TEC values during geomagnetic storm exhibit three reduction peaks. The wavelike negative disturbances in TEC values increase from the beginning of the main phase toward the recovery phase and then they decrease through the recovery phase. During the main phase of storm, minimum D_{st} has reached to -174 nT with ap enhancement up to 154 nT and TEC value shows minimum reduction of -41.5 % as compared to the quiet day TEC. During the recovery phase of storm, D_{st} values increase slowly while the ap values enhancement up to 80 nT and 67 nT and TEC values show minimum reduction of -52.8 % and -35.7 % as compared to the quiet day TEC, respectively. These reductions observed in TEC values during both the main and recovery phases of the geomagnetic storm are known as the negative effect of

geomagnetic storm or as negative ionospheric storms. During geomagnetic storm, the negative ionospheric responses over Ankara may be related with the downward movement of ionospheric F2 layer with apparent reduction in F2 peak height (hmF2) and depletion in O/N₂ ratio caused by thermospheric winds.

Keywords: Severe Geomagnetic Storm, Ionosphere, Total Electron Content (TEC), Global Positioning System (GPS)


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

**DESIGN OF MECHANICAL SYSTEM ELEMENTS FOR STAGE SEPARATION MECHANISMS
APPLIED ON MULTI-STAGE ROCKETS****Onur DÖNMEZ***Res. Asst, Atılım University School of Civil Aviation, Department of Airframe and Powerplant Maintenance (Corresponding Author)*
<https://orcid.org/0000-0002-9262-1511>**Muharrem Erdem BOĞOÇLU***Asst. Prof, Yıldız Technical University Faculty of Machine, Department of Mechanical Engineering*
<https://orcid.org/0000-0002-5021-5865>**Erk İNGER***Asst. Prof, Atılım University School of Civil Aviation, Department of Airframe and Powerplant Maintenance*
<https://orcid.org/0000-0002-5794-5385>**ABSTRACT**

Aviation and Aerospace studies have been explored for hundreds of years and human beings have made countless experiments which were concluded by products and guidance on this unique subject. In this sense, nature has been observed, different vehicles and parts were designed by people aiming to fly. In the beginning of 20th century, the number of space studies have increased since flying was a big part of these studies. Specific countries have raced to become the first to go to space. This race conducted with new machines such as developed rocket engines and structural parts have supported mankind to go beyond the atmosphere. There would be bigger propellant tanks and structural weight, when amount of required propellant is increased to achieve both outer orbits and the planets like Mars. Payload, propellant weight and structural weights are the primary concerns in space system studies and the design of spacecrafts are similar to the ones of aircrafts. Therefore, separation mechanisms were added to space vehicles as multi-stage rockets. Separation mechanisms connect the stages' flanges to each other in different ways. By using separation mechanisms, stages can be deployed at jettison points after consumption of huge amount of propellant used by boosters. Remaining stage of the rocket can continue its mission with its payload (Lunar Lander, satellite and discovery etc.). In addition, payload is deployed by separation mechanisms. Separating the stages also indicates reducing loads sourced by propellant tank and rockets engines with dampening. Calculating and evaluating the parameters of vibration, heat exchange, pressure differences, gravitational force and loads directly affect the process of design. Moreover; reliable, robust and self-proven parts have to take into consideration. Reducing space debris is also involved in this study for developing the specifications of separation mechanisms. In this study, it is aimed to investigate parameters and specific needs of the mechanical based separation system and its sub-systems which are occupied by multi-stage rockets.

Keywords: Multi-Stage Rockets, Separation Mechanism, Aerospace Engineering, Mechanical Engineering, Payload, Propellant Weight, Structural Weights, Jettison Points

1.INTRODUCTION

Weight has been one of the biggest subjects for designers to create an effective aircraft or spacecraft for missions. As it is well known that fuel mass and structural mass need detailed design parameter. While delivering the payload to the orbit, more speed is needed to make it. In order to create this huge amount of speed, mass of propellant comes with design problems. Space vehicles are designed as a multi-staged rocket to get rid of the structural mass caused by engines, propellant and its tank. Inger [1] states that the design parameters for staged launch vehicles and how these parameters affect the whole structure. That design phenomena should have harmonious work in order to transport payloads to the its destination. In this sense, separation mechanism and its sub-parts must be designed to make a perfect separation at jettison points. NASA [2] shows the needs and related guidance for separation mechanisms. It is stated that, some critical separation

failures conduct with irremediable cases both space missions and military investigations. Mechanical system elements for separation mechanism consist of locking, activating and impulse systems. Lazansky et al [3],[4] state the importance of the Marman Clamps and developmental process of these locking system. Another important part of the separation is using springs to create required acceleration between two stages. Several papers [7],[8],[9] show the detailed usage of springs. Starting from this point, probable collision of stages can be prevented during separation by these parts. Addition to these parts, adaptors are also occupied by staged rockets to decrease the probability of any collision and space debris. [5]

2.MECHANICAL SYSTEM ELEMENTS FOR STAGE SEPARATION MECHANISMS

2.1. Concerns and Design Parameters of Marman Clamp Release Systems

Marman Clamps are generally used to connect two bodies. There are lots of fields where Marman Clamps are included in different diameters [6]. Stages of rockets can be attached from two flanges together. Axial forces and moments acting on the clamp are basic parameters of the design. Friction also affects the load that occur on clamp band.

Figure 1 shows the cross section of a clamp band having acting forces, tightened on aft and fore stages.

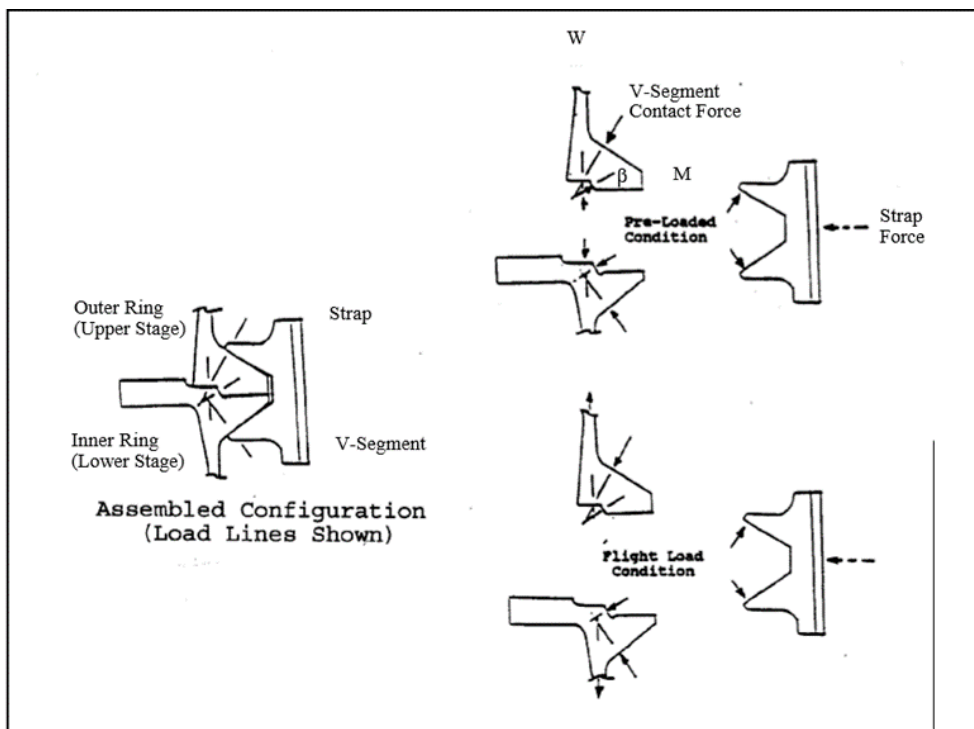


Figure1. Cross-section of a clamp band [3]

Figure 2 shows the complete Marman Clamp band with bolt.

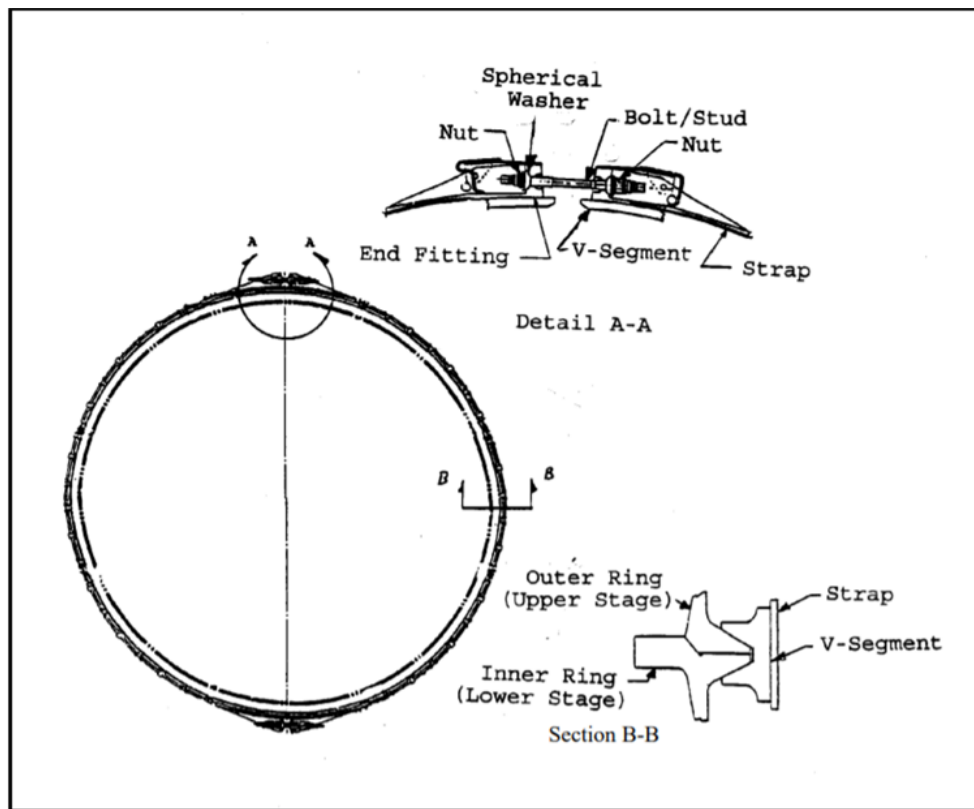


Figure 2. Marman Clamp System [3]

Detailed mathematical derivations can be found on papers to calculate and evaluate the friction and angle of attachment to flanges. Basic load calculation can be made by equations below[guide]:

$$W = W_{axial} + W_{moment} \tag{2.1}$$

$$W_{axial} = \frac{F}{\pi D} \tag{2.2}$$

$$W_{moment} = \frac{4M}{\pi D^2} \tag{2.3}$$

$$Line\ Load = \frac{wD(\tan \beta - \mu)}{(1 + \mu \tan \beta)} \tag{2.4}$$

Where w is line load, w_{moment} is moment acting on strap, w_{axial} is axial load, μ is friction, β is angle of flange.

By using these equations, probable load can be estimated approximately and system design conduct with more reliable solutions.

2.2. Design of Helical Compressible Springs

Springs are designed and used for store or absorb energy due to acting force on them. In separation mechanisms springs are generally used for impulse the separated stage from the active stage. Before starting the construction of space rockets, springs are compressed with load force into mechanism. Stored energy via compression turns into kinetic energy in terms of conservation of energy in order to create the required kick-off velocity and acceleration.

Figure 1 and Figure 2 can help to understand where these springs are located in mechanisms to make a clear separation.

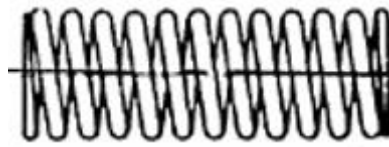


Figure 1. Compressible Helical Spring

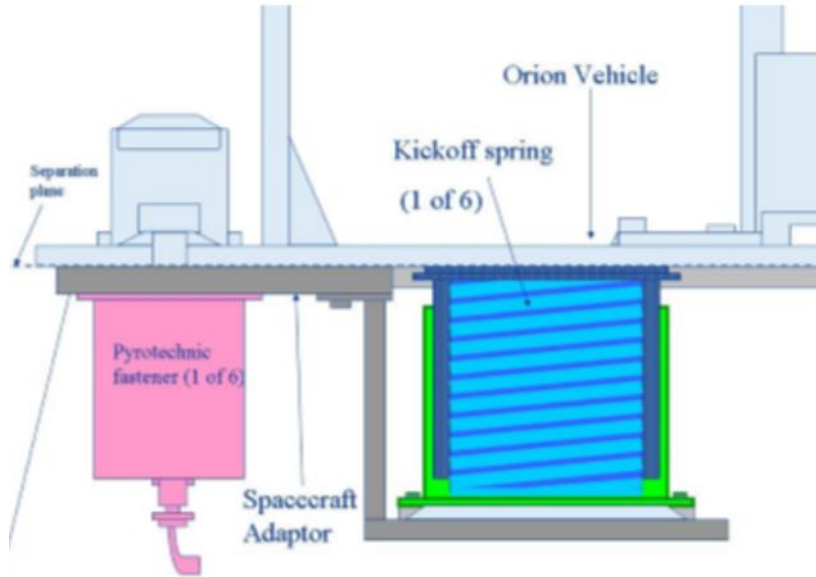


Figure 2. Compressible Helical Spring in a Separation Mechanism[10]

There are lots of papers and books investigating the design parameters of springs. [10],[11],[12],[13],[14]. According to basic calculations, design parameters, energy and stress can be found by the following equations:

$$O.D = \sqrt{D^2 + \frac{p^2 - d^2}{\pi^2}} + d \tag{2.5}$$

$$P = \frac{Gd^4F}{8D^3N_a} \tag{2.6}$$

$$k = \frac{P}{F} = \frac{Gd^4}{8D^3N_a} \tag{2.7}$$

$$S = \frac{8DP}{\pi d^3}$$

$$S = \sqrt{\frac{2Gk}{V}} \tag{2.8}$$

$$C = \frac{D}{d} \tag{2.9}$$

$$I = \frac{S^2}{4G} \quad (2.10)$$

Where O.D; outer diameter, D; mean diameter,

p; pitch, d; diameter of steel for production

F; acting force, Na is number of active coil, k spring rate,

S is amount of stress occurred on spring,

P is represented by load, G; rigidity module and V is volume of the spring.

3.RESULTS AND DISCUSSION

In this paper, small part of separation mechanism is studied and reviewed by means of importance of separation. Marman Clamp Systems can be used for rockets which have smaller diameter than the center tank size. Resultant load values may need bigger designs to meet the requirements. Bigger part design conducts with the increased structural mass. Since the aim of designing the separation mechanisms to deploy unnecessary stage, some parts of the mechanism stay with the upper stage. Including extra structural mass will decrease the range of upper stage. Springs also have similar problems with fitting issues. In order to supply required kick of force and energy, size of the spring and number of the springs directly related to the diameter of rocket. All mechanism elements should work with correct timing, reliable systems and robust engineering design. It can be said that using the correct parts to design separation mechanism, will help to the safety of flight and prevent the spread of debris into space. Activating devices should be included to the systems to start separation. Separation mechanisms have more than the mechanical system elements like pyrotechnic bolts, linear shaped charges, booster separator motors. Those separation elements and their parameters will be investigated for further studies.

4.REFERENCES

- [1] E. İNGER, *Roket ve Füze Mühendisliği*, Ankara: Palme Yayınevi, 2009.
- [2] NASA, «Flight Separation Mechanisms,» NASA, October 1970.
- [3] NASA, «MARMAN CLAMP SYSTEM DESIGN GUIDELINES,» NASA PREFERRED RELIABILITY SERVICES, GUIDELINE NO. GD-ED-2214.
- [4] C. Lazansky, «Refinement of a Low-Shock Separation System,» *Proceedings of the 41st Aerospace Mechanisms Symposium*, California, CA , 16-18 Mayıs 2012.
- [5] O. Dönmez, « Stage Separation Mechanism Design for Multi-Stage Rockets, MSc Thesis, İstanbul, 2020.
- [6] [www.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/wiki/Marman_clamp#Spacecraft_separation), «Wikipedia The Free Encyclopedia,» [Çevrimiçi]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Marman_clamp#Spacecraft_separation. [Erişildi: 13 04 2020].
- [7] C. a. N. A. Stavrinidis, «Technical and Programmatic Constraints in Dynamic Verification of Satellite Mechanical Systems.,» *Acta Astronautica*, no. 38(1), pp. 25-31, 2004.
- [8] NASA, «NASA Lunar Lander Reference Design,» NASA Marshall Space Flight Center, Huntsville, Alabama, November 2019.
- [9] R. A. E. S. D. H. R. D. L. J. D. S. Andrew B. Facciano, «Stage Separation Mechanism for Space Vehicles». A.B.D. Patent: 5,318,255 , 7 Haziran 1994.

- [10] D. A. C. T. M. K. Kevin E. Konno, «Evaluation of Separation Mechanism Design for the Orion/Ares Launch Vehicle,» *Proceedings of the 39th Aerospace Mechanisms Symposium*, NASA Marshall Space Flight Center, Alabama, 7-9 Mayıs 2008.
- [11] J. Onoda, «“The Development of Staging Mechanisms for the Japanese Launcher Mu-3SII,» *19th Aerospace Mechanisms Symposium*, NASA Ames Research Center, Ağustos 1985.
- [12] T. Harrington, «Compression Spring Separation Mechanisms,» *First Aerospace Mechanisms Symposium*, California, 19-20 Mayıs 1966.
- [13] M. K. M. K. K. V. K. Abdul Majeed, «“Separation and Staging Mechanisms for the Indian SLV-3 Launch Vehicle,» *18th Aerospace Mechanisms Symposium*, NASA Goddard Space Flight Center, Mayıs 1984.
- [14] D. H. P. G. D. Mitchell, «Spring Separation of Spacecraft,» NASA, California, April, 1963.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

INVESTIGATION OF LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG) USAGE INSTEAD OF DIESEL IN HEAVY COMMERCIAL VEHICLES**AĞIR TİCARİ ARAÇLARDA DİZEL YERİNE SIVILAŞTIRILMIŞ DOĞAL GAZ (LNG) KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI****Bekir Barış ERÇELİK***Eskişehir Osmangazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences***Bahadır DOĞAN***Eskişehir Osmangazi University, Mechanical Engineering Department, Corresponding author***ABSTRACT**

The use of alternative energy sources becomes important due to the increase in energy demand brought by developing technology and industrialization. Besides, the policies implemented by governments and environmental protection organizations to prevent air pollution require the use of cleaner and higher efficiency fuel in their vehicles. In this study, the fuel consumption of a heavy commercial truck with diesel fuel was measured experimentally under real road conditions on a certain route. During the tests, a heavy commercial class vehicle with an empty weight of 8760 kg and a full weight of 41000 kg with a Euro VI turbo diesel engine was used. The LNG conversion process of the heavy commercial vehicle is examined, and the advantages and disadvantages that arise in the case of using diesel and LNG are explained. In the case of using LNG, fuel economy, and vehicle performance are summarized considering the available data in the literature. The process of the verified tests, acceleration performance test, and fuel consumption test for a diesel heavy commercial vehicle and results are presented. In future studies, LNG conversion is applied to a heavy commercial vehicle with diesel fuel and it is planned to be presented in comparison with emission, fuel consumption, and performance tests on the same route and route conditions.

Keywords: Diesel, Fuel Consumption, LNG**ÖZET**

Gelişen teknoloji ve sanayileşmenin getirdiği enerji talebindeki artış sebebiyle alternatif enerji kaynaklarının kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Bunun yanında hükümetlerin ve çevre koruma örgütlerinin hava kirliliğini önlemek için uyguladığı politikalar, araçlarda daha temiz ve yüksek verimli bir yakıtın kullanımını gerektirmektedir. Bu çalışmada, dizel yakıtlı ağır ticari bir kamyonun yakıt tüketimi belirli bir güzergâhta gerçek yol koşullarında deneysel olarak ölçülmüştür. Testlerde, Euro VI standartlarında turbo dizel motora sahip boş ağırlığı 8760 kg dolu ağırlığı ise 41000 kg olan ağır ticari sınıfında bir araç kullanılmıştır. Söz konusu ağır ticari aracın LNG dönüşüm süreci incelenmiş, dizel veya LNG kullanılması durumunda ortaya çıkacak avantaj ve dezavantajlar anlatılmıştır. LNG kullanılması durumunda yakıt ekonomisi ve araç performansı literatürdeki veriler dikkate alınarak özetlenmiştir. Dizel yakıtlı bir ağır ticari araç için yapılan söz konusu testlerin doğrulanması, hızlanma performans testi ve yakıt tüketimi testine ait izlenen süreç ve sonuçlar sunulmuştur. Gelecek çalışmalarda, gerekli teknolojik altyapının oluşturulması ile birlikte dizel yakıtlı bir ağır ticari araca LNG dönüşümü uygulanıp aynı güzergâh ve yol şartlarında emisyon, yakıt tüketimi ve performans testleri yapılarak kıyaslamalı olarak sunulması planlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dizel, Yakıt Tüketimi, LNG

1. INTRODUCTION

The increase in the world population, industrialization, and the rapid rise of living standards increase the need for energy. Along with the higher consumption of energy resources, the increase of harmful environmental factors and climate changes have forced the world countries to seek alternative energy resources [1]. Accordingly, gasoline and diesel fuels are very popular in this sector today [2]. Road transport, one of the sectors where gasoline and diesel are used mostly, is the reason for approximately 73% of the total greenhouse gas emissions arising from transportation [3]. These statistics demonstrate that there are serious obstacles to the transportation sector and especially road transport under environmental targets. Therefore, the introduction of alternative fuels and propulsion systems is also an important strategy in the European Union's Transport White Paper [4]. Therefore, it is recommended to use less polluting and low-cost natural gas as an alternative to gasoline and diesel. In Europe, natural gas is considered the best alternative to conventional fuels in road transport to reduce environmental impact and achieve the European Union (EU) goal. EU planned to release biofuels in the short and medium-term, natural gas in the medium and long term, and hydrogen in the far long term [5]. The EU strategy for alternative fuels is developed with the priority of continuing with new technologies for every need. While there are various alternatives such as compressed natural gas (CNG), electricity, and hydrogen for short distances in urban areas, it is stated that the only valid alternative to diesel fuel for long-distance transportation will be liquefied natural gas (LNG) [6]. The importance of LNG for the European market is highlighted by the European Union's "Liquefied Natural Gas and Gas Storage Strategy" published in 2016 [7]. This strategy aims to improve the accessibility of all member states to LNG, an alternative gas resource, and to exploit the full potential of LNG. Besides, the 2014/94 / EU Directive also covers LNG as it is a low-cost technology that can meet the strict pollutant emission limits of Euro VI standards of heavy commercial vehicles [8].

LNG trucks are about 30% more expensive than conventional diesel trucks when considering heavy commercial vehicles [9-10]. LNG trucks are thought to be approximately 10% higher due to the average repair time with maintenance costs, extra training, and potential roadside failures [11-12]. However, in terms of fuel economy, LNG trucks have been observed to save approximately 30% fuel cost compared to conventional diesel trucks [9-10]. Accordingly, given the high upfront costs of an LNG vehicle, the payback period will depend on the average distance traveled annually. Considering the use of high mileage in road transport, LNG will compensate for the higher preliminary costs of vehicles compared to diesel vehicles [13]. With the increase in LNG fuel use, it attracts attention by both scientists and engineers, and many studies are conducted on performance, combustion, and emission characteristics. Commercial LNG engines have lower torque at low speeds compared to conventional diesel engines and lower vehicle response performance in case of acceleration. Development and efficiency enhancement studies are carried out in this regard [14-15]. Especially the policy of turning to alternative fuels maintained by Europe is getting more and more. The first LNG refueling station was opened in Germany in June 2016 and Austria in September 2017 [16]. Looking at the latest data, the number of heavy commercial LNG vehicles in Europe is 2843 and the number of LNG fuel filling stations is 407 [17]. This network is planned to be expanded and therefore the supply issue is addressed in the first step. This shows that the successful implementation of LNG is subject to the development of demand in Europe [18].

In this study, the usage of liquefied natural gas (LNG) which may be an alternative to diesel fuel in heavy commercial truck vehicles used in the transportation sector is investigated. The fuel consumption of a heavy commercial truck with diesel fuel was measured experimentally under real road conditions on a certain route. The process of the verified tests, acceleration performance test, and fuel consumption test for a diesel heavy commercial vehicle and results are presented.

2. DIESEL AND LNG IN TRANSPORT INDUSTRY

The global population of people increases by approximately 1.1% every year [19]. Especially with the increase in the city population, an increase in vehicle use will be inevitable. It is determined that there are approximately 1 billion motor vehicles in the world in 2010. It is estimated that this number will double by 2030 and reach 2 billion [20-21]. Globally, the transportation sector is the second-largest energy-consuming sector after the industry sector and constitutes 30% of the energy in the world [22-23]. In 2012, OECD countries accounted for 55% of the total energy consumption in the world transportation sector, and 45% for non-OECD members. OECD and non-OECD shares are expected to be equal in 2020 in the world transportation sector energy use. Demand from non-OECD countries is gradually increasing, and these countries are expected to account for

61% of global transport energy consumption by 2040 [24]. Information Administration, 2016). Although it is predicted that their total share will decrease from 96% to 88% from 2012 to 2040, these fuels will continue to be the main energy sources of the transportation and transportation sector. Gasoline, which is the biggest energy source in this sector, will continue to maintain this title, but it is estimated that it will decrease to 33% in 2040 from 39% in 2012. Diesel fuel (including biodiesel) after gasoline is estimated to decrease from 36% to 33% by 2012 from 2040. On the other hand, jet fuel is thought to increase from 12% to 14% and the sector will increase its share in energy resources [24]. While the share of natural gas as fuel in the transportation and transportation sector is 3% in 2012, it is thought that it will increase to 11% in 2040. In 2012, 66% of natural gas use in this sector was pipeline transportation, 28% were light commercial vehicles and 4% were buses. As a result of the favorable fuel economy, an increasing share of natural gas is used for modes of transport outside pipelines. According to the EIA 2016 report, a strong increase is expected from 1% in 2012 to 15% in 2040 for the share of the total energy use of large trucks [24].

Today, gasoline and diesel are the most common transportation fuels. Since the carbon content of diesel fuel and CO₂ emission levels per liter is higher than other fuels, it reveals the need for alternative fuel due to environmental effects [2]. Various alternative fuel technologies have emerged in the recent past. The European Commission [6] proposed alternative fuels based on the development and viability of the technology in each application. For example, electricity, compressed natural gas, and hydrogen are recommended for urban vehicles, while the suitability of LNG is recommended for long-haulage. Electric vehicles need to be used over short distances, as the batteries have low power density. Also, charging the batteries requires several hours. These restrictions push electric vehicle applications mainly to urban use and short-distance transportation [2]. Hydrogen is one of the other alternative fuel types that can be used. Hydrogen has a high potential to reduce greenhouse gas emissions. However, hydrogen gas storage is very difficult today, research is underway to reduce the production cost of hydrogen [25].

Bioenergy has been one of the alternative fuel types that have been used in recent years with the increase in energy demand. However, it is not yet widely used in the world. Because biomass availability is limited to the land-use competition. The land use is primarily reserved for solar panels installed for food production and electricity generation [26]. It is noteworthy that natural gas has started to be used in vehicles as an alternative to gasoline and diesel fuel in recent years. Natural gas vehicles are considered as an important alternative to traditional vehicles especially in Asian and Latin American countries and their number is increasing day by day [2]. The main reasons for the increase in the use of natural gas in vehicles are the aim of reducing the local air pollution, the price is relatively low compared to petroleum fuels and the availability of resources is desired [9].

2.1. Use of Natural Gas in Vehicles

Natural gas is a fuel that can be used in internal combustion engines as well as being used for heating at home and industry. It can be applied on all road, rail, and sea vehicles [27]. The use of natural gas vehicles dates back to the 1930s. It is considered as a mature technology that can be applied to a wide variety of vehicles. Looking at the current data, there are 28 million natural gas vehicles and 32577 natural gas filling stations in the world. Table 1 shows the distribution of natural gas vehicles and natural gas stations by continents around the world [28].

Natural gas is used in vehicles as compressed natural gas (CNG) and liquefied natural gas (LNG) forms. LNG is more suitable for heavy vehicles because it is a fuel with much more energy than CNG [29]. Therefore, while CNG is used in urban vehicles due to its low energy density, LNG is quite suitable for use in the transportation sector and long-distance transportation [9].

Table 1. Number of Natural Gas Vehicles and Stations

Continent	Number of Natural Gas Vehicles	Number of Stations
Asia-Pacific	19841688	19606
Latin America	5417146	5789
Europe	2013693	5116
North America	224500	1856
Africa	268349	210

2.2. Use of LNG as Fuel

LNG covers only 1/600 of the volume of natural gas in vapor form at atmospheric pressure, so transporting LNG is very economical [11-30]. LNG is odorless, colorless, non-corrosive, and non-toxic. It does not pose a threat to soil, surface water, or groundwater. LNG with high energy density provides low CO₂ emission and higher energy efficiency, providing a cost-effective alternative to diesel. Additionally, LNG Trucks can effectively meet the emission limits in the coming years when the EURO VI standards will be more stringent [6].

2.3. How do LNG Vehicles Work?

Heavy vehicles using fuel LNG work like petrol vehicles with a spark-ignition internal combustion engine. The natural gas is stored in liquid form, usually in a tank on the side of the truck, by applying supercooling in the cryogenic tank. LNG is typically a more expensive option than compressed natural gas (CNG) and is often used in heavy-duty vehicles to meet long-range requirements. Since it is liquid, the energy density of LNG is higher than CNG, so more fuel can be stored in the vehicle. This makes LNG very suitable for Class 7 and 8 trucks that travel farther distances. In Figure 2.4, the main components used in an LNG truck are given visually [31].

2.4. LNG Tank and Storage

When the in-car fuel tank is examined, there are quite a few differences between diesel and LNG. Fuel tanks of standard diesel vehicles are single-walled aluminum and their costs vary depending on the size. Cryogenic LNG tanks are double-walled stainless steel with 9% nickel steel inner liner and carbon steel outer liner with super-insulated inter-tank space under a high vacuum. The tank pressure is normally 20 to 150 psi, but must be pressurized at least 2 times to compensate for the heat gain of the tank when the vehicle is not in use [32-33]. When the internal pressure rises above a certain value, there are many safety valves in the tanks to avoid an explosion, where the pressurized gas inside the tank is released [34]. Evaporation losses can be as low as 0.1% per day for tank content as long as the insulation is sufficient [35].

In relation to the cryogenic tank, a withdrawal system takes liquid fuel from the tank, passes it through a pressure regulator, balances fuel pressure, and delivers it from an evaporator to the engine supply system and injectors. The engine runs on natural gas in steam form. Recently, some new engines have been designed with a supply system based on cryogenic injectors that inject liquid natural gas directly into the combustion chamber (Bassi, 2011). LNG fuel storage systems are largely more complex in design and manufacture and their costs are higher than diesel vehicle fuel tanks [33].

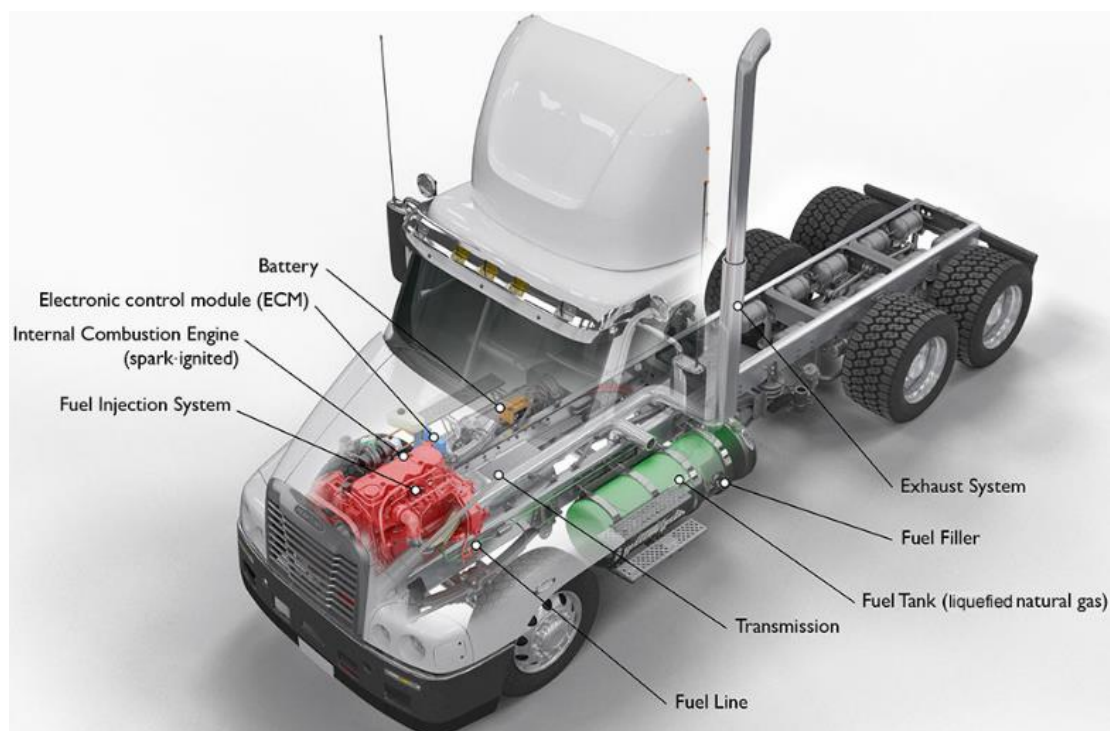


Figure 1. The main components of LNG truck

2.5. Fuel Consumption and Economy

Fuel consumption and cost of LNG vehicles, which are shown as an alternative to diesel fuel in heavy commercial vehicles used in the transportation sector, are important parameters for comparison. The initial purchase cost of LNG trucks is 30% more than diesel trucks [9]. Besides, LNG trucks are expected to be 10% higher due to maintenance costs, the inadequacy of spare parts and qualified maintenance technicians, and long waiting times [11-12]. Fuel consumption values depend on the road conditions tested and the route will vary as. However, since LNG price is more affordable than diesel, it saves 25-30% fuel compared to diesel vehicles [13]. In another study, it was stated that the fuel cost of the LNG vehicle is 20-40% lower than a diesel vehicle. For commercial logistics trucks with an annual driving distance of over 100,000 km, the initial purchase cost increase is expected to be recovered within a year [36]. Table 2 shows the national average retail fuel prices according to the US Energy Department's January 2020 data [37]. As a result of the researches, it is concluded that LNG will be more cost-effective than diesel vehicles in long-term use. Besides, LNG vehicles have been reported to reduce CO₂ emissions [10]. Additionally, there are many studies carried out by the National Renewable Energy Laboratory [33] in the early 2000s on trucks and buses used in different applications regarding the fuel consumption and emission values of LNG and diesel fuel vehicles. In these studies, the availability of LNG in vehicles as an alternative fuel to diesel was discussed in real conditions [11, 38-40].

Table 2. National Average Retail Fuel Prices

Fuel Type	Units	October 2019	January 2020	Change in Price
Gasoline	per gallon	\$2.68	\$2.59	-\$0.09
Diesel	per gallon	\$3.08	\$3.05	-\$0.03
CNG	per GGE	\$2.20	\$2.18	-\$0.02
LNG	per DGE	\$2.69	\$2.77	\$0.08
Ethanol (E85)	per gallon	\$2.28	\$2.28	\$0.00
Propane	per gallon	\$2.76	\$2.79	\$0.03
Biodiesel (B20)	per gallon	\$2.87	\$2.89	\$0.02
Biodiesel (B99/B100)	per gallon	\$3.73	\$3.72	-\$0.01

2.6 Performance of LNG Vehicles

Commercial LNG vehicles have disadvantages such as poor torque at low speed and poor response performance during acceleration [15, 41]. These handicaps in LNG vehicle performance are explained below.

- One of the key points of the poor performance of the LNG engine is its low volumetric efficiency due to the gasification of the LNG in the suction system. According to a research result, it has been stated that although the gas consumption is almost unchanged with the intake air supply, engine torque can be significantly improved at low speed. Compared with the original natural gas vehicle, it stated that the acceleration time with the intake air supply decreased by 14.7-30% and the high gear ratio contributes to better acceleration performance [15].
- Another reason is thought to be due to delays between injection and ignition in natural gas engines. It has been noted that natural gas exhibits longer ignition delays and slower combustion rates, especially at low load levels, thereby causing late burning in the expansion stroke [42].
- There is an opinion that the methane content in LNG fuel has an impact on vehicle performance. Chen et al. (2017) [14] conducted an experimental study to investigate the effects of methane content in natural gas on the ignition and performance of liquefied natural gas (LNG) heavy commercial vehicle engine. Two types of LNG (93% and 99%) with different methane content were tested with three compression ratios (11.6, 14, and 16) and various spark timings and compared at various engine speeds. The results show that natural gas with 99% methane content has better power performance and fuel economy than that with 93% methane content.

3. PROPERTIES OF DIESEL TEST TRUCK AND TEST PROCEDURE

The technical details of the test truck are shown in Table 3. The average fuel consumption and acceleration performance tests of the diesel fuel tow truck were carried out under real road conditions. This section focuses on aerodynamic friction and rolling resistance and describes the test method to achieve these values. Besides,

the vehicle's 0-85 km/h acceleration performance test method and the road test procedure to determine the average fuel consumption value are described.

Table 3. Technical details of the diesel test vehicle

Engine type	Turbo intercooler diesel (Euro-VI)
Maximum power	460 PS (338 kW) – (1900 rpm)
Maximum torque	2150 Nm – (1050-1550 rpm)
Gear ratio	12.9 – 0.7
Differential ratio	3.08:1
Tire size	315 / 70 / R22.5
Tire pressure	130 psi
Tire class	B
Weight	7900 kg + 32100 kg

3.1. Coast Down Test

Road load energy is the sum of the forces that oppose the movement of the vehicle and the distance traveled. It can be divided into four main categories: aerodynamic friction, rolling resistance, road grade, and inertial forces. These forces are shown in Fig. 2 [43].

The forces affecting the vehicle to slow down are simplified by rolling and aerodynamic resistance and the force balance is shown below.

$$(M + m_r)a = F_{driveline} + F_{air} + F_{airdrag} \sim F_0 + F_1V + F_2V^2 \tag{1}$$

where,

- M : the weight of the vehicle [kg]
- m_r : the rotational inertia of the vehicle (I_{moment}/R^2) [kg]
- a : the acceleration [m/s^2]
- F : the respective forces [N]
- V : the velocity [km/h]
- F_0, F_1, F_2 : the road-load coefficients [N, N/(km/h), N/(km/h)²]

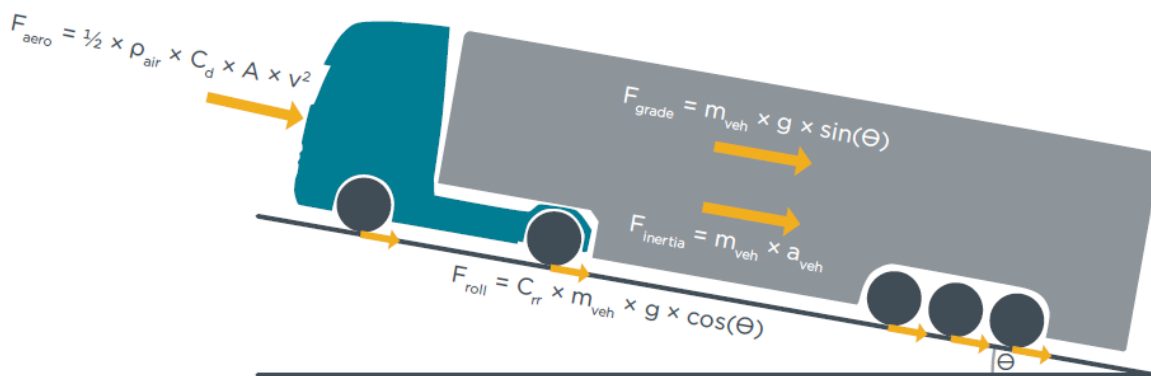


Figure 2. The main components of LNG truck

$$F_{airdrag} \sim \frac{1}{2} C_w \rho_{air} V^2 A_{frontal} \quad (2)$$

where,

ρ_{air} : density of air [kg/m³]

V : the velocity [km/h]

$A_{frontal}$: frontal area of the vehicle

C_w : aerodynamic drag coefficient associated with the shape of the vehicle

$$F_{rolling} \sim (RRC) M g \quad (3)$$

where,

RRC : the rolling resistance coefficients of tires

M : the weight of the vehicle [kg]

g : gravitational acceleration [=9.81 m/s²]

For the coast down test conditions; the test track should be less than 1% slope in vehicle direction and lateral directions. The test floor should be dry, clean, or asphalt ground. Tests should not be carried out on rainy and windy days and the wind speed should not exceed 3 m/s. The test should not be carried out over 850 altitudes. Motor temperatures must be at the normal temperature level to perform the test. If it is not, the vehicle should be preheated for 20-30 minutes. Tire pressures should be suitable and there should be no malfunctions in the engine and transmission of the vehicles. The tests are carried out at least 3 times to increase the accuracy of the test. In the route determined for the test, vehicles are accelerated up to 90 km/h with 500 m intervals. At the determined point at 85 km/h speed, the vehicle is ungeared and the speed is expected to drop without any intervention up to 15 km/h. After slowing down to 15 km/h, the test is completed.

3.2. Acceleration Performance Test

The purpose of this test is to examine the acceleration metric of vehicles from 0 km/h to 85 km/h under specified speed and road conditions. The test route and procedure are the same as the coast down test. The vehicle is accelerated by making full throttle (kick-down if available) from 0 km/h to 85 km/h from the point determined for the test. Data taken after each test is checked. If the data are incompatible, the test should be repeated.

3.3. Fuel Consumption Test

The purpose of this test is to determine the fuel consumption metrics of the tractor series vehicles under the determined real road conditions. The air temperature for the test should be 10-30°C, wind speed maximum 5 m/s, relative humidity level 95-95%, and atmospheric pressure (1 bar±7.5%). The weather should be monitored regularly and should not be tested in rainy weather. The test is carried out under the maximum weight condition. Vehicle weights are measured by filling up the fuel before each test. The test should be started after reaching the nominal engine and transmission temperatures. The test is carried out bi-directionally on the specified route as departure and arrival. Fuel consumption values are recorded at certain points on the route. The distances of these points were measured before the test and a suitable checklist was prepared. Besides, trailer and driver changes are made to vehicles to minimize the impact of external factors on fuel consumption.

4. RESULTS

During the tests, the diesel vehicle is ungeared at 500 m intervals while driving at a speed of 85 km/h, then the vehicle is allowed to slow to a speed of 15 km/h without any intervention and the tests are completed successfully. The test is repeated at least 3 times in both directions to increase the accuracy of the test data. The weather condition is not rainy and has a temperature of 12-14°C, relative humidity of 60%, and a wind speed of 2 m/s.

Fig. 3 shows the time and distance information from 85 km/h to 20 km/h when the vehicle is ungeared. To reduce the impact of the road condition and wind, tests are carried out in both directions of departure and return. The data in the tables reflect the average of the bilateral test values. After determining the drift times and distances of the vehicles according to the test results, it is necessary to correlate the F_0 , F_1 , and F_2 road load coefficients in Eq. (1) to calculate the rolling resistance coefficient (RRC) and the aerodynamic friction coefficient (C_w) of the diesel vehicle.

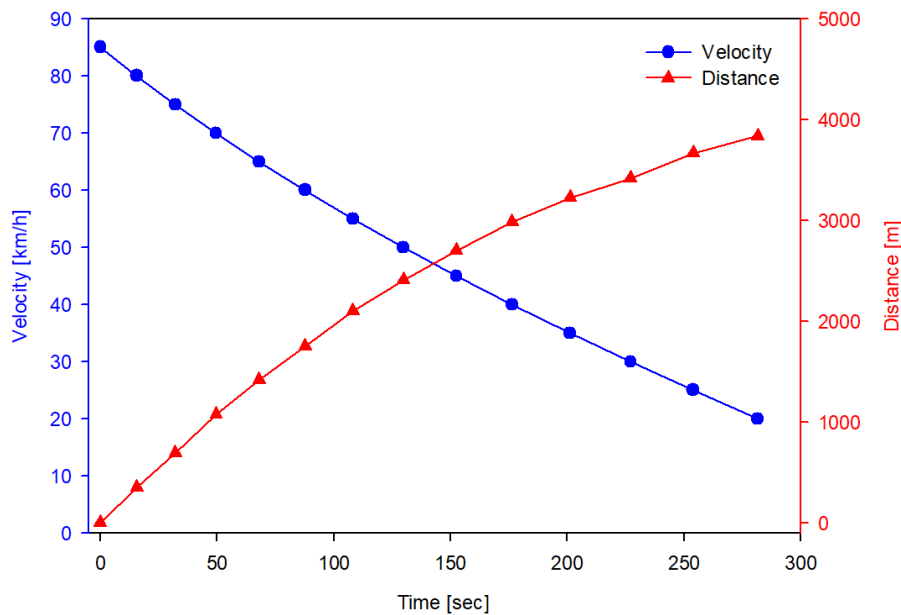


Figure 3. Coast down test results

Considering road conditions, vehicle type, tire class, and aerodynamic structure of the vehicle, F_0 , F_1 , F_2 , RRC and C_w are determined as 1962, 0, 0.256, 0.00488, and 0.542, respectively. As shown in Fig. 4, acceleration performance test has been completed in accordance with the test procedure with the full throttle of diesel vehicle from 0 km/h to 85 km/h under specified road conditions. To increase the accuracy of the data, the test was repeated at least three times in both directions like in coast down test. The instantaneous acceleration of the diesel vehicle was calculated using the speed values recorded at 2-second intervals and the results are shown in

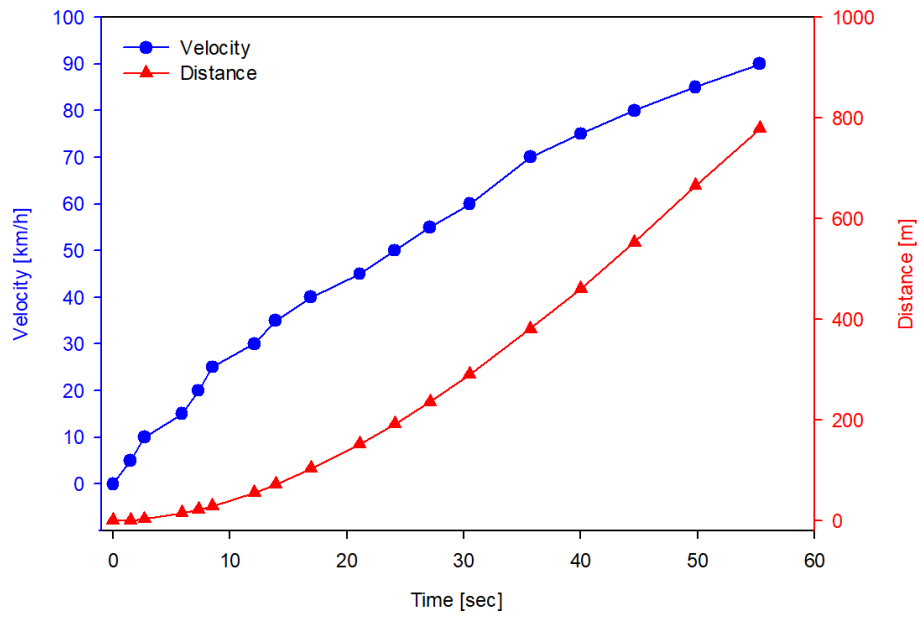


Figure 4. Acceleration performance test results

Fig. 5. Finally, the average fuel consumption tests of the diesel vehicle were completed under the procedure. The test was carried out in both directions, round trip. Its travel distance is 131.406 km and its turning distance is 131.950 km, in total 263.356 km. The test route is divided into 3 parts according to the road shape.

- Highway 164.296 km (82.326 km + 81.970 km)
- Rural road 44.350 km (22.350 km + 22.000 km)
- Urban road 54.710 km (26.730 km + 27.980 km turn)

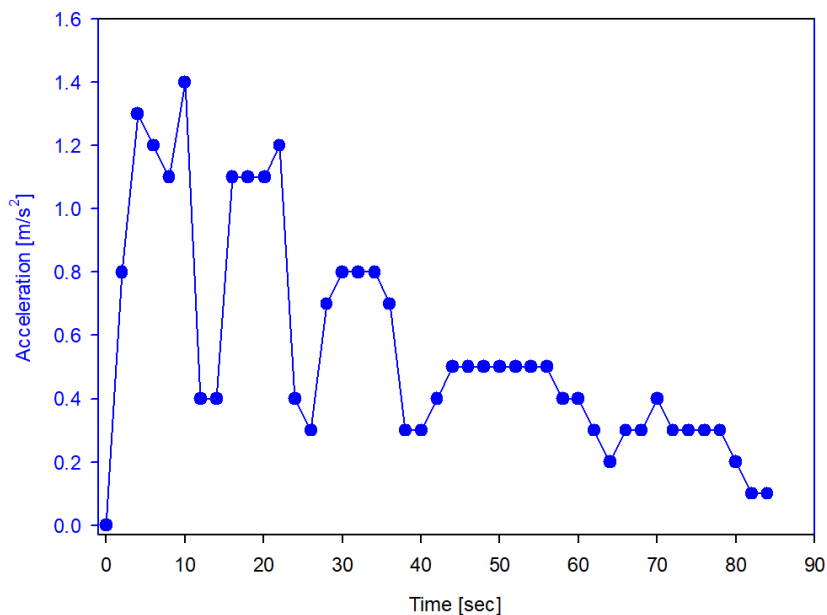


Figure 5. Acceleration performance test results

Trailer and driver changes are made to minimize the impact of external factors and driver characteristics on fuel consumption. As shown in Table 4, the average fuel consumption values of the diesel vehicle are given. As can be seen, this study only included the results of the coast down test, acceleration performance test, and fuel consumption test of a diesel heavy commercial vehicle. In the next stage, after the necessary technological

infrastructure is provided, the same tests will be carried out by converting the diesel vehicle into an LNG vehicle.

Table 4. Fuel consumption of the diesel test vehicle

Fuel consumption (L/100 km)				
Test-1	Test-2	Test-3	Test-4	Average
33.5	35.6	34.0	32.7	34.0

5. CONCLUSION

The increasing number of road vehicles with the increasing world population affects the consumption demand for oil and its derivatives, which is a finite energy source. Besides, environmental pollution, CO₂, and emission restrictions are handled more seriously by governments and commissions each year. Considering all the factors, it is inevitable to search an alternative fuel other than conventional fuels such as gasoline and diesel. In this study, the necessary procedure for the coast-down test, acceleration performance test, and fuel consumption test of a heavy commercial vehicle was examined. These tests were applied to a diesel heavy commercial vehicle and the results were presented. After the necessary technological infrastructure has been established, the conversion of the diesel vehicle to an LNG vehicle will be carried out in the following stages of this project. Whether LNG, which is an alternative to diesel, will be suitable for heavy commercial vehicles in terms of both performance and fuel consumption will be presented in future studies.

REFERENCES

- [1] Z. Lale, "The reality of Sustainable Energy for Sustainable Development in Turkey," in EconWorld2016@Barcelona, International Conference in Economics, Barcelona, 2016,
- [2] H. Engerer and M. Horn, "Natural gas vehicles: An option for Europe," Energy Policy, vol. 38, no. 2, pp. 1017-1029, 2010.
- [3] (2017) Greenhouse gas emissions from transport in Europe. [Online]. Available: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-12> (accessed 14 May, 2020).
- [4] "Roadmap to Single European Transport Area - Towards a competitive and resource efficient transport system," European Commission, Brussels, 2011.
- [5] J. Osorio-Tejada, E. Llera, and S. Scarpellini, "LNG: an alternative fuel for road freight transport in Europe," in Sustainable Development, WIT Transactions on The Built Environment, 2015, pp. 235-246.
- [6] "Clean Power for Transport: A European alternative fuels strategy," European Commission, Brussels, 2013.
- [7] "Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of regions on an EU strategy for liquefied natural gas and gas storage," European Commission, Brussels, 2016.
- [8] "Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the deployment of alternative fuels infrastructure," Official Journal of the European Union, I. 307, 2014.
- [9] J. L. Osorio-Tejada, E. Llera-Sastresa, and S. Scarpellini, "A multi-criteria sustainability assessment for biodiesel and liquefied natural gas as alternative fuels in transport systems," Journal of Natural Gas Science and Engineering, vol. 42, pp. 169-186, 2017.
- [10] I. Smajla, D. Karasalihović Sedlar, B. Drljača, and L. Jukić, "Fuel Switch to LNG in Heavy Truck Traffic," Energies, vol. 12, no. 3, 2019.
- [11] K. Chandler and K. Proc, "Norcal Prototype LNG Truck Fleet," National Renewable Energy Laboratory, Oak Ridge, 2004.
- [12] A. M. Jaffe et al., "Exploring the Role of Natural Gas in U.S. Trucking (Revised Version)," Sustainable Transportation Energy Pathways of the Institute of Transportation Studies, University of California, 2015.

- [13] (2014) Effect of price reforms on the demand of LNG in transport in China. (accessed 14 May, 2020).
- [14] Z. Chen, F. Zhang, B. Xu, Q. Zhang, and J. Liu, "Influence of methane content on a LNG heavy-duty engine with high compression ratio," *Energy*, vol. 128, pp. 329-336, 2017.
- [15] Q. Tang, J. Fu, J. Liu, F. Zhou, Z. Yuan, and Z. Xu, "Performance improvement of liquefied natural gas (LNG) engine through intake air supply," *Applied Thermal Engineering*, vol. 103, pp. 1351-1361, 2016.
- [16] S. Pfoser, O. Schauer, and Y. Costa, "Acceptance of LNG as an alternative fuel: Determinants and policy implications," *Energy Policy*, vol. 120, pp. 259-267, 2018.
- [17] (2020) Vehicles and fleet | EAFO. [Online]. Available: <https://www.eafo.eu/vehicles-and-fleet/n2-n3> (accessed 14 May, 2020).
- [18] A. Arteconi and F. Polonara, "LNG as vehicle fuel and the problem of supply: The Italian case study," *Energy Policy*, vol. 62, pp. 503-512, 2013.
- [19] "World Population Prospects," United Nations, 2017.
- [20] M. Gross, "A planet with two billion cars," *Current Biology*, vol. 26, no. 8, pp. R307-R310, 2016.
- [21] "Global Transport Scenarios 2050," World Energy Council, 2011.
- [22] A. E. Atabani, I. A. Badruddin, S. Mekhilef, and A. S. Silitonga, "A review on global fuel economy standards, labels and technologies in the transportation sector," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, no. 9, pp. 4586-4610, 2011.
- [23] P. Moriarty and D. Honnery, "Global Transport Energy Consumption," in *Alternative Energy and Shale Gas Encyclopedia*, 2016, pp. 651-656.
- [24] "International Energy Outlook 2016," U.S. Energy Information Administration, DOE/EIA-0484, 2016.
- [25] D. J. Durbin and C. Malardier-Jugroot, "Review of hydrogen storage techniques for on board vehicle applications," *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 38, no. 34, pp. 14595-14617, 2013.
- [26] L. De Simio, M. Gambino, and S. Iannaccone, "Possible transport energy sources for the future," *Transport Policy*, vol. 27, pp. 1-10, 2013.
- [27] (2020) Natural Gas. [Online]. Available: <http://www.iangv.org/natural-gas-vehicles/natural-gas/> (accessed 14 May, 2020).
- [28] (2019) Current Natural Gas Vehicle Statistics. [Online]. Available: <http://www.iangv.org/current-ngv-stats/> (accessed 14 May, 2020).
- [29] A. Arteconi, C. Brandoni, D. Evangelista, and F. Polonara, "Life-cycle greenhouse gas analysis of LNG as a heavy vehicle fuel in Europe," *Applied Energy*, vol. 87, no. 6, pp. 2005-2013, 2010.
- [30] J. Tabak, *Natural Gas and Hydrogen*. New York: Infobase Publishing, 2009.
- [31] (2020) How Do Liquefied Natural Gas Trucks Work? [Online]. Available: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-lng-cars-work> (accessed 14 May, 2020).
- [32] Q. S. Chen, J. Wegrzyn, and V. Prasad, "Analysis of temperature and pressure changes in liquefied natural gas (LNG) cryogenic tanks," *Cryogenics*, vol. 44, no. 10, pp. 701-709, 2004.
- [33] "Using LNG as a Fuel in Heavy-Duty Tractors," National Renewable Energy Laboratory, Colorado, NREL/SR-540-24146, July 1999.
- [34] A. Bassi, "Liquefied Natural Gas (LNG) as Fuel for Road Heavy Duty Vehicles Technologies and Standardization," presented at the SAE Technical Paper Series, 2011.
- [35] S. Kumar et al., "LNG: An eco-friendly cryogenic fuel for sustainable development," *Applied Energy*, vol. 88, no. 12, pp. 4264-4273, 2011.
- [36] H. Hao, Z. Liu, F. Zhao, and W. Li, "Natural gas as vehicle fuel in China: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 62, pp. 521-533, 2016.
- [37] "Clean Cities Alternative Fuel Price Report," U.S Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, 2020.

- [38] K. Chandler, P. Norton, and N. Clark, "Raley's LNG Truck Fleet: Final Results," National Renewable Energy Laboratory, Oak Ridge, 2000.
- [39] K. Chandler, P. Norton, and N. Clark, "Waste Management's LNG Truck Fleet: Final Results," National Renewable Energy Laboratory, Oak Ridge, 2001.
- [40] R. Motta, P. Norton, K. Kelly, K. Chandler, L. Schumacher, and N. Clark, "Alternative Fuel Transit Buses," National Renewable Energy Laboratory, Oak Ridge, October 1996.
- [41] H. Song, X. Ou, J. Yuan, M. Yu, and C. Wang, "Energy consumption and greenhouse gas emissions of diesel/LNG heavy-duty vehicle fleets in China based on a bottom-up model analysis," *Energy*, vol. 140, pp. 966-978, 2017.
- [42] O. M. I. Nwafor, "Effect of advanced injection timing on the performance of natural gas in diesel engines," *Sadhana*, vol. 25, no. 1, pp. 11-20, 2000.
- [43] F. Rodríguez, O. Delgado, and R. Muncrief, "Fuel consumption testing of tractortrailers in the European Union and the United States," European Commission, May 2018.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

**EFFECT OF DIFFERENT COATING TIMES ON THE SURFACE PROPERTIES OF
MAGNESIUM ALLOY COATED WITH STRONTIUM PHOSPHATE BY HYDROTHERMAL
METHOD****Turan GURGENC***Department of Automotive Engineering, Faculty of Technology, Elazig, Turkey, Orcid number: 0000-0002-7678-2673***ABSTRACT**

In present study, strontium phosphate was coated on AZ91D magnesium alloy surface with hydrothermal method. Strontium nitrate ($\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$) and diammonium hydrogen phosphate $\text{H}_9\text{N}_2\text{O}_4\text{P}$ was used as strontium and phosphate source, respectively. 0.1 M $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ and 0.06 M $\text{H}_9\text{N}_2\text{O}_4\text{P}$ was dissolved separately in 30 ml of distilled water each and stirred with magnetic stirrer at room temperature for 30 minutes. The $\text{H}_9\text{N}_2\text{O}_4\text{P}$ solution was added to $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ solution slowly while stirring continue and the combined solution was stirred with magnetic stirrer at room temperature for 30 minutes. The pH value of combined solution was adjusted to pH = 4 by dropwise HNO_3 while stirring continue. The final solution was stirred at room temperature with magnetic and ultrasonic stirrer for 10 minutes and 30 minutes, respectively. The final solution was added to autoclave and the coatings were carried out at 180 °C for 30, 60 and 180 minutes, respectively. The surface roughness of the coated samples was determined by surface profilometer. The surface of the magnesium alloy can be successfully coated with strontium phosphate by hydrothermal method. It was found that the surface roughness value increased with increasing hydrothermally treatment time. According to the FT-IR results all coated samples absorption bands can be appointed to absorbed water of apatite, carbonate group, vibrations due to the phosphate group, hydrogen phosphate group and structural OH group (Figure 1a). The FT-IR results are in good agreement with literature researches [1-3]. According to the XRD analysis results, the coating layers were consisted of $\text{Mg}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$, SrHPO_4 , strontium apatite, Mg, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}(\text{OH})$ and MgHPO_4 (Figure 1b). The XRD results are in good agreement with literature researches [1], [2]. Grain sizes were increased with increasing deposition time (Figure 1c). According to the EDS analysis results, the Sr/P ratios of the coated samples at 30, 60 and 180 minutes processing times were 0.945, 0.904 and 0.876, respectively. Strontium phosphate coated magnesium alloy with hydrothermal method can find use as a biomaterial.

Keywords: Magnesium alloy, Strontium phosphate, Hydrothermal method, Biomaterial.

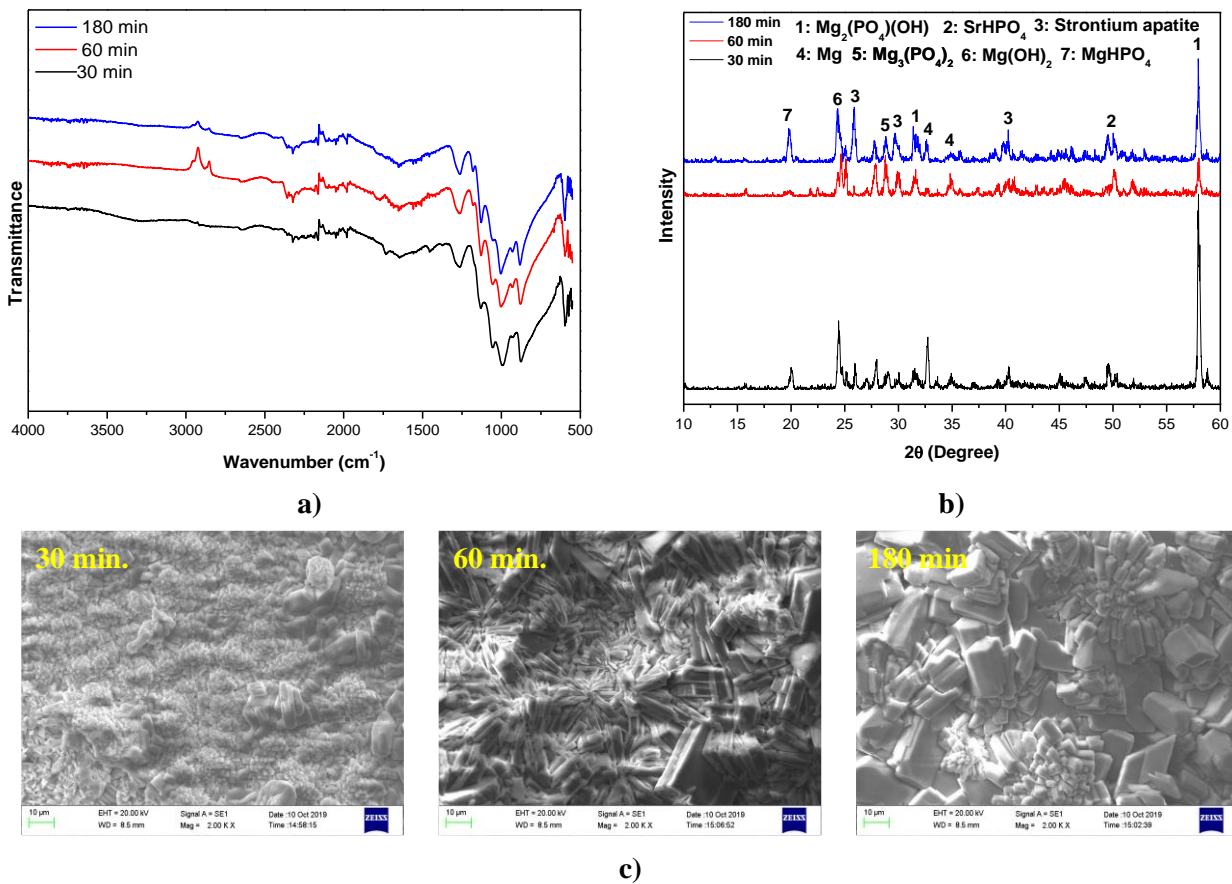


Figure 1. a) FT-IR results, b) XRD results and c) SEM images.

[1] Kavitha, R. J., Ravichandran, K., & Narayanan, T. S. (2018). Deposition of strontium phosphate coatings on magnesium by hydrothermal treatment: characteristics, corrosion resistance and bioactivity. *Journal of Alloys and Compounds*, 745, 725-743.

[2] Chen, X. B., Nisbet, D. R., Li, R. W., Smith, P. N., Abbott, T. B., Easton, M. A., ... & Birbilis, N. (2014). Controlling initial biodegradation of magnesium by a biocompatible strontium phosphate conversion coating. *Acta biomaterialia*, 10(3), 1463-1474.

[3] Geng, Z., Cui, Z., Li, Z., Zhu, S., Liang, Y., Lu, W. W., & Yang, X. (2015). Synthesis, characterization and the formation mechanism of magnesium-and strontium-substituted hydroxyapatite. *Journal of Materials Chemistry B*, 3(18), 3738-3746.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

PARABOLİK OLUKLU GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNE ENTEGRE EDİLMİŞ BİR BUHARLI RANKİNE ÇEVİRİMİNİN TASARIMI VE PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ**DESIGN AND PERFORMANCE IMPROVEMENT OF A STEAM RANKINE CYCLE INTEGRATED TO PARABOLIC THROUGH SOLAR COLLECTORS****Hüseyin YAĞLI***İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 31200 İskenderun, HATAY
ORCID: 0000-0002-9777-0698***ÖZET**

Mevcut çalışma kapsamında, Akdeniz Bölgesi ortalama güneş ışınım değerleri göz önünde bulundurularak, parabolik oluklu güneş kollektörlerine entegre edilmiş bir buharlı Rankine çevriminin tasarımı ve iyileştirilmesi yapılmıştır. Parabolik oluklu kollektörlerde ısı transfer akışkanı olarak Terminol VP1 kullanılmıştır. Analizler boyunca Rankine çevrimi türbin giriş basıncı olarak 60 bar, 80 bar ve 100 bar seçilmiştir. Bu basınç değerlerinin her biri için türbin giriş sıcaklığı suyun bu basınçtaki doymuş buhar sıcaklığından 580 °C'ye kadar arttırılmıştır. Yapılan iyileştirme çalışmaları sonucunda, maksimum net güç termal verim ve ekserji verimi 100 bar türbin giriş basıncında ve 580 °C türbin giriş sıcaklığında sırasıyla 23,60 MW, %32,68 ve %69,21 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Parabolik Oluklu Güneş Kollektörleri, Buhar Rankine Çevrimi, Performans İyileştirmesi, Termal Analiz, Ekserji Analizi.

ABSTRACT

Within the scope of the present study, the design and improvement of a steam Rankine cycle integrated into the parabolic through solar collectors was made, taking into account the average solar radiation values of the Mediterranean Region. Terminol VP1 was used as heat transferring fluid in parabolic through solar collectors. During the analysis, turbine inlet pressure of the Rankine cycle was selected as 60 bar, 80 bar and 100 bar. For each of these pressure values, the turbine inlet temperature was increased from the saturated steam temperature of the water at this pressure to 580 °C. As a result of the improvement studies, the maximum net power, thermal and exergy efficiencies were found as 23.60 MW, 32.68% and 69.21% at 100 bar turbine inlet pressure and 580 °C turbine inlet temperature, respectively.

Keywords: Parabolic Through Solar Collectors, Steam Rankine Cycle, Performance Improvement, Thermal Analysis, Exergy Analysis.

1. GİRİŞ

Enerjinin üretimi ve tasarrufu, fosil yakıtların sınırlı olduğu ve ülke ekonomilerini dışa bağımlı yapması nedenlerinden dolayı sıklıkla üzerine çalışılan konulardandır. Geçmişten günümüze kadar ülkeler, enerji üretimi konusunda ciddi yatırımlar yapmış olsalar da günümüzde küresel ısınmanın da başını çektiği kritik nedenlerden dolayı geleneksel sistemlerin fosil yakıtlar kullanılarak çalıştırılmasının önüne geçebilmek için ciddi tedbirler alınmaktadır. Bu nedenle, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının kapasitelerinin arttırılması konusunda ciddi yatırımlar yapmakta ve teşvikler vermektedir. Yenilenebilir enerji deyince akla ilk gelen rüzgar ve güneş enerjisidir. Özellikle tüm yenilenebilir enerji türlerinin kaynağı olan güneş, sınırsız ve temiz enerji kaynağı olması nedeni ile ciddi manada ön plana çıkmaktadır. Güneş enerjisinden güç üretmek için geliştirilmiş birçok sistem mevcuttur. Her ne kadar

fotovoltaik güneş panelleri bu sistemlerin başında gelse de, yüksek alan ihtiyacı ve düşük verimliliklerinden dolayı alternatifleri üzerine sıkça araştırmalar yapılmaktadır.

Bu nedenle, güneş enerjisinden enerji üretimi konusunda birçok alternatif sistem ve bu sistemlere entegre edilebilecek alt sistemlerin belirlenmesi ve performanslarının analizi üzerine ciddi çalışmalar mevcuttur. Yağlı (2020), yapmış olduğu çalışmada güneşten gelen ışınları heliostat aynalar yardımı ile bir güneş kulesi alıcısına göndererek güç üretimi üzerine analizler yapmıştır. Güneş güç kulesi sistemine, buharlı Rankine çevrimi direkt olarak entegre edilmiştir. Çalışma kapsamında, güneş kulesine entegre edilmiş Rankine çevriminin performans analizlerine ek olarak kuleden ısı kayıplarını da incelemiştir [1]. Wang ve ark. (2017), güneş ve biyokütleli enerji olarak kullanan süperkritik bir CO₂ çevriminin analizini ve optimizasyonunu yapmışlardır. Çalışma sonucunda, güneş enerjisinin süperkritik CO₂ çevrimleri ile entegre edilerek güce dönüştürülmesinin ümit verici sonuçlar ve performans sergilediğini görmüşlerdir [2]. Yağlı ve ark. (2019), yapmış oldukları çalışmada güneş güç kulesine entegre edilmiş bir Rankine çevriminin enerji ve ekserji analizlerini yapmıştır [3]. He ve ark. (2012), parabolik oluklu güneş panellerinde elde edilen ısının organik Rankine çevrimlerinde kullanılabilirliğini ve performansını analiz etmişlerdir [4]. Öksel ve ark. (2018), güneş enerjisinden daha fazla yararlanabilmek için geleneksel PV sistemlere alternatif olarak önerilebilecek kuantum noktalı güneş hücreleri üzerine araştırma yapmışlardır [5].

Tüm bu çalışmalar bir arada ele alındığında, sınırsız ve temiz enerji kaynaklarının başında gelen güneş enerjisinden yararlanmak için düşük verimli PV sistemlere alternatifi olabilecek birçok sistem mevcuttur. Ayrıca, yoğunlaştırılmış güneş ışınlarını kullanan parabolik oluk ve heliostat ayna gibi sistemlerden elde edilecek yüksek sıcaklıktaki ısının güce dönüştürülmesi için birçok alternatif güç üretim sistemi mevcuttur. Fakat, bu alternatif güç sistemlerinin hepsi hala tüm şartlar altında tamamen incelenmemiş ve parametrik optimizasyonları yapılmamıştır.

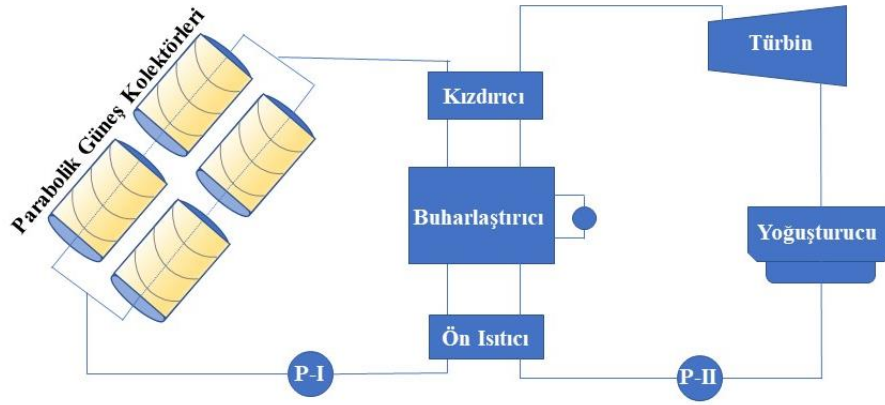
Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesinin güneş ışınım potansiyeli göz önünde bulundurularak parabolik oluklu güneş termal güç sistemleri için alternatif bir tasarım olarak buharlı Rankine çevrimi ele alınmıştır. Çalışma kapsamında, tasarlanmış olan parabolik oluklu kollektör-Rankine çevrimi sisteminin parametrik olarak optimizasyonu yapılmış ve sistemin maksimum performansı gösterdiği çalışma parametrelerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda, Rankine çevrimi için türbin giriş basıncı olarak üç farklı basınç seçilmiştir (60, 80 ve 100 bar). Her bir basınç değeri için, türbin giriş sıcaklığı suyun o basınçtaki doymuş buhar sıcaklığından 580 °C'ye kadar artırılmıştır. Yapılan parametrik optimizasyon işlemi sonucunda, buharlı Rankine çevriminin performans parametre sonuçları grafiksel olarak çizilerek değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Sistemin Tanıtımı

Güneş sınırsız ve temiz enerji kaynaklarından biridir. Güneş enerjisinden termal enerji ve güç üretimi olmak üzere iki farklı yönden yararlanmak mümkündür. Güneşten gelen enerjinin sadece ısı değerinin kullanıldığı sistemler; termal güneş enerjisi sistemleri olarak adlandırılmaktadır (güneş kollektörleri, güneş destekli sıcak su havuzları vb.).

Isıl enerjisinin yanı sıra, güneş enerjisinden güç üreten sistemler de oldukça yaygındır ve bu sistemler genel olarak güneş destekli güç sistemleri olarak adlandırılmaktadır. Fotovoltaik paneller, güneş güç kuleleri ve parabolik oluklu kollektörler bu sistemlerden birkaçıdır. Parabolik oluklu kollektörler, güneş enerjisini yoğunlaştırarak yüksek sıcaklıkların elde edilmesini mümkün kıldığı için en önemli güneş enerjisi sistemlerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada da parabolik oluklu kollektörlerin yüksek sıcaklıklarda akışkan üretebilme kabiliyetlerinden yararlanabilmek için buharlı Rankine çevrimi ile entegre edilmiş bir tasarımın performans analizleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan parabolik oluklu güneş kollektörü ile entegre edilmiş bir buhar Rankine çevriminin şematik görünümü Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. Parabolik oluklu güneş kolektörü ile entegre edilmiş bir buhar Rankine çevriminin şematik görünümü

Tasarlanmış olan sistemde, öncelikle termal yağ pompa tarafından basınçlandırılarak güneş kolektörüne gönderilmektedir. İç bükey yapısı sayesinde üzerine düşen güneş ışınlarını bir hat üzerinde yoğunlaştırabilen parabolik oluklu kolektörlere gelen güneş ışınları termal yağı ısıtmakta ve ısınan yağ buharlı Rankine çevrimine gönderilmektedir. Buharlı Rankine çevrimine gelen kızgın termal yağ (Terminol VP1), öncelikle kızdırıcıdan geçerek buharlaştırıcı üniteden doymuş buhar fazında çıkan su buharını kızgın buhar fazına kadar ısıtmaktadır. Daha sonra, kısmen ısısı alınmış olan termal yağ buharlaştırıcıya gönderilmekte ve ön ısıtıcıdan gelen doymuş sıvıyı buhar fazına geçene kadar ısıtmaktadır. En sonunda, buharlaştırıcıdan çıkan termal yağ ön ısıtıcıya gitmekte ve pompadan gelen sıkıştırılmış sıvı fazındaki suya ön ısıtma yapmaktadır. Kızgın buhar fazındaki su buharı, ilk olarak türbine gönderilmekte ve burada mekanik iş üretmektedir. Türbinde üretilen mekanik iş jeneratör yardımı ile elektrik işine çevrilirken, türbinden çıkan buhar da yoğuşturucuya gönderilerek sıkıştırılmış sıvı fazına kadar soğutulmaktadır.

Sistemin tasarımı ve analizinde ileri enerji sistemleri tasarım ve modelleme programı olan Epsilon simülasyon programından yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında optimum çalışma parametrelerinin elde edilmesi hedeflendiğinden, farklı türbin giriş basıncı ve sıcaklığında elde edilen verilerin daha kolay kıyaslanabilmesi için bazı parametreler sabit kabul edilmiştir. Çalışma kapsamında sabit kabul edilen parametreler Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Çalışma kapsamında sabit kabul edilen parametreler

Parametre	Değer
Güneş ışınımı (W/m ²)	750
Kolektör sayısı	200
Herbir kolektörün net alanı (m ²)	817
Kolektör çıkış sıcaklığı (°C)	590
Termal yağ kolektör giriş basıncı (bar)	19
Termal yağ kolektör çıkış basıncı (bar)	2
Termal yağ kütleli debisi (kg/s)	128
Türbin çıkış basıncı (bar)	0,3

2.2. Matematiksel Denklemler

Epsilon programı kullanılarak tasarlanmış ve optimizasyonu yapılmış olan sistemin her bir borusu için termodinamik özellikler (basınç, sıcaklık, entalpi, entropi vb.) yine program tarafından hesaplanmaktadır. Fakat elde edilen verilerin ve sistemden elde edilen performans değerlerinin birbirleri ile kıyaslanabilmesi için sistemin genel enerji ve ekserji temelli analizinin yapılması kritik öneme sahiptir. Sistemin termal ve ekserji analizleri, termodinamiğin birinci ve ikinci kanunlarının genel denklemleri kullanılarak yapılmıştır. Termodinamiğin kütle enerji ve ekserji denge denklemleri:

$$\sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_ç \quad (1)$$

$$\dot{Q} + \dot{W} = \sum \dot{m}_c h_c - \sum \dot{m}_g h_g$$

(2)

$$\dot{E}_g = \dot{E}_c + \dot{E}_y \quad (3)$$

olarak ifade edilmiştir. Burada, \dot{m} , \dot{Q} , \dot{W} ve h sırasıyla kütleli debi, ısı akısı, iş akısı ve entalpiyi ifade etmektedir. \dot{E} ise ekserji akısını ifade etmekte olup, hesaplanmasında:

$$\dot{E} = \dot{m}\psi \quad (4)$$

denkleminde yararlanılmaktadır. Bu denklemde ψ özgül ekserjiyi ifade etmekte ve hesaplanması için:

$$\psi = (h - h_0) - T_0(s - s_0) \quad (5)$$

denklemini kullanılmaktadır. Bu denklemde, T_0 ortam sıcaklığını, h_0 ve s_0 ise ortam sıcaklığı ve basıncındaki entalpi ve entropi değerlerini ifade etmektedir. İş ekserji bakımından %100 verime sahiptir. Fakat, ısının ekserji yönünden verimi %100'ün altındadır. Bu nedenle, ısının ekserji olarak eşdeğerinin hesaplanmasında:

$$\dot{E}_{ısı} = \left(1 - \frac{T_0}{T_{yüzey}}\right) \dot{Q} \quad (6)$$

denkleminde yararlanılmıştır. Burada $T_{yüzey}$ ısının transfer edildiği yüzeyin ortalama sıcaklığını ifade etmektedir. Sistemin termodinamik analizleri kapsamında, sistem performansı üzerine en iyi öngörünün oluşmasını sağlayan enerji ve ekserji verimleri hesabı da yapılmıştır. Tasarlanmış olan buhar Rankine çevriminin termal ve ekserji verimleri:

$$\eta = \frac{W_{net}}{Q_g} \quad (10)$$

$$\varepsilon = \frac{W_{net}}{\dot{E}_g} \quad (11)$$

Bu denklemde \dot{Q}_g ve \dot{E}_g buharlı Rankine çevrimine giren ısı ve ekserji akısı değerlerini ifade etmektedir.

\dot{W}_{net} ise buharlı Rankine çevriminden elde edilen net güç üretimini ifade etmekte olup:

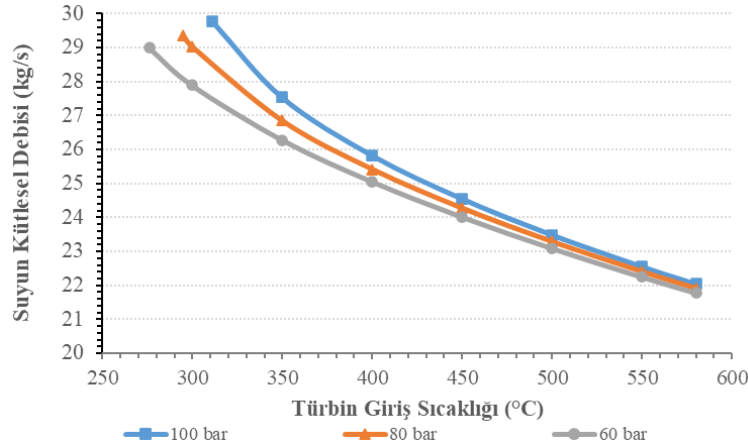
$$\dot{W}_{net} = \dot{W}_{t\ddot{u}rbin} - \sum \dot{W}_{pompa}$$

(9)

Denklemlerle hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında boru kayıpları, kinetik ve potansiyel enerji göz ardı edilmiştir. Ayrıca tüm çalışma boyunca ortam sıcaklığı 20 °C olarak alınmıştır.

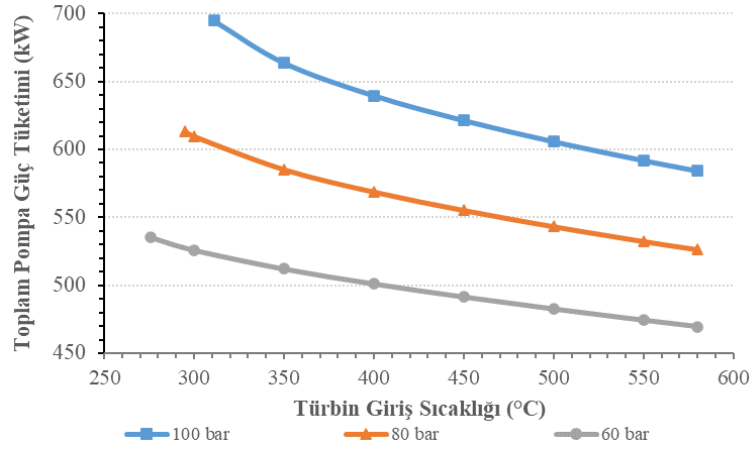
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Mevcut çalışma kapsamında, Akdeniz Bölgesi ortalama güneş ışınım değerleri göz önünde bulundurularak, parabolik oluklu güneş kolektörlerine entegre edilmiş bir buharlı Rankine çevriminin tasarımı ve iyileştirilmesi yapılmıştır. Çalışma kapsamında, parabolik oluklu kolektörlerde ısı transfer akışkanı olarak Terminol VP1 kullanılmıştır. Analizler boyunca Rankine çevrimi türbin giriş basıncı olarak 60 bar, 80 bar ve 100 bar seçilmiştir. Bu basınç değerlerinin her biri için türbin giriş sıcaklığı suyun bu basınçtaki doymuş buhar sıcaklığından 580 °C'ye kadar artırılmıştır. Çalışma sonucunda, buharlı Rankine çevriminde türbin giriş basıncı ve türbin giriş sıcaklığına bağlı olarak suyun kütleli debisindeki değişim Şekil 2'de verilmektedir.



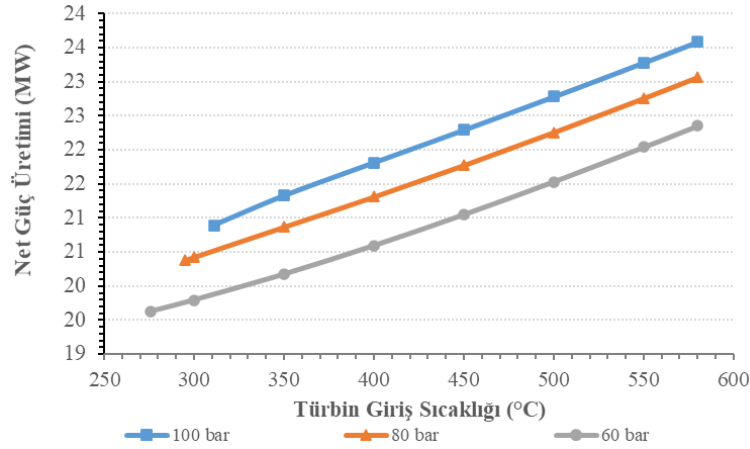
Şekil 2. Buharlı Rankine çevriminde türbin giriş basıncı ve türbin giriş sıcaklığına bağlı olarak suyun kütleli debisindeki değişim

Rankine çevriminde suyun kütleli debisindeki değişim grafiği incelendiğinde, sabit basınçta sıcaklık arttıkça kütleli debinin azaldığı görülmektedir. Öte yandan, sabit türbin girişinde, artan türbin girişi ile kütleli debi artmaktadır. Çalışma şartlarında, Rankine çevriminin maksimum ve minimum kütleli debileri sırasıyla 100 bar 311 °C'de 29,78 kg/s ve 60 bar 580 °C'de 21,78 kg/s olarak hesaplanmıştır. Ayrıca sistemin net güç, termal ve ekserji verimlerinin hesaplanabilmesi için, tüm sistemde tüketilen toplam pompa güç tüketimleri de (kolektör pompası ve çevrim pompası) hesaplanmıştır. Kolektör pompası ve çevrim pompasından tüketilen toplam güç miktarının türbin giriş basıncı ve türbin giriş sıcaklığına bağlı olarak değişimi Şekil 3'de verilmektedir.



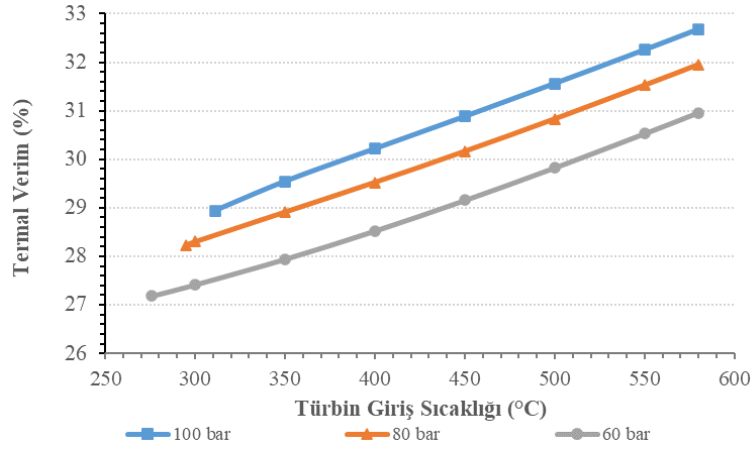
Şekil 3. Kollektör pompası ve çevrim pompasından tüketilen toplam güç miktarının türbin giriş basıncı ve türbin giriş sıcaklığına bağlı olarak değişimi

Sistemdeki pompalar tarafından tüketilen toplam pompa güç tüketimleri incelendiğinde, sabit basınçta sıcaklığın artması ile pompa güç tüketimlerinin azaldığı görülmektedir. Bu azalma, kollektör pompası tarafından basınçlandırılan termal yağın debisinin ve basınç oranının sabit olması nedeni ile azalan su kütleli debisine paralel olarak azalan çevrim pompası güç tüketiminden kaynaklanmaktadır. Sabit türbin giriş sıcaklığında ise basıncın artması pompa güç tüketimini arttırmıştır. Buharlı Rankine çevriminden elde edilen net güç miktarı, çalışma kapsamında hesaplanan bir diğer önemli parametrelerdendir. Buharlı Rankine çevriminden türbin giriş basıncı ve türbin giriş sıcaklığına bağlı olarak elde edilen net güç üretimi Şekil 4’de verilmektedir.



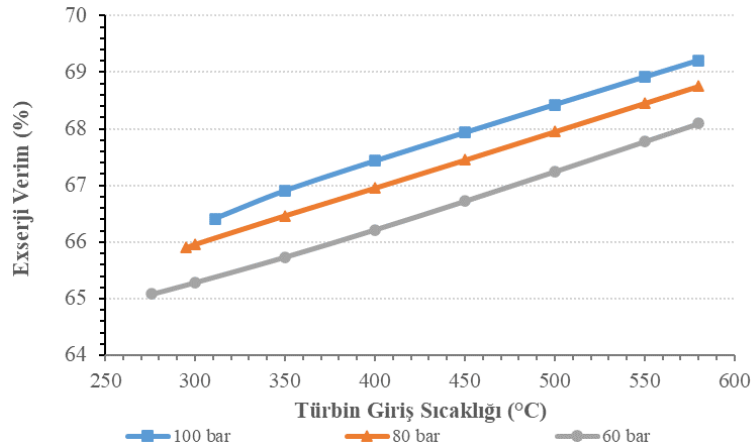
Şekil 4. Buharlı Rankine çevriminden türbin giriş basıncı ve türbin giriş sıcaklığına bağlı olarak elde edilen net güç üretimi

Rankine çevriminden elde edilen net güç grafiği detaylı olarak incelendiğinde, sabit türbin giriş basıncında artan türbin giriş sıcaklığı ile net güç üretimi artmaktadır. Dahası, sabit türbin giriş sıcaklığında, basıncın artması ile net güç üretimi artışı devam etmiştir. Belirlenen şartlar altında, buharlı Rankine çevriminden elde edilen minimum net güç üretim miktarı 60 bar türbin giriş basıncı için 276 °C’de 19,63 MW, 80 bar türbin giriş basıncı için 295 °C’de 20,38 MW ve 100 bar türbin giriş basıncı için 311 °C’de 20,90 MW olarak hesaplanmıştır. Maksimum net güç üretim miktarı ise tüm basınçlar için maksimum türbin giriş sıcaklığında (580 °C) elde edilirken, bu değer 60 bar türbin giriş basıncı 22,35 MW, 80 bar türbin giriş basıncı 23,06 MW ve 100 bar türbin giriş basıncı 23,60 MW, olarak hesaplanmıştır. Sistemin net güç ve debi gibi parametrelerine ek olarak sistemin farklı çalışma parametrelerinde performansı üzerinde net bir öngörüye sahip olabilmek için buharlı Rankine çevriminin termal verimi de hesaplanmıştır. Buharlı Rankine çevrimi için türbin giriş basıncı ve türbin giriş sıcaklığına bağlı olarak hesaplanan termal verim değerleri Şekil 5’de verilmektedir.



Şekil 5. Buharlı Rankine çevrimi için türbin giriş basıncı ve türbin giriş sıcaklığına bağlı olarak hesaplanan termal verim değerleri

Buharlı Rankine çevrimi için hesaplanan termal verim değerleri kapsamlı olarak incelendiğinde, net iş değişimine paralel bir değişim gözlemlenmektedir. Yani, sabit türbin giriş basıncında, artan türbin giriş sıcaklığına bağlı olarak termal verim artmaktadır. Dahası, sabit türbin giriş sıcaklığında, türbin giriş basıncındaki artış termal verimi arttırmıştır. Belirlenen şartlar altında, buharlı Rankine çevriminden elde edilen minimum termal verim 60 bar türbin giriş basıncı için 276 °C’de %27,19, 80 bar türbin giriş basıncı için 295 °C’de %28,23 ve 100 bar türbin giriş basıncı için 311 °C’de %28,94 olarak hesaplanmıştır. Maksimum termal verim değerleri ise tüm basınçlar için maksimum türbin giriş sıcaklığında (580 °C) elde edilirken, bu değer 60 bar türbin giriş basıncı %30,96, 80 bar türbin giriş basıncı %31,94 ve 100 bar türbin giriş basıncı %32,68 olarak hesaplanmıştır. Sistemin genel ekserji verimi de çalışma kapsamında hesaplanan bir diğer önemli parametrelerdendir. Buharlı Rankine çevrimi için türbin giriş basıncı ve türbin giriş sıcaklığına bağlı olarak hesaplanan ekserji verimi değerleri Şekil 6’da verilmektedir.



Şekil 6. Buharlı Rankine çevrimi için türbin giriş basıncı ve türbin giriş sıcaklığına bağlı olarak hesaplanan ekserji verimi değerleri

Buharlı Rankine çevrimi için hesaplanan ekserji verimi değerleri kapsamlı olarak incelendiğinde, net iş değişimine paralel bir değişim gösterdiği görülmektedir. Yani, sabit türbin giriş basıncında, artan türbin giriş sıcaklığına bağlı olarak ekserji verimi artmaktadır. Dahası, sabit türbin giriş sıcaklığında, türbin giriş basıncındaki artış ekserji verimini arttırmıştır. Belirlenen şartlar altında, buharlı Rankine çevriminden elde edilen minimum ekserji verimi 60 bar türbin giriş basıncında için 276 °C’de %65,08, 80 bar türbin giriş basıncı için 295 °C’de %65,90 ve 100 bar türbin giriş basıncı için 311 °C’de %66,41 olarak hesaplanmıştır. Maksimum termal verim değerleri ise tüm basınçlar için maksimum türbin giriş sıcaklığında (580 °C) elde edilirken, bu

değer 60 bar türbin giriş basıncı %68,09, 80 bar türbin giriş basıncı %68,75 ve 100 bar türbin giriş basıncı %69,21 olarak hesaplanmıştır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, 60 bar, 80 bar ve 100 bar türbin giriş basınçları için bir buhar Rankine çevriminin değişen türbin giriş basıncına göre tasarımı ve iyileştirilmesi çalışılmıştır. Çalışma kapsamında, ısı kaynağı olarak güneş enerjisinden yararlanılmış olup, suyu ısıtmak için parabolik oluklu güneş kolektörleri tarafından ısıtılan Terminol VP1 tipi termal yağ kullanılmıştır. Sistemin iyileştirilmesi boyunca, her bir türbin giriş basıncı için, türbin giriş sıcaklığı suyun o basınçtaki doymuş buhar sıcaklığından 580 °C'ye kadar yükseltilmiştir. Yapılan detaylı simülasyon, enerji ve ekserji analizleri sonucunda:

- 200 adet parabolik kolektörün kullanımı durumunda, termal yağın ortalama Akdeniz Bölgesi güneş ışıma değeri (750 W/m²) 590 °C'ye kadar ısıtılacağı görülmüştür.
- Aynı şartlarda, sabit türbin giriş basıncında, türbin giriş sıcaklığı artarken kütleli debi ve pompa güç tüketimi azalırken net güç üretimi, termal ve ekserji verimi artmıştır.
- Sabit türbin giriş sıcaklığında, basıncın artmasının kütleli debi, toplam pompa güç tüketimi, net güç üretimi, termal ve ekserji veriminin hepsinin arttığı görülmüştür.
- Yapılan iyileştirme çalışmaları sonucunda, maksimum net güç termal ve ekserji verimi 100 bar türbin giriş basıncında ve 580 °C türbin giriş sıcaklığında sırasıyla 23,60 MW, %32,68 ve %69,21 olarak hesaplanmıştır.

Referanslar

- [1] Yağlı, H. (2020). Examining the receiver heat loss, parametric optimization and exergy analysis of a solar power tower (SPT) system. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 42(17), 2155-2180.
- [2] Wang, X., Liu, Q., Bai, Z., Lei, J., & Jin, H. (2017). Thermodynamic analysis of the cascaded supercritical CO₂ cycle integrated with solar and biomass energy. *Energy procedia*, 105, 445-452.
- [3] Yağlı, H., Karakuş, C., Koç, Y., Çevik, M., Uğurlu, İ., & Koç, A. (2019). Designing and exergetic analysis of a solar power tower system for Iskenderun region. *International Journal of Exergy*, 28(1), 96-112.
- [4] He, Y. L., Mei, D. H., Tao, W. Q., Yang, W. W., & Liu, H. L. (2012). Simulation of the parabolic trough solar energy generation system with Organic Rankine Cycle. *Applied Energy*, 97, 630-641.
- [5] Öksel, C., Koç, Y., Yağlı, H., & Koç, A. (2019). Kuantum Noktalı Güneş Hücreleri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 174-182.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

KAHRAMANMARAŞ İLİ İÇİN KRİSTAL SİLİKON PV TİP ÇATI SİSTEMLERİ İLE GÜNEŞ ENERJİSİNDEN ENERJİ ÜRETİMİ POTANSİYELİ**ENERGY PRODUCTION POTENTIAL FROM SOLAR ENERGY WITH CRYSTAL SILICONE PV TYPE ROOF SYSTEMS FOR KAHRAMANMARAŞ PROVINCE****İlker MERT***Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye Meslek Yüksekokulu, OSMANİYE, <https://orcid.org/0000-0001-6864-2948>***Hüseyin YAĞLI***İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 31200 İskenderun, HATAY
ORCID: 0000-0002-9777-0698***ÖZET**

Güneş enerjisi insanların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli olan tükenmeyen ve temiz bir enerji kaynağıdır. Yaşam kalitesi beklentisi, nüfus artışı ve endüstriyel talep güneş enerjisine dayalı projelere olan talebi artırmaktadırlar. Çatı tipi güneş enerjisi sistemleri (ÇTGES) özellikle enerji ithalatına bağımlı ülkeler için önemli bir enerji çözümü olarak görülebilir. Güneşlenme süresi ve güneş enerjisi potansiyeli açısından şanslı bölgelerde ÇTGES konutların kendi elektrik arzlarını kontrol edebilmelerine olanak sağlayabilmektedir. Kahramanmaraş güneş enerjisi açısından aylık ortalama 12,07 saat güneşlenme süresi ve m² başına günlük ortalama 6,77 kW's'lik global radyasyon değerlerine ulaşabilen oldukça şanslı bölgelerden biridir. Bu çalışmada bir konutun enerji ihtiyacını karşılamak üzere 1 kWp nominal güce sahip kristalin silikon (cSi) tip fotovoltaik (PV) güneş panellerinin performansı araştırılmıştır. TEDAŞ tarafından yayınlanan Türkiye Elektrik Dağıtım İstatistikleri raporuna göre mesken ortalama yıllık elektrik tüketimi 1528 kW's olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle çalışmada konut için günlük enerji ihtiyacı günlük ortalama 4,18 kW olarak kabul edilmiştir. Sistem kaybı %10 olarak kabul edilirken optimum eğim açısı 32° olarak belirlenmiştir. Sistem yıllık olarak 1560,31 kW's enerji üretimi yapabilmektedir. Elde edilen en yüksek değer temmuz ayında 168,5 kW's olarak hesaplanırken en düşük değer ocak ayında 79,5 kW's olarak hesaplanmıştır. Sistem yıl bazında günlük ortalama 4,27 kW's üretim değerine ulaşabilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde 1 kWp kristalin silikon (cSi) tip PV sistem bir konut için gerekli enerjiyi sağlayabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Silikon PV, Çatı Sistemleri, Performans Analizi.

ABSTRACT

Solar energy is an inexhaustible and clean source of energy necessary for people to survive. Life expectancy, population growth and industrial demand increase the demand for projects based on solar energy. Rooftop solar systems (ÇTGES) can be seen as an important energy solution especially for countries that depend on energy imports. In regions that are lucky in terms of sunbathing time and solar energy potential, ÇTGES can enable residences to control their electricity supply. In terms of solar energy, Kahramanmaraş is one of the most lucky regions that can reach an average of 12.07 hours of sunshine per month and global radiation values of 6.77 kWh per m² per day. In this study, the performance of crystalline silicon (cSi) type photovoltaic (PV) solar panels with a nominal power of 1 kWp was investigated to meet the energy needs of a residence. Turkey Electricity Distribution TEDAŞ published by Statistics According to the report the average annual residential electricity consumption is 1528 kWh as calculation. For this reason, the daily energy need for housing was accepted as 4.18 kW per day. While the system loss is considered as 10%, the optimum inclination angle is determined as 32°. The system can generate 1560.31 kWh of energy annually. The highest value obtained was calculated as 168.5 kWh in July, while the lowest value was calculated as 79.5 kW's in January. The system can reach an average daily production value of 4.27 kWh per year. When evaluated from this point of view, 1 kWp crystalline silicon (cSi) type PV system can provide the necessary energy for a residence.

Keywords: Solar Energy, Silicon PV, Roof Systems, Performance Analysis.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

BETONDA UÇUCU KÜL İNCELİĞİNİN SÜLFAT DİRENCİ ÜZERİNE ETKİSİ
THE EFFECT OF FLY ASH FINENESS ON SULFATE RESISTANCE IN CONCRETE**Demet DEMİR ŞAHİN***Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Meslek Yüksek Okulu, Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü, Gümüşhane,
ORCID: 0000-0003-0338-6562, (Sorumlu Yazar)***Mustafa ÇULLU***Doç. Dr., Gümüşhane Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane,
ORCID: 0000-0002-0454-7949***Hasan EKER***Dr., Gümüşhane Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane,
ORCID: 0000-0003-2644-4681***ÖZET**

Beton üzerinde sülfat genleşme etkisi oluşturması sonucunda betonun dayanımını düşürerek servis ömrünün kısılmasına neden olmaktadır. Sülfat ise çimento bileşiminde bulunan kalsiyum alüminat ve kalsiyum hidroksit ile reaksiyona girdiğinde etrenjit ve jips gibi genleşmeye neden olan ürünler oluşturmaktadır. Bu ürünler betonda çatlak oluşumuna, pullanarak dökülmeye, çimento hidratasyonu sonucu meydana gelen kalsiyum hidroksit ve kalsiyum silikat hidratının bozulmasını sağlayarak betonu bir arada tutan adezyon kuvvetlerinin zayıflamasına ve dayanım kaybına neden olmaktadır. Doğada bulunan sülfat; yeraltı ve deniz sularından, asit yağmurları, sanayi atıklarına maruz kalan betonlara direk ya da dolaylı yollarla nüfuz etmektedir. Uzun ömürlü beton üretimi için yapının tahrip olmasına sebep olan sülfata karşı korumak gerekmektedir. Sülfatın beton üzerinde oluşturduğu etkileri azaltmak ya da yok etmek için iki önlem türü bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, çimento bileşimindeki C₃A miktarının azaltılması, ikincisi ise çimento hidratasyonu sonucunda oluşan kalsiyum hidroksitin çeşitli mineral katkıları (uçucu kül, yüksek fırın cürufu, silis dumanı) içeren çimentolar kullanılarak azaltılmasıdır. Bu çalışmada, Afşin Elbistan Termik Santralinden alınan ve kimyasal bileşimi bakımından C tipi uçucu kül (UK) kullanılmıştır. Uçucu külün bilyalı değirmende öğütülmesi (0, 10 ve 20 dk) ile elde edilen farklı inceliklere sahip örnekler % 10 ikame oranı ile hazırlanarak uçucu kül katkılı beton örnekler oluşturulmuştur. Daha sonra bu örnekler; % 5 ve % 10 katkılı sülfat çözeltisine maruz bırakılmış ve beton örneklerinin sülfat direnci üzerine etkisi araştırmak için basınç dayanım testine tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre uçucu kül öğütme süresinin bağlı olarak % 5 ve % 10 sülfat çözeltisine maruz bırakılmış katkılı beton örneklerinin basınç dayanım değerlerinde artışlar gözlenmiştir. Sülfat çözeltisi miktarının artmasıyla katkılı beton örneklerinin basınç dayanımı azaldığı ve referans örneğine göre daha düşük basınç dayanımı değerine sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sülfat Direnci, İncelik, Öğütme Süresi, Uçucu Kül, C tipi, Beton.

ABSTRACT

As a result of the sulfate expansion effect on concrete, it causes to shorten its service life by decreasing the strength of the concrete. As for sulfate, forms products that cause expansion such as ettringite and gypsum when it reacts with calcium aluminate and calcium hydroxide in the cement composition. These products cause crack formation in concrete, flaking and flaking of calcium hydroxide and calcium silicate hydrate originating in cement hydration causing adhesion forces and loss of strength. Sulfate which is found in nature; it penetrates into the ground and sea water, acid rain, and concrete exposed to industrial waste directly or indirectly. It requires to protect against sulfate, which causes the structure to be destroyed for long-lasting concrete production. There are two types of measures to reduce or eliminate the effects sulfate has on concrete. The first is to reduce the amount of C₃A in the cement composition, and the second is to reduce the calcium hydroxide formed as a result of cement hydration using cements containing various mineral additives (fly ash,

blast furnace slag, silica fume). In this study, C type fly ash (FA) which is taken from Afşin Elbistan Thermal Power Plant in terms of its chemical composition was used. Concrete samples with FA additive were formed by preparing samples with different finenesses obtained by grinding the FA in the ball mill (0, 10 and 20 minutes) with a 10 % substitution rate. Then these examples were exposed to a 5 % and 10 % blended sulfate solution and subjected to compressive strength testing to investigate the effect of concrete samples on sulfate resistance. According to the results obtained, raises in the compressive strength values of the admixed concrete samples exposed to 5 % and 10 % sulfate solution were observed depending on the FA grinding time. It was observed that the compressive strength of admixed concrete samples decreased with the increase in the amount of sulfate solution and had a lower compressive strength value than the reference sample.

Keywords: Sulfate Resistance, Fineness, Fly Ash, C Type, Concrete.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

**MEVCUT BETONARME BİR YAPIDA TAHRİBATLI VE TAHRİBATSIZ METOTLARLA
DAYANIM İNCELEMESİ****STRENGTH INVESTIGATION WITH DESTRUCTIVE AND NON-DESTRUCTIVE METHODS IN AN
EXISTING REINFORCED CONCRETE STRUCTURE****Kadir GÜÇLÜER***Öğr. Grv. Dr., Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, İnşaat Bölümü, (Sorumlu Yazar) (ORCID: 0000-0001-7617-198X)***Osman GÜNAYDIN***Prof. Dr., Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, (ORCID: 0000-0001-7559-5684)***ÖZET**

Betonarme yapıların ekonomik ömürlerini sorunsuz şekilde tamamlayabilmeleri için projede öngörülen dayanım kriterlerinin eksiksiz uygulanması gerekmektedir. Ancak kompozit yapı malzemesi olan betonun taşıma, yerleştirme ve uygulama gibi proseslerde dış ortam faktörlerine maruz kalması ve ayrıca teknik bilgi yetersizliği bu durumun gerçekleşmesini etkileyebilmektedir. Uygulanan betonun nihai dayanım kriterlerinde şüpheye düşüldüğünde yerinde uygulama imkanı olan tahribatlı ve tahribatsız metotlara başvurulmaktadır. Bu amaçla bu çalışmada, mevcut bir betonarme yapıda taşıyıcı elemanlar üzerinde; tahribatlı yöntem olarak karot deneyi uygulanmış, tahribatsız yöntem olarak ise; ultrases geçiş süresi, Schmidt çekici ve yarı hücre potansiyel korozyon ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen deney verileri birbirleri ile ilişkilendirilip yorumlanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Betonarme, Tahribatlı-Tahribatsız Metot, Dayanım**ABSTRACT**

In order for reinforced concrete structures to complete their economic life without any problems, the strength criteria envisaged in the project must be applied completely. However, the exposure of concrete, which is a composite building material, to external factors in processes such as transportation, placement and application, as well as the lack of technical knowledge may affect the realization of this situation. Destructive and non-destructive methods with the possibility of on-site application are used when the final strength criteria of the applied concrete are doubted. For this purpose, in this study, on the load-bearing elements in an existing reinforced concrete structure; Concrete core testing has been applied as destructive method, and as non-destructive method; Ultrasonic pulse velocity, Schmidt hammer and half-cell potential corrosion measurements. Experimental data obtained are related to each other and interpreted. Experimental data has been tried to be compared and interpreted.

Key Words: Reinforced Concrete, Destructive Non-Destructive Methods, Strength**1. GİRİŞ**

Barınma ihtiyacı insanoğlunun en önemli varoluş felsefelerinden biri olarak kabul edilebilir. Tarihsel süreç incelendiğinde, insanoğlunun bu ihtiyacı karşılayabilmek amacıyla farklı girişimlerde bulunduğu, öncelikle doğada var olan malzemeleri bu olgu için araçsallaştırdığı, gelişmesiyle birlikte ihtiyaç ve isteklerine özgü yeni keşiflerle bu durumu değiştirdiği ve güncellediği bilinmektedir [1].

Betonarme iki farklı malzemenin bir araya getirilmesiyle kompozit temelde oluşturulmuş bir sistemdir. Betonarmenin ortaya çıkması ve gelişmesindeki en büyük etken beton malzemenin keşfi ve çelik ile aderansıdır. Modern anlamda çimentonun keşfi, beton ve batonarme ile ilerleme göstermiştir. İlk betonarme

yapının 1852'de üretilmesi bu durumun en önemli göstergesi kabul edilebilir. Hazır beton teknolojisinin gelişmesiyle birlikte de modern yapıların vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiştir [2].

Beton; çimento, agrega, su ve katkı malzemelerinden oluşan kompozit taşıyıcı yapı malzemesidir. Bünyesinde yer alan farklı orjindeki malzemeler betonun taşıyıcı özelliklerini önemli derecede etkileyebilir. Taşıyıcı özelliklerin bileşenleri tarafından etkilenmesi sonucu betonarme sistem içinde farklı deformasyonlar beklenebilir. Özellikle dış ortam faktörlerinin varlığı, uygulama, işlenebilme gibi özelliklerin teknik koşullara uygun gerçekleştirilmemesi sonucunda beton nihai amaç ve mukavemet değerlerini sağlayamayabilir. Bu durumda betonun mukavemet değerlerinde duyulan şüphe, ölçüm teknikleriyle açığa kavuşturulmalıdır [3].

Beton malzemenin yerinde dayanım incelemesi tahribatlı ve tahribatsız metotlar ile gerçekleştirilebilir. Özellikle dayanımdan şüphe edildiğinde tahribatlı metot olan karot dayanım incelemesi tüm Dünyada kabul görmüştür. Bunun yanında tahribatsız metot olarak kabul edilen, ultrasonik geçiş süresi ölçümü, Schmidt çekici ve korozyon ölçümleri de betonarme sistem içerisindeki taşıyıcı elemanların mekanik ve durabilite verileri hakkında tahminde bulunulmasını gerçekleştirebilir [4].

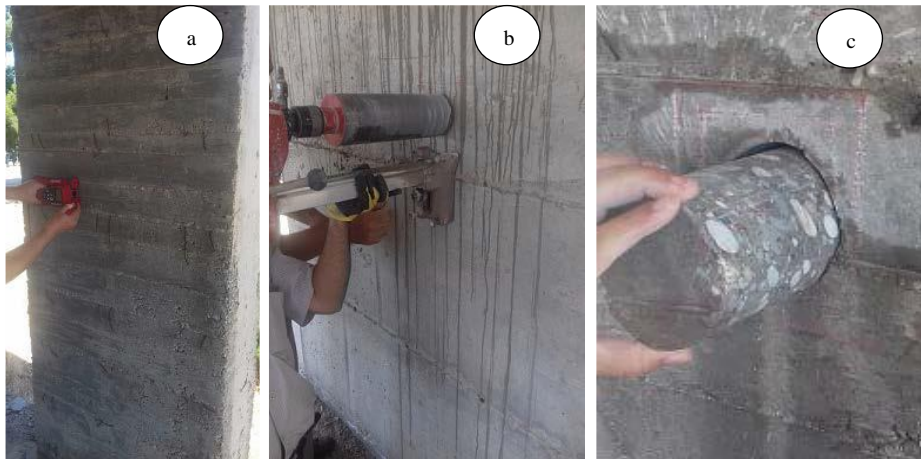
Mevcut betonarme yapılarda bazı sebeplerden dolayı beton dayanımının ihtiyacının belirlenmesi gerekebilir. Bu nedenler; döküm işleminde kalite denetimi olmaması, yapı kullanım amacının değişmesi, yapının güvenliğini tehlikeye düşürebilecek bir takım doğa olayları ya da yangın gibi olayların meydana gelmesi, gibi durumlar şeklinde sıralanabilir. Bu durumda tahribatlı ve tahribatsız yöntemlere başvurularak sertleşmiş halde sistem içerisinde var olan beton dayanımını belirlenebilir [5].

2. MATERYAL METOT

Betonarme sistemlerde yerinde dayanım incelemesinde kullanılan yöntemler tahribatlı ve tahribatsız metot olmak üzere ikiye ayrılır. Tahribatlı yöntemde en çok kullanılan karot numune alma deney yöntemi olup, tahribatsız yöntemde ise ultrases geçiş süresi, Schmidt çekici, penetrasyon yöntemi gibi metotlar olarak değerlendirilmektedir. Tahribatsız deney yöntemlerinde, deney uygulama esnasında ve sonrasında yapıda herhangi bir kalıcı hasar oluşumu gerçekleşmez [6].

2.1. Karot Numune Alma Deney Yöntemi

Mevcut betonarme sistem içerisinde yer alan beton dayanımının basınç dayanımı tespiti için karot ile numune alınarak basınç dayanımına tabi tutulması en gerçekçi sonuçları vermektedir [7]. Karot numunesi alma deney yöntemi TS EN 12504-1 [8] standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Karot alınacak taşıyıcı elemanlar üzerinde donatılar belirlendikten sonra karot alanı oluşturulmuş ve numune çıkartılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Karot alma işlemi; a) donatı belirleme, b) karot alma uygulaması, c) karot numunesi.

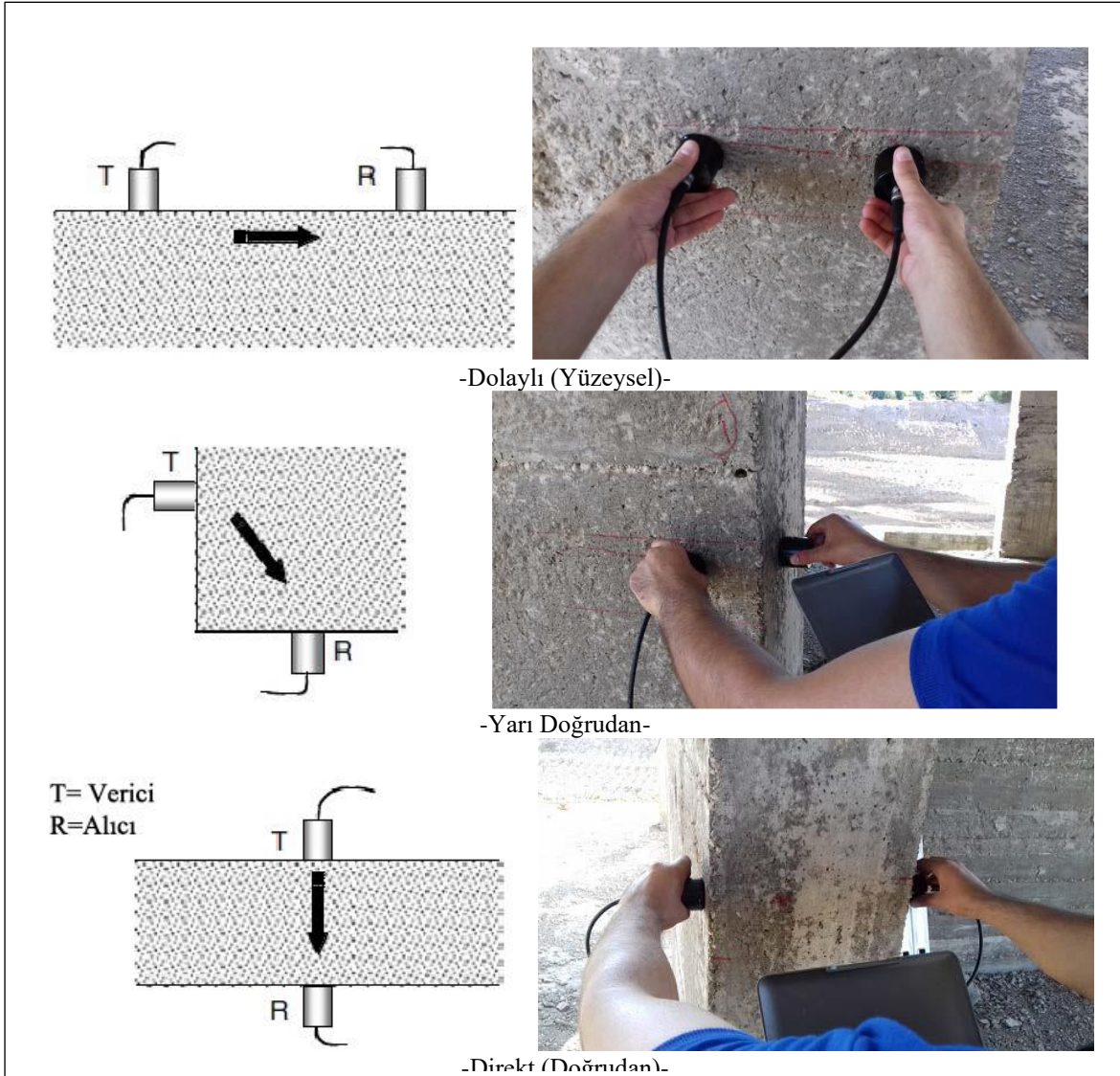
Silindirik karot numuneleri basınç dayanımı deneyine tabi tutulmadan önce çimento başlıklama yapılarak deneye hazır hale getirilmişlerdir (Şekil 2).



Şekil 2. Çimento başlıklama yapılmış silindirik karot numuneleri

2.2. Ultrases Geçiş Hızı Deney Yöntemi

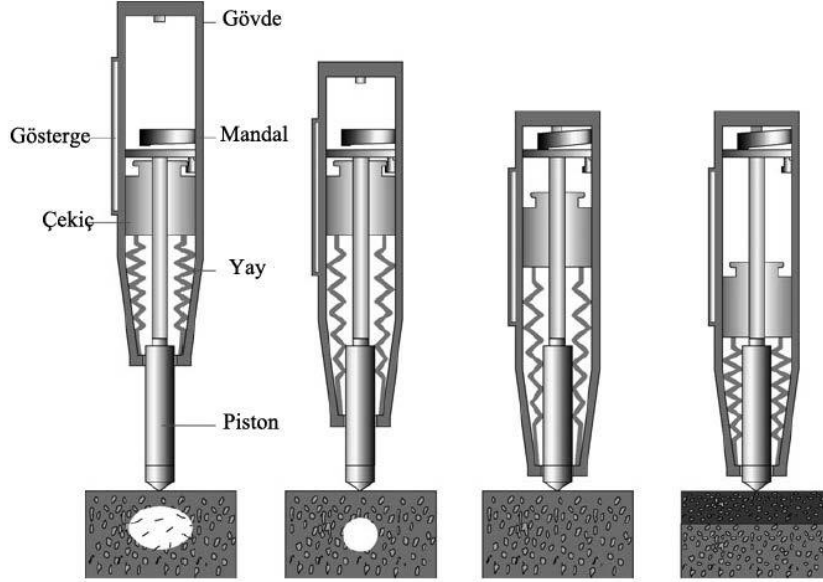
Ultrases geçiş hızı ölçümleri ASTM C 597 standardına göre gerçekleştirilmiştir [9]. Bu yöntemde kullanılan deney cihazının alıcı ve verici uçlarının konumlanmasına göre ölçümler farklı şekilde adlandırılmaktadır. Bunlar; dolaylı, yarı doğrudan ve direkt ölçüm olarak adlandırılmaktadır [10]. Bu üç yöntem de karot numune çıkartılan taşıyıcı elemanlar üzerinde uygulanmış ve sonuçlar birbirleri arasında karşılaştırılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Ultrases geçiş hızı ölçümü.

2.3. Schmidt Çekici Deney Yöntemi

Schmidt çekici beton ve kayaların yüzey sertliklerinin belirlenmesi için kullanılan oldukça pratik bir alettir. Beton yüzeye uygulanan çekiç içerisindeki pistonun geri tepme değeri (R) okunarak malzeme dayanımı hakkında bilgi edinilir (Şekil 4). Schmidt çekici ile yapılan okumaların değerlendirilmesinde farklı kabuller ve kriterler bulunmaktadır. Okumaların değerlendirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılabilir. 12 adet beton çekici okuması alınır ve bunlar en küçükten büyüğe doğru sıralanır, en küçük ve en büyük değerler atılır, kalan 10 adet okumanın aritmetik ortalaması esas alınır [11].

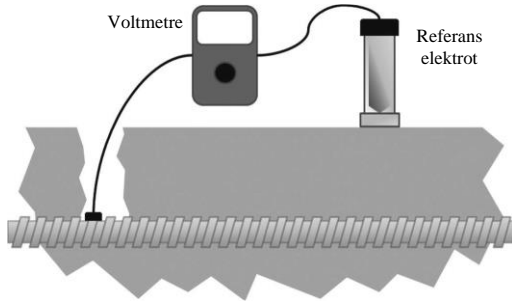


Şekil 4. Schmidt çekici [12].

2.4. Yarı Hücre Potansiyeli Korozyon Deney Yöntemi

Yarı hücre potansiyel korozyon ölçümleri, korozyon mekanizmasının muhtemel bir betonarme eleman içerisinde sorun teşkil edebilecek bölgelerini tanımlamak için kullanılacak potansiyel farkın büyüklüğünün belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir [13]. Referans elektrot ile donatı arasında yer alan voltmetre aracılığıyla okunan gerilim değeri Tablo 1’de verilen verilerle yorumlanarak korozyon hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır [14].

Tablo 1. Korozyon ölçüm değerlendirilmesi [14].



Şekil 5. Yarı hücre potansiyel korozyon ölçümü [13].

Yarı Hücre Potansiyel (mV)	Korozyon Riski (%)
>-100	<10
>250 ≤-100	10-90
≤-250	>90

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Karot Numune Basınç Dayanımı Bulguları

Mevcut betonarme yapının yerinde beton basınç dayanımının belirlenmesi amacıyla alınan karot numunelere ait basınç dayanımı bulguları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Karot numune basınç dayanımı bulguları

Eleman	Narinlik (λ)	Yük (kN)	Basınç Dayanımı (MPa)
1	1	82.20	10.5
2	1	72.90	9.3
3	1	106.10	13.5
4	1	137.10	17.4
5	1	149.90	19.1
6	1	143.20	18.3
7	1	145.10	18.5
Ortalama karot basınç dayanımı			15.2
En küçük karot basınç dayanımı			9.3
En yüksek karot basınç dayanımı			19.1

3.2. Schmidt Çekici Deneyi Bulguları

Karot numunesi alınan taşıyıcı elemanlar üzerinde gerçekleştirilen Schmidt çekici deneyi geri sıçrama verilerine ilişkin bulgular Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Schmidt çekici bulguları

Eleman	Bölge	R (ortalama)
1	Orta	33.88
2	Orta	42.88
3	Orta	39.00
4	Orta	40.88
5	Orta	39.50
6	Orta	33.50
7	Orta	31.50

3.3. Ultrases Geçiş Hızı Deneyi Bulguları

Dolaylı, yarı-dolaylı ve direkt ölçümler ile gerçekleştirilen ultrases geçiş hızı deneyine ait bulgular Tablo 4’de verilmiştir. En yüksek geçiş hızı bulguları dolaylı ölçüm yöntemi ile elde edilmiştir. En düşük geçiş hızı bulgularının ise yarı-doğrudan ölçüm yönteminde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. Ultrases geçiş hızı bulguları

Eleman	Bölge	Yarı-Doğrudan		Geçiş Hızı (km/s)	Dolaylı		Geçiş Hızı (km/s)	Direkt		Geçiş Hızı (km/s)
		Mesafe (cm)	Süre (μ s)		Mesafe (cm)	Süre (μ s)		Mesafe (cm)	Süre (μ s)	
1	Orta	14.14	11.2	12.63	20	3.3	60.61	30	22.7	13.22
2	Orta	11.18	11.9	9.39	30	6.3	47.62	30	5.3	56.60
3	Orta	28.28	22.6	12.51	20	5.8	34.48	30	11.8	25.42
4	Orta	14.14	5.2	27.19	20	13.5	14.81	30	8.3	36.14
5	Orta	14.14	12.6	11.22	30	9.7	30.93	30	6.3	47.62
6	Orta	14.14	9	15.71	30	7.4	40.54	30	6.9	43.48
7	Orta	14.14	25.8	5.48	30	6.9	43.48	30	31.7	9.46

Tahratsız deney yöntemlerinden elde edilen veriler kullanılarak basınç dayanımı tahmini üzerine literatürde mevcut birçok denklem bulunmaktadır. Hem Schmidt çekici hem de ultrases geçiş hızı verilerine bağlı olarak basınç dayanımı tahmini formül (1) yardımı ile gerçekleştirilmiştir [15].

$$f_c = 0.745xR + 0.951xV - 0.544 \quad (1)$$

Denklemden; f_c beton basınç dayanımı (MPa), R, Schmidt çekici geri tepme katsayısı ve V, ultrases geçiş hızı (km/s) değeridir.

Schmidt çekici geri tepme değerleri ve 3 farklı şekilde ölçülen ultrases geçiş hızı değerlerine ait formül (1) yardımıyla hesaplanan tahmini basınç dayanımı bulguları ile birlikte mutlak hata bulguları Tablo 5’de

verilmiştir. Elde edilen veriler gerçek dayanım değerleri ile karşılaştırıldığında formülde elde edilen tahmini dayanım değerleri ile gerçek dayanım değerleri arasındaki hata payının oldukça yüksek değerlerde olduğu, ancak gerçek dayanım değerlerine en yakın değerlerin yarı-doğrudan ultrases geçiş hızı verileri ile elde edildiği tespit edilmiştir.

Tablo 5. Gerçek ve tahmini basınç dayanım bulguları

Eleman	Schmidt Çekici Geri Tepme Değeri	Yarı-Doğrudan (YD) Geçiş Hızı (km/s)	Dolaylı (D) Geçiş Hızı (km/s)	Direkt (DT) Geçiş Hızı (km/s)	Gerçek Dayanım Değeri (MPa)	(YD) Tahmini Dayanım Değeri (MPa)	(D) Tahmini Dayanım Değeri (MPa)	(DT) Tahmini Dayanım Değeri (MPa)	(YD) Mutlak Hata (%)	(D) Mutlak Hata (%)	(DT) Mutlak Hata (%)
1	33.88	12.63	60.61	13.22	10.5	36,71	66,51	57,18	249,60	533,39	444,60
2	42.88	9.39	47.62	56.60	9.3	40,33	51,74	88,76	333,67	456,32	854,40
3	39.00	12.51	34.48	25.42	13.5	40,41	41,57	49,32	199,32	207,90	265,32
4	40.88	27.19	14.81	36.14	17.4	55,77	33,80	44,86	220,51	94,23	157,81
5	39.50	11.22	30.93	47.62	19.1	39,55	37,23	67,79	107,09	94,92	254,90
6	33.50	15.71	40.54	43.48	18.3	39,35	49,71	71,01	115,05	171,66	288,02
7	31.50	5.48	43.48	9.46	18.5	28,13	44,89	40,85	52,08	142,64	120,78

3.4. Yarı-Hücre Potansiyeli Korozyon Deneyi Bulguları

Yarı-hücre potansiyeli korozyon deneyi ölçümleri 5 eleman üzerinde gerçekleştirilebilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 6'da verilmiştir. Ölçülen tüm elemanlara ait korozyon oluşumu değerlerinin %10'dan küçük olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6. Yarı-hücre potansiyeli korozyon bulguları

Eleman	Yarı-hücre potansiyeli (mV)	Korozyon Riski (%)
1	2.5	<10
2	-1.67	<10
3	-8.33	<10
4	-3.5	<10
5	-5.5	<10

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Mevcut bir betonarme yapıda beton dayanımının tahribatlı ve tahribatsız metotlar ile incelemesi amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda;

-Beton basınç dayanımının belirlenmesinde tahribatlı metotun pahalı ve zahmetli olmasına karşın gerçek sonuçları verdiği,

-Ultrases geçiş hızı ölçüm yöntemlerinden yarı-doğrudan ölçüm yönteminden elde edilen tahmini dayanım değerlerinin gerçek dayanım değerlerine daha yakın olduğu,

-Schmidt çekici verilerinin beton basınç dayanımı hakkında kesin sonuçlar vermediği tespit edilmiştir.

Yapılacak bilimsel çalışmalarda, tahribatsız metotlar ile elde edilen verilerin farklı formülasyonlar ile dayanım tahminlerinin yapılması ulusal ve uluslararası ölçekte literatüre fayda ve katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Şimşek, O (2012). Beton ve Beton Teknolojisi, Seçkin Yayınevi, Ankara.
2. Güner, M.S (1999). Malzeme Bilimi - Yapı Malzemesi ve Beton Teknolojisi, Aktif Yayınevi, İstanbul.
3. Neville, A.M (2011). Properties of Concrete, Pearson, England.
4. Erdoğan, T (2015). Beton, ODTÜ Yayıncılık, Ankara.

5. Özçep F., Karabulut S., Özgüven B., Sanlı O. (2012). Tahribatsız Test Yöntemleri ve Ultrasonik Hız Ölçümleri. Jeofizik Bülten, Kasım, 11-24.
6. Ariöz, Ö (2004). Beton Dayanımının Standart, Tahribatlı, Yarı Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntemlerle Belirlenmesi. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Eskişehir.
7. İlhan, İ (2003). Beton karot numunesi alımı, Türkiye Mühendislik Haberleri, sayı 423, s. 66-67.
8. TS EN 12504-1 (2011). Beton - Yapıda beton deneyleri - Bölüm 1: Karot numuneler - Karot alma, muayene ve basınç dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
9. ASTM C597-16 (2016). Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA.
10. Mehta K.P., Monteiro P.J.M (2006). Concrete: Microstructure, Properties and Materials. McGraw-Hill, Third Edition, London.
11. Arıoğlu E, Arıoğlu N (2005). Üst ve alt yapılarda beton karot deneyleri ve değerlendirilmesi. Evrim yayınevi, İstanbul.
12. <https://insapedia.com/schmidt-cekici-beton-test-cekici-deneyi/>
13. Dyer, T (2014). Concrete Durability. CRC Press, pp 365.
14. ASTM C876-09 (2009). Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete. ASTM International, West Conshohocken, PA.
15. Subaşı S, Çullu M, Bolat H, Emiroğlu M, Erdal, M (2010). Uçucu kül ikameli betonların mühendislik özelliklerinin tahribatsız test yöntemleri ile belirlenmesi. e-Journal of New World Science Academy, 5(3): 494-506.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

ATIK LASTİK KATKILI FARKLI POLİMERLER İÇEREN BETONLARIN ÖZELLİKLERİ
PROPERTIES OF CONCRETES CONTAINING DIFFERENT POLYMERS WITH ADDED WASTE
TIRES**Semih Ramazan AKSOY***Yüksek Lisans Öğrencisi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı,
<https://orcid.org/0000-0003-3861-406X> (Sorumlu Yazar)***Alper BİDECI***Doç. Dr., Düzce Üniversitesi Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Orcid: 0000-0003-2385-7552***ÖZET**

Beton teknolojisi her geçen gün hızlı bir şekilde gelişmektedir. Bu gelişme çerçevesinde betonun birçok özelliği iyileştirilmeye çalışılmaktadır. Araştırmacı beton bileşenleri (çimento, su, agregalar, mineral ve kimyasal katkı) içerisinde, özellikle agregalar yerine, katı atıkları (cam, tuğla, kiremit, kıyılmış otomobil lastik atıkları vb.) kullanmıştır. Son zamanlarda özellikle geri dönüşümü zor olan ve büyük çevre kirliliğine neden olan atık lastiklerin beton içerisinde kullanılması araştırılmıştır. Ayrıca son yıllarda polimerin betonda kullanımının beton dünyasında geniş bir yer bulduğu söylenebilir. Özellikle yalıtım işlerinde, hasara uğrayan yapıların onarım ve güçlendirilmesinde, tamir malzemesi olarak sıkça kullanılmaktadır. Beton üretiminde kullanılan polimerlerin çimento bağlayıcısının tümü veya bir kısmı yerine kullanılması ile polimer betonu elde edilebildiği de bilinmektedir. Her ne kadar lastik parçaları olduğunda betonun mekanik özellikleri düşüyor gibi görünse de, betonun işe yarayan birçok başka özellikleri bulunmaktadır. Örneğin, çimento ağırlığının yaklaşık % 30'u kadar lastik parça ile karıştırılmış betonun yapı dışı çatlak dayanımını iyileştirdiği ve ısı iletkenliğini ve ses seviyesini düşürdüğü görülmektedir. Bu çalışmada, %10 atık kamyon lastiği katkı ve iki farklı tür polimer (%1 Polyester ve %1 Stiren Bütadien) içeren betonların özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla su/çimento (S/Ç) oranı 0.55 sabit tutulan 420 dozlu hafif betonlar üzerinde; birim hacim ağırlığı, su emme ve basınç dayanımı (7, 28 ve 90 günlük) deneyleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, Atık lastik katkı beton türlerinden polyester katkı betonun Stiren Bütadien katkı betona oranla daha optimum sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Lastik Agregası, Polimer, Beton**ABSTRACT**

Concrete technology is developing rapidly every day. Within the framework of this development, many features of concrete are tried to be improved. Researcher have used solid wastes (glass, brick, tile, chopped car tire wastes, etc.) in concrete components (cement, water, aggregates, mineral and chemical additives). Recently, the use of waste tires, which are difficult to recycle and cause great environmental pollution, in concrete has been investigated. In addition, it can be said that the use of polymer in concrete has found a wide place in the world of concrete in recent years. It is frequently used as a repair material especially in insulation works, repair and strengthening of damaged structures. It is also known that polymer concrete can be obtained by using the polymers used in concrete production instead of all or part of the cement binder. Although the mechanical properties of the concrete seem to decrease when there are rubber parts, concrete has many other properties that work. For example, it is observed that concrete mixed with approximately 30% of the cement weight by rubber parts improves the crack resistance of the building and reduces its thermal conductivity and sound level. In this study, the properties of concretes containing 10% waste truck tires and containing two different types of polymers (1% Polyester and 1% Styrene Butadiene) were investigated. For this purpose, on light concrete with 420 doses whose water / cement (S / O) ratio is kept constant 0.55; unit volume weight, water absorption and compressive strength tests (7, 28 and 90 days) were performed. As a result of the study,

it is determined that waste concrete with added rubber, polyester added concrete gives more optimum results compared to styrene butadiene added concrete.

Keywords: Rubber aggregate, Polymer, Concrete

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

**FONKSİYONEL DERECELENDİRİLMİŞ İLE TABAKALI KOMPOZİT KİRİŞLERİN
BURKULMA ANALİZİ****BUCKLING ANALYSIS OF FUNCTIONALLY GRADED AND LAYERED COMPOSITE BEAMS****Okan KIRLANGIÇ***Karayolları Genel Müdürlüğü, <https://orcid.org/0000-0002-8643-4293>, (Sorumlu Yazar)***Şeref Doğuşcan AKBAŞ***Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fak., İnşaat Müh. Böl.**<https://orcid.org/0000-0001-5327-3406>***ÖZET**

Fonksiyonel derecelendirilmiş kompozit malzemeler, tabakalı kompozit malzemelerde oluşan bir takım olumsuz özellikleri iyileştirmek amacıyla oluşturulan yeni tip bir kompozit malzeme türüdür. Tabakalı kompozit malzemelerin arayüzlerinde oluşan gerilme yığılmaları, tabakalar arasında delaminasyon ve çatlaklara yol açmaktadır. Tabakalar arasındaki ani geçişten dolayı ortaya çıkan bu gerilme süreksizliğini en aza indirmek için, fonksiyonel derecelendirilmiş malzeme ile malzeme özellikleri kademeli olarak derecelendirilerek gerilme yığılmaları en aza indirilir. Bu çalışmada, tabakalı kompozit ile fonksiyonel derecelendirilmiş kompozit kirişlerin burkulma analizleri yapılmıştır. Çalışmada, kompozit malzemeler konsol bir kiriş için düşünülmüş olup, tekil basınç kuvveti altındaki kritik burkulma yükleri elde edilmiş ve kıyaslanmıştır.

Fonksiyonel derecelendirilmiş malzeme özellikleri kirişin kalınlığı boyunca bir fonksiyona bağlı olarak değişmektedir. Karşılaştırma çalışması için, tabakalı kompozit ve fonksiyonel derecelendirilmiş kirişlerin malzeme özellikleri aynı malzemelerden seçilmiştir. Kiriş modelinde Euler-Bernoulli Kiriş Teorisi ve Timoshenko Kiriş Teorisi kullanılmıştır. Problemin çözümünde enerji tabanlı Ritz metodu kullanılmış olup cebrik polinomlar Ritz metodu içinde deneme fonksiyonları ile temsil edilmiştir. Problemlerin çözümünde MATLAB programında kod ve algoritmalar yazılmış olup sayısal sonuçlar elde edilerek analizlere ait grafikler çizilmiştir. Çalışmada, özdeğer problemi oluşturulmuş ve fonksiyonel derecelendirilmiş kirişin kritik burkulma yükü hesaplanarak tabakalı durumla kıyaslanmıştır.

Anahtar kelimeler: Kompozit Malzemeler, Fonksiyonel Derecelendirilmiş Malzemeler, Ritz Metodu, Burkulma Analizi

ABSTRACT

The functionally graded composite materials are new type composite materials produced for correcting the negative features of layered composite materials. The stress concentrations in the interfaces of layered composite materials cause delamination and cracks between the laminations. To minimize this stress discontinuity caused by the prompt transition among the laminations, the stress concentrations are minimized by gradually grading the material features with the functionally graded materials. In this study, the comparative analysis of layered composite and functionally graded composite beams is performed. The composite materials are considered for a cantilever beam under a compressive point load and their critical buckling loads are achieved and compared.

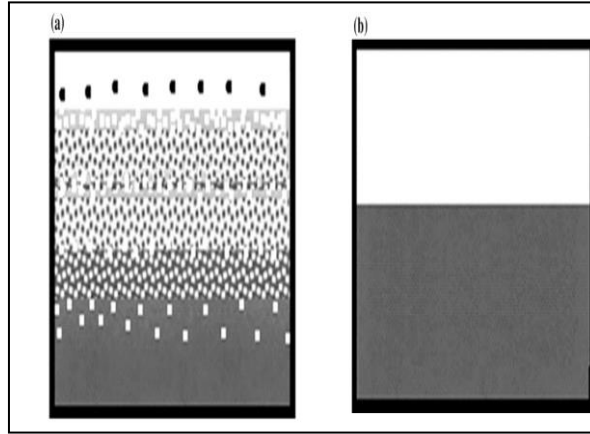
The feature of the functionally graded materials changes according to a function through the thickness of the beam. The Euler-Bernoulli Beam Theory and Timoshenko Beam Theory are used for the beam model. Energy based Ritz method is used for solving the problem and the algebraic polynomials are represented with the test functions in the Ritz method. For solving the problem, the codes and algorithms are written in MATLAB program; the numerical results are achieved and the graphics of the analysis are drawn. In buckling analysis,

an eigenvalue problem is created and the critical buckling load of the functionally graded beam is calculated and compared with the layered case.

Key Words: Composite Materials, Functionally Graded Materials, Ritz Method, Buckling Analysis

1. GİRİŞ

Kompozit malzemeler; iki veya daha fazla malzemenin, geleneksel malzemelerden daha iyi mühendislik özelliklerine sahip olacak şekilde birleştirilmesiyle oluşturulan malzemelerdir. Bu şekilde oluşturulan malzemelerle birlikte rijitlik, mukavemet, hafiflik, korozyona karşı direnç, termal özellikler, yorulma ömrü ve aşınma direnci gibi mühendislik yapılarındaki birçok önemli özellik geliştirilebilir. Kompozit malzemelerin yüksek mukavemet, yüksek rijitlik, korozyon direnci, yorulma ömrü, hafiflik ve buna benzer birçok mühendislik özelliklerinde sahip olduğu üstün davranışları onların başta yüksek performanslı uçaklarda, uzay araçlarında ve otomobil parçalarında olmak üzere birçok alanda kullanılmasına yol açmıştır. Geleneksel lamine kompozit yapılarda, homojen elastik tabakalar geliştirilmiş mekanik ve malzeme özellikleri elde etmek için birbirine bağlanır ve malzeme tabakaları arasında keskin bir arayüz oluşur. Lamine kompozit yapıların anizotropik yapısı genellikle malzeme ve geometrik süreksizlik bölgelerinde gerilme yığılmalarına yol açar bu da malzemenin çatlaması ve tabakaların birbirinden ayrılması gibi hasarlara sebep olur (Şekil 1).



Şekil 1. a) Fonksiyonel Derecelendirilmiş Malzeme **b)** Geleneksel Tabakalı Kompozit Malzeme (Mahamood ve Akinlabi, 2017).

Fonksiyonel derecelendirilmiş malzemeler (FDM) bir yüzeyden diğerine geçişte malzeme özelliklerinin sürekli değiştiği ve dolayısıyla lamine kompozit yapılarda bulunan gerilme konsantrasyonlarını hafifleten bir kompozit sınıftır. FDM'lerin üretiminin amacı malzemenin mekanik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin sürekli değişime uğraması yoluyla malzeme içerisindeki makroskopik sınırları ortadan kaldırılması ve böylece malzemenin diğer kompozit malzemelere kıyasla çok daha üstün mekanik özelliklere sahip olmasıdır.

Bu çalışmada fonksiyonel derecelendirilmiş malzemenin oluşan kiriş ile tabakalı kompozit kirişlerin burkulma analizi incelenmiştir. Kirişin modellenmesinde Euler-Bernoulli Kiriş Teorisi ile Timoshenko kiriş teorilerinden faydalanılmış ve enerji tabanlı Ritz yöntemi problemin çözümünde kullanılmıştır. Farklı malzeme dağılımları, farklı kiriş teorileri ve farklı geometrik özelliklere göre fonksiyonel derecelendirilmiş malzemenin oluşan kiriş ve tabakalı kompozit malzemenin oluşan kirişler için sonuçlar elde edilip kıyaslanmıştır. Konu ile ilgili Literatürde yapılmış bazı çalışmalarda; Saidi ve diğ. (2009), fonksiyonel derecelendirilmiş dairesel plakların aksel simetrik eğilme ve burkulma analizini üçüncü mertebeden kayma deformasyon teorisini kullanarak incelemişlerdir. Mohammadi ve diğ. (2010), fonksiyonel derecelendirilmiş narin dikdörtgen plakların burkulma analizini klasik plak teorisi kullanarak yapmışlardır. Li ve Batra (2013), aksel basınç yüküne maruz kalan fonksiyonel derecelendirilmiş Timoshenko ve Euler-Bernoulli kirişleri arasındaki analitik ilişkileri kritik burkulma yükü çerçevesinde araştırmışlardır. Vo ve diğ. (2015), fonksiyonel derecelendirilmiş sandviç kirişin burkulma ve serbest titreşim davranışını bir sonlu eleman modeli ile analiz etmişlerdir. Nguyen ve diğ. (2016), Lamine kompozit kirişlerin analizinde çeşitli sınır koşullarını sağlayan trigonometrik serilere dayanan analitik bir çözüm geliştirmişlerdir. Çalışmalarında lamine kompozit kirişlerin; statik, burkulma ve titreşim analizlerinin incelenmesi amacıyla yüksek mertebeli kiriş teorisi üzerinde durmuşlardır. Sayyad ve Ghugal (2018), fonksiyonel olarak derecelendirilmiş yüksek mertebeden kirişlerin eğilme, burkulma ve serbest

titreşim analizlerini yapmışlardır. Kayma deformasyonunun kirişteki etkisini değerlendirmek için, hiperbolik kayma deformasyon teorisi kullanılmıştır. Akbaş (2015, 2018) fonksiyonel derecelendirilmiş ile tabakalı kirişlerin burkulma sonrası davranışlarını Timoshenko kiriş teorisi kullanarak sonlu elemanlar yöntemi ile çözmüştür. Chen ve diğ. (2018), fonksiyonel derecelendirilmiş gözenekli plağın burkulma ve eğilme analizini Cherbyshev – Ritz yöntemiyle yapmışlardır. Birinci dereceden kayma deformasyonuna dayanan plak teorisinden temel denklemler türetilmiş, daha sonra Cherbyshev polinomları Ritz metodu kullanılarak çözülmüştür.

2. FORMÜLASYONLAR

Şekil 2’te eksenel basınç yüküne maruz kalan kirişlerin fonksiyonel derecelendirilmiş ve tabakalı malzeme dağılımlarında gösterimi sunulmuştur. Burkulma analizinde kompozit kirişi oluşturan malzemeler Zirkonya ve Alümina olarak seçilmiş olup bu malzemelerin kiriş geometrisindeki dağılım formları şekildeki gibidir. Fonksiyonel derecelendirilmiş kompozit kirişin malzeme dağılımında denklem 2.1, tabakalı kompozitin dağılımında ise denklem 2.2 göz önüne alınmıştır.

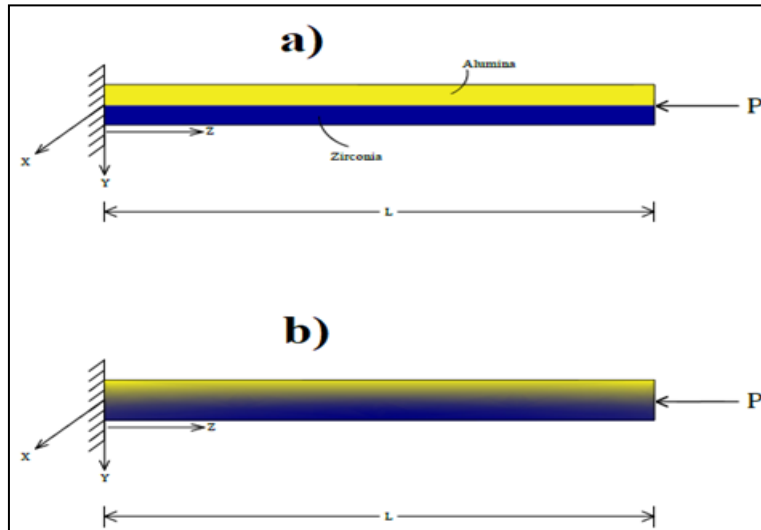
$$P(Y) = (P_A - P_U) \left(\frac{Y}{h} + \frac{1}{2} \right)^n + P_U \quad (2.1)$$

Burada P_A ve P_U kirişin alt ve üst yüzeylerinin malzeme özellikleri, n ise malzeme dağılım parametresini ifade eden FDM katsayısıdır. Eşitlik 2.1’de $Y = -h/2$ olması durumunda; $P = P_U$, $Y = h/2$ olması durumunda ise $P = P_A$ olmaktadır. FDM katsayısı $n = 0$ olduğunda kiriş malzemesi homojen alt malzeme (Zirkonya), $n = \infty$ olduğu durumda ise homojen üst malzeme (Alümina) şeklini alır. Şekil 3 de Elastisite modülünün kalınlık boyunca dağılımı eşitlik 2.1’e göre alt malzeme Zirkonya ($E_{Zirkonya} = 151 \text{ GPa}$) ve üst malzeme Alümina ($E_{Alümina} = 70 \text{ GPa}$) değerlerine göre gösterilmiştir.

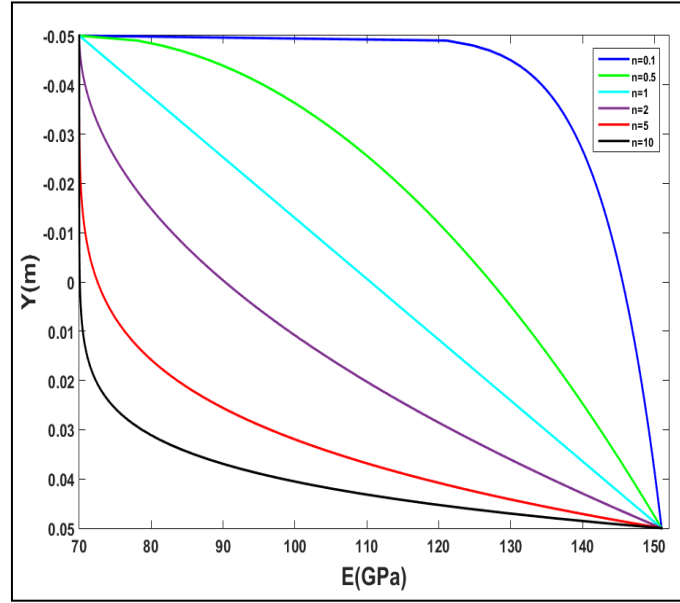
İki katmandan oluşan tabakalı kirişte malzeme özellikleri (P) aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$P(Y) = \begin{cases} P_A, & 0 \leq h \leq 0.5h \\ P_U, & -0.5h \leq h \leq 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

Timoshenko kiriş teorisine göre kirişin toplam potansiyel enerji denklemi izleyen denklemde verilmiştir.



Şekil 2. (P) eksenel basınç kuvvetine maruz kalan kompozit konsol kiriş. a) Tabakalı malzeme dağılımı b) Fonksiyonel derecelendirilmiş malzeme dağılımı.



Şekil 3. Malzemenin elastisite modülünün (E) kirişin kalınlığı (Y) boyunca değişimi.

$$\begin{aligned} \Pi = & \frac{1}{2} \int_0^L A_0 \left(\frac{\partial u_0}{\partial z} \right)^2 - 2A_1 \frac{\partial u_0}{\partial z} \frac{\partial \Phi}{\partial z} + A_2 \left(\frac{\partial \Phi}{\partial z} \right)^2 \\ & + K_s B_0 \left(\left(\frac{\partial v_0}{\partial z} \right)^2 - 2 \frac{\partial v_0}{\partial z} \Phi + \Phi^2 \right) - P \left(\frac{\partial v_0}{\partial z} \right)^2 dz \end{aligned} \quad (2.3)$$

A_0, A_1, A_2, B_0 ifadelerinin açılımları eşitlik 2.4 de tanımlanmıştır.

$$A_0 = \int_A E(Y) dA, A_1 = \int_A E(Y) Y dA, A_2 = \int_A E(Y) Y^2 dA, B_0 = \int_A G(Y) \quad (2.4)$$

Problemin çözümünde Ritz yöntemi kullanıldığında, eksenel ve düşey yer değiştirme ile dönme açısının yaklaşık çözüm fonksiyonu k terimli dizi şeklinde izleyen şekilde temsil edilmiştir:

$$u_o = \sum_{i=1}^k a_i \alpha_i(z), v_o = \sum_{i=1}^k b_i \beta_i(z), \Phi = \sum_{i=1}^k c_i \gamma_i(z) \quad (2.5a)$$

Konsol kirişin koordinat fonksiyonları aşağıda verilmiştir.

$$\alpha_i(z) = z^i, \beta_i(z) = z^{(i+1)}, \gamma_i(z) = z^i \quad (2.6)$$

Deneme fonksiyonları, 2.3’de bulunan potansiyel enerji denkleminde yerine yazılır ve denklemin bilinmeyen katsayılarına kısmi türevi alınır,

$$\frac{\partial \pi}{\partial a_i} = 0, \frac{\partial \pi}{\partial b_i} = 0, \frac{\partial \pi}{\partial c_i} = 0 \quad i = 1, 2, 3 \dots \dots k \quad (2.7)$$

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L A_0 \frac{\partial \alpha_i}{\partial z} \frac{\partial \alpha_j}{\partial z} a_j dz - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L A_1 \frac{\partial \alpha_i}{\partial z} \frac{\partial \gamma_j}{\partial z} c_j dz = 0 \quad (2.8a)$$

$\frac{\sigma \pi}{\lambda} = 0$ uygulanırsa:

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L K_s B_0 \frac{\partial \beta_i}{\partial z} \frac{\partial \beta_j}{\partial z} b_j dz - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L K_s B_0 \frac{\partial \beta_i}{\partial z} \gamma_j c_j dz - \sum_{i=1}^k \int_0^L P \frac{\partial \beta_i}{\partial z} \frac{\partial \beta_j}{\partial z} dz = 0 \quad (2.8b)$$

$\frac{\sigma \pi}{\lambda} = 0$ uygulanırsa:

$$- \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L A_1 \frac{\partial \gamma_i}{\partial z} \frac{\partial \alpha_j}{\partial z} a_j dz + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L A_2 \frac{\partial \gamma_i}{\partial z} \frac{\partial \gamma_j}{\partial z} c_j dz - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L K_s B_0 \gamma_i \gamma_j c_j dz = 0 \quad (2.8c)$$

Eşitlik 2.8a, 2.8b ve 2.8c'nin izleyen formda yazılması sonucu aşağıda belirtilen burkulma formülasyonları elde edilir.

$$[K] \{b\} - P[K^G] \{b\} = \{0\} \quad (2.9)$$

$$\begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a_j \\ b_j \\ c_j \end{Bmatrix} - P \begin{bmatrix} K_{11}^G & K_{12}^G & K_{13}^G \\ K_{21}^G & K_{22}^G & K_{23}^G \\ K_{31}^G & K_{32}^G & K_{33}^G \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a_j \\ b_j \\ c_j \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (2.10)$$

Eşitlikte yer alan K_{ii} ve K_{ii}^G sırasıyla Timoshenko kiriş teorisi için rijitlik matrisi ve geometrik rijitlik matrisini ifade etmekle birlikte açıklmaları izleyen denklemlerde verilmiştir.

$$K_{ij}^{11} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L A_0 \frac{\partial \alpha_i}{\partial z} \frac{\partial \alpha_j}{\partial z} dz, K_{ij}^{12} = 0 \quad (2.11a)$$

$$K_{ij}^{13} = - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L A_1 \frac{\partial \alpha_i}{\partial z} \frac{\partial \gamma_j}{\partial z} dz, K_{ij}^{21} = 0 \quad (2.11b)$$

$$K_{ij}^{22} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L K_s B_0 \frac{\partial \beta_i}{\partial z} \frac{\partial \beta_j}{\partial z} dz, K_{ij}^{23} = - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L K_s B_0 \frac{\partial \beta_i}{\partial z} \gamma_j dz \quad (2.11c)$$

$$K_{ij}^{31} = - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L A_1 \frac{\partial \gamma_i}{\partial z} \frac{\partial \alpha_j}{\partial z} dz, K_{ij}^{32} = - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L K_s B_0 \gamma_i \frac{\partial \beta_j}{\partial z} dz \quad (2.11d)$$

$$K_{ij}^{33} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L A_2 \frac{\partial \gamma_i}{\partial z} \frac{\partial \gamma_j}{\partial z} dz + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L K_s B_0 \gamma_i \gamma_j dz \quad (2.11e)$$

$$K_{11}^G = K_{12}^G = K_{13}^G = K_{21}^G = K_{23}^G = K_{31}^G = K_{32}^G = K_{33}^G = 0 \quad (2.11f)$$

$$K_{22}^G = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \int_0^L \frac{\partial \beta_i}{\partial z} \frac{\partial \beta_j}{\partial z} dz \quad (2.411g)$$

Yukarıdaki bağıntıların çözümü sonucunda özdeğer problemi elde edilir ve kirişin kritik burkulma yükü bulunur. Yukarıdaki bağıntılarda, kayma terimleri çıkarıldığında, denklemler Euler-Bernoulli kiriş teorisine indirgenir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Burkulma analizinde kompozit kirişi oluşturan malzemeler Zirkonya ve Alümina olarak seçilmiş olup bu malzemelerin kiriş geometrisindeki dağılım formları Şekil 2.1’de temsil edilmiştir. Analizde kullanılan malzeme parametreleri; Zirkonya için, $E_a = 151 \text{ GPa}$, $\nu_a = 0.2882$, Alümina için $E_u = 70 \text{ GPa}$ ve $\nu_u = 0.31$. Kirişin geometrik özellikleri ise $b=0.1\text{m}$, $h=0.1\text{m}$ seçilmiş ve kirişin uzunluğu L ise kirişin uzunluk-yükseklik oranına (L/h) bağlı olarak değişmektedir. Teori ve formülasyonların çözümü amacıyla MATLAB programında kodlamalar yapılmış ve sayısal sonuçlar ile grafikler elde edilmiştir. Tüm sayısal sonuçlarda dizilere ait terim sayısı 10 olarak alınmıştır.

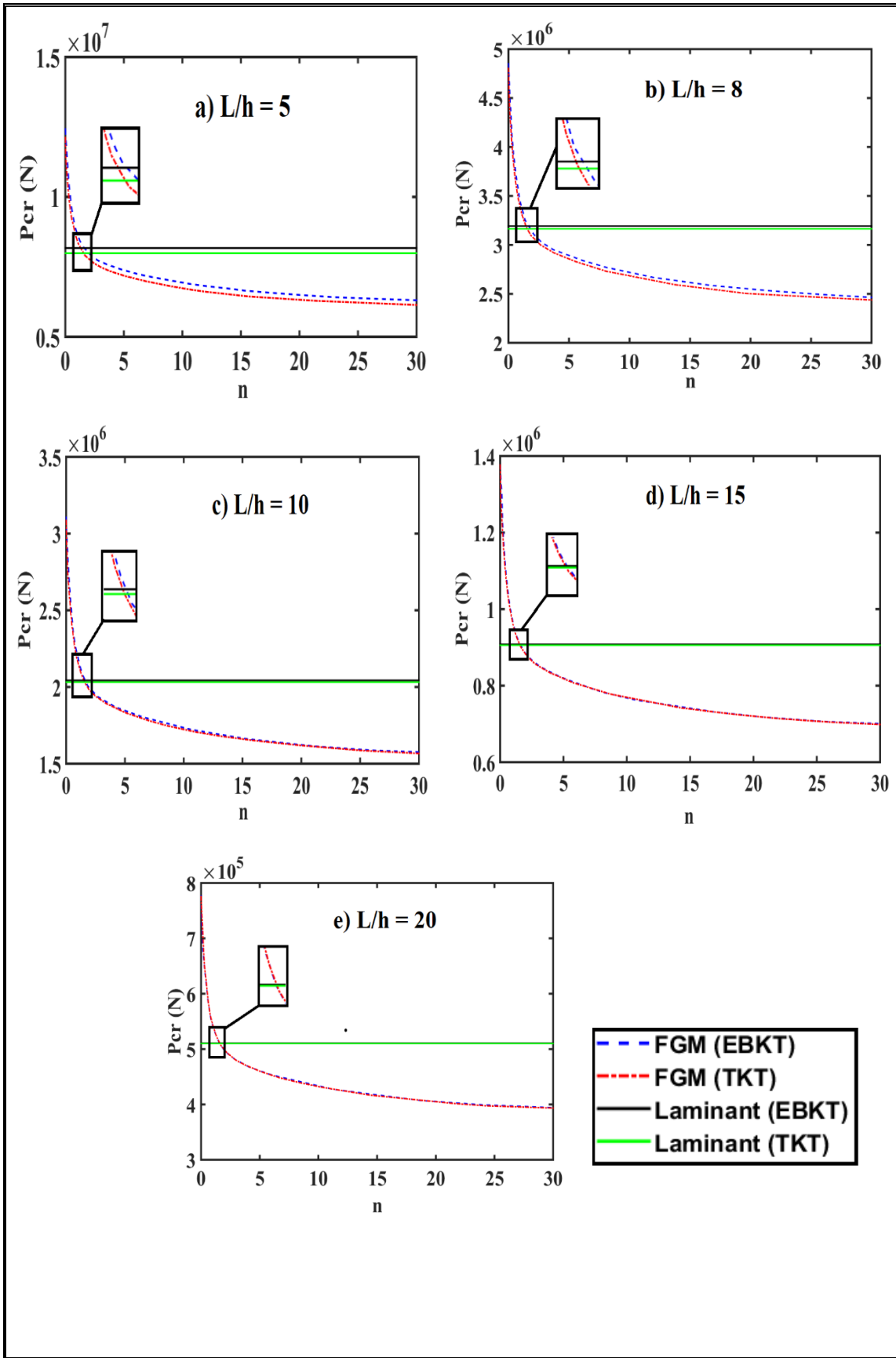
Şekil 4’de eksenel basınç yükü etkisi altındaki konsol kirişin stabilite analizinde fonksiyonel derecelendirilmiş ile tabakalı kompozit malzeme formlarının farkları incelenmiş olup ayrıca fonksiyonel derecelendirilmiş kirişlerde malzeme dağılım parametresinin (n) kritik burkulma yükü (P_{cr}) üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Sonuçlar farklı uzunluk-yükseklik oranları (L/h) için sunulmuş olup kiriş geometrisinin burkulma üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir. Euler-Bernoulli kiriş teorisi (EBKT) ve Timoshenko kiriş teorisi (TKT) olmak üzere farklı kiriş teoremleriyle elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Şekil 3.8’de görüldüğü üzere fonksiyonel derecelendirilmiş kompozit kirişin kritik burkulma yükü, FDM katsayısının artmasıyla beraber azalmaktadır. Malzemenin Elastisite modülü; malzemenin kiriş geometrisindeki pozisyonuna ve denklem 2.1’e göre değiştiğinden dolayı n katsayısı arttıkça Elastisite modülü azalmakta bu da kirişin rijitliğinde ve kritik burkulma yükünde azalmaya sebep olmaktadır. Tabakalı kompozit kirişlerin kritik burkulma yük değerlerinin; fonksiyonel derecelendirilmiş kirişlerin $P_{cr}(N) - n$ ilişkisinin temsil edildiği eğride genellikle malzeme dağılım parametresinin $2 < n < \infty$ arasında olduğu durumlarda

FDM kirişlerinin kritik burkulma yük değerlerinden fazla olduğu görülmektedir. Bu nedenle malzeme dağılım parametresinin $0 < n < 2$ arasında bir değer seçilmesi durumunda FDM kirişleri tabakalı duruma göre daha avantajlı olacaktır. Bu sonuç malzeme dağılım parametresinin fonksiyonel derecelendirilmiş malzemelerin stabilite davranışları üzerinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Şekil 3.8’de elde edilen sonuçlardan görüleceği üzere stabilite analizinde de farklı kiriş teorileri kullanılarak elde edilen sonuçlar arasındaki farkın iki farklı tip kompozit için de uzunluk – yükseklik oranının (L/h) arttıkça azaldığıdır. Uzunluk/yükseklik oranının az olduğu durumlarda Euler-Bernoulli Kiriş Teoremi ile Timoshenko Kiriş Teoremi arasında önemli bir fark olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4. Fonksiyonel derecelendirilmiş ile tabakalı kompozit kirişin kritik burkulma yükünün incelemesi ve FDM katsayısının (n) etkisi.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, konsol fonksiyonel derecelendirilmiş ile tabakalı malzeme dağılımlarına sahip kompozit kirişlerin burkulma incelenmiştir. Problemlerin çözümü için enerji tabanlı Ritz yöntemi kullanılmıştır. Euler-Bernoulli ve Timoshenko kiriş teorileri ile kirişlerin kritik burkulma yükleri elde edilmiştir. Kiriş içerisinde malzeme dağılım durumlarının ve kirişe ait farklı uzunluk-yükseklik oranlarının analize etkileri araştırılmış, sonuçlar farklı kiriş teorileri ile ele alınmıştır. Tüm yönetici denklemler MATLAB paket programında kodlanmış olup, sayısal sonuçlar ve grafikler bu program aracılığıyla elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda görüldüğü üzere, Fonksiyonel derecelendirilmiş malzeme dağılımına sahip kirişler ile tabakalı malzeme dağılımına sahip kirişlerin burkulma davranışları arasında büyük bir fark olduğu görülmüştür. Malzeme dağılım parametresindeki değişiklik ile fonksiyonel derecelendirilmiş kirişlerin mekanik davranışı önemli ölçüde değişmekte ve iki malzeme dağılım tipi arasındaki fark önemli derecede artmaktadır. Bu parametrenin uygun bir değer seçilmesiyle beraber fonksiyonel olarak derecelendirilmiş malzemelerin mekanik davranış açısından tabakalı malzemelere kıyasla daha fazla avantaja sahip olduğu görülmüştür. Fonksiyonel derecelendirilmiş kirişte FDM katsayısı arttıkça kritik burkulma yükünün azalma eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Tabakalı kompozitlere ait kritik burkulma yük değerlerinin genellikle fonksiyonel derecelendirilmiş kirişlerde malzeme dağılım parametresi $2 < n < \infty$ aralığında iken daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Malzeme dağılım parametresinin $0 < n < 2$ seçilmesi durumunda fonksiyonel derecelendirilmiş kirişlerin tabakalı duruma göre daha avantajlı olduğu kanıtlanmıştır ve bu parametrenin malzemenin burkulma davranışında ne derece önemli olduğu görülmüştür.

ACKNOWLEDGEMENT

Bu çalışma “Fonksiyonel Derecelendirilmiş ile Tabakalı Kompozit Kirişlerin Dinamik, Stabilite ve Statik Analizleri” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akbaş, Ş.D. (2015). On post-buckling behavior of edge cracked functionally graded beams under axial loads. *International Journal of Structural Stability and Dynamics*, 15(04), 1450065.
- Akbaş, Ş.D. (2018). Post-buckling responses of a laminated composite beam. *Steel and Composite Structures*, 26(6), 733-743.
- Chen, D., Yang, J., Kitipornchai, S. (2018). Buckling and bending analyses of a novel functionally graded porous plate using Chebyshev-Ritz method, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 19(1), 157-170.
- Li, S., Batra, R. (2013). Relations between buckling loads of functionally graded Timoshenko and homogeneous Euler – Bernoulli beams, *Composite Structures*, 95, 5-9.
- Mahamood, R.M., Akinlabi, E.T. (2017). *Functionally Graded Materials*, doi:10.1007/978-3-319-53756-6.
- Mohammadi, M., Saidi, A.R., Jomehzadeh, E. (2010). Levy Solution for Buckling Analysis of Functionally Graded Rectangular Plates, *Applied Composite Materials*, 17(2), 81-93.
- Nguyen, T.K., Nguyen N.D., Vo, T., Thai, T. (2016). Trigonometric-series solution for analysis of laminated composite beams, *Composite Structures*, 160, 142-151.
- Saidi, A.R., Rasouli, A., Sahraee, S. (2009). Axisymmetric bending and buckling analysis of thick functionally graded circular plates using unconstrained third-order shear deformation plate theory, *Composite Structures*, 89(1), 110-119.
- Sayyad, A.S., Ghugal, Y.M. (2018). Bending, buckling and free vibration responses of hyperbolic shear deformable FGM beams, *Mechanics of Advanced Composite Structures*, 5, 13-24.
- Vo, T., Thai, T., Nguyen, T.K., Inam, F., Lee, J. (2015). A quasi-3D theory for vibration and buckling of functionally graded sandwich beams, *Composite Structures*, 119, 1-12.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

SÜT VE ÜRÜNLERİNDE AĞIR METAL VARLIĞI**PRESENCE OF HEAVY METALS IN MILK AND DAIRY PRODUCTS****Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY***Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)*
ORCID ID: 0000-0002-8188-8384**Engin GÜNDOĞDU***Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü,*
ORCID ID:0000-0003-0013-9806**ÖZET**

Süt içerisinde esansiyel yağ asitleri, vitamin ve mineraller bulunan önemli bir protein kaynağıdır. Hayvanlardan elde edilen sütler P, Ca, K, Mg, Na, Cl gibi önemli elementleri ayrıca Cu, Zn, Mn, Fe, Cr, Cd and Ni gibi iz elementleri içermektedir. Endüstrileşme nedeniyle artan hava ve çevre kirliliği, laktasyon dönemindeki hayvanların yüksek konsantrasyonda Cu, Cd, Zn, Ni, Hg, Pb, Fe, As ve Cr gibi elementlere maruz kalmalarına neden olmaktadır. Bu metallerin hayvanlardan süte geçmesi sonucunda kontamine olmuş sütleri tüketen insanlarda ciddi sağlık sıkıntıları görülmektedir. Sütlerde bulunan ağır metaller, özellikle süt tüketiminin fazla olduğu yeni doğan bebekler ve çocuklarda oldukça tehlikeli olabilmektedir. Ağır metallerin süt ve süt ürünlerine doğrudan bulaşması süt sağımında kullanılan kaplar, süt taşımada kullanılan tanklar ve proses sırasında kullanılan ekipmanlar aracılığıyla olabilmektedir. Dolaylı bulaşma ise hayvanların ağır metal ile kontamine olmuş yem ve suyu tüketmeleri sonucunda olmaktadır. Ayrıca hayvanların ağır metal içeriği yüksek olan havayı solumaları da sütte kontaminasyona neden olmaktadır. Ağır metallerin insan vücuduna alınması sonucunda gerçekleşen toksisite mekanizması üzerine etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar kişinin yaşı, cinsiyeti, hangi yolla maruz kaldığı, günlük tüketim miktarı, maruz kalma süresi, absorpsiyon oranı ve mekanizması gibi faktörlerdir. Yemlerde bulunan ağır metalin süte geçişi hayvanlardaki süt bezleri gibi biyolojik filitreler sayesinde azaltılmaktadır. Ancak yapılan bazı çalışmalarda süt ve süt ürünlerinde tespit edilen kontaminasyon miktarının izin verilen miktarın üzerinde olduğu belirlenmiştir. Ağır metaller insanlarda akciğer ve kan kanseri, böbrek rahatsızlıkları, kemik erimesi, gastrointestinal ve hormonal rahatsızlıklar gibi birçok hastalığa sebep olmaktadır. Ülkemizde gıdalarda bulunan ağır metal miktarları yasal kurumlar tarafından denetlenmektedir. Bu çalışmada sütlerde bulunan ağır metal miktarları, bulaşma kaynakları ve sağlık üzerine olan etkileri tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Süt, Ağır Metal, Sağlık**ABSTRACT**

Milk is an important protein source because of essential fatty acids, vitamins and minerals. It contains important elements such as P, Ca, K, Mg, Na, Cl and also trace element such as Cu, Zn, Mn, Fe, Cr, Cd, Ni. Increased air and environmental pollution due to industrialization causes animals in lactation period to be exposed to elements such as Cu, Cd, Zn, Ni, Hg, Pb, Fe, As and Cr. As a result of these metals passing from animals to milk, people who consume contaminated milk have serious health problems. Heavy metals in milk can be quite harmful especially for newborns and children consumed high milk. Direct contamination of heavy metals in milk and dairy products can be done through containers used for milking, tanks used for milk transportation and equipment used during the process. Indirect contamination occurs when animals consume feed and water contaminated with heavy metal. In addition, animals breathing contaminated air causes contamination in milk. There are many factors affecting the toxicity mechanism after intake of heavy metals into the human body. These factors are such as the age, gender, the way of exposure, daily consumption, exposure time, absorption rate and mechanism. The transition of heavy metal in feed to milk is reduced by biological filters such as milk glands in animals. However, in the some studies conducted, it was determined

that the amount of detected contamination in the milk and dairy products is above the allowed amount. Heavy metals cause many diseases such as lung and blood cancer, kidney disorders, osteoporosis, gastrointestinal and hormonal disorders in humans. In our country, the amount of heavy metal in foods is controlled by legal institutions. In this study, the amount of heavy metal in milk, sources of contamination and its effects on health will be discussed.

Keywords: Milk, Heavy Metal, Health

GİRİŞ

Ağır metaller düşük konsantrasyonlarda bile toksik olabilen ve diğer metallere nazaran göre yoğunluğu $5g/cm^3$ den fazla olan elementlerdir (Durube vd., 2007; Özbolat ve Tuli, 2016). Sanayileşmenin ve tarımsal aktivitelerin artması çevredeki ağır metal kalıntılarının da artmasına neden olmaktadır. Toprakta bitkilere geçen ağır metaller, bu bitkilerin tüketilmesiyle hayvanlara ve insanlara geçmektedirler (Rao ve Murthy, 2017).

Hayvanlardan elde edilen sütler P (fosfor), Ca (kalsiyum), K (potasyum), Mg (magnezyum), Na (sodyum), Cl (klor) gibi önemli elementleri ayrıca Cu (bakır), Zn (çinko), Mn (manganez), Fe (demir), Cr (krom), Cd (kadminyum) ve Ni (nikel) gibi iz elementleri içermektedir. Süt ve süt ürünlerinde bulunan iz elementlerin miktarı; hayvanlarda laktasyon aşamasına, hayvanların beslenmesine, çevresel ve genetik faktörlere, üretim koşullarına, proses boyunca kullanılan ekipmanlardan kaynaklanan kontaminasyonlara bağlı olarak değişmektedir (Meshref vd., 2014).

Laktasyon dönemindeki hayvanlar Cu (bakır), Cd (kadminyum), Zn (çinko), Ni (nikel), Hg (civa), Pb (kurşun), Fe (demir), As (arsenik) ve Cr (krom) gibi ağır metallere yüksek miktarda maruz kalırlarsa, hayvanlardaki bu metaller süte geçer ve bu ürünleri tüketen insanlarda ciddi sağlık sorunları görülebilir (Ahmad vd., 2017).

AĞIR METALLERİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ

Demir, bakır, çinko gibi mikro besin elementleri metabolizmada birçok biyolojik fonksiyon için gereklidir. Bu elementlerin eksikliği birçok hastalığa neden olmaktadır. Bununla beraber yüksek miktarda vücudumuza alınması durumunda sağlığımızı olumsuz etkilemektedirler. İnsan vücuduna giren metallere olan gereksinim veya toksisite elementten elemente değişmektedir. Ağır metallerin insan vücuduna alınması sonucunda ortaya çıkan toksisite mekanizması üzerine etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar kişinin yaşı, hangi yolla maruz kaldığı, günlük tüketim miktarı, maruz kalma süresi, absorpsiyon oranı ve mekanizması gibi faktörlerdir (Meshref vd., 2014; Rao ve Murthy, 2017). Ağır metaller insanlarda akciğer ve kan kanseri, böbrek rahatsızlıkları, kemik erimesi, gastrointestinal ve hormonal rahatsızlıklar gibi birçok hastalığa sebep olmaktadır.

Kurşun (Pb)

Kurşun çevrede çok yaygın bulunan ve oldukça toksik olan bir elementtir. En olumsuz etkileri, merkezi sinir sisteminde ve böbrekler üzerinde görülmektedir. Gelişmiş ülkelerde süte bulunan kurşun kalıntı miktarları katı yasalarla denetlendiği için daha az görülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde artan böbrek rahatsızlıkları, süt ürünlerinde kurşun kalıntı miktarının artmasıyla ilişkilendirilmektedir (Ismail vd., 2019).

Kozmetik amaçlı kullanılan malzemeler, kurşun içeren su boruları, pestisitler ve benzin gibi maddeler kontaminasyona sebep olmaktadır. Kurşun kolaylıkla gıda zincirine ve bu yolla da insan vücuduna girebilir. Kurşunun insanların metabolizmasında biyolojik bir fonksiyonu bulunmamaktadır. Çocuklar kurşun metallerine karşı yetişkinlere göre daha duyarlıdır. Çocukların uzun süre belirli miktarda kurşun kalıntısına maruz kalmasının sonucunda zihinsel gelişme geriliği, dikkat eksikliği, böbrek fonksiyonlarının bozulması, kardiyovasküler sistem bozuklukları, işitme kaybı gibi ciddi sağlık problemleri görülebilmektedir (Ataro vd., 2008; Anonim, 2020).

Kadmiyum

Kadmiyum da kurşun gibi toksik bir elementtir. Kadmiyum elektro-kaplama, plastik işleme, madencilik, boya sanayi, alaşım sanayi, pil ve batari sanayilerinde kullanılmakta ve çevrede yaygın olarak bulunmaktadır. Kadmiyum, insan ve hayvanların böbrek, karaciğer, akciğer, kemik ve yumurtalıklarında yapısal fonksiyonel bozukluklara neden olmaktadır (Tunegova vd., 2016). Özellikle endüstriyel alanlarda veya karayollarına yakın bölgelerde yetişen ve ağır metalle kontamine olmuş yemlerle beslenen hayvanların sütlerinde kadmiyum içeriği yüksek bulunmuştur (Mahmoudi vd., 2017).

Fosfatlı gübreler de yüksek miktarda kadmiyum ve nikel gibi ağır metaller içermektedir. Bu yüzden aşırı gübre kullanımı sonucu toprakta ağır metal birikmesiyle mikrobiyal aktivite azalır ve kalıntılar bitkilerde absorbe olurlar. Bu bitkilerin tüketilmesiyle de kalıntılar hayvan ve insanlara ulaşırlar. Kadmiyum endüstriyel bileşikler ve fosfat gübresi aracılığıyla çevrede geniş alanlara yayılabilmektedir (Mahmoudi vd., 2017). Özellikle endüstriyel alanlarda veya karayollarına yakın bölgelerde yetişen ve ağır metalle kontamine olmuş yemlerle beslenen hayvanların sütlerinde kadmiyum içeriği yüksek bulunmuştur (Mahmoudi vd., 2017).

Arsenik

Arsenik elementinin temel bulaşma kaynağı pestisitlerdir. Arseniğe maruz kalan insanlarda karaciğer büyümesi, kansızlık, idrarda protein, reflekslerde yavaşlama, deride kahverengi pigment oluşumu ve kalınlaşma, deri altında aşırı su birikmesi görülebilmektedir. Arsenik insanlarda kemik ve gırtlak kanseri gibi bir çok kanser türünlerine de neden olabilen ve kolaylıkla gıda zincirine girebilen çok toksik bir elementtir (Çağlarımak ve Hepçimen, 2010; Ismail vd., 2019).

Nikel

Nikel çok düşük dozda alındığında hayvanlarda ve insanlarda büyüme ve gelişmeyi destekleyen esansiyel bir elementtir. Endüstriyel alanda kullanımı genellikle alaşım sanayisinde olmaktadır. Nikel elementinin yüksek dozlarda alınması insan ve hayvan sağlığı açısından sorun teşkil etmektedir. Özellikle üreme üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda nikel elementinin sperma kesesi, prostat bez, ve testislerin yapısı ve fonksiyonları üzerinde olumsuz etkileri olduğu saptanmıştır (Tunegova vd., 2016).

Civa

Civa endüstride floresan lambalarda, tansiyon aleti ve termometre gibi birçok medikal ürünlerde, diş hekimliğinde dolgu maddesi yapımında, kağıt endüstrisinde beyazlatıcı olarak kullanılmaktadır. Oda sıcaklığında bile buharlaşabilen civa akciğerler veya deri ile emilebilmektedir. Gebe kadınlarda plesanta yoluyla yada anne sütüyle birlikte kalıntılar bebeklere geçebilmekte ve özellikle beyinde hasar oluşturmaktadır (Anonim, 2020). Civa genetik, immün sistem, sinir sistemi bozuklukları ve kalp hastalıkları gibi birçok sağlık problemlerine neden olabilmektedir (Ismail vd., 2019).

Kobalt

Kobalt B12 vitamininin bir parçasıdır ve vücutta birçok biyolojik sistemde rol almaktadır. Bununla birlikte kobaltın aşırı tüketimi insanlar için toksik olabilmektedir (Ismail vd., 2019).

Bakır

Bakır çevrede özellikle kayalarda bulunan ve insan gelişimi için esansiyel olan bir elementtir. Demirin hemoglobine bağlanmasını sağlamakta ve metabolizmada biyokatalizör olarak görev yapmaktadır. Aşırı tüketimi sonucunda başta karaciğer, böbrek ve gastrointestinal rahatsızlıklara sebep olmaktadır (Özbolat ve Tuli, 2016; Ismail vd., 2019)

KONTAMİNASYON KAYNAKLARI

Çevrede bulunan ağır metaller doğal olayların (volkanik patlamalar, jeolojik erozyon vb.) ve antropojenik (metal içeren pestisitler, metal levhalar, endüstriyel atık sular vb.) olayların sonucunda oluşmaktadır. Mn, Co, Ni, Cu ve Zn gibi esansiyel ağır metaller canlı organizmaların metabolik aktiviteleri için gerekliyken, Pb ve Cd gibi metaller canlılar için esansiyel değildir ve metabolizma için biyolojik bir role sahip değildir. Bununla beraber insan vücudunda yüksek miktarda bulunan esansiyel metaller de canlı organizmalarda toksik etkilere neden olmaktadır (Rao ve Murthy, 2017).

Hayvanlar ağır metallerle kontamine olmuş yemleri ve suları tükettikleri için süt üretimi çevresel koşullar ile doğrudan bağlantılıdır. Süt ve süt ürünlerindeki ağır metal kalıntıları üretim döngüsünün ve uygulanan işlemlerin yeterliliğinin anlaşılmasında oldukça önemlidir. Sütte bulunan kalıntılar çevre kirliliği, hayvan beslenme kalitesi, hayvan beslenmesinde kullanılan suyun kalitesi, hayvan beslenmesinde kullanılan yemlerin ve bitkilerin yetiştirilme koşulları, süt sağım prosesi, ürünlerin depolanması ve üretim döngüsünün hijyenini konusunda fikir vermektedir (Evgenakis vd., 2018).

SÜTTE AĞIR METAL KALINTILARI

Ağır metaller büyük oranda kanalizasyon suları ve fabrika atıkları yüzünden gıda zincirine girmektedir. Ağır metallerin süt ve süt ürünlerine doğrudan bulaşması süt sağımında kullanılan kaplar, süt taşımada kullanılan tanklar ve proses sırasında kullanılan ekipmanlar aracılığıyla olabilmektedir. Dolaylı bulaşma ise hayvanların ağır metal ile kontamine olmuş yem ve suyu tüketmeleri sonucunda olmaktadır (Ismail vd., 2019).

Yemlerde bulunan ağır metalin süte geçişi hayvanlardaki süt bezleri gibi biyolojik filitreler sayesinde azaltılmaktadır. Ancak yapılan bazı çalışmalarda süt ve ürünlerinde tespit edilen ağır metal kalıntı miktarının yasal otoriteler tarafından izin verilen miktarın üzerinde olduğu belirlenmiştir (Ismail vd., 2019).

Ahmad vd. (2016) Bangladesh'te üç farklı bölgeden temin edilen çiğ süt, pastörize süt ve süt tozlarında kurşun, krom ve nikel toksik ağır metal kalıntı miktarını araştırmışlardır. Sonuç olarak bazı süt ve süt tozu örneklerinde bulunan kalıntı miktarlarının yasal limitlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen kontaminasyonunun çiftliklerin yakınında bulunan otoyol ve endüstrilerin varlığından, ağır metal ile kontamine olmuş yemlerden ve proses aşamasında kullanılan ekipmanlardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Ahmad vd., 2016).

Ogut vd. (2016) yaptıkları bir çalışmada çevresel koşulların çiğ sütün ağır metal içeriğine olan etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla Isparta'da bulunan kırsal, endüstriyel, tarımsal bölgeler ile trafik yoğunluğunun fazla olduğu alanlardan olmak üzere 4 farklı bölgeden toplanan çiğ süt örneklerinde ağır metal analizleri (Pb, Cd, Cu, Fe, Zn, As, Sn ve Hg) yapılmıştır. Sonuçta sütlerde Pb, Cd, Cu, Fe ve Zn ağır metalleri saptanırken, As, Sn (kalay) ve Hg metalleri ise tespit edilmemiştir. En fazla ağır metal içeriğine ise endüstriyel bölgelerden toplanan sütlerde saptanmıştır (Ogut vd., 2016).

Tanzanya Dodoma kentsel bölgesinde yapılan bir çalışmada 5 ayrı köyden toplanan sütlerdeki Mn, Co, Ni, Cu ve Zn ağır metal miktarları incelenmiştir. Analiz sonucunda hiçbir örnekte Mn ve Ni saptanamazken, Cu ve Zn miktarları uluslararası organizasyonların izin verdiği değerlerin altında bulunmuş, Co miktarları ise izin verilen değerlerin üzerinde tespit edilmiştir (Rao and Murthy, 2017).

Ahmad vd. (2017) yaptıkları bir çalışmada Pakistan'ın çeşitli bölgelerinden temin ettikleri keçi, koyun, sığır, deve sütlerinde bulunan ağır metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni and Zn) kalıntı miktarını incelemiştir. Çalışma sonucunda fazla miktarda bulunan ağır metal kalıntıları deve sütlerinde Zn (5.150 ± 0.021 mg/kg), Mn (0.094 ± 0.003 mg/kg) ve Fe (1.580 ± 0.530 mg/kg), manda sütünde Cu (0.223 ± 0.010 mg/kg) ve Cd (0.117 ± 0.086 mg/kg), keçi sütünde ise Ni (1.152 ± 0.045 mg/kg) ve Cr (1.152 ± 0.045 mg/kg) olarak saptanmıştır (Ahmad vd., 2017).

Yapılan bir çalışmada Denizli'ye bağlı Acıpayam ilçesinin farklı beldelerinden toplanan çiğ süt örneklerinde ağır metal analizleri (Pb, Cd, Cu, Co, Cr) yapılmıştır. Sütlerde bulunan ağır metal kalıntılarının beldeden beldeye değiştiği saptanmıştır (Kılıç ve Bozkaya, 2017).

Beykaya vd. (2019) yaptıkları bir çalışmada Sivas'ta üretim yapan 5 ayrı süt fabrikasında tanklarda depolanan sütlerdeki kadmiyum bakır, krom ve kurşun kalıntı miktarını incelemiştir. Örneklerde ortalama Cd, Cu ve Cr kalıntı miktarı sırasıyla 8,896 33,69, 31,81 µg/kg olduğu saptanmıştır. Analiz edilen örneklerin %8'inde bulunan kurşun miktarının (304,1-503,4mg/kg) izin verilen miktarların üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

SÜT ÜRÜNLERİNDE AĞIR METAL KALINTILARI

Süt üründe ağır metal kalıntı varlığı konusunda da çalışmalar yapılmamaktadır. Yapılan bir çalışmada Konya'da üretimi yapılan süt ve süt ürünlerinde (tereyağı, süt tozu, yoğurt, ayran, peynir altı suyu tozu) ağır metal kalıntıları incelenmiştir. Örneklerin tamamında Al, As, Cd, Pb, ve Se ağır metal miktarlarının değişken olmakla birlikte Türk Gıda Kodeksine uygun olduğu tespit edilmiştir. Ancak sütlerin tamamında ve bazı süt ürünlerindeki kurşun kalıntı miktarının izin verilen sınırın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle peynirdeki kalıntı miktarının yüksek olması kazeinin kurşunu bağlayıcı özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Ayar vd., 2007).

Yapılan bir çalışmada ise Van'da üretilen sade ve otlu lorların mineral madde ve ağır metal içerikleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda otlu lorlda bazı mineral ve ağır metallerin daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu farkın kullanılan bitkilerden ve ürünlere uygulanan proses koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Kılıçel vd., 2004).

Serencam vd. (2018) yaptıkları bir çalışmada Bayburt ve çevresinden toplanan civil peynir örneklerinde ve olası kontaminasyon kaynaklarının belirlenmesi amacıyla yem, su ve sütlerde bulunan ağır metal kalıntılarını incelemişlerdir. Analiz sonucunda bölgelerin birinden temin edilen yem ve peynirde kurşun kalıntı miktarı sırasıyla 0,057 mg/kg ve 0,02 mg/kg olarak Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen miktarın üzerinde bulunmuştur. Bu peynir örneğin temin edildiği bölgenin konumu incelendiğinde üretim yapılan yerin yakınında sanayi kuruluşları ve karayolu bulunmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada kurşun kontaminasyonunun yemlik bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılan pestisit kalıntılarında ya da yemlerin konulduğu metal kaplardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Sanayileşmenin ve tarımsal aktivitelerin artması çevredeki ağır metal kalıntılarının da artmasına neden olmaktadır. Topraktan bitkilere geçen ağır metaller, bu bitkilerin tüketilmesiyle hayvanlara ve hayvanlardan elde edilen ürünlerin tüketilmesiyle de insanlara geçmektedirler. Ayrıca süt ve ürünlerinde ağır metal kontaminasyonu çevre kirliliğinin yanı sıra sağım sırasında kullanılan kaplar, depolamada kullanılan tanklar ve proses sırasında kullanılan ekipmanlardan da kaynaklanabilmektedir.

Süt ve süt ürünlerinin sıklıkla tüketilmesi nedeniyle bu ürünlerin ağır metallerle kontaminasyonu sonucunda ciddi sağlık sorunları görülebilmektedir.

Ülkemizde yapılan bazı çalışmalarda bu gıdalarda tespit edilen ağır metal kalıntı miktarlarının Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen limit değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Süt ve süt ürünlerindeki bu kontaminasyonun azaltılabilmesi için daha bilinçli bir şekilde üretim gerçekleştirilmelidir. Özellikle süt hayvanlarının yetiştirildiği bölgelerde çevre kirliliğinin önlenmesi büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Ahmad I., Zaman A., Samad N., Ayaz M., Rukh S., Akbar A., and Ullah N., 2017. Atomic Absorption Spectrophotometry Detection of Heavy Metals in Milk of Camel, Cattle, Buffalo and Goat from Various Areas of Khyber- Pakhtunkhwa (KPK), Pakistan, J. Anal Bioanal Tech., 8:(3), DOI: 10.4172/2155-9872.1000367

Ahmad M., Roy S.M.P.K., Sarvar N.,Kausar-UI-Alam Md,Matin A., Kobra K.T, 2016. Contamination of raw fresh milk, market pasteurized milk and powdered milk by toxic heavy metals in Bangladesh, Scientific Research Journal (SCIRJ), 4 (1): 19-24.

Anonim, 2020. Özkan E.,Taşlıpınar MY.,Yeşilkaya Ş.,Ağır Metal Zehirlenmeleri <http://www.jcam.com.tr/files/KATD-1599.pdf> (Erişim tarihi 05.06.2020)

Ataro A., McCrindle R.I.,Botha B. M.,McCrindle C.M.E., Ndibewu P.P. 2008. Quantification of trace elements in raw cow's milk by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), Food Chemistry, 111 : 243–248.

Ayar A.,Sert A., Akın N., 2007. Konya'da Tüketime Sunulan Süt Ve Ürünlerinin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21 (41), 58-64.

- Beykaya M., Yıldırım Z., Özbey A., Yıldırım M., 2019. Determination of Heavy Metal Content of Milk Collected by Some Dairy Plants in Sivas, Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 7(1): 105-109.
- Çağlarırnak N. , Hepçimen A.Z., 2010. Ağır Metal Toprak Kirliliğinin Gıda Zinciri ve İnsan Sağlığına Etkisi, Akademik Gıda, 8(2) 2010, 31-35
- Duruibe J.O, Owuegbu M.O.C.,Egwurugwu J. N., 2007. Heavy metal pollution and human biotoxic effects, International Journal of Physical Sciences Vol. 2 (5), pp. 112-118
- Evgenakis E, Christophoridis C., Fytianos K., 2018. Method optimization for heavy metal determination in milk powder: application to milk samples from Greece , Environ Sci Pollut Res., 25:26766–26779. DOI 10.1007/s11356-017-9863-y
- Ismail A.,Riaz M.,Akhtar S.,Goodwill J. E., Sun J., 2019. Heavy metals in milk: global prevalence and health risk assessment, Toxin Reviews, 38:1, 1-12, DOI: 10.1080/15569543.2017.1399276
- Kılıç M, Bozkaya O., 2017. Çiğ Süt Örneklerinde Ağır Metal ve Metal Kontaminasyonlarının Belirlenmesi ve Sağlık Üzerine Etkisi, Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi, 16(1): 1-9.
- Kılıçel F., Tarakçı Z., Sancak H.,Durmaz H., 2004. Otlu Lorların Mineral Madde ve Ağır Metal İçerikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.),14(1): 41-45.
- Mahmoudi R., Kazeminia M., Kaboudari A., Pir-Mahalleh S.F.R , Pakbin B., 2017. A Review Of The Importance, Detection And Controlling Of Heavy Metal In Milk And Dairy Products, Malaysian Journal of Science, 36 (1): 1– 16.
- Meshref A.M.S., Moselhy W.A., Hassan N., 2014. Heavy metals and trace elements levels in milk and milk products. Food Measure, 8:381–388,DOI 10.1007/s11694-014-9203-6.
- Ogut S.,Seçilmiş-Canbay H., Uludağ H., 2016. Effect of Environmental Factors on Heavy Metal Content of Raw Milk. Akademik Gıda, 14(2) 105-110.
- Özbolat G.,Tuli A., 2016. Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri, Çukurova Üniversitesi, Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 25(4):502-521.
- Rao V. M.,Murthy H.C.A, 2017. Determination of Concentrations of Selected Heavy metals in Cow's Milk: Dodoma Urban District, Tanzania, Vegi Maheswara Rao. Int. Journal of Engineering Research and Application, 7 (4): 76-84.
- Serencam H.,Aslaner A., Köse M., 2018, Civil Peynirde Kontaminasyon Kaynağı ve Düzeylerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Engineering Sciences, 13(1): 21-26.
- Tunegova M.,Toman R.,Tancin V., 2016. Heavy Metals – Environmental Contaminants And Their Occurrence In Different Types Of Milk, Slovak J. Anim. Sci., 49 (3): 122–131

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

HAYVANSAL ÜRÜNLERDE ANTİBİYOTİK KALINTI VARLIĞI**PRESENCE OF ANTIBIOTIC RESIDUE IN ANIMAL PRODUCTS****Engin GÜNDOĞDU***Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü,
ORCID ID:0000-0003-0013-9806***Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY***Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)
ORCID ID: 0000-0002-8188-8384***ÖZET**

Antibiyotikler, hayvanlarda enfeksiyonların önlenmesi ve tedavisi, gelişimin desteklenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Hayvanlarda en yaygın kullanılan antibiyotikler; beta-laktamlar, tetrasiklinler, aminoglykozitler, linkozamitler, makrolitler ve sülfonamidlerdir. Üreticiler tarafından hayvan hastalıklarının tedavisinde ruhsatsız ilaçların kullanılması, ilaçların yasal bekleme sürelerine uyulmadan hayvanların kesilmesi veya sütlerinin kullanılması, antibiyotiklerin aşırı dozda ve yanlış kullanılması söz konusu olabilmektedir. Bunun sonucunda antibiyotikler tamamen vucuttan atılamamakta ve hayvanların doku ve organlarında birikmektedirler. Ayrıca hayvan yemlerinin, tedavi gören hayvanların idrar ve dışkılarıyla kontamine olması sonucu antibiyotiklerin diğer hayvanlara geçişi de söz konusu olmaktadır. Bu hayvanlardan elde edilen süt et, yumurta gibi ürünlerde yüksek miktarda antibiyotik kalıntısı oluşabilmektedir. Antibiyotik kalıntısının insan sağlığı üzerinde mutajenik, alerjik, teratojenik karsinojenik etkileri bulunmaktadır. İnsanlar ve hayvanlarda hastalıkların tedavilerinde benzer antibiyotik gruplarının kullanılması sonucunda bu canlılarda antibiyotiğe dirençli bakteriler gelişebilmektedir. Antibiyotik kalıntılarının süt ürünlerinin kalitesi üzerinde de olumsuz etkileri bulunmaktadır. Süt ürünlerinde kullanılan starter kültürlerin aktivitesini olumsuz etkileyerek üretimde büyük problemlere yol açmaktadır. Ülkemizde gıdalarda bulunan antibiyotik kalıntıları için Maksimum Kalıntı Limiti değerleri Tarım Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan Türk Gıda Kodeksi Hayvansal Gıdalarda Bulunabilecek Farmakolojik Aktif Maddelerin Sınıflandırılması ve Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği'nde belirtilmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda bazı hayvansal ürünlerde bulunan antibiyotik kalıntı miktarlarının izin verilen miktarın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada hayvansal gıdalarda bulunan antibiyotik kalıntıları, insan sağlığı ve ekonomi üzerindeki etkileri, antibiyotik kalıntılarının azaltılması ve önlenmesi tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Antibiyotik, Hayvansal Ürünler, Sağlık

ABSTRACT

Antibiotics are used to prevent and treat infections in animals and growth promoters. The most commonly used antibiotics in animals; beta-lactams, tetracyclines, aminoglycosides, lincosamides, macrolides and sulfonamides. The use of unlicensed medicines in the treatment of animal diseases, the animals being slaughtered or using milk without complying with the legal waiting periods, an overdose and misuse of antibiotics can be considered by producer. As a result, antibiotics cannot be completely removed from the body and accumulate in the tissues and organs of animals. In addition, as a result of animal feeds being contaminated with urine and feces of the treated animals, antibiotics contaminate to other animals. A high amount of antibiotic residues may occur in products such as milk, meat and eggs obtained from these animals. Antibiotic residue has mutagenic, allergic, carcinogenic and teratogenic effects on human health. As a result of using similar antibiotic groups in on the treatment of diseases in human and animals, antibiotic resistant bacteria may develop in these living organisms. Antibiotic residues also have negative effects on the quality of dairy products. They affect negatively activity of starter cultures used in dairy products and cause great problems in production. In our country, The Maximum Residue Level (MRL) values for antibiotics residues in foods are

determined in the Turkish Food Codex Legislation of Maximum Residue Level and Classification of Pharmacological Active Substances to be Found in Animal published by the Ministry of Agriculture and Forestry. In the studies conducted, it was determined that the amount of antibiotic residues found in some animal products is above the permitted amount. In this study, antibiotic residues in animal foods, their effects on human health and economy, prevention and reduction of antibiotic residues will be discussed.

Keywords: Antibiotic Residue, Animal Products, Health

GİRİŞ

Antibiyotikler, mikroorganizmaların gelişimini engelleyen veya öldüren, doğal olarak yaşayan organizmalardan elde edilen ya da laboratuvarında sentetik olarak üretilen maddelerdir. Antibiyotikler bakteriyostatik ya da bakteriyasidal etkilerine göre sınıflandırılabilirler. Hayvanlarda enfeksiyonların önlenmesi ve tedavisinde en yaygın kullanılan antibiyotikler; beta-laktamlar, tetrasiklinler, aminoglikositler, linkosamitler, makrolitler, penisilinler ve sülfonamidlerdir (Bayau ve Haile,2017; Tian ve ark., 2017).

Penisilin gibi antibiyotik kalıntıları özellikle duyarlı olan insanlarda bir çok alerjik reaksiyona neden olmaktadır. Antibiyotikler konusunda en büyük tehlike ise insanlar ve hayvanlarda antibiyotiğe dirençli patojen mikroorganizmaların gelişmesidir. Sağlık problemlerine neden olmasının yanında süt ürünlerinde starter kültürlerin aktivitesine de engel olarak ekonomik açıdan üretimde ciddi sıkıntılara neden olmaktadır (Priyanka ve ark., 2017).

SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Antibiyotik kalıntılarının insanlar üzerindeki karsinojenik, mutajenik, teratojenik, alerjik etkileri bulunmaktadır. Ayrıca antibiyotiğe dirençli bakterilerin insanlara geçişi de söz konusu olabilmektedir. Kalıntıların insan sağlığı üzerindeki etkileri dozuna ve maruz kalma süresine bağlı olarak direk-kısa dönem (akut) tehlikeler ve dolaylı-uzun dönem(kronik) tehlikeler olmak üzere katagorize edilebilir. Örneğin aşırı duyarlı kişilerde beta-laktam grubu antibiyotik kalıntısı bulunan sütlerin tüketilmesinden hemen sonra alerji oluşması kalıntıların akut etkisidir. Karsinojenite, teratojenite, üreme bozuklukları ise uzun dönemde düşük miktarda kalıntılara maruz kalma sonucu gelişen kronik etkilerdir (Priyanka ve ark, 2017).

Antibiyotik direnci gelişimi

İnsanlarda ve hayvanların tedavilerinde benzer antibiyotik gruplarının kullanılması sonucunda bu canlılarda antibiyotiğe dirençli bakteriler gelişebilmektedir. Ayrıca hayvansal kaynaklı gıdalardan insanlara ilaçlara dayanıklı *Salmonella*, *Campylobacter*, ve *Staphylococcus* gibi bakteriler de geçebilmektedir.

Hayvanlarda dirençli bakterilerin gelişmesini sağlayan ilaçlara örnek olarak florokuinolon ve avoparın verilebilir. Ayrıca penisilin, tetrasiklin ve sulfa ilaçlarının kullanılması da mikroorganizmaların direncinin artmasına neden olmaktadır (Beyene,2016; Seçilmiş-Canbay, 2016).

Mutajenik Etki

Mutantlar hücre veya organizmanın genetik komponentine zarar veren kimyasallardır. Antibiyotiklerde bulunan bazı kimyasalların mutajenik aktivitesi olduğu ve gen mutasyonlarına neden olduğu belirlenmiştir. Sonuçta hücreler zarar görmekte ve ciddi sağlık sıkıntıları oluşabilmektedir (Bayou, 2017).

Karsinojenik Etki

Karsinojenik etki, ilaçların kansere neden olabilme potansiyelidir En yaygın kullanılan karsinojen veteriner ilaçları nitrofuranlar, nitromidazoller ve kinoksalinlerdir. Karsinojenik kalıntıların potansiyel tehlikesi glutasyon, fosfolipid, glikojen, ribonükleik asit, protein gibi çeşitli intraselüler bileşiklerle kovalent bağ yapması ve interaksiyonu ile ilişkilendirilmektedir. Bunun sonucunda DNA gibi hücresel komponentlerin değişmesine yol açmaktadır (Bayou ve ark., 2017).

Teratojenik Etki

Teratojenik etki, gebeliğin kritik aşamasında alınan ilaç ve kimyasal ajanların embrio ve fetüs üzerinde toksik etki oluşturmalarıdır. Bunun sonucunda organizmada doğuştan fonksiyonel ve yapısal bozukluklar oluşabilmektedir. Antelmintik ve benzimidazol gebeliğin erken dönemlerinden itibaren alındığında toksik ve teratojeniktir (Prajwal ve ark., 2017).

Alerjik Etki

Hayvansal gıdalardaki antibiyotik kalıntılarının alerjik reaksiyonları, anafilaksi (şiddetli alerjik reaksiyon), deri reaksiyonları ve hipersensitizasyon reaksiyonudur. Bu etkiler, alerjik etkileri olan ilaç kalıntılarını içeren hayvansal kaynaklı gıdaları tükettikten sonra oluşmaktadır. İnsan popülasyonunun yaklaşık %50'sinde penisiline karşı aşırı duyarlılık bulunmaktadır. Sefalosporin gibi beta-laktam antibiyotik kalıntıları gıdalarda yüksek miktarda bulduklarında ve bu gıdalar penisilin alerjisi olan kişiler tarafından tüketildiğinde alerjiye sebep olmaktadır (Bayou ve ark., 2017).

Bağırsak Florasının Bozulması

Bağırsaklarda yaşayan bakteriler, patojen bakterilerin girişini engelleyerek hastalıkları önlemektedirler. Antibiyotikler bu bakterilerin sayısını azaltabilir veya bazı önemli türleri öldürebilirler. Geniş spektrumlu antibiyotikler büyük oranda bağırsak florasını etkilerler ve gastrointestinal rahatsızlıklara neden olabilirler. Örneğin hayvanlarda kullanılan flunixin, streptomisin ve tilosin ilaçlarının ve insanlarda kullanılan vankomisin, nitroimidazol ve metronidazol ilaçlarının bu etkilere neden olduğu bilinmektedir (Beyene, 2016).

EKONOMİK ETKİLERİ

Veteriner ilaçlarının sebep olduğu antibiyotik direnci hayvanlarda tedavilerin başarısız olmasına neden olduğu için ölüm oranları artmakta ve ekonomik kayıplar ortaya çıkmaktadır. Antibiyotik direnci, ilaçların etkinliğini azalttığı için daha fazla ilaç kullanımına sebep olmakta ve yüksek maliyetli tedavilerin uygulanmasına neden olmaktadır (Bayou ve ark., 2017).

Ayrıca süt ürünlerinde laktozdan laktik asit üreterek aromayı oluşturan starter kültürlerin aktivitesini olumsuz etkileyerek ürünlerde kalite kusurlarına ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Taşçı ve Seçilmiş-Canbay, 2016).

Dünyada hayvansal kaynaklı gıdalarda bulunan antibiyotik kalıntılarının kontrol altına alınması konusunda, Kodeks Alimentarius Komitesi(CAC), Dünya Sağlık Örgütü(WHO), Gıda ve Tarım Organizasyonu(FAO) gibi bir çok kuruluş görev almaktadır. Ülkemizde ise Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hayvansal ürünlerde antibiyotik kalıntılar ve miktarlarının tespiti için denetimler yapılmaktadır. Kalıntıların insan sağlığı üzerindeki risklerini en aza indirmek için önerilen maksimum kalıntı limiti (MRL) değerleri Türk Gıda Kodeksi Hayvansal Gıdalarda Bulunabilecek Farmakolojik Aktif Maddelerin Sınıflandırılması ve Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği'nde belirtilmektedir. Eğer herhangi bir antibiyotik için belirlenmiş limit değeri yoksa bu kalıntının gıdalarda bulunmaması gerekmektedir (Priyanka ve ark., 2017; Taşçı ve Seçilmiş-Canbay, 2016).

HAYVANSAL KAYNAKLI GIDALARDA ANTİBİYOTİK KALINTILARI

Hayvanlarda antibiyotiklerin kullanılması ekonomik açıdan ve halk sağlığı açısından gereklidir. Özellikle bu ilaçlar *Salmonella*, *Leptospira*, *Campylobacter*, *Streptococcus suis*, *Escherichia coli*, *Enterococcus* gibi önemli enfeksiyonların kontrolünde etkilidir (Bacanlı ve ark., 2019). Antibiyotik kullanıldığında bu ilaçlar hayvanların kanında ve diğer dokularında birikirler. Bununla birlikte hayvanlar ilaç katkısız yemler ile beslenmeye başladıklarından birkaç gün sonra hayvanların kanlarında ve dokularında bulunan kalıntılar atılmaktadır (Bacanlı ve ark., 2019). Ancak; aşırı dozda ve uzun süre ilaç kullanımı, tedavi gören hayvanların yasal bekleme süreleri geçmeden kesilmesi veya bu süre içerisinde bu hayvanlardan elde edilen gıdaların kullanılması, ilaç kalıntısı bulunan hayvansal gıdalar ile diğer gıdaların karıştırılması ve hayvanlarda ruhsatsız ilaçların kullanılması gibi sebeplerden dolayı et, süt ve yumurta gibi hayvansal kaynaklı gıdalarda antibiyotik kalıntıları oluşabilmektedir (Taşçı ve Seçilmiş-Canbay, 2016).

Hayvansal ürünlerde antibiyotik kalıntılarının incelenmesi konusunda birçok çalışma bulunmaktadır. Aycan ve İnce (2018) yaptıkları bir çalışmada, Afyonkarahisar bölgesinden elde edilen çiğ süt örneklerinde beta-laktam kalıntı miktarlarını incelemiştir. Bölgeden toplanan çiğ süt örneklerinin 38 tanesinde kalıntı tespit edilemezken, 35 örnekte farklı konsantrasyonlarda ve kabul edilebilir limit değerinin altında kalıntı tespit edilmiştir. Örneklerin 7 tanesinde ise izin verilen maksimum kalıntı seviyesini üzerinde beta-laktam kalıntısına rastlanmıştır.

Hindistan'da yapılan bir çalışmada ise çiğ süt örneklerinde tetrasiklin, beta-laktam, enrofloksasin kalıntı miktarları incelenmiştir. Sonuçta örneklerin %8,48 inde antibiyotik kalıntısına rastlanmıştır. Antibiyotik kalıntılarının yanlış antibiyotik kullanımı ve yasal bekleme sürelerine uyulmadığı için oluştuğu düşünülmektedir (Kumarswamy ve ark, 2018). Adentunji (2011) yaptığı bir çalışmada yumuşak peynir ve ticari yoğurt örneklerinde streptomisin, penisilin-G ve tetrasiklin kalıntısını araştırmıştır. Analiz sonucunda streptomisin, penisilin-G ve tetrasiklin kalıntı miktarı sırasıyla peynirde;0,0040ppm, 0,0062ppm ve 0,0023 ppm yoğurttan ise 0,0014ppm, 0,0017ppm ve 0,0011ppm olarak tespit edilmiştir. Peynirlerin bazılarında bulunan penisilin kalıntı miktarının tolere edilebilir maksimum kalıntı limitlerinin üzerinde olduğu saptanmıştır.

Yapılan çalışmalarda et ve et ürünlerinde de antibiyotik kalıntılara rastlanmıştır. Mariuki et al. (2001) yaptığı bir çalışmada Kenya'da kesilmiş sığırların etlerinde (karaciğer, böbrek ve kas) tetrasiklin kalıntı varlığını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda karaciğerde %24, böbrekte %14 ve kasta %7,6 olmak üzere analiz edilen örneklerin %45.6'sında saptanan tetrasiklin miktarının önerilen maksimum kalıntı seviyesinin (MRL) üzerinde olduğu belirlenmiştir. Etlere antibiyotik kalıntılarının araştırıldığı bir başka çalışmada Nijerya'da tüketim için satılan keçi, sığır ve domuz etlerinde Streptomisin kalıntı miktarları incelenmiştir. Araştırma sonucunda keçi, sığır ve domuz etlerinden alınan örneklerin sırasıyla %17,22 %16.11 ve %6.67 sinde kalıntı tespit edilmiştir. Örneklerin bazılarında kalıntı miktarının Dünya Sağlık Örgütü'nün(WHO) önerdiği limit değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Dipeolu ve Alonge, 2002).

Yapılan bir çalışmada Bangladeş'te yerel marketlerden ve çiftliklerden alınan tavuk eti örneklerinde (but, göğüs eti ve ciğerde) antibiyotik (Siproflaksin (CIP), Enrofloksasin (ENR), Oksitetrasiklin (OTC), Amoksisilin (AMOX) ve Doksisisiklin (DOX)kalıntı analizi yapılmıştır. Sonuç olarak kalıntılar en fazla karaciğer örneklerinde, en az ise göğüs eti örneklerinde saptanmıştır. Tavukların but, göğüs eti ve ciğerlerinde en fazla siproflaksin antibiyotik kalıntısı olduğu tespit edilmiştir (Sarker ve ark., 2018).

Süpermarketlerden toplanan yumurtalarda yapılan bir çalışmada ise çeşitli antibiyotik kalıntılarının (enrofloxacin, ciprofloxacın, norfloxacın, sulfadimethoxine, sulfamethazine, sulfamonomethoxine, tilmicosin and trimethoprim) bulunduğu tespit edilmiştir (Yamaguchi ve ark., 2017).

Ülkemizde ballarda antibiyotik kalıntılara izin verilmemektedir. Ancak yapılan bazı çalışmalarda ballarda kalıntı saptanmıştır. Özkan ve ark. (2015) yaptıkları bir çalışmada Ardahan ve ilçelerinden toplanan ballarda sulfanomit ve streptomisin kalıntısını incelemiştir. Çalışma sonucunda örneklerin %37'sinde streptomisin ve % 52'sinde ise sulfonamid kalıntısı tespit edilmiştir. Uludağ (2008) yaptığı çalışmada ise Ege Bölgesi'nde bulunan illerden toplanan bal örneklerinde sulfonamid kalıntıları araştırılmıştır. Sonuç olarak örneklerin %23'ünde sulfonamid kalıntısı tespit edilmiş olup, pozitif örneklerin % 68'inin sülfametazin, % 12'sinin sülfamerazin, ve % 20'sinin de sülfametoksazol ile kontamine olduğu belirlenmiştir.

GIDALARDAKİ ANTİBİYOTİK KALINTILARININ AZALTILMASI

Antibiyotiklerin termal degradasyonu konusunda yapılan bir çalışmada antibiyotiklerin 100 °C sıcaklıktaki sıvı ortamda (su) degradasyon oranları çalışılmıştır. Antibiyotiklerin degradasyon oranları Beta-laktam = tetrasiklin (en ısıya dayanıksız) > linkomisin > amfenikol> sulfonamidler >oksfendazol> levamizol (ısıya en dayanıklı) olarak belirlenmiştir (Tian ve ark., 2017).

Sütte bulunan antibiyotik kalıntıları üzerindeki ısıl işlem uygulamasının etkisi konusunda da çalışmalar bulunmaktadır. Sütlerdeki antibiyotik kalıntılarının ısıl işlem koşullarında dayanıklılığı antibiyotik türlerine ve uygulanan sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Geçer (2006) tarafından yapılan bir çalışmada Ankara piyasasında satışa sunulan pastörize ve UHT sütlerde oksitetrasiklin, tetrasiklin, klortetrasiklin ve penisilin kalıntı miktarları incelenmiştir. Çalışma sonucunda pastörize süt örneklerinin % 26'sında, UHT süt örneklerinin % 10'unda antibiyotik varlığı belirlenmiştir. Bu örneklerde klortetrasiklin dışındaki diğer antibiyotik kalıntı miktarlarının izin verilen maksimum kalıntı limitinin (MRL) üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda et ve et ürünlerinde bulunan antibiyotik kalıntılarının azaltılmasında pişirme yöntemi, pişirme süresi ve kullanılan antibiyotik grubunun önemli olduğu belirlenmiştir. Sever ve Baydan (2013) yaptıkları bir çalışmada etlik piliç dokularındaki levamizol kalıntıları üzerine çeşitli pişirme ve dondurma işlemlerinin etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla levamizol verilen tavuklar ilacı aldıktan 12 saat sonra kesilmiştir. Tavuklardan alınan but, göğüs ve karaciğer örneklerine çiğ, ızgara, haşlama, derin dondurucuda (-18°C) 15 ve 30 gün bekletme işlemleri uygulanmıştır. Sonuç olarak, dokularda levamizol kalıntısının kaybolmadığı, sadece uygulanan işleme göre konsantrasyonunun azaldığı ve kalıntı miktarının, analizi gerçekleştirilen doku çeşidine göre değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

Bir diğer çalışmada ise tavuk etlerinde bulunan tetrasiklin kalıntıları üzerine pişirme tekniklerinin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla tavuk göğsü etlerini antibiyotik riski açısından daha güvenli hale getirmek için farklı sürelerde haşlama kavurma ve mikrodalga işlemleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda tetrasiklinlerin %90 oranında azaltılabilmesi için gereken pişirme süresinin mikrodalgada 23,9 da, haşlamada 53,2 da ve kavurmada 101,6 da olduğu ve en etkili pişirme yönteminin mikrodalgada gerçekleştiği belirlenmiştir. . Yine bu çalışmada tetrasiklinler arasında ısıya dayanıklı doksisisiklin, en dayanıksız ise oksitetrasiklin olduğu belirlenmiştir (Abou-Raya et al,2013).

SONUÇ

Hayvansal gıdalarda bulunan antibiyotik kalıntıları hem ekonomik açıdan hem de sağlık üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler açısından büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle hayvansal gıdalarda bulunan antibiyotik kalıntılarını önlemek veya azalabilmek için alınacak önlemler çiftliklerde başlamaktadır. Hijyenik ve uygun koşullarda yetiştirilen hayvanlar daha az hastalandığı için bu hayvanlarda kullanılacak ilaç miktarı azalmakta bu sayede hayvansal gıdalarda oluşabilecek kalıntıların önüne geçilebilecektir. Ayrıca hayvanlarda antibiyotik kullanımı sadece tedavi amaçlı olmalı ve gelişimi destelemek amacıyla antibiyotik kullanılmamalıdır. Tedavi amaçlı kullanılanlar ise önerilen dozlarda ve sürelerde kullanılmalı ve bu süre içerisinde hayvanlardan elde edilen ürünler kesinlikle tüketim için insanlara sunulmamalıdır. Böylece hayvansal ürünlerde gıda güvenliği sağlanarak insanlarda oluşabilecek sağlık problemlerinin önüne geçilebilecektir.

KAYNAKÇA

Abou-Raya S.H., Shalaby A.R., Salama N.,Emam W.H, Mehaya F.M., 2013. Effect of Ordinary Cooking Procedures on Tetracycline Residues in Chicken Meat, Journal of Food and Drug Analysis, Vol. 21, No. 1 , Pages 80-86.

Adentunji V.O., 2011. Effects of Processing on Antibiotic Residues (Streptomycin, Penicillin-G and Tetracycline) in Soft Cheese and Yoghurt Processing Lines, Pakistan Journal of Nutrition, 10(8) :792-795.

Aycan E., İnce S., 2018. Presence of Beta-Lactam Antibiotic Residues in Raw Milk Obtained From Afyonkarahisar Province, Kocatepe Vet J., 11(2): 113-118 DOI: 10.30607/kvj.376452.

Bacanlı M., Başaran N., 2019. Importance of antibiotic residues in animal food, Food and Chemical Toxicology, 125 : 462–466.

Bayou K., Haile N., 2017. Review on Antibiotic Residues in Food of Animal Origin: Economic and Public Health Impacts, Journal of Hygiene, 6 (1): 01-08.

Beyene T., 2016. Veterinary Drug Residues in Food-animal Products: Its Risk Factors and Potential Effects on Public Health, J. Veterinar Sci Technol 7: 285. doi:10.4172/2157-7579.1000285.

Dipeolu M.A., Alonge D. O., 2002. Residues Of Streptomycin Antibiotic In Meat Sold ForHuman Consumption In Some States Of Sw Nigeria Arch. Zootec. 51: 477-480.

Geçer B.,2006. Pastörize Ve UHT Sütlerde Antibiyotik Kalıntılarının HPLC Yöntemi İle Belirlenmesi, Besin Hijyeni Ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kumarswamy N.P., Latha C., Vrinda K. M., Sethukekshmi, C., Mercy K.A., 2018. Detection of antibiotic residues in raw cow milk in Thrissur, India, The Pharma Innovation Journal, 7(8): 452-454.

- Mariuki E. K., Ogara W.O., Njeruh F.M., Mitema E.S., 2001. Tetracycline residue levels in cattle meat from Nairobi slaughter house in Kenya, *J. Vet. Sci.*, G2(2), 97–101.
- Özkan O., Eşsiz D., Yazıcı K., Erdağ D., 2015. Ardahan İlinde Üretilen Ballarda Antibiyotik Kalıntı Düzeylerinin Araştırılması, *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 10 (2):88-92.
- Prajwal S., Vasudevan V.N., Sathu T., Irshad A., Nayankumar S.R., Pame K., 2017. Antibiotic residues in food animals: Causes and health effects, *The Pharma Innovation Journal*, 6(12): 01-04.
- Priyanka, P. S., Sheoran MS., Ganguly S., 2017. Antibiotic residues in milk- a serious public health hazard, *Journal of Environmentl and Life Science*, December; Vol. 2 (Issue 4): 99-102.
- Sarker Y.A, Hasan M.M., Paul T.K., Rashid S.Z., Alam M.N., Sikder M.H., 2018. Screening of antibiotic residues in chicken meat in Bangladesh by thin layer chromatography, *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, Vol 5 No 2, Pages 140-145.
- Sever E., Baydan E., 2013. Etlik Piliç Dokularındaki Levamizol Kalıntılarını Üzerine Çeşitli Pişirme ve Dondurma İşlemlerinin Etkisinin Araştırılması, *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 19 (2): 239-244.
- Taşçı F., Seçilmiş-Canbay H., 2016. Gıda Amaçlı Yetiştirilen Hayvanlarda Antibiyotik Kullanımının Halk Sağlığı Üzerine Etkileri, *Göller Bölgesi Aylık Hakemli Ekonomi ve Kültür Dergisi Ayrıntı/ 31-36*.
- Tian L., Khalil S., Bayen S., 2017. Effect of thermal treatments on the degradation of antibiotic residues in food, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57:17, 3760-3770, DOI: 10.1080/10408398.2016.1164119.
- Uludağ R., 2008. Ege Bölgesinde Tüketime Sunulan Ballarda Sülfonamid Kalıntılarının Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, yüksek lisans tezi, Aydın, 67s.
- Yamaguchi T., Okihashi M., Harada K., Konishi Y., Uchida K., Do M.H.N., Bui L.T., Nguyen T.D., Phan H.B., Bui H.T.D, Nguyen P.D., Kajimura K., Kumeda Y, Dang C.V, Hirata K., Yamamoto Y., 2017. Detection of antibiotics in chicken eggs obtained from supermarkets in Ho Chi Minh City, Vietnam, *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 52:6, 430-433.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

ADIYAMAN İLİNDE PERAKENDE BALIK SATIŞ YERLERİNDE ÇALIŞANLARIN SOSYAL VE EKONOMİK DURUMU**SOCIAL AND ECONOMIC SITUATION OF EMPLOYEES IN RETAIL FISH SALES PLACES IN ADIYAMAN PROVINCE****Mustafa GÖÇER***Dr. Öğr. Üyesi, Adıyaman Üniversitesi Kahta MYO Su Ürünleri Bölümü, ORCID No: 0000-0002-6288-242X***ÖZET**

Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde insanlar, beslenme alışkanlıklarında sağlık açısından uygun gıdaları seçmeye özen göstermektedirler. Bu gıdalar içerisinde balık, sağlıklı bir yaşam sürdürmede önemli besin maddeleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Balıkçılık, günümüzde ve gelecekte tüm ülkelerin ekonomisine sürekli girdi sağlayan önemli sektörlerden biridir. Diğer taraftan su ürünleri sektörü; birçok sektörle direkt veya dolaylı bağlantısı sebebiyle ayrı bir ekonomik değer taşımaktadır. Üretim aşamasından pazarlamaya iş olanağı sağlaması, besin olarak benzersiz olması ve katma değer oluşturacak şekilde işlendiğinde dış satım olanaklarının artması, sektörü daha da önemli kılmaktadır. Türkiye’de su ürünleri üretiminin yaklaşık %80’i iç pazarda değerlendirilmektedir. Bu pay içinde yer alan 420 bin ton su ürünleri taze tüketim amaçlı olarak iç pazara sunulurken, 74 bin ton su ürünleri işlenmek üzere balık unu ve yağı fabrikalarına gönderilmektedir.

Çalışmada kullanılan veriler, 2020 yılında Adıyaman İl ve İlçelerinde faaliyet gösteren toplam 22 adet su ürünleri satış yerinde çalışan 53 kişi ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Perakende satış yerlerinde çalışanların 15-30 ile 31-45 yaş aralığında olanların toplam oranı %84,9 olarak bulunmuştur. İşletmede çalışanların %69,8 evli %30,2 bekar olduğu tespit edilmiştir. Eğitim durumu ise %39,6 ilkökul, %26,4 ortaokul, %22,6 lise ve %11,3’ü üniversite mezunudur. Çalışanların %58,5’inin sosyal güvencelerinin bulunduğu, %41,5’inin ise sosyal güvencelerinin olmadığı saptanmıştır. Konut mülkiyet durumunda %58,5 ev sahibi, %41,5 kiracı olduğu belirlenmiştir. Konut tipi %69,8 müstakil, %30,2 apartman dairesi, ısınması ise %64,2 soba, %34 doğalgaz ve %1,8 elektrikli aletlerle yapılmaktadır. Çalışanların %41,5’i maddi zorunluluktan, %34’ü isteyerek, %24,5’i ise meslekleri olduğu için bu işi yapmaktadır. Satış yerlerinde %34 2001-2500 TL, %28,3 1501-2000 TL, %24,5 1000-1500 TL, %13,2 2500 TL ve üzeri aylık gelir elde etmektedirler. Maaş dışında geliri olmayanların oranı %84,9, ek geliri olanların oranı %15,1’dir. Günlük çalışma saatlerinin genellikle 12 saat (%69,9) olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Adıyaman, Anket, Perakende Balık Satış Yerleri, Sosyo-Ekonomik

ABSTRACT

Today, people are careful to choose foods that are health-friendly in their eating habits, especially in developed countries. Fish is one of the important nutrients in maintaining a healthy life among these foods. Fisheries is one of the important sectors that provide continuous input to the economy of all countries today and in the future. On the other hand, the seafood sector; it has a separate economic value due to its direct or indirect connection with many sectors. Providing job opportunities from the production stage to marketing, being unique in terms of nutrients and increasing export opportunities when processed to create added value makes the industry even more important. Approximately 80% of aquaculture production in the domestic market in Turkey are considered. While 420 thousand tons of fishery products in this share are offered to the domestic market for fresh consumption, 74 thousand tons of fishery products are sent to fish meal and oil factories for processing.

The data used in the study were obtained from face-to-face surveys with 53 people working in 22 aquaculture sales locations in Adıyaman Province and Districts in 2020. The total ratio of employees between the ages of

15-30 and 31-45 is 84.9% at retail points. It has been determined that the employees in the enterprise are 69.8% married and 30.2% single. Educational status is 39.6% primary school, 26.4% middle school, 22.6% high school and 11.3% university graduates. It was determined that 58.5% of the employees had social security and 41.5% had no social security. In the case of residential property, it was determined that there were 58.5% homeowners and 41.5% tenants. Housing type 69.8% detached, 30.2% apartment, heating is done with 64.2% stove, 34% natural gas and 1.8% electrical appliances. Employees do this job, 41.5% from financial obligation, 34% willingly, and 24.5% because they have jobs. 34% of employees earn 2001-2500 TL, 28.3% of them 1501-2000 TL, 24.5% of them 1000-1500 TL, 13.2% of them 2500 TL and more monthly income at the sales locations. The proportion of those who do not have any income other than salary is 84.9% and that of those with additional income is 15.1%. Daily working hours were generally determined to be 12 hours (69.9%).

Keywords: Adiyaman, Questionnaire, Fish Retail Places, Socio-Economic


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

**THE GLIMPSE ON DISTRIBUTION OF ALIEN COPEPOD *OITHONA DAVISAE* ALONG
TURKISH COAST****Tuba TERBIYIK KURT***Assoc. Prof. Dr., Çukurova University, Faculty of Fisheries, ORCID: 0000-0002-2937-6816***ABSTRACT**

Human-induced activities lead to transportation of many species to different areas and these species could cause various negative effects in native communities. The Mediterranean Sea is highly affected area due to such biological introductions, and it is estimated that nearly a thousand species transported to Mediterranean ecosystem by different pathways (Suez Canal, Marine transportation, Aquaculture etc.) Similarly, Black Sea is sensitive to invasion of alien species and their effects on the ecosystem are quite evident (such as *Mnemiopsis leidyi* invasion, a Ctenophora species). The Marmara Sea constitutes a gateway between these two different ecosystems and is greatly affected by both seas.

In this review study, the expansion and transportation ways of alien invasive species *O. davisae* in overall coast of Turkey and their possible effect to communities were evaluated. This species easily acclimates to different conditions in a short period due to its unique adaptability and competitive ability, high ecological flexibility, low nutritional threshold value, and high egg production rate and could be an important part of the community in different. *O. davisae* firstly recognized in Sinop coast of Turkey (Black Sea) and further studies conducted by various researchers in other coast of Black Sea demonstrated that this species extended in the overall Black Sea coast in short time and dominated with copepod community. Following these reports, this species were also observed in Turkish coasts of Marmara Sea, Aegean Sea and finally Levant Sea by several researcher. It is though that this species is probably distributed by ballast waters.

Keywords: *Oithona davisae*, Black Sea, Marmara Sea, Aegean Sea and Levant Sea


PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

EVALUATING OF ZOOPLANKTON INDICATOR PROPERTIES CAN BE USED FOR DETERMINING GOOD ENVIRONMENTAL STATUS IN TURKISH MEDITERRANEAN COAST**Tuba TERBIYIK KURT***Assoc. Prof. Dr., Çukurova University, Faculty of Fisheries, ORCID: 0000-0002-2937-6816***ABSTRACT**

Having information about the some characteristics of zooplankton communities such as species diversity, and/or abundance variations can be used as an indicator for the assessment of the Good Environmental Situation (GES) in terms of some descriptors (such as Descriptors 1, 2 and 4) of framework “Marine Strategy Framework Directive (MSFD)”. These organisms reflect changes in environmental conditions in short time and constitute a link between primary producers at lower trophic levels and carnivores at upper trophic levels. Therefore, changes in zooplankton abundance and community structure may affect the biochemical cycles in the pelagic food web and consequently ecosystem function and services.

Commonly, Zooplankton GES indicators are based on taxonomic information. However, in recent years the individual size, total biomass, proportion of some groups in zooplankton biomass provided useful information for evaluating the impact of these organisms in some pelagic ecosystems (Baltic Sea, North Atlantic Ocean). Although various approaches are purposed for the Mediterranean Sea, there is still no clear and consistent method for the evaluation of the zooplankton GES indicators. Some researchers purposed that uses of various parameters such as diversity indices (homogeneity and diversity indices), abundance (total zooplankton abundance, Copepoda and Cladocera abundance), size, biomass (total biomass, annual mean zooplankton biomass), the presence and proliferation of jellyfishes (for the Adriatic Sea).

In this study, different approaches that can be used in the Mediterranean coast of Turkey are discussed. In this context, when evaluating the quality of the available zooplankton datasets published in our Mediterranean coasts, zooplankton total and group abundances and some ecological index values could be used for this purpose. However, it is suggested that the data sets should be enriched by measuring size and biomass of some main groups and using especially the automated systems such as zooscan.

Keywords: Mediterranean, Zooplankton, MSFD, GES

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

TÜRKİYE'YE ÖZGÜ BAZI BİTKİLERİN ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİ VE GIDALARDA UYGULAMALARI**ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF SOME PLANTS SPECIAL TO TURKEY AND ITS APPLICATIONS IN FOODS****Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY***Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)**ORCID ID: 0000-0002-8188-8384***Engin GÜNDOĞDU***Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü,**ORCID ID:0000-0003-0013-9806***ÖZET**

Bitkiler gıda, kimyasal ve tıbbi ilaçlar için mükemmel bir kaynak olup, antimikrobiyal aktivite gibi farklı biyolojik özelliklere sahip çeşitli kimyasal bileşikler içermelerinden dolayı eski zamanlardan beri sağlık hizmetleri için kullanılmaktadırlar. Bitkiler tarafından üretilen antimikrobiyal bileşikler, insanlarda hastalık yapan mikroorganizmalar için etkili ajanlardır. Bitkilerden elde edilen antimikrobiyal bileşikler, fenolikler, terpenoidler, uçucu yağlar, alkaloidler, lektinler ve polipeptitler ve poliasetilenler gibi çeşitli kategorilere ayrılabilirler. Bu bileşikler antimikrobiyal etkilerini mikroorganizmaların yüzeye tutunmasını sağlayan enzimler ve hücre zarfı taşıma proteinlerini inaktive ederek gösterirler. Kimyasal koruyucuların gıdalarda belirlenen kalıntılar nedeniyle insan sağlığına zararlı olduğu düşünüldüğünden, son birkaç yılda bitki özleri, besin açısından güvenli ve kolayca parçalanabilmeleri nedeniyle doğal antimikrobiyal ajan kaynakları olarak önem kazanmıştır. Antimikrobiyal maddeler, yaprak, kök, gövde, ağaç kabuğu ve tohum gibi bitkinin bir çok kısmından etanol, metanol ve su gibi farklı çözücülerin ekstraksiyonu ile elde edilebilir. Doğal antimikrobiyal maddeler, gram pozitif, gram negatif, maya ve küfler gibi mikroorganizmalara farklı inhibitör etki gösterir. Genellikle gıdalarda kullanılan bitki kaynaklı antimikrobiyal ajanlar özellikle gıda kaynaklı bozulmaya veya gıda kaynaklı patojenlere karşı test edilirler. Diğer taraftan, minimum inhibitör konsantrasyon (MIK) ve gıda matrisi bileşenler gibi faktörler antimikrobiyal özellikler üzerinde önem arz ederler. Çünkü bu faktörler bir gıda için önemli bir kalite parametresi olan duyuşal özellikleri etkilemektedir. Bitki ekstraktlarının antimikrobiyal özelliklerini etkileyen bir diğer önemli faktör, bitki türleri ve bölgesel durumlardır. Türkiye, coğrafi konumu ve iklimsel özellikleri nedeniyle zengin bir doğal bitki florasına sahiptir. Bu derleme, Türkiye'de yetişen bazı bitkilerin antimikrobiyal özellikleri üzerine yapılan invitro çalışmalar ve antimikrobiyal ajan olarak gıdalardaki uygulamaları hakkında bilgi vermektedir.

Anahtar kelimeler: Antimikrobiyal, bitkiler, Türkiye, gıdalar

ABSTRACT:

Plants are excellent sources of food, chemicals and herbal medicines and they are used for healthcare since ancient times because of having diverse chemical compounds with different biological properties such as antimicrobial activity. Antimicrobial compounds produced by plants are effective agents for human pathogenic microorganisms. Antimicrobial compounds obtained from plants can be divided into several categories, such as phenolics, terpenoids, essential oils, alkaloids, lectins and polypeptides, and polyacetylenes. They show their antimicrobial properties by inactivating microbial adhesive enzymes and cell envelope transport proteins. As chemical preservatives is thought to be harmful on human health due to chemical residues determined in foods, over the past few decades, plant extracts has gained popularity as natural sources of antimicrobial agents, because of being nutritionally safe and easily degradable. Antimicrobial substances can be obtained from some part of plant such as leaf, root, stem, bark, and seeds with the extraction of different solvents including ethanol, methanol, and water. Natural antimicrobial substances show different inhibitory effect to the microorganisms

such as gram positive, gram negative, yeast, and moulds. Generally plant-derived antimicrobial agents used in foods are tested especially against food born spoilage or food born pathogens. On the other hand, some factors such as minimum inhibitory concentration (MIC) and food matrix components are also important on their antimicrobial properties. Because these factors effect sensory properties which are quality parameter for a food. Another important factor effecting of antimicrobial properties of plant extracts are plant species and regional conditions. Turkey has a rich natural plant flora because of its geographic location and climatic properties. This review gives information about invitro studies on plant extracts from Turkey, and their applications in foods as antimicrobial agent.

Keywords: Antimicrobial, plants, Turkey, foods.

GİRİŞ

Antimikrobiyal maddeler mikrobiyal gelişmeyi engellemek veya mikroorganizmaları öldürmek amacıyla doğrudan gıdalara eklenen yada dolaylı olarak gıdanın temas ettiği yüzeylere veya gıda ambalaj materyaline ilave edilen maddelerdir. Bu maddeler mikrobiyal bozulma sonucu oluşan gıda kayıplarının önlenmesini sağlayarak ekonomik açıdan katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda gıdalarda bulunan saprofit ve patojen kaynaklı bakterilerin gelişmesini olumsuz etkileyerek sağlığımız açısından gıdaları güvenli hale getirmektedir (Davidson vd., 2015).

Antimikrobiyal maddeler doğal ve sentetik olarak iki gruba ayrılmakta, her ne kadar sentetik olanların kullanımı yasal olsa da doğal antibiyotik maddelerin kullanımı günümüzde çok daha büyük önem arz etmektedir. Gıdalar içerdiği komponentler nedeniyle uzun süre muhafaza edilememektedir. Buyüzden bozulmasını önlemek amacıyla prosesin her aşamasında hijyen koşullarının sağlanması ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Aksi taktirde mikroroganizmalar gıda güvenliğini olumsuz olarak etkilerken sağlık açısından problemlere neden olmaktadır. Bununla birlikte renk ve doku gibi kalite özelliklerinde kusurlara, duyuusal açıdan da problemlere neden olarak tüketilemeyecek hale getirmektedir (Del Nobile vd., 2012).

Son yıllarda tüketicilerin özellikle sentetik katkı maddelerine karşı farkındalıklarının artması doğal katkı maddelerinin popüler olmasına yol açmıştır (Del Nobile et al., 2012). Doğal antimikrobiyal maddeler bitkisel, hayvansal ve mikrobiyolojik kaynaklı olabilmektedir. (Tajkarimi vd., 2010). Bitkilerdeki antimikrobiyal bileşenler yaygın olarak yaprak, kök, çiçek, tohum ve yumru kısımlarında bulunan esansiyel yağlardır (Tiwari vd., 2009).

Bitkiler tarafından gelişimleri ve metabolizmaları için üretilen birincil metabolitler proteinler, karbohidratlar ve yağlardır. İkincil metabolitler ise antimikrobiyal, antifungal, ve antikanser özellikler gösteren temel biyolojik aktif bileşenlerdir ve bitkilerin savunma mekanizması olarak da bilinmektedir (Compean and Ynalvez, 2014). İkincil metabolitler esansiyel yağlar, fenolik bileşenler ve alkaloidler gibi önemli biyoaktif bileşenleri içermektedir. Esansiyel yağlar çok hoş kokusu ve tadı olan suda çok az çözünen yüzlerce aroma bileşiğinden oluşmuş kompleks karışımlar olarak da bilinmektedir (Ribes vd., 2018).

Uçucu yağların bakteri, virus ve mantarlar üzerinde etkileri olduğu için tıbbi ve kozmetik alanlarda, farmakolojide, tarımda ve gıda endüstrisinde yoğun biçimde kullanılmaktadır. Çoğunlukla distilasyonla elde edilen aromatik yapıdaki bu bileşenler, terpenler gibi uçucu moleküllerden, terpenoidlerden, fenol türevli bileşiklerden ve alifatik yapıdaki maddelerden oluşmaktadır. (Erdoğan ve Everest, 2013).

Özellikle baharatlarda olarak kullanılan bitkilerin içeriğinde bulunan eugenol, timol, humulon, lupulon, allil izotiyosiyanat gibi bileşiklerin antimikrobiyal etkiye sahip olması baharatların çoğunu gram (+) bakteriler ve küflere karşı etkili hale getirmektedir. Ayrıca baharatların karışım halinde kullanılması durumunda antimikrobiyal etkilerinin arttığı bilinmektedir (Coşkun, 2006).

Bitkilerde bulunan antimikrobiyal maddelerin mikroorganizmalar üzerindeki etkisi konusunda birçok hipotez bulunmaktadır. Araştırmacılara göre antimikrobiyaller doğrudan yada dolaylı olarak hücrenin biyokimyasal işlevini ve bütünlüğünü bozmaktadır. Özellikle hidrofobik yapıda olan terpenin hücre duvarı ile olan etkileşimi sonucunda hücre duvarı parçalanmakta ve hücre zarının geçirgenliği artmaktadır. Bunun sonucunda

hücredeki proton hareketi, elektron akışı ve dolayısıyla taşınım aksaklıklara uğramakta ve hücre içeriği koagüle olmaktadır. Herhangi bir antimikrobiyal bileşenin hedef organı etkilemesi sonucunda gerçekleşen reaksiyon zincirleri hücrenin başka kısımlarında da tahribata neden olmaktadır. Ayrıca bu maddelerin hücre duvarındaki proteinleri de etkilediği bilinmektedir (Erdoğan ve Everest, 2013).

BİTKİLERİN ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE YAPILAN IN VITRO ÇALIŞMALAR

Birçok bitkinin toprak üstü kısmı veya kökleri sebze olarak kullanılmaktadır. Bunlar çiğ veya pişmiş olarak yenildiği gibi salamura halinde veya turşu şeklinde de tüketilmekte ayrıca kurutulup öğütülerek de yemeklerde baharat olarak kullanılabilir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011). Baharatlar gıdalara lezzet vermek, ürün çeşitliliğini arttırmak, bozulmalarını önlemek ve bazı durumlarda da hoşla gitmeyen kokuların maskelenmesi amacıyla ülkemizde oldukça yaygın kullanılmaktadır. Kekik, kimyon, kişniş, tarçın bu baharatların başında gelmekte ve bu baharatların antimikrobiyal etkiye sahip olduğu çeşitli araştırmalarla kanıtlanmıştır. Bitki ve uçucu yağların antimikrobiyal aktivitesi bitki çeşidine, konsantrasyonuna ve kompozisyonuna, substratın konsantrasyonuna ve kompozisyonuna, gıdanın üretim ve depolama koşullarına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Cerit, 2008). Bitkilerin in vitro olarak ve gıda içerisindeki antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Kekik, adaçayı, biberiye, karanfil, kişniş, sarımsak nane gibi ülkemizde yaygın olarak yetişen bitkilerin, saprofit ya da patojen mikroorganizmalar üzerindeki etkileri konusunda yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Sagdic vd., (2005) tarafından yürütülen bir çalışmada, *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica* ve *Listeria monocytogenes*'in de aralarında bulunduğu çeşitli gıda patojenlerine karşı başta kekik (*Thymbra spicata* L.) olmak üzere, adaçayı ve nanenin inhibitör etki gösterdikleri belirlenmiştir.

Sağdıç ve Özcan (2003) tarafından yapılan bir çalışmada kekik ve mercanköşk bitkilerinin *E. coli* O157:H7, *S. aureus* ve *Y. enterocolitica* suşlarına karşı antibakteriyel etki tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada mercan köşk bitkisinin *E. coli* O157:H7 üzerine etkisiz kaldığı saptanmıştır.

Cerit (2008) mercanköşk (*Origanum onites*), kimyon (*Cuminum cyminum*), defne (*Laurus nobilis*) ve biberiye (*Rosemarinus officinalis*) uçucu yağlarının *E. coli* ATCC 11230, *S. aureus* ATCC 25923, *Listeria monocytogenes* ATCC 65031, *K. pneumoniae* ATCC 27853, *Lactobacillus lactis* NRRL 1821 ve *L. cremoris* NRRL 634 üzerindeki antimikrobiyal etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda en etkili uçucu yağın mercanköşke ait olduğu ve yüksek antimikrobiyal etki gösterdiği ve bunu sırasıyla kimyon, defne ve biberiyenin izlediği belirtilmiştir.

Et ve et ürünlerinde kullanılan kimyon, tarçın, karanfil, kırmızı biber, rezene ve anason gibi bitki ekstraktlarının antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı çalışmada tarçının *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Mycobacterium smegmatis*, *Micrococcus luteus* ve *Candida albicans* mikroorganizmaları üzerinde antimikrobiyal etkisi olduğu ve *S. aureus* ve *C. Albicans* mikroorganizmalarının en hassas olduğu belirlenmiştir (Ağaoğlu vd., 2007).

Yapılan bir çalışmada *Malva sylvestris* L. (Ebegümesi), *Taraxacum officinale* Weber (Karahindiba), *Rosmarinus officinalis* (Biberiye), *Trigonella foenum-graecum* (Çemen otu) ve *Hibiscus sabdariffa* L. (Hibiskus) bitkilerinin *P. aeruginosa*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *S. aureus* ve *E. faecalis* suşları üzerine antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır. Sonuçta, sadece hibiskusun tüm bakterilere antimikrobiyal etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir (Döşler vd., 2019).

Trigonella foenum-graecum (çemen otu) ekstraktının *Bacillus subtilis*, *B.*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Pasteurella multocida*, *Yersinia enterocolitica*, *K. pneumoniae*, *S. aureus* bacteria ve *Candida albicans*, *Rhodotorula glutinis* üzerine antimikrobiyal özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada *Trigonella foenum-graecum* ekstraktının antibakteriyel ve antifungal etkili olduğu gösterilmiştir (Akbaş vd., 2017).

Gümüşhane ilinden toplanan. *Hypericum scabrum* (kızılçık otu) ve *Laser trilobum* (kefe kimyonu) özütlerinin test edilen mikroorganizmalardan *E. coli*, *B. subtilis*, *S. aureus*, *K. pneumonia*, *P. aeruginosa*, *Y. pseudotuberculosis* ve *E. faecalis* bakterileri üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir. *Turanecio hypochionaeus* (turanotu) özütünde herhangi bir antimikrobiyal aktiviteye rastlanmazken, *Lactuca racemosa* (çayır marulu) özütünde ise sadece *E. coli* bakterisine karşı aktivite gözlemlenmiştir. *C. albicans* mayasına karşı ise sadece *Laser trilobum* özütü aktivite göstermiştir. Ancak tespit edilen tüm antimikrobiyal aktivitelerin referans antimikrobiyallere kıyasla oldukça zayıf olduğu görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada kullanılan bitki özütlerinden hiçbirinin *P. aeruginosa*, *A. baumannii* ve *E. cloacea* bakterilerine karşı aktivite göstermediği tespit edilmiştir (Kaltalıoğlu vd., 2019).

Akarca and Tomar (2019) tarafından yapılan bir çalışmada acıgünek, bici bici, sığır kuyruğu ve ekşimenin *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. faecalis*, *S. typhi* bakterileri üzerine antimikrobiyal etkileri

araştırılmıştır. Çalışma sonucunda bitki ekstraktlarının içerisinde en yüksek antimikrobiyal aktivitenin Ekşimen (*Galium verum* L.) , en düşük aktivitenin ise; Sığır Kuyruğu (*Verbascum lasianthum* L.) tarafından gösterildiği tespit edilmiştir. Ekşimenin en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi 28 mm zon çapı ile *Escherichia coli* üzerinde gösterdiği, bu bakteriyi 26 mm zon çapı ile *Listeria monocytogenes* ve 22 mm zon çapı ile *Salmonella Typhi*'nin izlediği belirlenmiştir.

Ordu'da, halk arasında yaygın olarak tüketilen yabani bitkilerin başında gelen Sakarca bitkisi, yörede "Akyıldız" veya halk arasında "Sakarca" (*Ornithogalum umbellatum*) olarak bilinmektedir. Fındık bahçelerinde yaygın olarak yetişmekte ve soğanları ile toprak üstü kısımları pişirilerek kullanılmaktadır (Yılmaz et al 2004). Yapılan bir çalışmada bu bitkinin *L. monocytogenes*, *E. Coli* ve *S. aureus* üzerine antimikrobiyal etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda bitkinin fenolik maddelerce zengin ve potansiyel antimikrobiyal etkiye sahip olduğu ancak etkinliğin uygulanan bakterilere göre değiştiğini ifade edilmiştir (Demirkol vd., 2017).

Yapılan bir diğer çalışmada, 26 çeşit bitkinin su ekstraktının, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica* ve *S. aureus* suşlarına karşı in vitro etkinlikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda tüm bitki ekstraktlarının *S. aureus* üzerine inhibitörük etki gösterdiği belirlenmiştir. *E. coli* O157:H7 suşunun, kuşburnu, ağaç hatmi, sumak, kekik, karanfil, oğulotu, günlük, yeşil çay, ıhlamur, yasemin, siyah çay ve papatyadan, *L. monocytogenes* ise kuşburnu, ağaç hatmi, sumak, kekik, karanfil, oğulotu, günlük, aspir, siyah çay, yasemin, hazanbel, meyan kökü, adaçayı, kişniş, rezene, zencefil, karabaş otu, ısırgan ve naneden etkilendiği gözlemlenmiştir. Papatya, meyan kökü ve adaçayı dışındaki tüm ekstraktların ise *Y. enterocolitica* üzerine değişen derecelerde inhibitörük etki gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, etkin ekstraktların gıda koruma alanında kullanılabileceğini göstermiştir (Aydın, 2008).

BİTKİLERİN ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE GIDALARDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan bazı bitkilerin gıdalardaki antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi konusunda Türkiye'de yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Süt ve Süt Ürünlerinde Yapılan Çalışmalar

Sütte yapılan bir çalışmada depolama süresince farklı oranlarda toz tarçın ilaveli pastörize sütlerin maya-küf sayısının, kontrol grubu sütlere kıyasla çok daha düşük olduğunu tespit edilmiştir. Tüm örneklerde maya-küf sayısının depolama başlangıcında <1 log kob/ml olduğu, depolamanın 15. günde maya küf sayısının kontrol grubunda 4.72 log kob/ml'e ulaştığı ve %0.2, %0.5 ve %1 tarçın ilaveli pastörize sütlerde sırasıyla 2.73, 2.58 ve 2.30 log kob/ml olduğu belirlenmiştir (Akarca vd., 2015).

Ayar, et al. (2007) adaçayı (*Origanum vulgare* L.) ve kekik (*Salvia fruticosa* L.) ekstraktlarının tereyağının mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada; ekstrakt ilavesinin antimikrobiyal etki gösterdiğini ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda adaçayının; maya-küf, lipolitik, proteolitik ve koliform grubu bakterilere karşı en yüksek inhibisyon etki gösterdiği, kekiğin ise daha çok toplam bakteri ve laktobasiller üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir.

Dagdemir et al. (2009), *Thymus haussknechtii* ve *Origanum acutidens* olmak üzere iki farklı kekik türünden elde edilen esansiyel yağların % 0.1 ve %0.2 oranında tereyağına ilave edildiğinde kontrol örneğe nazaran maya-küf sayısının düşük olduğu ancak istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca türler arası farklılık olduğu ve *Origanum acutidens* türünün daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Çakmakçı et al. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada tereyağına farklı oranlarda (0.05, 0.1 ve 0.2) çörekotu ilavesinin ürünlerdeki maya ve küf sayılarını azalttığı belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada ultrafiltrasyon teknolojisi ile üretilen beyaz peynire ağırlıkça % 0,5 oranında kekik, dereotu, çörek otu, sarımsak tozu, frenk soğanı, fesleğen baharatları ilave edilerek, peynirler +4° C'de muhafaza edilmiştir. Peynirlerin 120 gün boyunca periyodik analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda TMA' lar üzerine en etkili baharatın çörek otu olduğu, kekik ve sarımsak tozunun ise küf ve mayalar üzerine etkili olduğu belirlenmiştir (Paksoy, 2016)

Yapılan bir çalışmada, adaçayı, biberiye, kekik, tarçın ve zencefil etanol ekstraktları ve keçiyoynuzu çekirdeğinden elde edilen gamla kaplanmış kaşar peynirleri 28 gün depolanmıştır. Depolama sonunda en düşük

psikrofilik bakteri (2.81 log kob/g), toplam aerobik mezofilik bakteri (4.98 log kob/g) ve maya-küf sayısının (4.59 log kob/g) tarçın ekstraktı içeren gamla kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada örneklerin tümünde toplam koliform grup ve *S. aureus* türü bakteri gelişiminin olmadığı tespit edilmiştir (Tomar ve Akarca, 2019).

Yapılan bir çalışmada, ısırgan otu ve Akdeniz defnesi, çörekotu, ve yeşil çay ekstraktları (%1 oranında) ilave edilerek üretilen yoğurtların *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. epidermidis*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus subtilis* ve *Enterobacter cloacae* bakterileri üzerindeki antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda ısırgan otu ve yeşil çay en yüksek aktiviteyi *P. aeruginosa* ve *E. coli* üzerinde gösterirken, *S. aureus* üzerinde sadece yeşil çay zayıf aktivite göstermiş diğer örneklerin etkisi olmamıştır (Ertürk ve Demirkol, 2014).

Farklı oranlarda sarımsak ilavesi ile üretilen yoğurtlarda yapılan bir çalışmada ise sarımsak ilave edilen örneklerde maya ve küf 7. günden itibaren görülmezken, bu mikroorganizmaların kontrol örneğinde depolama boyunca artışı tespit edilmiştir (Gündoğdu et. al., 2009).

Et ve Et Ürünleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Tekirdağ köftesi üzerinde biberiye, limon, kekik ve sarımsak ekstraktlarının antimikrobiyal etkisi araştırıldığı bir çalışmada bitki ekstraktları köfteye %1 oranında katılmış ve analizler numunelerin buzdolabı koşullarında (4°C) depolanması sırasında yapılmıştır. Çalışmada depolama sırasında Toplam mezofilaerob canlı bakteri, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, Koliform grubu canlı bakteri, *Salmonella*, Maya ve Küf analizleri yapılmıştır. Çalışma sonunda bu bitki ekstraktlarının adı geçen mikroorganizmalar üzerinde farklı değerlerde antimikrobiyal etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ekstrakt katılmış bazı Tekirdağ köftesi örneklerinde mikrobiyal gelişimin ekstraktlar tarafından engellendiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada kullanılan ekstraktların mikrobiyal gelişmeyi tam olarak durduramadığı ancak buzdolabı koşullarında mikroorganizmaların çoğalmasını yavaşlatabildiği saptanmıştır (Özen, 2008).

Kurt ve Ceylan (2017) tarafından yapılan bir çalışmada ise zeytin yaprağı ekstesi ilave edilen sosislerde antimikrobiyal etki araştırılmıştır. Sonuçta ekstrakt ilavesinin toplam bakteri sayısını depolama süresince önemli oranda etkilediği, depolamanın 30. günün de azalma olduğu ve bu durumun ekstraktın antimikrobiyal özelliğinden kaynaklandığını saptanmıştır.

Meyve ve Sebzeler Üzerine Yapılan Çalışmalar

Meyvelerde gerçekleştirilen bir çalışmada ise; kurutulan Bayramiç beyazı, golden elma, mürdüm eriği ve kiraz meyveleri; Fesleğen (*Ocimum basilicum L.*), Mercanköşk (*Origanum majorana L.*), Karamercanı (*Origanum vulgare L. subsp. hirtum*), Biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) bitkileri ile muamele edilmiştir. *Aspergillus parasiticus* suşu ile *Zygosaccharomyces rouxii* maya suşu inoküle edilerek depolama boyunca küf maya yükündeki değişim takip edilmiştir. Araştırma sonucunda; karamercanı bitkisinin, kuru meyvelerin raf ömrü süresince fungal enfeksiyonlara karşı muhafazasında doğal bir koruyucu olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir. Etkinlik düzeyi açısından, karamercanı bitkisini fesleğen ve mercanköşk bitkileri takip etmiştir. Biberiye bitkisi ise kuru meyve örneklerinde sınırlı bir antifungal etki göstermiştir (Güner, 2015).

Gıdalarda antimikrobiyal madde olarak veya yenilebilir film solüsyonu üretiminde kullanılması amacıyla limon, portakal, kırmızı elma, yeşil elma kabuk artıklarından elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada meyve kabuğu ekstraktlarının hepsinin antimikrobiyal etki sergilediği fakat en yüksek aktivitenin limon ve portakal kabuğu ekstraktlarında olduğu gözlemlenmiştir. Limon ve portakal kabuklarının ekstraktlarından hazırlanan yenilebilir filmlerin oluşturdukları zon çapları değerlendirildiğinde filmlerden ksantan limon, karagenan portakal, karagenan limon ve keçiyoynuzu limonun daha fazla antimikrobiyal etkili olduğu bulunmuştur. Limon ekstraktlarından hazırlanan filmler, portakal ekstraktlarından hazırlanan filmlere göre daha fazla antimikrobiyal etki göstermiştir (Kılınç et al., 2018).

Bitki ekstraktlarının (*Origanum onites*, *Satureja hortensis*, *Capsicum annum*, *Olea europaea*) farklı konsantrasyonlarının sofralık siyah zeytinlerde küf gelişimi ve aflatoksin oluşumuna etkilerinin incelendiği çalışmada bitki ekstraktların *Lb. plantarum* üzerine inhibitör etkileri *S. hortensis* > *O. onites* > *C. annum* > *O. europaea* olarak tespit edilmiştir (Yıldırım, 2009).

Tahıl ve Tahıl ürünlerinde Yapılan Çalışmalar

Bu alanda yapılan çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır.

Yapılan bir çalışmada bazı bitki ekstraktlarının (kekik, biberiye, defne), mısır ve buğday danelerinde aflatoksin üreten küfler üzerindeki antifungal etkileri farklı depolama şartlarında araştırılmıştır. Baharatlardan elde edilen esansiyel yağların *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* 'a karşı etkinlikleri disk difüzyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. Farklı esansiyel yağ karışımlarının buğday ve mısırların Aflatoksin B1 düzeyleri üzerinde $p < 0,01$ düzeyinde etkili olduğunu tespit edilmiştir (Kara, 2010).

SONUÇ

Gelişen teknolojiye paralel olarak tüketicilerin doğal ürünleri tüketmeye karşı eğilimlerinin artması gibi nedenler, bitkisel ürünler ile bu ürünlerden elde edilen uçucu yağ ve özütlerinin kullanımını ön plana çıkarmış ve bu ürünlerin gıdalarda kullanımının geliştirilmesiyle ilgili çalışmaları hızlandırmıştır.

Ancak ; antimikrobiyal aktivite bitkinin türü, kompozisyonu, yapısında bulunan bileşenlerin konsantrasyonu, yetiştiği bölgenin coğrafi yapısı ve iklimi, hedef mikroorganizmanın türü ve miktarı, gıdanın kompozisyonu, işleme ve depolama koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle bitkilerin ve ekstraktlarının antibakteriyel, antifungal ve antioksidan etkilerinin belirlendiği çalışmalar artırılarak gıdalarda en iyi sonuçları bitkilerin belirlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, S., Dostbil, N., Alemdar, S., 2007. Antimicrobial activity of some spices used in the meat industry. Bull Vet Inst Pulawy 51, 53-57.
- Akarca, G., Çağlar, M.Y., Kahraman, A., 2017. Antifungal Effects of Some Plant Extracts On Kashar Cheese. Full Text Proceedings Book.
- Akarca, G., Kahraman, A., Tomar, O., 2015. Değişik Oranlarda Tarçın İlave Edilmiş Pastörize Sütlerde Raf Ömrünün Değişimi. Afyon Kocatepe University Journal of Science & Engineering 15.
- Akarca, G., Tomar, O., 2019. Afyonkarahisar İli Çevresinde Yetişen ve Halk Tarafından Tüketilen Bazı Yabani Bitkilerin Antioksidan ve Antimikrobiyal Etkileri. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 259-268.
- Akbaş, P., Atila, G., Hamit, U., Alkan, H., 2017. Trigonella Foenum-graecum L (Çemen) Tohum Ekstraktının Antimikrobiyal Aktivitesinin Tayini. Caucasian Journal of Science 4, 57-61.
- Ayar, A., Özcan, M., Akgül, A., 2007. Effect of oregano and sage extracts on microbiological quality of molten butter. Food science and technology research 10, 111-113.
- Aydın, B., 2008. Bazı tıbbi bitki ve baharatların gıda patojenleri üzerine antibakteriyel etkisinin araştırılması. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi 14, 83-87.
- Cerit, L.S., 2008. Bazı baharat uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Compean, K., Ynalvez, R., 2014. Antimicrobial activity of plant secondary metabolites: A review. Research Journal of Medicinal Plants 8, 204-213.
- Coşkun F., 2006. Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi 2006 (2) 27-33.
- Çakmakçı, S., Gündoğdu, E., Dağdemir, E., Erdoğan, Ü., 2014. Investigation of the possible use of black cumin (*Nigella sativa* L.) essential oil on butter stability. Kafkas Univ Vet Fak Derg 20, 533-539.
- Dagdemir, E., Cakmakci, S., Gundogdu, E., 2009. Effect of *Thymus haussknechtii* and *Origanum acutidens* essential oils on the stability of cow milk butter. European journal of lipid science and technology 111, 1118-1123.
- Davidson, P., Cekmer, H.B., Monu, E., Techathuvanan, C., 2015. The use of natural antimicrobials in food: an overview. Handbook of natural antimicrobials for food safety and quality, 1-27.

- Del Nobile, M.A., Lucera, A., Costa, C., Conte, A., 2012. Food applications of natural antimicrobial compounds. *Frontiers in Microbiology* 3.
- Demirkol, M., Çelik, Ö.F., Tarakçı, Z., 2017. Ordu İlinde Yetişen Sakarca (*Ornithogalum umbellatum*) Bitkisinin Antibakteriyel Aktivitesi ve Toplam Fenolik Madde İçeriği. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 7, 312-318.
- Döşler, S., Özdemir, R., Yılmaz, F., 2019. Bazı Bitki Ekstrelerinin Antimikrobiyal Etkilerinin Araştırılması. *Türk Farmakope*, 17.
- Erdoğan A.E., Everest A., 2013. Antimikrobiyal Ajan Olarak Bitki Bileşenleri, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 6 (2): 27-32.
- Ertürk, Ö., Demirkol, E., 2014. The Effect of Some Medicinal Plant Extracts on Biochemical, Physicochemical, and Antimicrobial Activity of Extract Added Yogurt. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi E-Dergiler* 3, 78-83.
- Faydaoğlu E., Sürücüoğlu A. S., 2011. Geçmisten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi, *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 2011, 11 (1): 52 – 67.
- Gündoğdu, E., Çakmakçı, S., Dağdemir, E., 2009. The effect of garlic (*Allium sativum* L.) on some quality properties and shelf-life of set and stirred yoghurt. *Turkish journal of veterinary and animal sciences* 33, 27-35.
- Güner, K.G., 2015. Çeşitli Aromatik Bitkilerin, Meyve Kurutmada Küf-maya Gelişimi, Fonksiyonel Ve Duyusal Özelliklere Etkileri.
- Kaltalıoğlu, K., Karaköse, M., Şahin, H., Bektaş, E., Bektaş, K.İ., 2019. Gümüşhane İlinde Yayılış Gösteren Bazı Tıbbi Bitkilerin Antioksidan Ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Ve RP-HPLC-DAD İle Fenolik Bileşenlerinin Belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 9, 362-372.
- Kara, S., 2010. Bazı bitki ekstraktlarının mısır ve buğday danelerinde farklı depolama şartlarında aflatoksin üreten küfler üzerine etkileri. *Namık Kemal Üniversitesi*.
- Kılınç, B., Yalçın, H.T., Sürengil, G., 2018. Meyve Kabuklarının Gıdalar için Antimikrobiyal Madde ve Yenilebilir Film olarak Etkinliklerinin Belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi* 8, 144-157.
- Kurt, Ş., Ceylan, H.G., 2017. Effects Of Olive Leaf Extract On The Oxidation Stability And Microbiological Quality Of Dry Fermented Sausage (Sucuk). *Carpathian Journal of Food Science & Technology* 9.
- Özen, F., 2008. Bitkisel ekstrakt kullanımının Tekirdağ köftesinin mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerine etkisi. *Namık Kemal Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.*
- Paksoy, G., 2016. Bazı baharatların ultrafiltre beyaz peynir kalitesi üzerine etkileri. *Namık Kemal Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.*
- Ribes, S., Fuentes, A., Talens, P., Barat, J.M., 2018. Prevention of fungal spoilage in food products using natural compounds: a review. *Critical reviews in food science and nutrition* 58, 2002-2016.
- Sagdic, O., Yasar, S., Kisioglu, A., 2005. Antibacterial effects of single or combined plant extracts. *Annals Of Microbiology*, vol.55, 67-71.
- Sağdıç, O., Özcan, M., 2003. Antibacterial activity of Turkish spice hydrosols. *Food control* 14, 141-143.
- Tajkarimi, M.M., Ibrahim, S.A., Cliver, D.O., 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food control* 21, 1199-1218.
- Tiwari, B.K., Valdramidis, V.P., O'Donnell, C.P., Muthukumarappan, K., Bourke, P., Cullen, P., 2009. Application of natural antimicrobials for food preservation. *Journal of agricultural and food chemistry* 57, 5987-6000.
- Yıldırım, Ş., 2009. Sofralık siyah zeytinde aflatoksijenik küf gelişimi ve aflatoksin oluşumuna *Lactobacillus plantarum* ve bazı bitki ekstraktlarının etkileri.

PROCEEDING BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7139-05-2

TÜRKİYE SATIŞA SUNULAN SÜT ÜRÜNLERİNDE MİKOTOKSİNLER: DERLEME**AN OVERVIEW: MYCOTOXINS IN DAIRY PRODUCTS SOLD IN TURKEY****Engin GÜNDOĞDU***Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü,
ORCID ID:0000-0003-0013-9806***Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY***Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)
ORCID ID: 0000-0002-8188-8384***ÖZET**

Mikotoksinler, tahıllar, yağlı tohumlar, kahve, fındık, baharatlar, incir, kuru meyveler ve süt ve süt ürünleri gibi hayvansal gıdalar da dahil olmak üzere çeşitli tarım ürünleri üzerinde gelişen bazı küfler tarafından üretilen doğal toksik ikincil metabolitlerdir. Süt ve süt ürünlerinde mikotoksinlerin oluşumu, mikotoksin bulaşmış yemleri tüketen süt ineklerinden (dolaylı bulaşma) ve küflerin kasıtlı veya kazara ürün üzerinde gelişmesinden (doğrudan bulaşma) kaynaklanmaktadır. Hayvanlar kontamine gıda maddelerini aldığı anda mikotoksinler metabolize olur ve biyotransformasyona uğrayarak süte geçer. Yaklaşık 200 farklı küf tarafından üretilen 300 farklı mikotoksin rapor edilmiş olmasına rağmen, süt ve süt ürünlerinde aflatoksinler (AF'ler) en çok bilinen mikotoksin gruplarıdır. Yaygın aflatoksinler B1, B2, G1, G2 ve M1'dir. Ruminantlar AFB1 içeren yemlerle beslendiğinde bu toksini metabolize eder ve AFM1 olarak süte salgılar. Sütte bulunan AFM1 miktarı, hayvan ırkı, emzirme dönemi, meme enfeksiyonları gibi faktörlere göre değişir. Bileşenleri nedeniyle neredeyse mükemmel yiyecek olan süt, içme sütü, yoğurt, süt tozu, peynir, kefir ve süt bazlı şekerlemeler ve bebek formüllerinin hazırlanması için tüketilmektedir. Ancak süt ve süt ürünlerinde yüksek konsantrasyonda bulunan aflatoksin, halk sağlığı üzerinde kanserojen, mutajenik, östrojenik, nefrotoksik, hepatotoksik, nörotoksik ve immünsüpresif etkilere neden olur. Süt ürünlerinde aflatoksinler için kabul edilebilir tolerans sınırları ülke koşullarına bağlı olduğu için ulusal olarak ilan edilmektedir. Bu derleme, süt ve süt ürünlerinde bulunan aflatoksinler, bunların bulaşma yolları, alınması gereken önlemler ve Türkiye'de satılan süt ve süt ürünleri ile ilgili çalışma sonuçları hakkında bilgi vermektedir.

Anahtar kelimeler: Mikotoksin, aflatoksin, süt, süt ürünleri.

ABSTRACT:

Mycotoxins are natural toxic secondary metabolites produced by certain moulds growing on several agricultural products including cereals, oilseeds, coffee, nuts, spices, figs, dried fruits, and animal origin foods such as milk and milk products. The occurrence of mycotoxins in milk and milk products are due to dairy cows consuming mycotoxin contaminated feeds (indirect contamination) and the intentional or accidental growth of moulds on products (direct contamination). When animals ingest contaminated foodstuffs, mycotoxins are metabolized, biotransformed, and transferred to the milk. Although it has been reported 300 different mycotoxins produced by nearly 200 different fungi, aflatoxins (AFs) are the most commonly known groups of mycotoxins in milk and dairy products. The common aflatoxins are B1, B2, G1, G2 and M1. When ruminants eat AFB1 feedstuffs, they metabolise the toxin and excrete AFM1 in milk. The amount of AFM1 found in milk changes to the factors including animal breed, lactation period, mammary infections. Milk which is nearly perfect food because of its components is consumed as drinking milk, yoghurt, milk powder, cheese, kefir, and milk-based confectioneries, and for the preparation of infant formulas. But aflatoxin found in high concentration in milk and milk products cause carcinogenic, mutagenic, estrogenic, nephrotoxic, hepatotoxic, neurotoxic and immunosuppressive effects on public health. This for acceptable tolerance limits for aflatoxins in dairy products have been declared internationally as it depends country conditions. This review gives

information about aflatoxins in milk and milk products, their contamination ways, precautions, and the results of studies on milk and dairy products sold in Turkey.

Keywords: Mycotoxins, aflatoxins, milk, milk products.

GİRİŞ

Gıdalarda uygun sıcaklık ve nem koşullarına bağlı olarak bazı küf türleri “mikotoksin” adı verilen toksik metabolitler sentezleyerek ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedirler. Mikotoksinlerle kontamine olmuş gıda maddeleri insanlar tarafından tüketildiğinde “mikotoksikozis” adı verilen zehirlenmeler meydana gelebilmektedir. Kuru meyveler, mısır, buğday, arpa, pirinç, fındık, yer fıstığı, süt ve peynir gibi gıdalar mikotoksinlerle kontamine olabilirler. Çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin de mikotoksin oluşumu üzerine etkileri vardır (Açu ve Özdeştan, 2019; Coşkun ve Şanlı, 2016).

Mikotoksinler arasında en kuvvetli toksik etkiye sahip olanlar; *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus nomius* tarafından üretilen aflatoksinlerdir. Aflatoksin B1, B2, G1, G2 olmak üzere başlıca 4 çeşit aflatoksin türü vardır. Aflatoksin M1 ise süt ve süt ürünlerinde en fazla rastlanan toksindir ve 'Süt Toksini' olarak da bilinmektedir. Aflatoksin B1 yemler aracılığı ile süt hayvanlarına geçerek, vücutta metabolize olur ve M1 şekline dönüşüp süt ürünleri aracılığıyla insanlara geçmektedir. Toksikite sıralaması Aflatoksin B1>M1>G1>B2>G2 şeklinde olmaktadır (Açu ve Özdeştan, 2019). Soğukta saklama, dondurma, ısıya tabi tutma, fermantasyon, konsantre etme kurutma pastörizasyon gibi gıda işlemleri AFM1'in miktarını genellikle azaltmamaktadır (Oruç, 2003).

BULAŞMA KAYNAKLARI

İnsanlar toksini aflatoksinle bulaşmış gıdaları ya da aflatoksin bulaşmış yemle beslenen hayvanların, yumurta, peynir ve süt gibi ürünlerini tüketerek dolaylı olarak alırken, hayvanlar ise toksin bulaşmış yem maddelerini tükettiklerinde almaktadırlar (Dinçel vd.,2012). Diyetle tahıl bazlı ürünler mikotoksinlerin en önemli kaynağını oluşturmaktadır. Dünyadaki tahılların %25'inin bu doğal toksinler ile kontamine olduğu tahmin edilmektedir. Çevre sıcaklığının artışı ve su varlığının azalması gibi faktörler fungal enfeksiyonu etkileyerek gıda ve yem maddelerinde mikotoksin kontaminasyonunun artışına neden olmaktadır. Gıda maddeleri proses boyunca veya ürünlerin hasatı ve depolanması sırasında kontamine olabilmektedir (Er-Demirhan vd., 2017).

Diğer taraftan, mevsimlerin süt ve süt ürünlerinde bulunan aflatoksin M1 düzeyleri üzerine etkili olduğu ve kış aylarında daha fazla karışık yemle beslemeye bağlı olarak daha fazla kontaminasyonun olduğu bilinmektedir. Süt ve süt ürünlerinde aflatoksin M1 varlığı da halk sağlığını olumsuz etkilemektedir (Coşkun ve Şanlı, 2016).

SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Aflatoksinler sadece ekonomik açıdan zararlara neden olmakla kalmazlar aynı zamanda ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedirler. Aflatoksinlerin insan sağlığına etkileri kişinin beslenme durumu, kişisel dayanıklılığı, toksinlerle temas halinde olup olmamasına bağlı olarak etkilemektedir. Aflatoksinlerin türlerine göre insanlar üzerindeki etkileri değişmektedir. Bunlar toksinlerin karaciğer (hepatotoksik), deri (dermatotoksik), böbrek (nefrotoksik) gibi organlarda ve sinir sistemi (nörotoksik), bağışıklık sistemi (immunotoksik), genetik (mutajenik) üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır (İpçak ve Alçiçek, 2013).

İnsan ve hayvanlar için aflatoksin türlerine maruz kalmanın esas yolu beslenme ile olmaktadır. Aflatoksine maruz kalma süresi ve miktarına bağlı olarak akut veya kronik aflatoksikozis neden gelişebilmektedir. Diyetle yüksek miktarda aflatoksin alınmasıyla gerçekleşen akut aflatoksikozis ile hemoraji (kanama), akut karaciğer hasarı, , hepatit, nefritis (böbrek yangısı), ağız ve barsak epitelinde nekroz ve ani ölümler meydana gelebilmektedir. Kronik aflatoksikozis ile başta bağışıklık sisteminin baskılanması, enfeksiyonlara karşı duyarlılık, büyümede gerileme, teratojenik etki (şekil bozuklukları) oluşmaktadır (Er-Demirhan vd., 2017; İpçak ve Alçiçek, 2013).

TÜRKİYE'DE SATILAN SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNDE AFLATOKSİN (AFM1)

Hayvanların Aflatoksin B1 içeren yemlerle beslenmesinden sonra alınan bu toksin metabolizmada AFM1'e dönüşerek süt ile birlikte atılmaktadır. Böylece süt ve peynir, yoğurt, süt tozu, tereyağı gibi süt ürünlerinde AFM1 bulunabilmektedir. Süt ve süt ürünleri özellikle bebek ve çocukların beslenmesinde yaygın olarak kullanıldığı için bu kontaminasyonlar oldukça önemlidir. AFB1'in yemlerle alınmasından sonra, oluşan AFM1, 6-24saat içinde sütte tespit edilmekte ve 12-48 saat içinde en yüksek düzeyine ulaşmaktadır. AFB1 ile kontamine olmuş yemlerin alımı kesildikten 72-96 saat sonra sütteki AFM1 düzeyi azalmaktadır. Hayvanlarda oluşan AFM1, süt ile birlikte %0.8-2.2 oranlarında atılmaktadır. Ancak bu oran hayvana, laktasyon periyoduna ve süt miktarlarına bağlı olarak değişebilmektedir (Oruç, 2003).

AFM1'in sağlık üzerindeki toksik etkilerinin önlenmesi ve control altına alınması amacıyla, AFM1'in süt ve süt ürünlerinde bulunabilecek miktarlarına, ilgili kuruluşlar tarafından sınırlamalar getirilmiştir. Birçok ülkede sütte bulunmasına izin verilen AFM1 limit değeri 0,05- 0,5 ppb olarak belirlenmiştir. Ülkemizde toplam AFB1 düzeyi karma yemlerde 50 ppb, tarım ürünleri ve gıda maddelerinde 20 ppb ile sınırlandırılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği ile sütlerde bulunabilecek AFM1 limit değeri 0,05ppb, bebek mamalarında ise 0,025 ppb olarak belirlenmiştir (Akdemir ve Altıntaş, 2004; Anonim, 2011).

Sütte Aflatoksin

Ülkemizde yapılan bazı çalışmalarda süt ve süt ürünlerinde Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen tolere edilebilir limit değerinin üzerinde aflatoksin varlığı tespit edilmiştir. Akdemir ve Altıntaş (2004) yaptıkları bir çalışmada farklı illerden toplanan çiğ sütlerde Aflatoksin M1 varlığını incelemişlerdir. Sonuç olarak, örneklerin %70,83'ünün AFM1 içerdiği tespit edilmiş ve örneklerin %33,3'ünde miktarların bildirilen limit değerinin (0,05 ppb) üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada yöreler arasında en yüksek AFM1 düzeyi Ankara yöresine ait süt örneklerinde (0,817 ppb) tespit edilmiştir (Akdemir ve Altıntaş, 2004).

Karadal vd.(2018) yaptıkları bir çalışmada Niğde ilinde üretilen koyun, keçi ve inek çiğ sütlerinde bulunan AFM1 düzeylerini incelemiş ve süt örneklerinin tamamının AFM1 ile kontamine olduğu tespit edilmiştir. AFM1 düzeyinin, koyun ve keçi sütü örneklerinin tamamında yasal limitlerin altında olduğu, ancak inek sütü örneklerinin %10'unda ise yasal limitlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada Niğde'de üretilen koyun ve keçi sütünün AFM1 düzeyi açısından inek sütlerine kıyasla daha güvenilir olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun bu bölgedeki koyun ve keçilerin, inekler gibi yemlerle değil otlatılarak beslenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Karadal vd., 2018).

Kızıl vd. (2017) yaptıkları bir çalışmada Elazığ İlinde satılan çiğ ve UHT sütlerdeki AFM1 miktarlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda 50 adet çiğ süt örneğinin 16 tanesinde AFM1 tespit edilmiş ve örneklerden 1 tanesinde bulunan AFM1 düzeyinin (0.23 µg/kg) kabul edilebilir limit değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. 50 adet UHT süt örneğinin 1 tanesinde AFM1 saptanmış ve düzeyinin kabul edilebilir limit değerininin altında (0.018 µg/kg) tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada Iğdır'da farklı yörelerden toplanan ve analizi gerçekleştirilen inek sütü örneklerinin %80'inde AFM1 düzeyi yasal limitin üzerinde bulunmuştur (Yurt ve Uluçay, 2017). Benzer olarak yapılan bir diğer çalışmada da Van ilinde süpermarketlerde satışa sunulan UHT sütlerin %32'sinde yasal limitin üzerinde AFM1 içeriği tespit edilmiştir (İşleyici vd., 2012). Bazı çalışmalarda çiğ süt örneklerinde tespit edilen AFM1 oranının UHT sütlerde tespit edilen oranlardan yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuçların farklılığı; UHT sütlerin endüstriyel ortamlarda işlenmesi, işletmelere gelen sütlerde AFM1 kontrolünün yapılması, çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanılan yemlerde aflatoksin kontrollerinin yapılmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (İşleyici vd., 2012).

Süt Ürünlerinde Aflatoksin

Sütte bulunan AFM1'in peynirde yaklaşık %40-60, kremada %10 ve yağda %2'den daha az olmak üzere farklı oranda dağılım göstermektedir. Sütte bulunan AFM1'in, peynir ve peyniraltı suyuna geçişi oldukça fazla değişkenlik gösterebilmektedir. Bazı araştırmalarda peynirde daha fazla tespit edilirken, bazı araştırmalarda, peyniraltı suyunda daha fazla tespit edilmiş veya eşit bulunmuştur. Bu değişkenliğin nedenleri arasında; peynir tipi ve yapım prosedürleri, peynirin yumuşak veya sert olması, kontaminasyon miktarı, sütün kazein miktarı, lipolitik etki, uygulanan ısı işlemler, proteolizis (olgunlaşma döneminde), kontamine sütün ışığa maruz kalması, yetersiz metod kullanımı gibi faktörler yer almaktadır (Oruç, 2003; Yangılar ve Oğuzhan, 2013).

Bu konuda yapılan bir çalışmada farklı yörelerden toplanmış Urfa, Civil, Mihaliç, Kars kaşarı ve Otlu peynirlerinde bulunan AFM1 miktarları incelenmiştir. Sonuç olarak, Civil, Mihaliç, Otlu peynirleri ve Kars kaşarında aflatoksin M1 saptanmamıştır. Sadece Urfa peynirlerinin bazılarında tolere edilebilir yasal limitin altında aflatoksin M1 saptanmıştır (Dinçel vd., 2012). Bununla birlikte yapılan bazı çalışmalarda analiz edilen peynir örneklerinin AFM1 düzeyi açısından Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olmadığı saptanmıştır.

Erkan vd. (2009) yaptıkları bir çalışmada Diyarbakır'da satışı sunulan örgü peynirlerinde AFM1 miktarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda AFM1 örneklerin %46.67'sinde saptanırken, % 14.44'ünde tespit edilen miktarın izin verilen değerin üzerinde tespit edilmiştir. Benzer olarak yapılan bir diğer çalışmada da koyun sütlerinden üretilen peynirlerin %28'inde AFM1 saptanırken, örneklerin % 10'unda yasal limitin üzerinde AFM1 olduğu belirlenmiştir (Dinçel vd., 2012).

Kayseri ilinde tüketime sunulan yoğurtlarda yapılan bir çalışmada ise analiz edilen yoğurt örneklerinin tamamında AFM1 kalıntısı saptanmış ve örneklerin %7'sinde AFM1 düzeyi Türk Gıda Kodeksinde belirtilen yasal limitlerin üzerinde (max, 50 ng/kg) bulunmuştur. Çalışmada, analiz edilen yoğurt örneklerinin tamamında AFM1 düzeylerinin 2.70-79.27 ng/kg aralığında olduğu belirlenmiştir (Kayaalp vd., 2015).

Kars ilinde açık dondurmalarda yapılan analiz sonucunda ise AFM1 örneklerin % 54'ünde saptanırken, %34'ünde ise tespit edilen miktarın izin verilen yasal limitin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Sezer vd., 2014).

AFLATOKSİN DETOKSİFİKASYONU İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

Yemlerde bulunan aflatoksinin etkisiz hale getirilmesi amacıyla fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Fiziksel yöntemler arasında ısıyla müdahale, UV ışınları veya iyonize radyasyon teknikleri yer almakta ancak bu yöntemlerin yeterince etkili olmadığı bilinmektedir. Kimyasal yöntemler ise klorlayıcı, oksitleyici ya da hidrolize ajanların eklenmesi yöntemleridir (Sevim ve Kızıl, 2015).

Gıda ve yem maddelerinden toksini uzaklaştırmaya veya etkisiz hale getirmek amacıyla kullanılan fiziksel ve kimyasal yöntemler gıda kalitesini ve insan sağlığını olumsuz etkileyebildiklerinden etkin olarak kullanımlarını sınırlandırmıştır (Kabak vd., 2008).

Günümüzde mikotoksinlerin neden olduğu zararlı etkileri ortadan kaldırmak için uygulanan gıda ve yemlere uygulanan biyolojik yöntemler ürünlerde küf gelişiminin engellenmesi (pestisit kullanımı), mikroorganizmaların kullanımıyla mikotoksinlerin parçalanması (bakteri, maya ve toksik olmayan mantarların kullanımı) tüketilen besinlerdeki mikotoksinin sindirim sistemlerinde emiliminin engellenmesi

yemlerde ve gıdalarda enzim, aminoasit ve C vitamini kullanılmasıdır. Ancak bu yöntemler mikotoksin dekontaminasyonunda bir miktar etkili olsa da uygulamaları hala tartışılmaktadır (Sevim ve Kızıl, 2015; İpçak ve Alçıçek, 2013).

SONUÇ

Süt veren hayvanların küf bulunan yemleri tüketmeleri sonucunda, bu hayvanlardan elde edilen süt ve dolayısıyla süt ürünlerinde aflatoksin oluşmaktadır. Aflatoksinlerin insan sağlığı üzerinde ciddi etkileri bulunmaktadır. Yemlerde bulunan aflatoksinler çeşitli yöntemlerle bir miktar azaltılabilir de, özellikle bu konu da uygulanan fiziksel ve kimyasal yöntemlerin, ekonomik kayıplara neden olması yada gıdalarda toksik etki oluşturması gibi dezavantajları olabilmektedir. Ayrıca gıdaların üretimi sırasında uygulanan işlemlerin aflatoksinin azaltılması konusunda etkisi yoktur. Bu yüzden en doğru yaklaşım uygun üretim koşullarının sağlanarak, ürünlerin küflenmesine başındayken engel olmaktır. Süt ve süt ürünlerinde aflatoksin kalıntı miktarının azaltılabilmesi için hayvanlara verilen yemlerin gerekli kontrollerden geçmesi, depolama koşullarının uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Ayrıca içerisinde aflatoksin tespit edilmiş sütler kesinlikle kalıntısız sütlerle karıştırılmamalıdır. Bu konu da çiftçilerin ve üreticilerin bilinçlendirilmesi ve denetimlerin artırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Açu M., Özdehan-Ocak Ö., 2019. Gıdalarıda Aflatoksin Düzeylerinin Belirlenmesinde Kullanılan Analiz Yöntemleri, Sinop Uni J Nat Sci., 4 (2): 168-181.
- Akdemir Ç., Altıntaş A., 2004. Ankara’da işlenen sütlerde aflatoksin-M1 varlığının ve düzeylerinin HPLC ile araştırılması, Ankara Üniv. Vet. Fak Derg., 51: 175-179.
- Anonim, 2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği, 28157 sayılı Resmi Gazete.
- Coşkun T., Şanlı T., 2016. Süt ve Süt Ürünlerinde Kalıntılar, Akademik Gıda 14(1): 67-74.
- Diñçel A., Demli F., Durlu-Özkaya F., 2012. Çeşitli peynir örneklerinde aflatoksin M1 varlığının HPLC ile analizi, Turk Hij Den Biyol Derg., 69(2): 89 – 96.
- Er-Demirhan B., Demirhan B., Yentür G., 2017. Bebek Gıdalarında Aflatoksin Varlığının Önemi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2(1): 01-08.
- Erkan M. E., Vural A., Güran H.Ş., 2009. Diyarbakır Örgü Peynirinde Aflatoksin M1 ile Verotoksin 1 ve 2 Varlığının Araştırılması, Dicle Üniv Vet Fak Derg., 1 (1): 19-25.
- İpçak H., Alçiçek A., 2013. Yemlerde Aflatoksin Gelişimi ve Süte Geçme Durumu, Conference: 8. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Çanakkale, Volume: 553-562.
- İşleyici Ö., Morul F., Sancak Y.C., 2012. Van’da Tüketime Sunulan UHT Sterilize İnek Sütlerinde Aflatoksin M1 Düzeyinin Araştırılması, YYU Veteriner Fakültesi Dergisi, 23 (2), 65 – 69.
- İşleyici Ö., Sancak Y.C., Morul F., 2011. Divle Tulum Peynirinde Aflatoksin M1 Düzeyi Üzerine Bir Araştırma, YYU Veteriner Fakültesi Dergisi, 22 (2) :105 – 110.
- Kabak B., Var I., 2008. Aflatoksin M1’in Detoksifikasyonunda Lactobacillus Ve Bifidobacterium Suşlarının Kullanımı, Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Cilt:17-4.
- Karadal F., Ertas Onmaz N., Hızlısoy H., Yıldırım Y., Al S., Gonulalan Z., 2018. Niğde İlindeki Çiğ Koyun, Keçi ve İnek Sütlerinde Aflatoksin M1 Düzeyleri, Kocatepe Vet J. 11(2): 119-125.
- Kayaalp O., Ertaş N., Al S., 2015. Kayseri Yöresinde Tüketime Sunulan Manda Yoğurtlarında Aflatoksin M1 Düzeyinin Belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 12 (1):19-23.
- Kızıl M., Demir P., Erkan S., Öksüztepe G., 2017, Elazığ İlinde Satılan Çiğ Süt ve UHT Sütlerde Aflatoksin M1 Düzeyi, Dicle Üniv Vet Fak Derg., 10(2):115-121.
- Oruç H.H., 2003. Süt ve Süt Ürünlerinde Aflatoksin M1 (AFM1) ve Türkiye’deki Durumu. Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med., 22 : 1-2-3: 121-125.
- Sevim S., Kızıl M., 2015. Probiyotik Bakterilerin Aflatoksin M1 Detoksifikasyonu Üzerine Etkisi, Bes Diy Derg. 43(2):152-159
- Sezer Ç., Aksoy A., Vatansver L., Bilge N., 2014. Kars İlinde Satışa Sunulan Dondurmalarda Aflatoksin M1 Varlığının Belirlenmesi, İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg. J. Fac. Vet. Med. İstanbul Univ., 40 (1), 90-94
- Yangılar F., Oğuzhan P., 2013. Süt ve Süt Ürünlerinde Bulunan Başlıca Mikotoksin Türü: Aflatoksinler, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6 (2): 106-111.
- Yurt B., Uluçay B., 2017. Iğdır’da üretilen sütlerin bazı kimyasal özellikleri ve aflatoksin M1 miktarının belirlenmesi, Tr. Doğa ve Fen Derg. – Tr. J. Nature Sci., Vol. 6 No. 2