CONFERENCE BOOK

AVRASYA 9. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

TBİLİSİ-GÜRCİSTAN
24 - 26 KASIM 2023

AVRASYA
9. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ



AVRASYA 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
NOVEMBER 24-26, 2023
TBILISI

ISBN: 978-625-6830-59-2

AVRASYA
9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
NOVEMBER 24 - 26, 2023
TBILISI

Edited By
Prof. Dr. ALİ BİLGİLİ

CONGRESS ORGANIZING BOARD
Head of Conferences : Prof. Dr. Ali Bilgili
Head of Organizing Board: Dr Gültekin Gürçay
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Hülya Çiçek
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Həcər Hüseynova
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Naile Bilgili
Organizing Committee Member: Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə
Organizing Committee Member: PROF. DR. BAŞAK HANEDAN
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Hülya Çiçek
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Dwi Solisworo
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Dody Hartando
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Raihan Yusoph
Organizing Committee Member: Assoc. Prof. Dr. Ivaylo Staykov
Organizing Committee Member: Assist. Prof. Dr. K. R. Padma
Organizing Committee Member: Dr. Mehdi Meskini Heydarlou
Organizing Committee Member: Dr. Amaneh Manafidizaji
Organizing Committee Member: Aynurə Əliyeva

All rights of this book belong to Academy Global Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.
Academy Conference–2023 ©

Issued: 20.12.2023
ISBN: 978-625-6830-59-2

CONFERENCE ID

AVRASYA
9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE
NOVEMBER 24 - 26, 2023
TBILISI

ORGANIIZATION
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES

EVALUATION PROCESS
All applications have undergone a double-blind peer review process.

PARTICIPATING COUNTRIES
TURKEY – Canada - Malaysia – Kuwait - Iran- India – Australia – Pakistan – Taiwan – Egypt – Poland – Algeria – Sweden - Saudi Arabia – Thailand – Germany - Nigeria China – US – Japan - North Cyprus – Jordan – Italy – Tunisia -

PRESENTATION
Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION
More than 50 % of paper are presented by participants from maintained countries.
67 papers from Turkey and 80 paper from other countries.

Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

LANGUAGES
Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

Scientific & Review Committee

Prof. Dr. Ali BILGILI – Turkiye
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ – Türkiye
Prof. Dr. Başak HANEDAN – Türkiye
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR – Turkiye
Prof. Dr. Emine KOCA – Turkiye
Prof. Dr. Fatma KOÇ – Turkiye
Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU – Turkiye
Prof. Dr. Hajar Huseynova – Azerbaijan
Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia
Prof. Dr. Natalia LATYGINA – Ukraina
Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia
Prof. Muntazir MEHDI – Pakistan
Prof. Dr. Raihan YUSOPH – Philippines
Prof. Dr. Akbar VALADBIGI – Iran
Prof. Dr. F. Oben ÜRÜ – Turkiye
Prof. Dr. T.Venkat Narayana RAO – India
Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ – Turkiye
Prof. Dr. Mustafa BAYRAM – Turkiye
Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN – Turkiye
Prof. Dr. Hyeonjin Lee – China
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet AYDIN – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan
Assoc. Prof. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran
Assoc. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Turkiye
Assoc. Prof. Ivaylo STAYKOV - Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Eda BOZKURT – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Ahmet TOPAL – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Sandeep GUPTA – India
Assoc. Prof. Dr. Veysel PARLAK – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade – Azerbaijan
Assist. Prof. Dr. Göksel ULAY – Turkiye
Assist. Prof. K. R. PADMA – India
Assist. Prof. Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria
Assist. Prof. Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania
Assist. Prof. Dr. Gültekin GÜRÇAY – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Dody HARTANTO - Indonesia
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan
Assist. Prof. Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria
Assist. Prof. Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bhumika SHARMA - India
Assist. Prof. Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam
Assist. Prof. Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Yang ZİTONG – China
Assist. Prof. Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa
Assist. Prof. Dr. Zohaib Hassan Sain – Pakistan
Assist. Prof. Dr. Murat GENÇ – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India
Assist. Prof. Dr. Vaiva BALCIUNIENE – Lithuania
Assist. Prof. Dr. Meltem AVAN – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Nihayet KOÇYİĞİT - Turkiye
Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Sonali MALHOTRA - India

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION

November 24 - 26, 2023
Tbilisi

Join Zoom Meeting
https://us02web.zoom.us/j/88193707664?pwd=MEZBL3M0SlArNWVsMjV0YUJkR3lIQT09

Meeting ID: 881 9370 7664
Passcode: 123456



ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- Oturum içerisinde en KIDEMLİ olan katılımcı, moderator olarak seçilir. Moderatörün oturum düzenini gözetmesi, akademisyen adaylarını yönlendirmesi beklenmektedir.
- Oturuma bağlanmadan önce Salon numaranızı adınızın önüne aşağıdaki gibi ekleyiniz. Bu sayede kongre açılışında beklemeden oturumlarınıza gönderilebileceksiniz. Ör. 5-Ahmet Ahmetoglu
- Sunum süresi 10 dakikadır. Bu sürenin aşılmamasını moderatörler temin edecektir.
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- Sunumlar TÜRKÇE veya İNGİLİZCE yapılabilmektedir.
- Kameralar, oturum süresince toplam % 70 oranında açık olmak zorundadır.
- Sunum yapan katılımcının kamerası açık olmak zorundadır.
- Sunum yapmak zorunludur. Herhangi bir nedenle sunum yapmamış olan katılımcıya sertifika verilmesi ve çalışmasının yayınlanması sözkonusu olamaz.
- Katılımcı, kendi oturumda, oturum bitene kadar bulunmak zorundadır.
- Katılımcıların kendi oturumları dışındaki oturumlara katılma zorunluluğu yoktur.
- ZOOM platformunun kapasite sınırı nedeniyle, DİNLEYİCİ, sadece kapasite izin verdiği sürece kabul edilebilmektedir.

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to make a meeting online, login via https://zoom.us/join site, enter ID instead of “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.
- Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- During the session, your camera should be turned on **at least %70** of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

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.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.
- Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

24 kasım/ November 24, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL**	1	The Relationship of 21st Century Skills with Mathematics Education: Assessment of Prospective Mathematics Teachers	Assoc. Prof. Dr. Betül KÜÇÜK DEMİR
		2	Examination of Sprint Performance Development in Children Aged 10-16	Asst. Prof. Nurkan YILMAZ
		3	Examining the Effect of Meso-Cycle Training Model on Sit and Reach Flexibility Parameter	Asst. Prof. Nurkan YILMAZ
		4	FACTORS AFFECTING THE EDUCATION AND ADJUSTMENT OF REFUGEE CHILDREN	Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL Nihat ÇELİK
		5	A MEDIA EMPIRE IN TURKEY: THE FORTY YEARS ADVENTURE OF DOĞAN MEDYA GROUP	Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL Nihat ÇELİK
		6	A CASE STUDY ON PROSPECTIVE SCIENCE TEACHERS' UNDERSTANDING OF THE PARTICULATE NATURE OF MATTER	Assist. Prof. Dr. Bilge ÖZTÜRK
		7	KRONİK HASTALIKLAR VE SOSYAL HİZMET	Doç. Dr., BEYZA ERKOÇ
		8	SOSYAL HİZMET PERSPEKTİFİNDEN YOKSULLUK VE YOKSULLUK TÜRLERİ	Doç. Dr., BEYZA ERKOÇ

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Doç.Dr.Mehmet Akif DUMAN**	1	ARİSTOTELES'İN DİL FELSEFESİNDE KATEGORİ MESELESİ	Doç.Dr.Mehmet Akif DUMAN
		2	DİL FELSEFESİNDE İLK ANLAM TEORİSİ	Doç.Dr.Mehmet Akif DUMAN
		3	CONTRİBUTİONS TO DERLEME SÖZLÜĞÜ FROM MALATYA PROVİNCE BATTALGAZİ DİSTRİCT DİALECT	Prof. Dr. Ahmet DEMİRTAŞ Zeynep KUZU
		4	NEW CRITICISM AND FLANNERY O'CONNOR'S "A GOOD MAN IS HARD TO FIND"	Dr. Selin TURAN
		5	''NEY'' IN TEZKİRE-İ ŞU'ARA-YI MEVLEVİYYE	Doç. Dr. MEHMET NURİ ÇINARCI
		6	''SWORD AND PEN'' IN TAŞLICALI YAHYA DIWAN	Doç. Dr. MEHMET NURİ ÇINARCI

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 24 - 26, 2023 Tbilisi Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
25 kasım/ November 25, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş**	1	DIFFERENT APPROACHES TO DEVELOPING MATHEMATICAL THINKING	Cəfərova Məsmə Xaləddin
		2	THE LEVEL OF TRANSFERRING CRITICAL THINKING SKILLS OF THE ACTIVITIES IN THE TURKISH COURSEBOOK (8TH GRADE TEXTBOOK SAMPLE)	Bahadır Kaygusuz Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş
		3	INVESTIGATION OF THE LEVEL OF TRANSFER OF LIFELONG LEARNING SKILLS OF TURKISH COURSE BOOKS (7TH GRADE SAMPLE)	Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş Bahadır Kaygusuz
		4	TÜRKİYE'DE FEN VE TEKNOLOJİ ÖĞRETİMDE YENİLİKÇİ TEKNOLOJİ UYGULAMALARININ AKADEMİK BAŞARIYA ETKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI	DOÇ. DR. CANAN KOÇAK ALTUNDAĞ FATİH HOŞOĞLU
		5	FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİNDE TGA YÖNTEMİ UYGULAMALARININ BAŞARIYA ETKİSİ: TÜRKİYE'DE YAYINLANAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN METAANALİZ İLE İÇERİK ANALİZİ	DOÇ. DR. CANAN KOÇAK ALTUNDAĞ FATMA YAVUZ KARSLI
		6	A BRIEF OVERVIEW OF THE PIMSLEUR METHOD IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING	Yüksek Lisans Öğrencisi Onur GÜN Prof. Dr. Hanife Nalan GENÇ
		7	AN EXAMINATION ON THE ROLE AND FUNCTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN FOREIGN LANGUAGE EDUCATION	Prof. Dr. Hanife Nalan GENÇ Yüksek Lisans Öğrencisi Onur GÜN

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Doç. Dr. Rasim SOYLU**	1	SOCIOLOGICAL DISCUSSIONS ABOUT THE THEORETICAL PERSPECTIVE ON EMIGRATION AND THE SOCIAL CAPITAL OF EMIGRANTS	Ph.D Matilda LIKAJ
		2	OPINIONS ON EVE'S HAND IN THE ANASTASIS SCENE IN BYZANTINE PAINTING	Dr. Öğr. Üyesi, A. Nazlı SOYKAN
		3	Vizigot Krallığı'nda Hukuk ve İdari Sistem	Yüksek Lisans Öğrencisi Özlem ACAROĞLU
		4	MEHMET BAŞBUĞUN'UN HOCA YESEVİ'DEN MEVLANA'YA RESMİNİN GÖSTERGEBİLİM ÇÖZÜMLEMESİ	Doç. Dr. Rasim SOYLU Doç. Dr. Mustafa DİĞLER
		5	Reflections of Eastern Culture through the Eyes of Osman Hamdi Bey and Western Painters	Doç. Dr. Mustafa DİĞLER Doç. Dr. Rasim SOYLU

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 24 - 26, 2023 Tbilisi Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
25 kasım/ November 25, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Prof. Dr. Zehra Yücedağ**	1	EXISTENCE NONTRIVIAL WEAK OF SOLUTIONS FOR STEKLOV BOUNDARY VALUE PROBLEM	Prof. Dr. Zehra Yücedağ YL Öğrencisi, Muhammed Abdullahelnımır
		2	EXISTENCE OF WEAK SOLUTİONS FOR A NONLINEAR ELLIPTIC EQUATION IN A VARIABLE EXPONENT SOBOLEV SPACE	Prof. Dr. Zehra Yücedağ
		3	MODÜLLERİN ERİYEBİLİR AYRIŞIMI	IŞIL BAYDAR Prof.Dr., BURCU ÜNGÖR Prof. Dr., SAİT HALICIOĞLU Prof. Dr., ABDULLAH HARMANCI
		4	SOME SEPERATION AXIOMS ON FERMATEAN FUZZY SOFT TOPOLOGICAL SPACES	Assoc. Prof. Dr. Adem YOLCU Prof. Dr. Taha Yasin ÖZTÜRK
		5	NORMAL AND REGULER SPACES ON FERMATEAN FUZZY SOFT TOPOLOGICAL SPACES	Assoc. Prof. Dr. Adem YOLCU Prof. Dr. Taha Yasin ÖZTÜRK
		6	LEAN PRACTICES AND USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN PRODUCTION	Doç. Dr. Nevin AYDIN
		7	WEARABLE DEVICES IN EDUCATION	Doç. Dr. Nevin AYDIN
		8	GRUP KODLAR VE UYGULAMALARI	Asist. Prof. Dr. Mustafa ÖZKAN

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Dr. Öğr. Üyesi Ezgi YILDIZ	1	KANSER HASTALARININ SEMPTOM YÖNETİMİNDE BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ HEMŞİRELİK BAKIMI	Dr. Öğr. Üyesi Ezgi YILDIZ
		2	HEMODİYALİZ TEDAVİSİ ALAN BİREYİN HEMŞİRELİK BAKIMINDA ROY ADAPTASYON MODELİNİN YERİ	Dr. Öğr. Üyesi Ezgi YILDIZ
		3	ANTİKANSER YÖNLERİYLE NARİNGİN VE NARİNGENİN	Öğr. Gör. Burcu YÖN Doç. Dr. Havva SERT
		4	DENEYSEL POLİKİSTİK OVER SENDROMU MODELİNDE PERGA'NIN OLASI KORUYUCU ETKİSİ	Arş. Gör. Eda KÖSEOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Kübra Tuğçe KALKAN Uzm. Dr. Enes KARAMAN Prof. Dr. Arzu YAY
		5	ANTHEMIS AUSTRIACA'NIN ANTİENFLAMATUAR VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN İN VİTRO TAYİNİ	Dr. Öğr. Üyesi Aybeniz YILDIRIM Arş. Gör. Dr. Abdulkadir GÜL
		6	ANTHEMİS COTULA'NIN İN VİTRO OLARAK ANTİENFLAMATUVAR VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Arş. Gör. Dr. Abdulkadir GÜL Dr. Öğr. Üyesi Aybeniz YILDIRIM
		7	MOLECULAR MECHANISMS OF NECROPTOSIS AND ITS ROLE IN DISEASES	Prof. Dr. SACİDE PEHLİVAN M.Sc.Bio, YASEMİN OYACI
		8	EVALUATION OF ADIPONECTIN (rs266729 and rs17300539) GENE VARIANTS IN OBESE ADOLESCENTS: A PRELIMINARY STUDY	M.Sc.Bio, YASEMİN OYACI Doç. Dr. AYLİN YETİM ŞAHİN M.Sc.Bio, SEVDE HASANOĞLU SAYIN Dr. SHAHRİ KHUDİYEVA Prof. Dr. SACİDE PEHLİVAN

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 24 - 26, 2023 Tbilisi Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
25 kasım/ November 25, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	**Doç. Dr. Özge ÖNKAN**	1	TARAFTARLIKTA MARKA SADAKATİNİN LİSANSLI SPOR ÜRÜNLERİ SATIN ALMA TERCİHİNE ETKİSİ	Yahya AYDIN Doç. Dr. Kazım KILINÇ
		2	HOW THE PERCEPTIONS OF CONSUMERS AGAINST ONLINE SHOPPING BEHAVIOR HAVE CHANGED WITH THE COVID-19 PROCESS?	Prof.Dr., İsmail BAKAN Doktora Öğrencisi, Makbule ERMAN Sağlık Çalışanı Ahmet Zahid BAKAN
		3	THE EFFECT OF WORK STRESS ON ORGANIZATIONAL CYNISM WITHIN THE SCOPE OF HEALTHCARE PROFESSIONALS	Prof.Dr., İsmail BAKAN Doktora Öğrencisi, Makbule ERMAN Sağlık Çalışanı Ahmet Zahid BAKAN
		4	TAKLING ENVIRONMENTAL DEGRADATION IN TÜRKİYE: INSIGHTS FROM A VAR MODEL	Assist.Prof.Dr. Leila SABOKKHIZ Assist.Prof.Dr. Canan Gülcan
		5	OECD ÜLKELERİ İŞLETİM SİSTEMİ PAZAR PAYLARININ KÜMELEME ANALİZİ İNCELENMESİ:	Dr.Öğr. Üyesi Orhan ECEMİŞ Prof.Dr. Aysun COŞKUN
		6	CİNSİYETE DAYALI VERGİLENDİRME: PEMBE VERGİ	Doç. Dr. Özge ÖNKAN
		7	THE STATUS OF THE HIMSS-EMRAM MODEL IN TURKEY AND RECOMMENDATIONS FOR HOSPITALS ON THE WAY TO HIMSS LEVEL 7	Doç. Dr., Şerife GÜZEL Şengül SAĞLAM

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	**Dorota Kobus-Ostrowska**	1	SEXUALIZATION OF WOMEN IN NIGERIAN MAGAZINE ADVERTISEMENTS	Kehinde Augustina Odukoya
		2	DEVELOPING MEASUREMENT MODEL OF INTERPERSONAL SKILLS OF YOUTH	Mohd Yusri Ibrahim
		3	FEMALE WORK FORCE PARTICIPATION AND WOMEN EMPOWERMENT IN HARYANA	Dinabandhu Mahata Amit Kumar Ambarish Kumar Rai
		4	PRESERVATION OF ARTISTIC HERITAGE: EFFECT OF MODERNIZATION ON ANTIQUITIES AND TRADITIONAL MURALS IN NIGERIA	Uchenna Bella Onu
		5	FROM RISK/SECURITY ANALYSIS VIA TIMESPACE TO A MODEL OF HUMAN VULNERABILITY AND HUMAN SECURITY	Anders Troedsson
		6	THE CAVE PAINTINGS OF LIBYC INSCRIPTIONS OF TIFRA, KABYLIA, ALGERIA	Samia Ait Ali Yahia
		7	THEORY AND REALITY ON WORKING LIFE OF PEOPLE WITH DISABILITY: THE CASE IN POLAND	Dorota Kobus-Ostrowska
		8	ANALYSIS OF STELES WITH LIBYAN INSCRIPTIONS OF GRANDE KABYLIA, ALGERIA	Samia Ait Ali Yahia
		9		

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	**Armen Yezekyan**	1	PUBLIC SQUARES AND THEIR POTENTIAL FOR SOCIAL INTERACTIONS: A CASE STUDY OF HISTORICAL PUBLIC SQUARES IN TEHRAN	Asma Mehan
		2	ORENSIC MEDICAL CAPACITIES OF RESEARCH OF SALIVA STAINS ON PHYSICAL EVIDENCE AFTER WASHING	Saule Mussabekova
		3	SEXUAL AND GENDER BASED CRIMES IN INTERNATIONAL CRIMINAL LAW: MOVING FORWARDS OR BACKWARDS?	Khadija Ali
		4	A METHOD TO ENHANCE THE ACCURACY OF DIGITAL FORENSIC IN THE ABSENCE OF SUFFICIENT EVIDENCE IN SAUDI ARABIA	Fahad Alanazi Andrew Jones
		5	CONTROLLING YOUTHS PARTICIPATION IN POLITICS IN SOKOTO STATE: A CONSTRUCTIVE INCLUSIVENESS FOR GOOD GOVERNANCE IN NIGERIA	Umar Ubandawaki
		6	MILITARY COURT'S JURISDICTION OVER MILITARY MEMBERS WHO COMMIT GENERAL CRIMES UNDER INDONESIAN MILITARY JUDICIARY SYSTEM IN COMPARISON WITH OTHER COUNTRIES	Dini Dewi Heniarti
		7	THE LEGAL PROCEDURE OF ATTESTATION OF PUBLIC SERVANTS	Armen Yezekyan
		8	THE OMBUDSMAN: DIFFERENT TERMINOLOGIES SAME MISSIONS	Khodr Fakih
		9		

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	**A. Gagat-Matuła**	1	THE EFFECTIVENESS OF COGNITIVE BEHAVIOURAL INTERVENTION IN ALLEVIATING SOCIAL AVOIDANCE FOR BLIND STUDENTS	Mohamed M. Elsherbiny
		2	THE EFFECTIVENESS OF METAPHOR THERAPY ON DEPRESSION AMONG FEMALE STUDENTS	Marzieh Talebzadeh Shoushtari
		3	FAMILY RELATIONSHIPS AND COPING WITH THE STRESS OF YOUNG PEOPLE FROM MIGRANT FAMILIES WITH CEREBRAL PALSY	A. Gagat-Matuła
		4	A QUASI-SYSTEMATIC REVIEW ON EFFECTIVENESS OF SOCIAL AND CULTURAL SUSTAINABILITY PRACTICES IN BUILT ENVIRONMENT	Asif Ali Daud Salim Faruquie
		5	JOB SATISFACTION AND MOTIVATION AS PREDICTORS OF LECTURERS' EFFECTIVENESS IN NIGERIA POLICE ACADEMY	Abdulkareem Hussein Bibire
		6	COGNITIVE EMOTION REGULATION IN CHILDREN IS ATTRIBUTABLE TO PARENTING STYLE, NOT TO FAMILY TYPE AND CHILD'S GENDER	Akm Rezaul Karim Tania Sharafat Abu Yusuf Mahmud
		7	IMPACT OF PERSONALITY AND LONELINESS ON LIFE: ROLE OF ONLINE FLOW EXPERIENCES	Asmita Shukla Soma Parija

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 24 - 26, 2023 Tbilisi Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
25 kasım/ November 25, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	**Prof. Dr. Jawad Alzeer**	1	GENDER DIFFERENCES IN RESEARCH OUTPUT, FUNDING AND COLLABORATION	Ashkan Ebadi Andrea Schiffauerova
		2	SWISS SCIENTIFIC SOCIETY FOR DEVELOPING COUNTRIES: A CONCEPT OF RELATIONSHIP	Jawad Alzeer
		3	ACADEMIC LOSS IN JAPANESE SOCIETY: SUICIDE AND HARASSMENT	Miho Tsukamoto
		4	DEMOCRATIZATION, MARKET LIBERALIZATION AND THE RAISE OF VESTED INTERESTS AND ITS IMPACTS ON ANTI-CORRUPTION REFORM IN INDONESIA	Ahmad Khoirul Umam
		5	ORGANIZATIONAL INVOLVEMENT AND EMPLOYEES' CONSUMPTION OF NEW WORK PRACTICES IN STATE-OWNED ENTERPRISES: THE GHANAIAN CASE	M. Aminu Sanda K. Ewontumah
		6	DE-SECURITIZING IDENTITY: NARRATIVE (IN)CONSISTENCY IN PERIODS OF TRANSITION	Katerina Antoniou

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 24 - 26, 2023 Tbilisi Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
25 kasım/ November 25, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	**Dr. Brooke Bearden,**	1	GRATITUDE AND RELATIONSHIP SATISFACTION: EXPLORING THE ROLE OF PERCEIVED SUPERIORITY	Anomi Goodyear, LectureAlicia Khan
		2	NURTURING WELL-BEING THROUGH PROSOCIAL ENGAGEMENT: A QUALITATIVE EXPLORATION OF YOUTH PERSPECTIVES	Dr. Brooke Bearden,
		3	NAVIGATING THE EMOTIONAL LANDSCAPE: CULTURAL PRACTICES AS A COPING MECHANISM FOR WOMEN WHO TERMINATED A PREGNANCY IN ADOLESCENCE	Emmanuela Hirani, Nilanga Aki Sebola
		4	THE ROLE OF EMOTIONS IN SHAPING INFORMED CITIZENS AND EFFECTIVE SCIENTISTS	Assis. Prof. Dr. Saima Ojukwu,
		5	NAVIGATING THE CULTURAL CROSSROADS: UNVEILING THE NUANCES OF CHINESE CONSUMER BEHAVIOR IN EUROPE	Assoc. Prof. Dr. Botshelo Bandara
		6	BUILDING COMMUNICATION BRIDGES: A PRACTICAL GUIDE FOR ENHANCING COMMUNICATION IN HEARING FAMILIES WITH DEAF CHILDREN	Yongsheng Zhu, Mandella Bonsu
		7	UNDERSTANDING AND SUPPORTING CHILDREN WITH LEARNING DIFFICULTIES: A GUIDE FOR PARENTS, EDUCATORS, AND PROFESSIONALS	Xiaoxian Guo, Osei-Assibey

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 12	**Narong Kulnides**	1	TO CLOUDIFY OR NOT TO CLOUDIFY	Laila Yasir Al-Harthy Ali H. Al-Badi
		2	ZHOU ENLAI'S IMPACT TO THE FOREIGN FOLICY OF CHINA	Nazira B. Boldurukova
		3	FINGERPRINT ON BALLISTIC AFTER SHOOTING	Narong Kulnides
		4	THE DEVELOPMENT OF ONLİNE LESSONS İN INTEGRATİON MODEL	Chalermpol Tapsai
		5	THE SOCIAL AREA DISCLOSURE TO REDUCE CONFLICTS BETWEEN COMMUNITY AND THE STATE: A CASE OF MAHAKAN FORTRESS, BANGKOK	Saowapa Phaithayawat
		6	THE POTENTIAL OF DIGITAL TOOLS IN ART LESSONS AT JUNIOR SCHOOL LEVEL TO IMPROVE ARTISTIC ABILITY USING TAMAZIGHT FONTS	Aber Salem Aboalgasm, Rupert Ward
		7	THE DESIGN OF PICTURE BOOKS FOR CHILDREN FROM TALES OF AMPHAWA FIREFLIES	Marut Pichetvit

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 24 - 26, 2023 Tbilisi Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
25 kasım/ November 25, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Doç. Dr. Nevin AYDIN**	1	GASTRONOMIC TOURISM: A NEW TREND IN TOURISM	Doç. Dr. Nevin AYDIN
		2	DEVELOPING ENTREPRENEURSHIP SKILLS	Doç. Dr. Nevin AYDIN
		3	YALNIZ SEYAHAT EDEN TURİSTLERİN SEYAHAT MOTİVASYONU VE DENEYİMİNİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Mehmet GÜRLER Dr. Öğr. Üyesi Şehnaz DEMİRKOL
		4	THE ROLE OF SOCIAL MEDIA INFLUENCERS IN CREATING A SUSTAINABLE TOURISM DESTINATION IMAGE	Doç. Dr. Şükran KARACA Dr. Rabia BÖLÜKBAŞ
		5	AN INVESTIGATION OF SPECULATIVE MOVEMENTS IN BORSA ISTANBUL PARTICIPATION ALL INDEX VALUES	Doç. Dr. Yusuf TEPELİ Dr. Öğretim Üyesi Çağatay MİRGEN
		6	BIG DATA IN FOOD INDUSTRY	Doç. Dr. Nevin AYDIN
		7	CAPITAL FORMATION and ENVIRONMENTAL IMPACT: AN ARDL ANALYSIS OF CO2 EMISSIONS IN BRUNEI	Özgür Özaydın Anıl Dağdemir
		8	EVALUATING THE IMPACT OF PERSONAL REMITTANCES ON THE DOMINICAN REPUBLIC'S ECONOMIC GROWTH	Özgür Özaydın Anıl Dağdemir

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Prof. Dr. ARZU ÖZYÜREK**	1	QUALITY MANAGEMENT IN EDUCATION	Qədimli Fidan Fizuli qızı
		2	OKUL ÖNCESİ ÇOCUKLARIN DUYGULARI TANIMA VE İFADE ETME BECERİLERİ İLE EBEVEYN TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ	Prof. Dr. ARZU ÖZYÜREK
		3	OKUL ÖNCESİ ÇOCUKLARLA UYGULANAN "BANA BİR MASAL ANLAT BABA" PROJESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Prof. Dr. ARZU ÖZYÜREK Abdülmenaf KARAKUŞ Abdullah Faruki KARAKAŞ Türkan EMİROSMANOĞLU Esra CANDANSEV Muazzez TAN
		4	AKRAN PERSPEKTİFİNDEN MİKRO ÖĞRETİM UYGULAMASI	Doç. Dr. Fatma ALKAN
		5	LABORATUVAR GÜVENLİĞİ: ORTAÖĞRETİM KİMYA DERS KİTAPLARINDA YER ALAN DENEYLERİN İNCELENMESİ	Ayşegül Aykaç Doç. Dr. Fatma ALKAN
		6	THE EFFECT OF THE ACT OF TRANSLATION ON CULTURAL TRANSFORMATION	Dr. Coşkun DOĞAN
		7	MULTICULTURAL APPROACH, SOCIAL HARMONY AND TRANSLATION	Dr. Coşkun DOĞAN
		8	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN GENEL ÖZ YETERLİK BECERİLERİ VE STRES DÜZEYLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	Öğretmen, ALİ AKTAŞ Doç. Dr., HİLAL KAZU

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 24 - 26, 2023 Tbilisi Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
25 kasım/ November 25, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Doçent. Dr. Kurtuluş ÖZGİŞİ**	1	RAT MODELİNDE DİYABETİK NEFROPATİNİN PATOMORFOLOJİSİ	Dr, NİHAT YUMUŞAK
		2	KÜÇÜK RUMİNANTLARDA KARACİĞER KELEBEKLERİNE KARŞI OLUŞAN KARACİĞER HASARINDA SİNDEKAN-1 SALINIMININ İMMUNOHİSTOKİMYASAL DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr, NİHAT YUMUŞAK Dr, Kursat FİLİKÇİ
		3	TÜRKİYE'DEKİ SU SAMURU (Lutra lutra) POPÜLASYONLARININ ÖNEMİ VE KORUMA STRATEJİLERİ.	Bedirhan EKER Aytekin SARIŞAHİN Doç.Dr Yasin ÜNAL
		4	ANADOLU PARSI (Panthera pardus tulliana)'nın POPÜLASYON EKOLOJİSİ	AYTEKİN SARIŞAHİN MEVLÜT ZENBİLCİ Dr. Öğr. Üyesi, AHMET KOCA Doçent, YASİN ÜNAL
		5	EVALUATION OF TUMOR NECROSIS FACTOR-ALFA, CHOLESTEROL, BHBA, NEFA AND ACETHYLCHOLINESTERASE LEVELS IN COWS WITH KETOSIS	Uzman Veteriner Hekim YÜCEL YENİLMEZ Prof. Dr. İSMAİL AYTEKİN
		6	BAZI AETHIONEMA W.T.AITON (BRASSICACEAE) TÜRLERİNDE ITS1 (INTERNAL TRANSCRIBED SPACER 1) BÖLGESİNİN İKİNCİL YAPISININ KARAKTERİZASYONU VE TAKSONOMİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	Doçent. Dr. Kurtuluş ÖZGİŞİ
		7	ITS1 (INTERNAL TRANSCRIBED SPACER 1) BÖLGESİ İKİNCİL YAPISININ BAZI ASYNEUMA GRİSEB. & SCHENK (CAMPANULACEAE) TÜRLERİNDE KARAKTERİZASYONU VE TAKSONOMİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	Doçent. Dr. Kurtuluş ÖZGİŞİ

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Doç. Dr. Onur ARAZ**	1	KINEMATIC ANALYSIS AND SLOPE STABILITY OF THE ''FILLING AREA AND DOCK INTEGRATED PROJECT'' AREAS OF THE PLANNED THERMAL POWER PLANT	İbrahim Feda ARAL Zeki Ünal YÜMİN
		2	KINEMATIC ANALYSIS OF SLOPE ROCKS AND SLOPE REGULATION STUDY OF THE PLANNED THERMAL POWER PLANT, ASH AND GYPSUM STORAGE, COAL PREPARATION FACILITY-1 AND COAL PREPARATION FACILITY-2 AREAS.	İbrahim Feda ARAL Zeki Ünal YÜMİN
		3	DETERMINATION OF GOODWILL RIGHT THROUGH THE PLAN IN PLOT DISTRIBUTION	Selim Taşkaya
		4	INVESTIGATION OF INDIRECT TENSILE STIFFNESS MODULUS OF CALCIUM LIGNO SULFATE ADDED HOT MIX ASPHALTS	PhD. Ceren Beyza İNCE Assoc Prof. Tacettin GEÇKİL
		5	DEPREM ETKİSİNDEKİ YAPILAR İÇİN ÇOKLU AYARLI KÜTLE SÖNÜMLEYİCİLERİN OPTİMİZASYONU	Doç. Dr. Onur ARAZ
		6	YAKIN FAY YER HAREKETİ ETKİSİNDEKİ BİR YAPIDA MEYDANA GELEN İVME TEPKİLERİNİN AZALTILMASI	Doç. Dr. Onur ARAZ
		7	INVESTIGATION OF SOME MECHANICAL PROPERTIES IN HIGH-DENSITY FIBERBOARDS PRODUCED USING DIFFERENT RATIOS OF CALCIUM LIGNOSULFONATE CHEMICAL	Doç. Dr. Osman ÇAMLIBEL Doç. Dr. Ümit AYATA
			EXAMINING THE COLOR PARAMETERS, WHITENESS INDEX, AND GLOSSINESS VALUES OF TIAMA WOOD (ENTANDROPHRAGMA ANGOLENSE (WELW.) C DC.) TREATED WITH VARIOUS WASTE VEGETABLE OILS	Doç. Dr. Osman ÇAMLIBEL Doç. Dr. Ümit AYATA

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**Prof. Dr. EMRE AYDINÇAKIR**	1	EFFECTS OF GRAPHEN OXİDE (GO) MATERIAL ON THE CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS OF DIODES	Assoc. Prof. Ali Rıza DENİZ
		2	TEMPERATURE DEPENDENCE OF BASIC ELECTRICAL PARAMETERS OF Ni/GO/p-Si/Al DIODE	Assoc. Prof. Ali Rıza DENİZ
		3	YAKIT KATKI MADDESİ OLARAK GÜMÜŞ OKSİT (Ag 2 O) NANOPARTİKÜLÜN DİZEL MOTORDA PERFORMANSA ETKİSİ – DENEYSEL BİR ARAŞTIRMA	Doç. Dr., MEHMET ÇELİK Doç. Dr., CİHAN BAYINDIRLI
		4	DİZEL MOTORLARDA FARKLI YÜKLERDE BİYODİZEL+NANOPARTİKÜL KATKI MADDESİ KARIŞIMLARININ YANMA KARAKTERİSTİKLERİ, PERFORMANS VE EGZOZ EMİSYONLARINA ETKİLERİ	Doç. Dr., MEHMET ÇELİK Doç. Dr., CİHAN BAYINDIRLI
		5	EFFECT OF WASTE TIRE RUBBER SIZE FRACTION ON FLY ASH-BASED GEOPOLYMER MORTARS	Dr. ADİL GÜLTEKİN
		6	NARMAN (ERZURUM KD TÜRKİYE) VOLKANİTLERİNİN PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ	Prof. Dr. EMRE AYDINÇAKIR Doç. Dr. Cem YÜCEL
		7	GEOLOGICAL AND PETROLOGICAL PROPERTIES OF ALABALIK (OLTU, ERZURUM NE TURKEY) VOLCANITES	Prof. Dr. EMRE AYDINÇAKIR

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	**Dr. Elena Lyakso,**	1	UNVEILING THE NUANCES OF CHINESE CONSUMER BEHAVIOR IN EUROPE: A CROSS-CULTURAL ANALYSIS	Nomataru Joseph Lavanithum Gontse,
		2	FOSTERING OPEN COMMUNICATION IN HEARING FAMILIES WITH DEAF CHILDREN: A PRACTICAL GUIDE	Chalise Tianny
		3	THE PREVALENCE OF CONFORMITY IN HEALTHCARE: UNDERSTANDING ITS IMPACT ON CLINICAL DECISIONS AND PATIENT OUTCOMES	Tanya N. Beran, Michelle A. Drefs, Ghazwan Altabbaa, Nouf Al Harbi, Noof Al Baz, Elizabeth Oddone Paolucci
		4	EYEWITNESS TESTIMONY IN FIRE AND EXPLOSION INVESTIGATIONS: ASSESSING RELIABILITY AND IMPLICATIONS FOR CASE RESOLUTION	Jeff Knox. Benjamin Colwell,
		5	NAVIGATING THE AI-POWERED WORKPLACE: UNDERSTANDING THE IMPACT OF AI ON EMPLOYEE DECISION-MAKING	Dr. Yogesh Seetharaman Sharma,
		6	NAVIGATING UNCERTAINTY AND ADVERSITY: THE PSYCHOLOGICAL IMPACT OF COVID-19 ON MIGRANT CONSTRUCTION WORKERS IN SAUDI ARABIA	Ress. Assis . Viviane Mehmod Dania Nascimento,
		7	EMBRACING AI INTEGRATION: ADAPTING EMPLOYEE DECISION-MAKING PROCESSES IN AN AI-ENHANCED WORKPLACE	Dr. Elena Lyakso, Lecture Yuri Frolova, Olga Matveev
		8	UNVEILING THE NUANCES OF CHINESE CONSUMER BEHAVIOR IN EUROPE: A CROSS-CULTURAL ANALYSIS	Nomataru Joseph Lavanithum Gontse,
		9	FOSTERING OPEN COMMUNICATION IN HEARING FAMILIES WITH DEAF CHILDREN: A PRACTICAL GUIDE	Chalise Tianny

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Albertus G. Joubert	1	MEDIA PEDAGOGY - THE MEDIUM IS THE MESSAGE	Dr. Syed Sultan Ahmed
		2	STUDENTS' ACCEPTANCE OF INCORPORATING EMERGING COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION IN KUWAIT	Assis. Prof. Dr. Bashaiar Alsanaa
		3	USING CRITICAL SYSTEMS THINKING TO IMPROVE STUDENT PERFORMANCE IN NETWORKING	Albertus G. Joubert Roelien Goede
		4	THE FUTURE OF BLENDED LEARNING	Reem A. Alebaikan
		5	THE IMPACT OF E-LEARNING AND E-TEACHING	Prof. Dr. Mohammad Mohammad
		6	USING TECHNOLOGY WITH A NEW MODEL OF MANAGEMENT DEVELOPMENT BY SIMULATION OF NEURAL NETWORK AND ITS APPLICATION ON INTELLIGENT SCHOOLS	Ahmad Ghayoumi Mehdi Ghayoumi
		7	DEVELOPING OF INTELLIGENT SCHOOLS WITH A NEW MODEL OF STRATEGIC MANAGEMENT SYSTEM	Ahmad Ghayoumi Mehdi Ghayoumi
		8	MEDIA PEDAGOGY - THE MEDIUM IS THE MESSAGE	Dr. Syed Sultan Ahmed
		9	STUDENTS' ACCEPTANCE OF INCORPORATING EMERGING COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION IN KUWAIT	Assis. Prof. Dr. Bashaiar Alsanaa

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 24 - 26, 2023 Tbilisi Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
25 kasım/ November 25, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	**A. G. Matveev**	1	MODELS OF COPYRIGHTS SYSTEM	A. G. Matveev
		2	MODERN PROBLEMS OF RUSSIAN SPORT LEGISLATION	Dr. Yurlov Sergey
		3	HOW TO MODERNISE THE EUROPEAN COMPETITION NETWORK (ECN)	Dr. Dorota Galeza
		4	WOMEN'S RIGHTS IN CONFLICT WITH PEOPLE'S CULTURAL AUTONOMY: PROBLEMS OF CULTURAL ACCOMMODATION	Assis. Prof. Dr. Nazia Khan
		5	SOCIAL MOVEMENTS AND THE DIFFUSION OF TACTICS AND REPERTOIRES: ACTIVISTS' NETWORK IN ANTI-GLOBALISM MOVEMENT	Assoc. Prof. Kyoko Tominaga
		6	EMPLOYMENT DISCRIMINATION ON CIVIL SERVANT RECRUITMENT	Li Lei Jia Jidong
		7	DEPENDENCY THEORY ON EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE UNITED STATES AND THE MIDDLE EAST: IN THE CASE OF IRAN, SAUDI ARABIA, AND TURKEY	Assis. Prof. Dr. Abdelhafez Abdel Hafez
		8	SELECTION STANDARDS FOR NATIONAL TEAMS: THEORY AND PRACTICE	Alexey Kulik

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	**Dr. Darsareh Nikafrooz**	1	THE CORRELATION OF ECONOMIC VARIABLES ON DOMESTIC INVESTMENT	AMİRREZA ATTARZADEH
		2	AN ASSESSMENT ON THE EFFECT OF PARTICIPATION OF RURAL WOMAN ON SUSTAINABLE RURAL WATER SUPPLY IN YEMEN	AFRAH SAAD MOHSEN AL-MAHFADİ
		3	ARMED GROUPS AND INTRA STATE CONFLICT: A STUDY ON THE EGYPTIAN CASE	GHZLAN MAHMOUD ABDEL AZİZ
		4	ROLE OF LEADERS IN MANAGİNG EMPLOYEES' DYSFUNCTİONAL BEHAVİOR AT WORKPLACE	AYA MAHER, PAKİNAM YOUSSEF
		5	FINANCIAL STATEMENT FRAUD: THE NEED FOR A PARADIGM SHIFT TO FORENSIC ACCOUNTING	IFEDAPO FRANCİS AWOLOWO
		6	CUSTOMER ADOPTION AND ATTITUDES IN MOBILE BANKING IN SRI LANKA	PRASANSHA KUMARİ
		7	THE SERVICE APPRAISAL OF SOLDIERS OF THE ARMY OF THE CZECH REPUBLIC IN THE CONTEXT OF PERSONAL EXPENSES	TEREZA DOLEČKOVÁ

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	**Daya Gupta**	1	OPTIMAL CONTROL STRATEGIES FOR SPEED CONTROL OF PERMANENT-MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR DRIVES	Roozbeh Molavi, Davood A. Khaburi
		2	NSGA BASED OPTIMAL VOLT / VAR CONTROL IN DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISPERSED GENERATION	P. N. Hrisheekesha, Jaydev Sharma
		3	SIGNATURE RECOGNITION USING CONJUGATE GRADIENT NEURAL NETWORKS	Jamal Fathi Abu Hasna
		4	SPECTRAL ANALYSİS OF SPEECH: A NEW TECHNİQUE	Neeta Awasthy, J.P.Saini, D.S.Chauhan
		5	STUDY AND ENHANCEMENT OF FLASH EVAPORATION DESALINATION UTILIZING THE OCEAN THERMOCLINE AND DISCHARGED HEAT	Sami Mutair, Yasuyuki Ikegami
		6	INTRODUCING AN IMAGE PROCESSING BASE IDEA FOR OUTDOOR CHILDREN CARING	Hooman Jafarabadi
		7	DEVICE DISCOVER: A COMPONENT FOR NETWORK MANAGEMENT SYSTEM USING SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL	Garima Gupta, Daya Gupta
		8	THEMATIC ROLE EXTRACTION USING SHALLOW PARSING	Mehrnoush Shamsfard, Maryam Sadr Mousavi
		9		

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 24 - 26, 2023 Tbilisi Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
25 kasım/ November 25, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	**Dr. Stepan Arakelova,**	1	SHED SNAKE SKINS: A NATURAL RESOURCE FOR BIOMIMETIC MEMBRANES – ADVANCING PERMEATION STUDIES AND DRUG DELIVERY APPLICATIONS	Emma Grigoryan, Ashot Khachatryan, Karapet Flora Avjyan Savchenko,
		2	PRECISION DRUG DELIVERY OF GLIBENCLAMIDE: EXPLORING THE IMPACT OF POLYVINYL PYRROLIDONE AND ETHYL CELLULOSE CONCENTRATION ON RELEASE PROFILES AND KINETICS	Dr. Stepan Arakelova, Assis. Prof. Dr. Lilia Arsenyan
		3	INVESTIGATING THE EFFECTS OF AMINOPOLYETHER ON 18F-FDG PROPERTIES AND ITS IMPLICATIONS FOR PET IMAGING APPLICATIONS	Dr. Sunil Kamboj, Dr. Vipin Saini, Lecture GauravBala,
		4	ENDOPHYTES AS A NEW SOURCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS: ISOLATION AND IDENTIFICATION OF FIBRINOLYTIC PROTEASE-PRODUCING FUNGI FROM HIBISCUS LEAVES	Assoc. Prof. Dr. Suman Sharma
		5	FROM CONCEPT TO REALITY: THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MECHANICAL FORCE GAUGE FOR SQUARE WATERMELON MOLDING	Dr. Bedi Neayti Singh Phd. Candidate Balvinder Thakur,
		6	THE ROLE OF EXERCISE IN IMPROVING SEXUAL PERFORMANCE AND SEMEN QUALITY OF SAHIWAL BULLS: A PRACTICAL GUIDE FOR BREEDERS	Assis. Prof. Dr. Rathapon Dr.Sorrachaitawatwong, Nardauma Pouthai
		7	INVESTIGATING THE IMPACT OF DIETARY HERBAL SEED SUPPLEMENTATION ON CARCASS CHARACTERISTICS, IMMUNE RESPONSE, AND ANTIOXIDANT STATUS OF BROILER CHICKENS	Sirijit Tipchuwong, Chayanid Asasutjarit

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

25 kasım/ November 25, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 12	**Yiorgos Hadjichristou**	1	EVALUATION OF URBAN LAND DEVELOPMENT DIRECTION İN KABUL CITY, AFGHANISTAN	Ahmad Sharif Ahmadi Yoshitaka Kajita
		2	INFLUENCE OF PLACE IDENTITY ON WALKABILITY: A COMPARATIVE STUDY BETWEEN TWO MIXED USED STREETS CHAHARBAGH ST. ISFAHAN, IRAN AND DEREBOYU ST. LEFKOSA, NORTH CYPRUS	Assis. Prof. Dr. R. Rafiemanzelat
		3	RENEWED URBAN WATERFRONT: SPATIAL CONDITIONS OF A CONTEMPORARY URBAN SPACE TYPOLOGY	Assis. Prof. Dr. Beate Niemann, Fabian Pramel
		4	URBAN ECOLOGICAL INTERACTION: AIR, WATER, LIGHT AND NEW TRANSIT AT THE HUMAN SCALE OF BARCELONA'S SUPERILLES	Philip Speranza
		5	PERFORMANCE EVALUATION OF A 'PRIORITY-CONTROLLED' INTERSECTION CONVERTED TO SIGNAL-CONTROLLED INTERSECTION	Prof. Dr. Ezenwa Chinenye Amanamba
		6	DISCUSSION ABOUT FREQUENT ADJUSTMENT OF URBAN MASTER PLANNING İN CHINA: A CASE STUDY OF CHANGSHOU DISTRICT, CHONGQING CITY	Sun Ailu Zhao Wanmin
		7	HYBRID LIVING: EMERGING OUT OF THE CRISES AND DIVISIONS	Yiorgos Hadjichristou
		8		

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 24 - 26, 2023 Tbilisi Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
26 kasım/ November 26, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Dr. Bedri ŞAHİN**	1	THE EFFECT OF THE CONSTITUTIONAL COURT DECISION NO. 142 ON THE TURKIYE TAX JURISDICTION	Yüksek Lisans Öğrencisi Fatma Elif KOCATÜRK Doç. Dr. Selçuk BUYRUKOĞLU
		2	EVALUATION OF THE CONSTITUTIONAL COURT'S DECISION ON ADDITIONAL MVT REGULATION IN TERMS OF TAXATION PRINCIPLES	Yüksek Lisans Öğrencisi Ayşegül SONKUR Doç. Dr. Selçuk BUYRUKOĞLU
		3	EVALUATION OF THE PENALTIES APPLİED TO TAX EVASION IN TURKISH TAX LAW IN TERMS OF THE PROPORTIONALITY PRINCIPLE IN THE CONSTITUTION	Res. Assist. AYŞE AYDIN Assoc. Prof. Dr. AHMET ARSLAN
		4	THE STRATEGIC IMPORTANCE OF THE BELT AND ROAD PROJECT OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA (CHINA) FOR THE FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY (GERMANY)	Dr. Bedri ŞAHİN
		5	IS ELITISM AN ESSENTIAL REALITY?	Arş. Gör. ZEYNEP YILDIRIM Doç. Dr. YILDIZ ATMACA
		6	ANALYSIS OF POLITICALIZATION IN ADMINISTRATION IN THE CONTEXT OF GOVERNMENT SYSTEMS	Doç. Dr. YILDIZ ATMACA Arş. Gör. ZEYNEP YILDIRIM

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 26, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Doç.Dr.Ali Özgür KARAGÜLLE**	1	THE INFLUENCE OF UNIVERSITY STUDENTS' PERSONALITY TRAITS ON THEIR INDIVIDUAL HEALTH PERCEPTIONS	Asst. Prof. Dr. Mustafa FİLİZ
		2	EXAMINING HOSPITAL ADMINISTRATIVE STAFF'S SERVANT LEADERSHIP PERCEPTIONS BASED ON VARIOUS DEMOGRAPHIC VARIABLES	Asst. Prof. Dr. Mustafa FİLİZ
		3	ÖRGÜTSEL ADALET VE İŞGÖREN PERFORMANSI ARASINDAKİ İLİŞKİ	Doç. Dr. Zekavet KABASAKAL Duygu ARICI Halime DİRİL Yağmur ŞAŞMAZ
		4	OKUL YÖNETİCİLERİNİN LİDERLİK STİLLERİ İLE ÖZ YETERLİLİK İNANÇLARININ İNCELENMESİ	Doç. Dr. ZEKAVET KABASAKAL AYDAN DARÇIN KADİRCAN KARADAYI MELİS KILINÇ
		5	HAVACILIKTA EMNİYET YÖNETİMİ SİSTEMİ VE ÖĞRENME KÜLTÜRÜ İLE TÜRK SİVİL HAVACILIK SEKTÖRÜNDE BİR ARAŞTIRMA	Öğr.Grv.Dr.Neşe BİRGÖREN Doç.Dr.Ali Özgür KARAGÜLLE
		6	SCALE TRILOGY IN THE LIGHT OF SOCIO-DEMOGRAPHIC FACTORS: Evaluation Specific to Accountants and Business Managers	Assistant Prof. Bahar Doğramacı Yalçın Associate Prof. Iffet Kesimli
		7	A BIOMETRIC ANALYSIS OF STUDIES EXAMINING THE ROLE OF AUDITING IN ACCOUNTING ERRORS AND FRAUD	Doç.Dr. TUBA DERYA BASKAN
		8	EXAMINING THE PLACE OF DARK PERSONALITY TRAITS IN BUSINESS LIFE	Dr. Öğretim Üyesi Gülşah ERTEKİN Görkem Rıfai ULUSOY

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 26, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Doç. Dr. SERHAT ÇOBAN**	1	AN EVALUATION OF INSTITUTIONAL TWITTER (X) USAGE AMONG TURKIYE GEOGRAPHY DEPARTMENTS	Prof. Dr., EMRE ÖZŞAHİN Lisans Öğrencisi, YILDIZ TÜRKKANLI
		2	YEŞİLÇAM SİNEMASINDA CUMHURİYET GENÇLİĞİNİN TEMSİLİ	Dr. Öğr. Üyesi, Erdinç YILMAZ
		3	İKİ AŞAMALI AKIŞ KURAMININ YENİ MEDYA BAĞLAMINDA ANALİZİ	Doç. Dr. SERHAT ÇOBAN
		4	Is There a Relationship Between Regular Exercise and Using Educational Digital Games?	PhD Student Emrullah Yilmaz Assoc. Prof. Dr. Tuğba MUTLU BOZKURT Assoc. Prof. Dr. Mehmet Ali ÖZTÜRK
		5	The Relationship Between Attitude Towards Healthy Nutrition and Physical Appearance	PhD Student, Süheyla ADIYAMAN Assoc. Dr. Tuğba MUTLU BOZKURT Prof. Dr. Mustafa ATLI
		6	Attitude Towards Mind Games: Comparison of Sports High School and Science high school	PhD Student, Ahmethan YILDIRAK Assoc. Dr. Tuğba MUTLU BOZKURT Assoc. Dr. Ramazan ERDOĞAN

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 26, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Prof. Dr. İbrahim Halil SUGÖZÜ**	1	THE ROLE OF THE FASHİON İNDUSTRY İN THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMY	Nəcəfli Lalə Rəhman
		2	THE IMPACT OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT ON EXPORT PRODUCT DIVERSIFICATION: EVIDENCE FROM UPPER-MIDDLE INCOME COUNTRIES	Doç. Dr. Ali ALTINER Doç. Dr. Yılmaz TOKTAŞ Doç. Dr. Eda BOZKURT
		3	ÜÇ SEMAVİ DİNDE FAİZ VE TEFECİLİK YASAĞINA İLİŞKİN YAKLAŞIMLAR	Doç. Dr. Sema YAŞAR Prof. Dr. İbrahim Halil SUGÖZÜ
		4	ORTA ASYA CUMHURİYETLERİNDE GÖÇÜN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ: EKONOMETRİK BİR ANALİZ	Prof. Dr. İbrahim Halil SUGÖZÜ Nuraiym TALANTBEKOVA
		5	WOMEN'S EMPLOYMENT, INFLATION AND GENDER INEQUALITY IN DEVELOPING COUNTRIES	Doç. Dr. Hikmet AKYOL Öğr. Gör. Dr. Nazlı TEKMAN

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 24 - 26, 2023 Tbilisi Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
26 kasım/ November 26, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**Doç. Dr., BEYZA ERKOÇ**	1	SAĞLIK TURİZMİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KRİTERLERİ İLE HİZMET SAĞLAYICILARIN ALGILANAN İMAJI ARASINDAKİ İLİŞKİ	Dr. Öğr. Üyesi FUAT YALMAN Prof. Dr., Yalçın KARAGÖZ
		2	SAĞLIK PROFESYONELLERİNİN ÖRGÜTSEL GÜVEN VE ÖRGÜTSEL DESTEK ALGILARI İLE BİLGİ UÇURMA EĞİLİMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER	Prof. Dr. YALÇIN KARAGÖZ Dr. Öğr. Üyesi FUAT YALMAN
		3	TOPLULUKTAN CUMHURİYETE TÜRK HALK OYUNLARI	Prof. Dr. Mehmet ÖZMENLİ Öğr.gör. Gökhan HAMZAÇEBİ
		4	İPEĞİN BAŞKENTİ HANBALIK VE GEZGİNLER	Prof. Dr. Mehmet ÖZMENLİ Öğr.gör. Gökhan HAMZAÇEBİ
		5	TÜRKİYEDEKİ AKADEMİSYENLERİN DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİNE GÖRE KONGRELERE KATILIMLARININ İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, ERCAN DEMİR
		6	VAN KONGRE TURİZMİNİN VAN'DA BULUNAN KONAKLAMA İŞLETMELERİ VE KONGRE VE TOPLANTI AMAÇLI TESİSLER BAKIMINDAN UYGUNLUĞUNUN İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, ERCAN DEMİR

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 26, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	**Doç.Dr. Ali İmran VAİZOĞULLAR**	1	Fe_3O_4 /SiO_2 /PAM Manyetik Malzeme Sentezi, Atık Sulardan Cd^{2+} Giderimi ve CCD-RSM Modeli ile Optimizasyonu	Hüseyn OSMAN Gonca ERTÜRK Doç.Dr Ali İmran VAİZOĞULLAR Prof.Dr. Mehmet UĞURLU Doç.Dr Oğuz AKPOLAT
		2	ATIK SU ANALİZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KÜMELEME YÖNTEMİ	GONCA ERTÜRK Hüseyn OSMAN Doç.Dr Oğuz AKPOLAT Prof.Dr. Mehmet UĞURLU
		3	FOURIER DÖNÜŞÜMLÜ KIZILÖTESİ SPEKTROSKOPİSİ VE MAKİNE ÖĞRENMESİ KULLANILARAK POLİOLLERDE BAZI KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİN ÖNGÖRÜLMESİ	YUSUF SERDAR BEKDAŞ DR. Öğretim Üyesi ÖZGÜN YÜCEL
		4	THE EFFECT of Ni on COWO 4 of PHOTOCATALYTIC PERFORMANCE UNDER VISIBLE LIGHT İRRADIATION	Doç.Dr. Ali İmran VAİZOĞULLAR, Prof.Dr. Mehmet UĞURLU, Kader ATAMAN Huseyn OSMAN
		5	Atık Sulardan Ağır Metal Giderimi için Fe_3O_4 /SiO_2 /PAM Manyetik Malzeme Sentezi ve CCD-RSM Modeli ile Optimizasyonu	Hüseyn OSMAN, Gonca ERTÜRK, Doç.Dr Ali İmran VAİZOĞULLAR, Prof.Dr. Mehmet UĞURLU, Doç.Dr Oğuz AKPOLAT
		6	Anticorrosion Behaviour of Poly(aniline-co-N-methylaniline) Film on ZnNi Plated Electrode	Dr. Abdurrahman Akdag
		7	Poly(N-methypyrrole-co-o-anisidine) Coating on ZnNi Plated Carbon Steel	Dr. Abdurrahman Akdag

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 25, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Assis. Prof. Dr. N. Namviriyachote	1	DEVELOPMENT OF MOLECULAR IMPRINTED POLYMERS (MIPS) FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF CARBAMAZEPINE FROM AQUEOUS SOLUTION	Bianca Schweiger, Lucile Bahnweg, Barbara Palm, Ute Steinfeld
		2	PENTACHLOROPHENOL REMOVAL VIA ADSORPTION AND BIODEGRADATION	Assis. Prof. Dr. Rakmi Abd.-Rahman Assis. Prof. Dr. Nurina Anuar
		3	FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	Lecture Sanae Kaewnopparat Dr. Nattha Kaewnopparat
		4	ASAD ULLAH MADNI, MAHMOOD AHMAD, NAVEED AKHTAR, MUHAMMAD USMAN	Asad Ullah Madni Mahmood Ahmad, Naveed Akhtar, Muhammad Usman
		5	SERICIN FILM: INFLUENCE OF CONCENTRATION ON ITS PHYSICAL PROPERTIES	Assis. Prof. Dr. N. Namviriyachote N. Bang, P. Aramwit
		6	VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN	Mahmood Ahmad Ghulam Murtaza Sonia Khiljee Dr. Muhammad Asadullah Madni
		7	ANTIBACTERIAL CAPACITY OF PLUMERIA ALBA PETALS	Assis. Prof. Dr. M. H. Syakira Dr. L. Brenda
		8	DEVELOPMENT OF MOLECULAR IMPRINTED POLYMERS (MIPS) FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF CARBAMAZEPINE FROM AQUEOUS SOLUTION	Bianca Schweiger, Lucile Bahnweg, Barbara Palm, Ute Steinfeld
		9		

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 25, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	**Assoc. Prof. Dr. Salima Hassas**	1	DEMYSTIFYING THE PROBLEM-SOLVING PROCESS: UNVEILING THE NATURAL MECHANICS OF THE MIND	Dr. Amina Farkhonde
		2	AUTOMATING SCREEN-RECORDED VIDEO PRODUCTION: AN ALGORITHMIC APPROACH TO E-CONTENT CREATION	Dr. Darsareh Nikafrooz
		3	ONTOLOGICAL FOUNDATIONS FOR SMART LEARNING ENVIRONMENTS IN MUSIC EDUCATION: A COMPREHENSIVE FRAMEWORK FOR KNOWLEDGE REPRESENTATION AND APPLICATION	Prof. Dr. Konstantinos Stefanidakis, Dr. Michail Sofianos
		4	TRANSFORMING CIVIL ENGINEERING LABORATORY EDUCATION WITH FLIPPED LEARNING: A COMPREHENSIVE APPROACH TO DEVELOPING ESSENTIAL CAPABILITIES	Hector García- Georgia García-Rodríguez, Gerardo -Shashi Kant
		5	AUTONOMOUS AGENT LEARNING THROUGH CONSTRUCTIVIST PRINCIPLES: A BOTTOM-UP SEQUENTIAL LEARNING APPROACH AND TOOL	Piña Barrios-, Salvador Arellano, Bocanegra García,
		6	EMPOWERING ASSEMBLY LINES WITH DEEP LEARNING: A PARADIGM SHIFT IN PRODUCT IDENTIFICATION	Assoc. Prof. Dr. Salima Hassas
		7	ASSESSING THE ECONOMIC RETURNS OF HUMANITIES AND EDUCATION PROGRAMS IN PUBLIC UNIVERSITIES OF OSUN STATE, NIGERIA	Adelokun Gambo
		8	DEMYSTIFYING THE PROBLEM-SOLVING PROCESS: UNVEILING THE NATURAL MECHANICS OF THE MIND	Dr. Amina Farkhonde
		9	AUTOMATING SCREEN-RECORDED VIDEO PRODUCTION: AN ALGORITHMIC APPROACH TO E-CONTENT CREATION	Dr. Darsareh Nikafrooz

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 25, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	**Dillon- Peksa,**	1	EMPOWERING INDUSTRY 4.0 WITH DEEP LEARNING: ENHANCING ASSEMBLY LINE EFFICIENCY THROUGH AI-POWERED PRODUCT IDENTIFICATION	Adegboye Moguel
		2	EVALUATING THE PRIVATE MONETARY BENEFITS OF HUMANITIES AND EDUCATION PROGRAMS IN OSUN STATE'S PUBLIC UNIVERSITIES: A FIELD OF STUDY ANALYSIS	Angel Muñoz Daniel Guzmán
		3	NAVIGATING THE E-LEARNING LANDSCAPE: AN EXPLORATION OF STUDENT LEARNING EXPERIENCES WITH DIVERSE E-TOOLS	Assis. Prof. Dr. Amanda Jones
		4	UNVEILING THE HIDDEN STRUGGLE: A QUANTITATIVE EXPLORATION OF ANXIETY PREVALENCE AMONG DYSLEXIC STUDENTS IN HIGHER EDUCATION	C. Barzen Annika Victoria
		5	NAVIGATING THE MAZE OF UNIVERSITY CURRICULUM POLICYMAKING IN CHILE: A CASE STUDY OF CHANGE AND REFORM	Joanna Lee Dillon- Peksa,
		6	THE TRANSFORMATIVE POWER OF COLLABORATION: MIDDLE GRADE TEACHERS EMBRACING A CULTURE OF SHARED LEARNING	Vasiliki Kontzinos, Panagiotis Markaki, Vagelis Karakolis, John Psarras
		7	HARNESSING THE POWER OF CHATBOTS: A GLIMPSE INTO THEIR POTENTIAL IN HIGHER EDUCATION	Christos Vlachou, Ourania Kokkinakos,

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 25, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	**Ress. Assis. Kitda Praraththajariya**	1	THE DESIGN INSPIRED BY PHRA MAHA CHEDI OF KING RAMA I-IV AT WAT PHRA CHETUPHON VIMOLMANGKLARAM RAJWARAMAHAVIHARN	Assis. Prof. Dr. Taechit Cheuypoung
		2	A COMPARATIVE STUDY OF COSTUMES FOR RELIGIOUS FESTIVALS IN ASEAN COUNTRIES	Jaruphan Supprung
		3	LOAN GUARANTEE SCHEMES: PRIVATE AND PUBLIC EXAMPLES	Assis. Prof. Dr. Simeon Karafolas Maciej Woźniak
		4	THE APPLICATION OF RHIZOPHORA WOOD TO DESIGN: A WALKING STICK FOR ELDERLY	Noppadon Sangwalpetch
		5	PROPERTIES OF RHIZOPHORA CHARCOAL FOR PRODUCT DESIGN	Tanutpong Phriwanrat
		6	FABRIC PRINTING DESIGN: AN INSPIRATION FROM THAI KITES	Assis. Prof. Dr. Suwit Sadsunk
		7	THE DESIGN OF ENGLISH MATERIALS TO COMMUNICATE THE IDENTITY OF MUEANG DISTRICT, SAMUT SONGKRAM FOR ECOTOURISM	Ress. Assis. Kitda Praraththajariya

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 25, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	KALU RAM MEENA	1	NUMERICAL TREATMENT OF MATRIX DIFFERENTIAL MODELS USING MATRIX SPLINES	Kholod M. Abualnaja
		2	AIRPORT CHECK-IN OPTIMIZATION BY IP AND SIMULATION IN COMBINATION	Ahmad Thanyan Al-Sultan
		3	APPLICATION OF INTUITIONISTIC FUZZY CROSS ENTROPY MEASURE IN DECISION MAKING FOR MEDICAL DIAGNOSIS	Shikha Maheshwari Amit Srivastava
		4	PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF POLYANILINE (PANI)-PLATINUM NANOCOMPOSITE	Kumar Neeraj Ranjan Haldar
		5	ESTIMATION OF THE MEAN OF THE SELECTED POPULATION	Kalu Ram Meena Aditi Kar Gangopadhyay Satrajit Mandal
		6	A NEW MODIFICATION OF NONLINEAR CONJUGATE GRADIENT COEFFICIENTS WITH GLOBAL CONVERGENCE PROPERTIES	Ahmad Alhawarat Mustafa Mamat Mohd Rivaie Ismail Mohd
		7	SOME RESULTS ON THE GENERALIZED HIGHER RANK NUMERICAL RANGES	Mohsen Zahraei

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 26, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Prof. Dr., RAMAZAN ADIBELLİ**	1	AİLEDE DEĞER ODAKLI YAŞAM	Dr. Serpil BAŞAR
		2	THE IDEA OF DIVINE ELECTION IN 17TH CENTURY FRANCE	Prof. Dr., RAMAZAN ADIBELLİ
		3	A VIEW OF THE RELIGION-NATIONALITY PROBLEM IN JUDAISM FROM THE PERSPECTIVE OF SHLOMO SAND	Prof. Dr., RAMAZAN ADIBELLİ
		4	SAINT AUGUSTINUS BAĞLAMINDA KÖTÜLÜK PROBLEMİ	YL Öğrencisi, Enes ÜZÜLMEZ Doç. Dr., Ergin ÖGCEM
		5	Ibn Al-Tallâ Cordoban in terms of Identification and Evaluation of Hadith Sciences	Yüksek Lisans Öğrencisi Halil Uluhatun Doç. Dr. Mustafa Öztoprak
		6	Zebîdî'nin İthafü's-Sadeti'l-Müttakin Bi Şerhi İhyai Ulumiddîn Adlı Eserinde Hadisleri Tashîh ve Tad'îf Metodu	Younus Şakir Muhammed Younus Doç. Dr. Mustafa Öztoprak
		7	KUBBETÜSSAHRA'NIN İNŞA SEBEBİNE DAİR VERİLEN RİVAYETLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Hatice Uluışık

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 26, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Prof. Dr. KEMAL ERMİŞ**	1	GÜÇ SİSTEM ARIZALARININ İŞLETME KOŞULLARINA VE GÜÇ AKIŞINA ETKİLERİ	Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE
		2	ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİNİN AKILLI ŞEBEKELERE ENTEGRASYONU	Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE
		3	HELİSEL DÖNÜŞ UÇUŞUNDA PALE DARALMASININ HELİKOPTER KONTROL ÇABASI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ELE ALINMASI	Doç. Dr. Fırat Şal Prof. Dr. Tuğrul Oktay
		4	ELECTROCHEMİCAL DETECTİON OF DOPAMİNE RELEASED FROM LİVİNG CELLS USİNG A REDOX CYCLİNG-BASED DEVİCE	Doç. Dr. Mustafa ŞEN İpek Avcı
		5	ENERGY PRODUCTION FROM FLOATING SOLAR PANELS ON DAMS: A CASE STUDY	Prof. Dr. KEMAL ERMİŞ Prof. Dr. HÜSEYİN ÜNAL
		6	DESIGN AND ANALYSIS OF TELESCOPIC TRUCK-MOUNTED CRANE	Prof. Dr. KEMAL ERMİŞ Prof. Dr. HÜSEYİN ÜNAL
		7	KABLOSUZ SENSÖR AĞLARINDA GÖRÜNTÜ İLETİMİNDE KULLANILMAK İÇİN MALİYETİ DÜŞÜK VE GÜVENLİ VERİ İLETİM KATMANININ GELİŞTİRİLMESİ	Prof. Dr.,Cebrail CİFLİKLİ Öğr. Gör.,Kadir ABA

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 26, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Doç. Dr. Binnur BAĞCI**	1	SYNTHESIS OF MAGNETIC NANOPARTICLES FOR IMMOBILIZATION OF YEAST CELLS	İbrahim Dağcı Dr. Kübra Solak Doç. Dr. Yağmur Ünver Prof. Dr. Ahmet Mavi
		2	PRODUCTION OF RECOMBINANT PROTEINS USING Pichia pastoris EXPRESSION SYSTEM	İBRAHİM DAĞCI Doç. Dr. YAĞMUR ÜNVER
		3	USE OF PHYTOTHERAPY, ONE OF THE COMPLEMENTARY AND ALTERNATIVE MEDICINE METHODS DURING PREGNANCY	Asst. Prof., AYŞEGÜL DURMAZ Assoc. Prof., Çiğdem GÜN KAKAŞÇI
		4	PLACENTOPHAGIA: WHAT DO WE KNOW?	Assoc. Prof., Çiğdem GÜN KAKAŞÇI Asst. Prof., AYŞEGÜL DURMAZ
		5	Acil Servise Karın Ağrısı İle Başvuran Gebe Hastaların İnflamasyon Belirteçleri Ve Klinik Özelliklerinin Değerlendirilmesi	Dr. Bilge Akdemir Uzm. Dr. Bedriye Müge Sönmez
		6	THE ROLE OF FAT MASS AND OBESITY-ASSOCIATED (FTO) GENE IN OBESITY	Doç. Dr. Binnur BAĞCI
		7	STUDENT OPINIONS ON LEARNING RADIOLOGICAL ANATOMY COURSE WITH HYBRID EDUCATION IN THE POST-COVID-19 PERIOD	Erengül BODUÇ
		8	Deniz Doğal Ürünleri-Benzerlik Bazlı Bileşiklerin Kansere Karşı Taranması ve Hesaplamalı İlaç Keşfi	Seher BAYRAKTAR Dr. İmren BAYIL Doç. Dr. Tuğba TAŞKIN TOK

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 26, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Prof. Dr. HÜSEYİN ÜNAL	1	IMPROVING FOOD QUALITY: ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Doç. Dr. Nevin AYDIN
		2	INDUSTRY 4.0 AND LEAN MANUFACTURING	Doç. Dr. Nevin AYDIN
		3	ASSESSMENT OF TURKEY'S ELECTRICITY INSTALLED POWER CAPACITY BASED ON RENEWABLE ENERGY USING INDEX NUMBERS	Asst. Prof. Dr. Ali AJDER Prof. Dr. Selim AY
		4	INVENTORY-BASED FUEL COST OF IMPORTED COAL-FIRED THERMAL POWER PLANTS	Asst. Prof. Dr. Ali AJDER Prof. Dr. Selim AY
		5	THERMAL VIBRATION OF SANDWICH PLANES WITH FUNCTIONALLY GRADED LAYERS AND POROUS CORE	Prof. Dr., ŞEREF DOĞUŞCAN AKBAŞ
		6	INELASTIC BEHAVIOR OF A BAR STRUCTURAL ELEMENT IN TEMPERATURE ENVIRONMENT	Prof. Dr., ŞEREF DOĞUŞCAN AKBAŞ
		7	TRIBOLOGICAL PERFORMANCE OF POLYSULPHONE (PSU) AND GLASS FIBER REINFORCED PSUCOMPOSITE AGAINST DIFFERENT POLYMER COUNTERPARTS	Prof. Dr. HÜSEYİN ÜNAL Prof. Dr. KEMAL ERMİŞ
		8	THE EFFECT OF APPLIED LOAD ON TRIBOLOGICAL PERFORMANCE OF ULTRA-HIGH MOLECULAR WEIGHT POLYETHYLENE	Prof. Dr. HÜSEYİN ÜNAL Prof. Dr. KEMAL ERMİŞ

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 24 - 26, 2023 Tbilisi Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
26 kasım/ November 26, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**DR., AYŞE ERDOĞAN YILDIRIM**	1	Piyasada Satışa Sunulan Ton Balığı Konservelerinin Kobalt, Nikel, Stronsiyum ve Baryum Yönünden İncelenmesi	Uzm. Diyetisyen Nermin RÜSTEMLİ Doç.Dr. Rabia Mehtap TUNCAY
		2	AVRUPA YER SİNCAPLARININ (SPERMOPHİLUS CİTELLUS) YER SEÇİMİNDE MİKRO TOPOĞRAFYA ÖZELLİKLERİN ETKİSİ: TEKİRDAĞ İLİNDEN ÖRNEK BİR ÇALIŞMA, TRAKYA YARIMADASI (TÜRKİYE)	Prof. Dr., EMRE ÖZŞAHİN Yüksek Lisans Öğrencisi, MİKAYİL ÖZTÜRK
		3	TÜRKİYE EGE BÖLGESİ PAMUK ALANLARINDA PAMUK UNLUBİTİ (PHENACOCCUS SOLENOPSİS TİNSLEY (HEMİPTERA: PSEUDOCOCCİDAE))'NİN SON DURUMU	Zir. Yük. Müh. Fatma IŞIK GÜLSOY Dr. Seher TANYOLAÇ
		4	AN INNOVATIVE APPROACH FOR PRESSURE VESSEL DESIGN OPTIMIZATION USING CHAOTIC MOUNTAIN GAZELLE OPTIMIZER	DR., AYŞE ERDOĞAN YILDIRIM

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 25, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	KIRANMAI S.RAI	1	TO DESIGN HOLISTIC HEALTH SERVICE SYSTEMS ON THE INTERNET	Åsa Smedberg
		2	PERVASIVE COMPUTING IN HEALTHCARE SYSTEMS	Elham Rastegari Amirmasood Rahmani Saeed Setayeshi
		3	SECURITY ARCHITECTURE FOR AT-HOME MEDICAL CARE USING SENSOR NETWORK	S.S.Mohanavalli Sheila Anand
		4	EXPLORING THE APPLICATION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FACTORS IN ESFAHAN UNIVERSITY'S MEDICAL COLLEGE	Alireza Shirvani Shadi Ebrahimi Mehrabani
		5	ON THE ANALYSIS OF A COMPOUND NEURAL NETWORK FOR DETECTING ATRIO VENTRICULAR HEART BLOCK (AVB) IN AN ECG SIGNAL	Salama Meghriche, Amer Draa Mohammed Boulemden
		6	NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY	KIRANMAI S.RAI
		7	VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN	Mahmood Ahmad, Ghulam Murtaza Sonia Khiljee Muhammad Asadullah Madni
		8	FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	Sanae Kaewnopparat Nattha Kaewnopparat
		9		

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 25, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	ISMAIL I. ABO GHANEMA	1	SEX DIFFERENCES IN THYROID GLAND STRUCTURE OF RABBITS	Parchami A. Fatahian Dehkordi Rf
		2	OLIVE LEAVES EXTRACT RESTORED THE ANTIOXIDANT PERTURBATIONS IN RED BLOOD CELLS HEMOLYSATE IN STREPTOZOTOCIN INDUCED DIABETIC RATS	ISMAIL I. ABO GHANEMA KADRY M. SADEK
		3	THE EFFECTS OF GARLIC OIL (ALLIUM SATIVA), TURMERIC POWDER (CURCUMA LONGA LINN) AND MONENSIN ON TOTAL APPARENT DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS IN BALOOCHI LAMBS	Ahmad Khalesizadeh Alireza Vakili Mohsen Danesh Mesgaran Reza Valizadeh
		4	THE EFFECT OF SELECTIVE CYCLOOXYGENASE (COX) INHIBITORS ON JAPANESE MEDAKA (ORYZIAS LATIPES) REPRODUCTION PARAMETERS	Agata Kowalska Radosław K. Kowalski Zdzisław Zakęś
		5	THE RELATIONSHIP BETWEEN EXCRETA VISCOSITY AND TMEN IN SBM	Ali Nouri Emamzadeh
		6	PRAGATI NODE POPULARITY (PNP) APPROACH TO IDENTIFY CONGESTION HOT SPOTS IN MPLS	E. Ramaraj, A. Padmapriya
		7	EFFECT OF L-ARGININE ON NEUROMUSCULAR TRANSMISSION OF THE CHICK BIVENTER CERVICIS MUSCLE	S. Asadzadeh Vostakolaei

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 25, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	**Parmjit S. Panesar**	1	ISOLATION AND IDENTIFICATION OF DIACYLGLYCEROL ACYLTRANSFERASE TYPE- 2 (GAT2) GENES FROM THREE EGYPTIAN OLIVE CULTIVARS	Yahia I. Mohamed Ahmed I. Marzouk Mohamed A. Yacout
		2	EFFECT OF VARIOUS POLLEN SOURCES TO ABILITY FRUIT SET AND QUALITY IN 'LONG RED B' WAX APPLE	Nguyen Minh Tuan Yen Chung-Ruey
		3	ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON NANOTUBE BASED SUPERCAPACITOR	Jafar Khan Kasi Ajab Khan Kasi Muzamil Bokhari
		4	ISOLATION AND IDENTIFICATION FIBRINOLYTIC PROTEASE ENDOPHYTIC FUNGI FROM HIBISCUS LEAVES IN SHAH ALAM	Mohd Sidek Ahmad Zainon Mohd Noor Zaidah Zainal Ariffin
		5	STATISTICAL MODELING FOR PERMEABILIZATION OF A NOVEL YEAST ISOLATE FOR B-GALACTOSIDASE ACTIVITY USING ORGANIC SOLVENTS	Shweta Kumari Parmjit S. Panesar Manab B. Bera
		6	INHIBITORY EFFECT OF HELICHRYSUM ARENARIUM ESSENTIAL OIL ON THE GROWTH OF FOOD CONTAMINATED MICROORGANISMS	Ali Mohamadi Sani
		7	INFLUENCE OF THE FIELD TYPE (MOUNTAIN AND PLAIN) ON THE CUPRIC STATUS OF LAMBS	Mouna Mallem, Majid Tlidjane

AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AVRASYA 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

26 kasım/ November 25, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	**KRISHNAIAH ARKANTI**	1	DENSITY, STRENGTH, THERMAL CONDUCTIVITY AND LEACHATE CHARACTERISTICS OF LIGHT-WEIGHT FIRED CLAY BRICKS INCORPORATING CIGARETTE BUTTS	Aeslina Abdul Kadir Abbas Mohajerani Felicity Roddick John Buckeridge
		2	CHANNEL LENGTH MODULATION EFFECT ON MONOLAYER GRAPHENE NANORIBBON FIELD EFFECT TRANSISTOR	Mehdi Saeidmanesh Razali Ismail
		3	EXPERIMENTAL STUDY ON MECHANICAL PROPERTIES OF COMMERCIALLY PURE COPPER PROCESSED BY SEVERE PLASTIC DEFORMATION TECHNIQUE-EQUAL CHANNEL ANGULAR EXTRUSION	KRISHNAIAH ARKANTI RAMULU MALOTHU
		4	DETECTING AND MEASURING FABRIC PILLS USING DIGITAL IMAGE ANALYSIS	Dariush Semnani Hossein Ghayoor
		5	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF RECYCLED ISOTACTIC POLYPROPYLENE NANOCOMPOSITES CONTAINING DATE WOOD FIBER	Habib Shaban
		6	THE INFLUENCE OF SURFACE POTENTIAL ON THE KINETICS OF BOVINE SERUM ALBUMIN ADSORPTION ON A BIOMEDICAL GRADE 316LVM STAINLESS STEEL SURFACE	Khawtar Hasan Ahmed Sasha Omanovic
		7	REMOVAL OF COPPER AND ZINC IONS ONTO BIOMODIFIED PALM SHELL ACTIVATED CARBON	Ulnaziya Issabayeva Mohamed Kheireddine Aroua
		8	DENSITY, STRENGTH, THERMAL CONDUCTIVITY AND LEACHATE CHARACTERISTICS OF LIGHT-WEIGHT FIRED CLAY BRICKS INCORPORATING CIGARETTE BUTTS	Aeslina Abdul Kadir Abbas Mohajerani Felicity Roddick John Buckeridge
		9		

26th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 24 - 26, 2023
Tbilisi

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session		Eser Adı / Art Work	Artist	Tema / Theme
		1	Mikrografik Gerçeklik / Micrographic Reality	Adviye Ayça Ünlüer Çimen	
		2	Sırma	Arzu BOR KOCAMAN	
		3	Tekamül	Bengü Batu Ertung	
		4	ÇEYİZ	Beyhan Pamuk	
		5	RİCTHER “Kaybolan Anılar”	Beyhan Pamuk	
		6	miss-b kuru temizleme tanıtım afişi	Bilge ÇAĞLAR DEMİR	
		7	Dağcılık Sayfa Tasarımı/ Mountaineering Page Design	Bilge ÇAĞLAR DEMİR	
		8	Tılsım/Talisman	Deniz ÇELİKER	
		9	Eşitlik / Equality	Esra TAMBAY	
		10	İsimsiz 1	Elif Aksoy	
		11	İsimsiz 2	Elif Aksoy	
		12	Manzara Düşleri 2 / Landscape Fantasy 2	Elif Çimen	
		13	Manzara Düşleri 2 / Landscape Fantasy 2	Elif Çimen	
		14	Distopya 1	Ersoy Yılmaz	
		15	İsimsiz /Untitled	Ezgi GÖKÇE	
		16	Av Sahnesi II / Hunting Scene II	Ezgi GÖKÇE	
		17	Armoni	Fatma BULAT	

18	Entropi	Fatma BULAT
19	Huzurun Renkleri	Gonca YAYAN
20	Gül-i rana	Hamide Soysal Demirci
21	Peyzaj 1	Hatice Nilüfer Süzen
22	Bunu Sen de Çekebilirsin VI	İsmail BİRLİK
23	Bunu Sen de Çekebilirsin VII	İsmail BİRLİK
24	Türkiye Cumhuriyeti'nin 100 Yılı/ 100 Years of the Turkish Republic	Jörn Fröhlich
25	Hatay Enkaz 2	Kafiye Özlem Alp
26	Similarity	Leman Kalay
27	Melankoli 3/Melancholia 3	Mehmet Akif KAPLAN
28	Life Cycle (Hayat Döngüsü)	Meltem Özkaya Sarul
29	Kendimi Arıyorum	Mehmet Şiran GÖKDEMİR
30	Toprak Doğuracak	Mehmet Şiran GÖKDEMİR
31	Berlin Doğa Tarihi Müzesi (Museum für Naturkunde)	M. Çağatay Göktan
32	Kompozisyon	Mustafa TUNÇ
33	Ruy-i Cihan	Nermin ÖZCAN ÖZER
34	Sıcak (Şemse) Baskı	Nermin ÖZCAN ÖZER
35	İsimsiz	Rabiha ARSLAN YILDIRIM
36	İsimsiz	Rabiha ARSLAN YILDIRIM
37	Untitled	Seda Balkan
38	DENİZ	ŞEMA PERK
39	KAZAK ÇAĞDAŞ GİYSİ.	SAYARA YERGESHOVA
40	Sislerin İçinden	Tolga Gürocak

41	MADAM	TUANA ELZEM TAŞTAN
42	Ahenk	Vildan BAĞCI
43	İsm-i Nebi	Yeşim AKSOY ŞAŞTIM
44	Mavi Halkâri	Yeşim AKSOY ŞAŞTIM

Contents

EXISTENCE OF WEAK SOLUTION FOR A NONLINEAR STEKLOV BOUNDARY PROBLEM 1
EXISTENCE NONTRIVIAL WEAK OF SOLUTIONS FOR STEKLOV BOUNDARY VALUE PROBLEM 8
MODÜLLERİN ERİYEBİLİR AYRIŞIMI 16
SOME SEPERATION AXIOMS ON FERMATEAN FUZZY SOFT TOPOLOGICAL SPACES 18
NORMAL AND REGULER SPACES ON FERMATEAN FUZZY SOFT TOPOLOGICAL SPACES 27
YALIN UYGULAMALAR VE ÜRETİMDE DİJİTAL TEKNOLOJİLERİN KULLANILMASI 36
GIDA KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: YAPAY ZEKA 46
EĞİTİMDE GİYİLEBİLİR CİHAZLAR 54
ENDÜSTRİ 4.0 VE YALIN ÜRETİM 64
KANSER HASTALARININ SEMPTOM YÖNETİMİNDE BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ HEMŞİRELİK BAKIMI 72
HEMODİYALİZ TEDAVİSİ ALAN BİREYİN HEMŞİRELİK BAKIMINDA 76
ROY ADAPTASYON MODELİNİN YERİ 76
ANTİKANSER YÖNLERİYLE NARİNGİN VE NARİNGENİN 81
ANTİKANSER YÖNLERİYLE NARİNGİN VE NARİNGENİN 94
DENEYSEL POLİKİSTİK OVER SENDROMU MODELİNDE PERGA'NIN OLASI KORUYUCU ETKİSİ 107
ANTHEMIS AUSTRIACA'NIN ANTİENFLAMATUAR VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN *İN VİTRO* TAYİNİ 116
NEKROPTOZUN MOLEKÜLER MEKANİZMALARI VE HASTALIKLARDAKİ ROLÜ 124
OBEZ ERGENLERDE ADİPONEKTİN (rs266729 ve rs17300539) GEN VARYANTLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: ÖN ÇALIŞMA 141
KÜÇÜK RUMİNANTLARDA KARACİĞER KELEBEKLERİNE KARŞI OLUŞAN KARACİĞER HASARINDA SİNDEKAN-1 SALINIMININ İMMUNOHİSTOKİMYASAL DEĞERLENDİRİLMESİ 150
RAT MODELİNDE DİYABETİK NEFROPATİNİN PATOMORFOLOJİSİ 153
TÜRKİYE'DEKİ SU SAMURU (*Lutra lutra*) POPÜLASYONLARININ ÖNEMİ VE KORUMA STRATEJİLERİ. 156
ANADOLU PARSI (*Panthera pardus tulliana*)'nın POPÜLASYON EKOLOJİSİ 162
KETOZİSLİ İNEKLERDE TÜMÖR NEKROSİS FAKTÖR-ALFA, KOLESTEROL, BHBA, NEFA VE ASETİLKOLİNESTERAZ DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 172
ITS1 (INTERNAL TRANSCRIBED SPACER 1) BÖLGESİ İKİNCİL YAPISININ BAZI ASYNEUMA GRİSEB. & SCHENK (CAMPANULACEAE) TÜRLERİNDE KARAKTERİZASYONU VE TAKSONOMİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ 186
BAZI AETHIONEMA W.T.AITON (BRASSICACEAE) TÜRLERİNDE ITS1 (INTERNAL TRANSCRIBED SPACER 1) BÖLGESİNİN İKİNCİL YAPISININ KARAKTERİZASYONU VE TAKSONOMİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ 197
YAPILMASI PLANLANAN TERMİK SANTRALİN KÜL VE ALÇITAŞI DEPOLAMA, KÖMÜR HAZIRLAMA TESİSİ-1 VE KÖMÜR HAZIRLAMA TESİSİ-2 SAHALARI ŞEV KAYALARININ KİNEMATİK ANALİZİ VE ŞEV DÜZENLEME ÇALIŞMASI. 208
YAPILMASI PLANLANAN TERMİK SANTRALİN "DOLGU ALANI İLE RIHTIM ENTEGRE PROJESİ" ALANLARININ KİNEMATİK ANALİZİ VE ŞEV STABİLİTESİ 218
DETERMINATION OF GOODWILL RIGHT THROUGH THE PLAN IN PLOT DISTRIBUTION 229

KALSİYUM LİGNO SÜLFAT KATKILI SICAK KARIŞIM ASFALTLARIN DOLAYLI ÇEKME RİJİTLİK MODÜLLERİNİN İNCELENMESİ 236

YAKIN FAY YER HAREKETİ ETKİSİNDEKİ BİR YAPIDA MEYDANA GELEN İVME TEPKİLERİNİN AZALTILMASI 244

DEPREM ETKİSİNDEKİ YAPILAR İÇİN ÇOKLU AYARLI KÜTLE SÖNÜMLEYİCİLERİN OPTİMİZASYONU ... 251

FARKLI ORANLARDA KALSİYUM LİGNOSÜLFONAT KİMYASALI KULLANILARAK ÜRETİLMİŞ OLAN YÜKSEK YOĞUNLUKLU LİF LEVHALARDA BAZI MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI 258

Bazı atık bitkisel yağlar uygulanmış tiama (*Entandrophragma angolense* (Welw.) C DC.) ahşabında renk parametrelerinin, beyazlık indeksinin ve parlaklık değerlerinin incelenmesi 266

TEMPERATURE DEPENDENCE OF BASIC ELECTRICAL PARAMETERS OF Ni/GO/p-Si/Al DIODE 276

EFFECTS OF GRAPHEN OXİDE (GO) MATERIAL ON THE CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS OF DIODES 282

DİZEL MOTORLARDA FARKLI YÜKLERDE BİYODİZEL+NANOPARTİKÜL KATKI MADDESİ KARIŞIMLARININ YANMA KARAKTERİSTİKLERİ, PERFORMANS VE EGZOZ EMİSYONLARINA ETKİLERİ 287

YAKIT KATKI MADDESİ OLARAK GÜMÜŞ OKSİT (Ag_2O) NANOPARTİKÜLÜN DİZEL MOTORDA PERFORMANSA ETKİSİ – DENEYSEL BİR ARAŞTIRMA 305

ATIK LASTİK BOYUTUNUN UÇUCU KÜL ESASLI GEOPOLİMER HARÇLARA ETKİSİ 317

ATIK SU ANALİZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KÜMELEME YÖNTEMİ 326

Fe_3O_4/SiO_2/PAM Manyetik Malzeme Sentezi, Atık Sulardan Cd^{2+} Giderimi ve CCD-RSM Modeli ile Optimizasyonu 333

FOURIER DÖNÜŞÜMLÜ KIZILÖTESİ SPEKTROSKOPİSİ VE MAKİNE ÖĞRENMESİ KULLANILARAK POLİOLLERDE BAZI KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİN ÖNGÖRÜLMESİ 342

THE EFFECT of Ni on PHOTOCATALYTIC PERFORMANCE of $CoWO_4$ UNDER VISIBLE LIGHT İRRADIATION 344

ATIK SULARDAN AĞIR METAL GİDERİMİ İÇİN $FE_3O_4/SİO_2$/PAM MANYETİK MALZEME SENTEZİ VE CCD-RSM MODELİ İLE OPTİMİZASYONU 350

ANTICORROSION BEHAVIOUR OF POLY(ANİLİNE-co-N-METHYLANİLİNE) FILM ON ZNNI PLATED ELECTRODE 359

POLY(N-METHYPYRROLE-CO-O-ANİSİDİNE) COATİNG ON ZNNİ PLATED CARBON STEEL 365

GÜÇ SİSTEM ARIZALARININ İŞLETME KOŞULLARINA VE GÜÇ AKIŞINA ETKİLERİ 371

ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİNİN AKILLI ŞEBEKELERE ENTEGRASYONU 377

HELİSEL DÖNÜŞ UÇUŞUNDA PALE DARALMASININ HELİKOPTER KONTROL ÇABASI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ELE ALINMASI 382

ELECTROCHEMICAL DETECTION OF DOPAMINE RELEASED FROM LIVING CELLS USING A REDOX CYCLING-BASED DEVICE 389

DESIGN AND ANALYSIS OF TELESCOPIC TRUCK-MOUNTED CRANE 395

ENERGY PRODUCTION FROM FLOATING SOLAR PANELS ON DAMS: A CASE STUDY 409

KABLOSUZ SENSÖR AĞLARINDA GÖRÜNTÜ İLETİMİNDE KULLANILMAK İÇİN MALİYETİ DÜŞÜK VE GÜVENLİ VERİ İLETİM KATMANININ GELİŞTİRİLMESİ 421

PRODUCTION OF RECOMBINANT PROTEINS USING *Pichia pastoris* EXPRESSION SYSTEM 431

SYNTHESIS OF MAGNETIC NANOPARTICLES FOR IMMOBILIZATION OF 438

YEAST CELLS 438

GEBELİKTE TAMAMLAYICI VE ALTERNATİF TIP YÖNTEMLERİNDEN FİTOTERAPİNİN KULLANIMI 443

PLASENTOFAJİ: NE BİLİYORUZ? 449

ACİL SERVİSE KARIN AĞRISI İLE BAŞVURAN GEBE HASTALARIN İNFLAMASYON BELİRTEÇLERİ VE KLİNİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 454

THE ROLE OF FAT MASS AND OBESITY-ASSOCIATED (FTO) GENE IN OBESITY 466

'STUDENT OPINIONS ON LEARNING RADIOLOGICAL ANATOMY COURSE WITH HYBRID EDUCATION IN THE POST-COVID-19 PERIOD' 471

DENİZ DOĞAL ÜRÜNLERİ-BENZERLİK BAZLI BİLEŞİKLERİN KANSERE KARŞI TARANMASI VE HESAPLAMALI İLAÇ KEŞFİ 478

İTHAL KÖMÜRLÜ TERMİK SANTRALLERİN STOK BAZLI YAKIT MALİYETİ 480

YENİLENEBİLİR ENERJİYE DAYALI TÜRKİYE ELEKTRİK KURULU GÜCÜNÜN ENDEKS SAYILARI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ 489

INELASTIC BEHAVIOR OF A BAR STRUCTURAL ELEMENT IN TEMPERATURE ENVIRONMENT 496

THERMAL VIBRATION OF SANDWICH PLANES WITH FUNCTIONALLY GRADED LAYERS AND POROUS CORE 504

TRIBOLOGICAL PERFORMANCE OF POLYSULPHONE (PSU) AND GLASS FIBER REINFORCED PSUCOMPOSITE AGAINST DIFFERENT POLYMER COUNTERPARTS 511

THE EFFECT OF APPLIED LOAD ON TRIBOLOGICAL PERFORMANCE OF ULTRA-HIGH MOLECULAR WEIGHT POLYETHYLENE 520

PİYASADA SATIŞA SUNULAN TON BALIĞI KONSERVELERİNİN KOBALT, NİKEL, STRONSİYUM VE BARYUM YÖNÜNDEN İNCELENMESİ 528

AN EVALUATION OF INSTITUTIONAL TWITTER (X) USAGE AMONG TURKIYE GEOGRAPHY DEPARTMENTS 537

TÜRKİYE EGE BÖLGESİ PAMUK ALANLARINDA PAMUK UNLUBİTİ (*PHENACOCCUS SOLENOPSİS* TİNSLEY (HEMİPTERA: PSEUDOCOCCİDAE))' NİN SON DURUMU 545

AN INNOVATIVE APPROACH FOR PRESSURE VESSEL DESIGN OPTIMIZATION USING CHAOTIC MOUNTAIN GAZELLE OPTIMIZER 546

OPTIMAL CONTROL STRATEGIES FOR SPEED CONTROL OF PERMANENT-MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR DRIVES 554

NSGA BASED OPTIMAL VOLT / VAR CONTROL IN DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISPERSED GENERATION 555

SIGNATURE RECOGNITION USING CONJUGATE GRADIENT NEURAL NETWORKS 556

SPECTRAL ENTROPY EMPLOYMENT IN SPEECH ENHANCEMENT BASED ON WAVELET PACKET 557

STUDY AND ENHANCEMENT OF FLASH EVAPORATION DESALINATION UTILIZING THE OCEAN THERMOCLINE AND DISCHARGED HEAT 558

INTRODUCING AN IMAGE PROCESSING BASE IDEA FOR OUTDOOR CHILDREN CARING 559

DEVICE DISCOVER: A COMPONENT FOR NETWORK MANAGEMENT SYSTEM USING SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL 560

THEMATIC ROLE EXTRACTION USING SHALLOW PARSING 561

SHED SNAKE SKINS: A NATURAL RESOURCE FOR BIOMIMETIC MEMBRANES – ADVANCING PERMEATION STUDIES AND DRUG DELIVERY APPLICATIONS 562

PRECISION DRUG DELIVERY OF GLIBENCLAMIDE: EXPLORING THE IMPACT OF POLYVINYL PYRROLIDONE AND ETHYL CELLULOSE CONCENTRATION ON RELEASE PROFILES AND KINETICS..... 563

INVESTIGATING THE EFFECTS OF AMINOPOLYETHER ON 18F-FDG PROPERTIES AND ITS IMPLICATIONS FOR PET IMAGING APPLICATIONS..... 564

ENDOPHYTES AS A NEW SOURCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS: ISOLATION AND IDENTIFICATION OF FIBRINOLYTIC PROTEASE-PRODUCING FUNGI FROM HIBISCUS LEAVES..... 565

FROM CONCEPT TO REALITY: THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MECHANICAL FORCE GAUGE FOR SQUARE WATERMELON MOLDING..... 566

Dr. Bedi Neayti Singh Phd. Candidate Balvinder Thakur, ... 566

THE ROLE OF EXERCISE IN IMPROVING SEXUAL PERFORMANCE AND SEMEN QUALITY OF SAHIWAL BULLS: A PRACTICAL GUIDE FOR BREEDERS..... 567

Assis. Prof. Dr. Rathapon , Dr.Sorrachitawatwong, Nardauma Pouthai 567

Assoc. Prof. in Department of Mechanical Engineering, YMCA University of Science & Technology, India 567

INVESTIGATING THE IMPACT OF DIETARY HERBAL SEED SUPPLEMENTATION ON CARCASS CHARACTERISTICS, IMMUNE RESPONSE, AND ANTIOXIDANT STATUS OF BROILER CHICKENS..... 568

EVALUATION OF URBAN LAND DEVELOPMENT DIRECTION IN KABUL CITY, AFGHANISTAN..... 569

RENEWED URBAN WATERFRONT: SPATIAL CONDITIONS OF A CONTEMPORARY URBAN SPACE TYPOLOGY..... 571

URBAN ECOLOGICAL INTERACTION: AIR, WATER, LIGHT AND NEW TRANSIT AT THE HUMAN SCALE OF BARCELONA'S SUPERILLES..... 572

PERFORMANCE EVALUATION OF A 'PRIORITY-CONTROLLED' INTERSECTION CONVERTED TO SIGNAL-CONTROLLED INTERSECTION 573

DISCUSSION ABOUT FREQUENT ADJUSTMENT OF URBAN MASTER PLANNING IN CHINA: A CASE STUDY OF CHANGSHOU DISTRICT, CHONGQING CITY 574

HYBRID LIVING: EMERGING OUT OF THE CRISES AND DIVISIONS 575

DEVELOPMENT OF MOLECULAR IMPRINTED POLYMERS (MIPS) FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF CARBAMAZEPINE FROM AQUEOUS SOLUTION..... 576

PENTACHLOROPHENOL REMOVAL VIA ADSORPTION AND BIODEGRADATION 577

Sanae Kaewnopparat, Nattha Kaewnopparat..... 578

N. Namviriyachote, N. Bang, P. Aramwit..... 579

VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN..... 580

ANTIBACTERIAL CAPACITY OF PLUMERIA ALBA PETALS 581

NUMERICAL TREATMENT OF MATRIX DIFFERENTIAL MODELS USING MATRIX SPLINES 582

APPLICATION OF INTUITIONISTIC FUZZY CROSS ENTROPY MEASURE IN DECISION MAKING FOR MEDICAL DIAGNOSIS..... 583

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF POLYANILINE (PANI)-PLATINUM NANOCOMPOSITE ... 584

ESTIMATION OF THE MEAN OF THE SELECTED POPULATION..... 585

A NEW MODIFICATION OF NONLINEAR CONJUGATE GRADIENT COEFFICIENTS WITH GLOBAL CONVERGENCE PROPERTIES 586

SOME RESULTS ON THE GENERALIZED HIGHER RANK NUMERICAL RANGES 587

TO DESIGN HOLISTIC HEALTH SERVICE SYSTEMS ON THE INTERNET 588
PERVASIVE COMPUTING IN HEALTHCARE SYSTEMS 589
SECURITY ARCHITECTURE FOR AT-HOME MEDICAL CARE USING SENSOR NETWORK 590
EXPLORING THE APPLICATION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FACTORS IN ESFAHAN UNIVERSITY'S MEDICAL COLLEGE 591
ON THE ANALYSIS OF A COMPOUND NEURAL NETWORK FOR DETECTING ATRIO VENTRICULAR HEART BLOCK (AVB) IN AN ECG SIGNAL 592
NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY 593
VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN 594
SEX DIFFERENCES IN THYROID GLAND STRUCTURE OF RABBITS 595
OLIVE LEAVES EXTRACT RESTORED THE ANTIOXIDANT PERTURBATIONS IN RED BLOOD CELLS HEMOLYSATE IN STREPTOZOTOCIN INDUCED DIABETIC RATS 596
THE EFFECTS OF GARLIC OIL (ALLIUM SATIVA), TURMERIC POWDER (CURCUMA LONGA LINN) AND MONENSIN ON TOTAL APPARENT DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS IN BALOOCHI LAMBS 597
THE EFFECT OF SELECTIVE CYCLOOXYGENASE (COX) INHIBITORS ON JAPANESE MEDAKA (ORYZIAS LATIPES) REPRODUCTION PARAMETERS 598
THE RELATIONSHIP BETWEEN EXCRETA VISCOSITY AND TMEN IN SBM 599
PRAGATI NODE POPULARITY (PNP) APPROACH TO IDENTIFY CONGESTION HOT SPOTS IN MPLS 600
EFFECT OF L-ARGININE ON NEUROMUSCULAR TRANSMISSION OF THE CHICK BIVENTER CERVICIS MUSCLE 601
EFFECT OF VARIOUS POLLEN SOURCES TO ABILITY FRUIT SET AND QUALITY IN ‘LONG RED B’ WAX APPLE 603
ISOLATION AND IDENTIFICATION FIBRINOLYTIC PROTEASE ENDOPHYTIC FUNGI FROM HIBISCUS LEAVES IN SHAH ALAM 604
ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON NANOTUBE BASED SUPERCAPACITOR 605
STATISTICAL MODELING FOR PERMEABILIZATION OF A NOVEL YEAST ISOLATE FOR B-GALACTOSIDASE ACTIVITY USING ORGANIC SOLVENTS 606
INFLUENCE OF THE FIELD TYPE (MOUNTAIN AND PLAIN) ON THE CUPRIC STATUS OF LAMBS 607
DENSITY, STRENGTH, THERMAL CONDUCTIVITY AND LEACHATE CHARACTERISTICS OF LIGHT-WEIGHT FIRED CLAY BRICKS INCORPORATING CIGARETTE BUTTS 608
CHANNEL LENGTH MODULATION EFFECT ON MONOLAYER GRAPHENE NANORIBBON FIELD EFFECT TRANSISTOR 609
EXPERIMENTAL STUDY ON MECHANICAL PROPERTIES OF COMMERCIALLY PURE COPPER PROCESSED BY SEVERE PLASTIC DEFORMATION TECHNIQUE-EQUAL CHANNEL ANGULAR EXTRUSION 610
SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF RECYCLED ISOTACTIC POLYPROPYLENE NANOCOMPOSITES CONTAINING DATE WOOD FIBER 611
DETECTING AND MEASURING FABRIC PILLS USING DIGITAL IMAGE ANALYSIS 612
THE INFLUENCE OF SURFACE POTENTIAL ON THE KINETICS OF BOVINE SERUM ALBUMIN ADSORPTION ON A BIOMEDICAL GRADE 316LVM STAINLESS STEEL SURFACE 613
REMOVAL OF COPPER AND ZINC IONS ONTO BIOMODIFIED PALM SHELL ACTIVATED CARBON 614

EXISTENCE OF WEAK SOLUTION FOR A NONLINEAR STEKLOV BOUNDARY PROBLEM

Prof. Dr. Zehra Yücedağ

Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi Matematik, Orcid: https://orcid.org/0000-0003-1950-0163

ABSTRACT

In study paper we are concerned with the existence of nontrivial solutions for the nonlinear Steklov boundary value problem. We show that the existence a nontrivial weak solution, by using min-max method in variable exponent Sobolev spaces

Key Words. Variational method, Steklov boundary value problem, $p(x)-$Laplace type operator.

1.INTRODUCTION

We study the following problem

$$\begin{cases} -div(a(x,\nabla u)) = g(x,u), & x \in \Omega \\ a(x,\nabla u)\dfrac{\partial u}{\partial \upsilon} = \lambda m(x)|u|^{n(x)-2}u, & x \in \partial\Omega, \end{cases} \quad (E)$$

where $\Omega \subset R^N$ $(N \geq 2)$ is a bounded with smooth boundary, $p(x) \in C(\overline{\Omega})$ such that $p^- := \inf_{x\in\overline{\Omega}} p(x) > 1$, $m(x) \in L^\infty(\Omega)$ is weight function such that $ess\inf_{x\in\overline{\Omega}} m(x) > 0$,

$g : \partial\Omega \text{ x } \mathrm{R} \to R$ is a Carathéodory condition, λ is a positive parameter, $\dfrac{\partial u}{\partial \upsilon}$ is the outer unit normal derivative on $\partial\Omega$, $a(x,\varsigma) : \overline{\Omega} \text{ x } \mathrm{R}^{\mathrm{N}} \to R^N$ is the continuous derivative with respect to ς of the mapping $A(x,\varsigma) : \overline{\Omega} \text{ x } \mathrm{R}^{\mathrm{N}} \to R^N$ and $div(a(x,\nabla u))$ is $p(x)-$Laplacian type operatör.

In this study, we assume that A and a satisfy the following conditions

(A1) $|a(x,\varsigma)| \leq c\left(1+|\varsigma|^{p(x)-1}\right)$, for all $x \in \overline{\Omega}$ and all $\varsigma \in R^N$,

(A2) $A(x,0) = 0$, for all $x \in \overline{\Omega}$,

(A3) The monotonicity condition $(a(x,\varepsilon)-a(x,\eta)).(\varepsilon-\eta) \geq 0$, holds for all $x \in \overline{\Omega}$ and all $\varsigma,\eta \in R^N$, with equality if and only if $\varsigma = \eta$,

(A4) $|\varsigma|^{p(x)-1} \leq a(x,\varsigma).\varsigma \leq p(x).A(x,\varsigma)$ for all $x \in \overline{\Omega}$ and all $\varsigma \in R^N$,

Recently, many authors have considered the nonlinear boundary value problems similiar to **(E)** [2,3,4,5,8,10,11]. In [6], using the Ljusternik–Schnirelmann principle and a new variational technique, they proved that the following Steklov eigenvalue problem has infinitely many positive eigenvalue sequences:

$$\begin{cases} -div(a(x,\nabla u)) = 0, x \in \Omega \\ a(x,\nabla u)\upsilon = \lambda m(x)|u|^{p(x)-2}u, x \in \partial\Omega, \end{cases}$$

Theorem 1.1. Assume that (A1)-(A4) and the following conditions hold

(g1) $G : \Omega xR \to R$ is a function such that

$$G(x,tu) = t^{q(x)}G(x,u),\ t > 0 \text{ and } \forall (x,u) \in \Omega xR,\ 1 < q(x) < \mathrm{p(x)} < N$$

where $n(x) \in \mathrm{C}(\overline{\Omega})$. Put $G(x,\tau) := \int_0^\tau g(x,s)ds$,

(g2) There exists $\Omega_0 \subset\subset \Omega$ with $meas(\Omega_0) > 0$ such that $G(x,t) > 0, \forall x \in \Omega_0, t \in R$,

(g3) $1 < n^+ < p^- := \inf_{x\in\partial\Omega} p(x) < p^\partial(x)$ for all $x \in \partial\Omega$.

where

$$p*(x) = \begin{cases} \dfrac{Np(x)}{N-p(x)}, & N > p(x) \\ \infty, & N \le p(x) \end{cases} \quad \text{and} \quad p^\partial(x) = \begin{cases} \dfrac{(N-1)p(x)}{N-p(x)}, & N > p(x) \\ \infty, & N \le p(x) \end{cases}.$$

Then for all $\lambda > 0$, problem **(E)** has at least one nontrivial weak solution with negative energy.

Remark 1.2. By assumption (g1) , there exist $c_1, c_2 > 0$ such that

$|G(x,u)| \le c_1|u|^{q(x)}$ and $g(x,u) \le c_2|u|^{q(x)-1}$, for all $x \in \Omega$.

2. PRELIMINARIES

We first recall some facts on the variable exponent space $L^{p(x)}(\Omega), W^{1,p(x)}(\Omega))$ and $W_0^{1,p(x)}(\Omega)$[1,3,4,7,10]. Set

$$\mathrm{C}_+(\overline{\Omega}) = \{\mathrm{p};\ \mathrm{p(x)} \in \mathrm{C}(\overline{\Omega}), \inf\ \mathrm{p(x)} > 1, \text{for all } \mathrm{x} \in \overline{\Omega}\}.$$

For any $p(x) \in \mathrm{C}_+(\overline{\Omega})$, we can write

$$1 < p^- := \inf_{x\in\overline{\Omega}} p(x) \le p^+ := \sup_{x\in\overline{\Omega}} p(x) < \infty$$

and define the variable exponent Lebesgue space by

$$L^{p(x)}(\Omega) = \{u | u : \Omega \to R \text{ is measurable, such that } \int_\Omega |u(\mathrm{x})|^{p(x)}dx < \infty\ \}$$

We recall the following so-called Luxemburg norm, on this space defined by the formula

$$|u|_{p(x)} := \inf\left\{\lambda > 0 : \int_\Omega \left|\frac{u(x)}{\lambda}\right|^{p(x)} dx \le 1 \right\}.$$

$\left(L^{p(x)}(\Omega), |u|_{p(x)}\right)$ becomes a Banach space.

Similarly,we can denote $p(x) \in C_+(\partial\Omega)$ and for a given measurable function $m(x) : \partial\Omega \to R$, we define the weighted variable exponentLebesgue space by

$$L^{p(x)}_{m(x)}(\partial\Omega) = \{u | u : \partial\Omega \to R \text{ is measurable, such that } \int_{\partial\Omega} |m(x)| |u(x)|^{p(x)} d\sigma < \infty \}$$

with norm

$$|u|_{L^{p(x)}_{m(x)}(\partial\Omega))} = \inf\left\{\gamma > 0 : \int_{\partial\Omega} |m(x)| \left|\frac{u(x)}{\gamma}\right|^{p(x)} d\sigma \le 1 \right\}$$

The variable exponent Sobolev space $W^{1,p(x)}(\Omega)$ is denined by

$$W^{1,p(x)}(\Omega) = \{u \in L^{p(x)}(\Omega) : |\nabla u| \in L^{p(x)}(\Omega)\}$$

with the norm,

$$|u|_{1,p(x)} = |u|_{p(x)} + |\nabla u|_{p(x)}, \ \forall u \in W^{1,p(x)}(\Omega).$$

The space $W_0^{1,p(x)}(\Omega)$ is denoted as the closure of $C_0^\infty(\Omega)$ in $W^{1,p(x)}(\Omega)$ with respect to the norm $|u|_{1,p(x)}$. For $u \in W_0^{1,p(x)}(\Omega)$, we can define an equivalent norm $\|u\| = |\nabla u|_{p(x)}$.

The modular of the $L^{p(x)}(\Omega)$space, which is the mapping $\Psi_{p(x)}(u) : L^{p(x)}(\Omega) \to R$ defined by

$$\Psi_{p(x)}(u) = \int_\Omega |u|^{p(x)} dx, \ \ \forall u \in L^{p(x)}(\Omega).$$

Proposition 2.1. [7,10] If $u, u_n \in L^{p(x)}(\Omega)$ (n=1,2,...) and $p^+ < \infty$, we have

i) $|u|_{p(x)} = 1 (<1, >1) \Leftrightarrow \Psi_{p(x)}(u) = 1 (<1, >1)$

ii) $\min\left(\|u\|^{p^-}_{p(x)}, \|u\|^{p^+}_{p(x)}\right) \le \Psi_{p(x)}(u) \le \max\left(\|u\|^{p^-}_{p(x)}, \|u\|^{p^+}_{p(x)}\right)$

iii) $|u_n|_{p(x)} \to 0 (\to \infty) \Leftrightarrow \Psi_{p(x)}(u_n) \to 0 (\to \infty)$

iv) $|u_n - u|_{p(x)} \to 0 (\infty) \Leftrightarrow \Psi_{p(x)}(u_n - u) \to 0 (\infty)$

Proposition 2.2. [1,8,11] We define $\phi_{p(x)}(u) = \int_{\partial\Omega} m(x) |u|^{p(x)} d\sigma$, for all $u \in L^{p(x)}_{m(x)}(\partial\Omega))$, we have

i) $|u|_{L^{p(x)}(\partial\Omega)} \ge 1 \Rightarrow |u|^{p^-}_{L^{p(x)}(\partial\Omega)} \le \phi_{p(x)}(u) \le |u|^{p^+}_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}$

ii) $|u|_{L^{p(x)}(\partial\Omega)} \le 1 \Rightarrow |u|^{p^+}_{L^{p(x)}(\partial\Omega)} \le \phi_{p(x)}(u) \le |u|^{p^-}_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}$

Proposition 2.3. [2,6,7,11]

i) If $1 < p^- \le p^+ < \infty$ then the spaces $L^{p(x)}(\Omega)$, $W^{1,p(x)}(\Omega)$ and $W_0^{1,p(x)}(\Omega)$ are separable, reflexive and uniformly convex Banach spaces,

ii) If $q(x) \in C_+(\overline{\Omega})$ and $1 \le q(x) < p*(x)$ for all $x \in \overline{\Omega}$, then the embedding $W^{1,p(x)}(\Omega) \to L^{q(x)}(\Omega)$ is compact and continuous,

iii) If $n(x) \in C_+(\partial\Omega)$ and $1 \le n(x) < p^{\partial}(x)$ for all $x \in \partial\Omega$, then the trace embedding $W^{1,p(x)}(\Omega) \to L^{n(x)}_{m(x)}(\partial\Omega)$ is compact and continuous.

iv) Poincaré inequality, i.e. there exists a positive constant $C > 0$ such that $\|u\| \le C|\nabla u|_{p(x)}$, for all $u \in W^{1,p(x)}(\Omega)$.

3. MAIN RESULTS

Let X denote the variable exponent Sobolev space $W_0^{1,p(x)}(\Omega)$.

We say that $u \in X$ is a weak solution of **(E)** if

$$\int_\Omega a(x,\nabla u)\nabla \upsilon dx - \int_\Omega g(x,u)\upsilon dx - \lambda \int_{\partial\Omega} m(x)|u|^{p(x)-2} u\upsilon d\sigma = 0$$

for all $\upsilon \in X$.

The energy functional corresponding to problem **(E)** is defined as $I_\lambda : X \to R$

$$I_\lambda(u) = \int_\Omega A(x,\nabla u)dx - \int_\Omega G(x,u)dx - \lambda \int_{\partial\Omega} m(x)\frac{1}{n(x)}|u|^{n(x)} d\sigma$$

where $\Lambda(u) = \int_\Omega A(x,\nabla u)dx$ and $\Phi(u) = \int_\Omega G(x,u)dx$.

Proposition 3.1. [2,8,10] If one denotes

$$J(u) = \int_{\partial\Omega} \frac{m(x)}{n(x)}|u|^{n(x)} d\sigma, \forall u \in X,$$

where $n(x) \in C_+(\partial\Omega)$ and $1 \le n(x) < p^{\partial}(x)$ for any $x \in \partial\Omega$, then $J \in C^1(X,R)$ and the derivative operator of J, denoted by J', is

$$\langle J'(u), v\rangle = \int_{\partial\Omega} m(x)|u|^{r(x)-2} uv d\sigma, \quad \forall u, v \in X,$$

and one has $J : X \to R$ and $J' : X \to X^*$ are sequentially weak- strongly continuous,bounded, namely, $u_n \to u$ (weakly) implies $J'(u_n) \to J'(u)$ (strongly contiuous) .

Lemma 3.2. [4]

i) A verifies the growth condition: $|A(x,\varsigma)| \le c_3\left(|\varsigma| + |\varsigma|^{p(x)}\right)$, for all $x \in \Omega$ and all $\varsigma \in R^N$.

ii) A is $\mathrm{p(x)}$ -homogeneous: $A(x,z\varsigma) \le A(x,\varsigma)z^{p(x)}$, for all $z \ge 1$, $x \in \Omega$ and all $\varsigma \in R^N$.

Lemma 3.3. [2,4,8,9,10]

i) The functional $\Lambda(u)$ is well-defined on X.

ii) The functional $\Lambda(u)$ is of class $C^1(X,R)$ and

$\left\langle \Lambda'(u), v \right\rangle = \int_\Omega a(x,\nabla u)\nabla v dx$, for all $u, v \in X$

iii)The functional $\Lambda(u)$ is weakly lower semi-continuos on X.

iv) I_λ is weakly lower semi-continuos on X.

v) I_λ is well-defined on X .

Hence, from Remark 1.2, Proposition 2.3, Proposition 3.1 and Lemma 3.3, it is easy to see that $I_\lambda(u) \in C^1(X,R)$ and the critical points of I_λ are weak solutions of **(E)** . Moreover, the derivate of I_λ is the mapping $I_\lambda : X \to R$

$$\left\langle I_\lambda'(u), v \right\rangle = \int_\Omega a(x,\nabla u)\nabla \upsilon dx - \int_\Omega g(x,u)\upsilon dx - \lambda \int_{\partial\Omega} m(x)|u|^{p(x)-2} u\upsilon d\sigma,$$

for any $u, v \in X$ [2,6].

Lemma 3.4. Assume that (A1)- (A4), (g1), (g2) and (g3), then functional I_λ is coercive on X.

Proof. Let $\|u\| > 1$. By Proposition 2.3, we have that the embedding $W^{1,p(x)}(\Omega) \to L^{n^\pm}_{m(x)}(\partial\Omega)$ and $W^{1,p(x)}(\Omega) \to L^{q^\pm}(\Omega)$ are continuous. Then, we can write constants $c_3, c_4, c_5, c_6 > 0$ for all $u \in X$ such that

$$\int_{\partial\Omega} m(x)|u|^{n^+} d\sigma \le c_3\|u\|^{n^+} \text{ and } \int_{\partial\Omega} m(x)|u|^{n^-} d\sigma \le c_4\|u\|^{n^-} \qquad (1.1)$$

$$\int_\Omega |u|^{q^+} dx \le c_5\|u\|^{q^+} \quad \text{and} \quad \int_\Omega |u|^{q^-} dx \le c_6\|u\|^{q^-} \qquad (1.2)$$

Moreover, for all $x \in \partial\Omega$

$$|u|^{n(x)} \le |u|^{n^+} + |u|^{n^-} \qquad (1.3)$$

and for all $x \in \Omega$,

$$|u|^{q(x)} \le |u|^{q^+} + |u|^{q^-} \qquad (1.4)$$

If we use Remark 1.2, Proposition 2.1, Proposition 2.2, (A4) and the inequalities (1.1)- (1.4), we can have

$$\begin{aligned} & I_\lambda(u) \\ & \geq \int_\Omega \frac{1}{p(x)}|\nabla u|^{p(x)}dx - \int_\Omega \left(|u|^{q^+} + |u|^{q^-}\right)dx - \frac{\lambda}{n^-}\int_{\partial\Omega}\left(m(x)|u|^{n^+} + m(x)|u|^{n^-}\right)d\sigma \\ & \geq \frac{c_7}{p^+}\|u\|^{p^-} - \max\left(c_5\|u\|^{q^-}, c_6\|u\|^{q^+}\right) - \frac{\lambda}{n^-}\max\left(c_3\|u\|^{n^-}, c_4\|u\|^{n^+}\right) \\ & \geq \frac{c_7}{p^+}\|u\|^{p^-} - c_8\|u\|^{q^+} - \frac{\lambda c_9}{n^-}\|u\|^{n^+} \end{aligned}$$

Since $n^+, q^+ < p^-$, we infer that $I_\lambda(u) \to \infty$ as $\|u\| \to \infty$. Then, I_λ is coercive on X.

Lemma 3.5. Assume that (g1), (g2), (g3) and (A1)- (A4) hold. Then there exists $\varphi \in X$ such that $\varphi \geq 0, \varphi \neq 0$ and $I_\lambda(t\varphi) < 0$ for $t > 0$ small enough.

Proof.

From **(**g3**),** we have that $1 < n^+ < \mathrm{p}^- \leq p^+ < p^\partial(x)$ for all $x \in \Omega$. Let $\varepsilon_0 > 0$ such that $n_0^- + \varepsilon_0 < p_0^-$. So, $n(x) \in C(\overline{\Omega_0})$, it follows that there exists an open set $\Omega_1 \subset\subset \Omega_0 \subset\subset \Omega$ such that $|n(x) - n_0^-| < \varepsilon_0$ for all $x \in \Omega_1$.

Let $\varphi \in C_0^\infty(\Omega)$ be such that $\mathrm{supp}(\varphi) \subset \Omega_1 \subset \Omega_0$, $\varphi = 1$ in a subset $\Omega_1' \subset \mathrm{supp}(\varphi)$ and $0 \leq \varphi(x) \leq 1$ in Ω_1. Then, by (g2) and Lemma 3.2, we find

$$\begin{aligned} & I_\lambda(t\varphi) = \\ & \int_\Omega A(x, \nabla t\varphi)dx - \int_\Omega G(x, t\varphi)dx - \lambda\int_{\partial\Omega} m(x)\frac{1}{n(x)}|t\varphi|^{n(x)}d\sigma \\ & \leq \frac{c_{10}t^{p_0^-}}{p_0^-}\int_\Omega A(x, \nabla\varphi)dx - c_{11}t^{q_0^+}\int_\Omega G(x, t\varphi)dx - \lambda\frac{t^{n_0^- + \varepsilon_0}}{n_0^+}\int_{\partial\Omega} m(x)|\varphi|^{n(x)}d\sigma \end{aligned}$$

for $t < \delta^{1/\left(p_0^- - q_0^+ - n_0^- - \varepsilon_0\right)}$ with

$$0 < \delta < \min\left\{1, \frac{p_0^-\left(c_{11}\int_{\Omega_1} G(x, \psi)dx + \lambda c_{12}\int_{\Omega_1} m(x)|\psi|^{n(x)}d\sigma\right)}{c_{10}\int_{\Omega_0} A(x, \nabla\psi)dx}\right\},$$

Finally, for $t > 0$ small enought, we have $I_\lambda(t\varphi) < 0$. The proof of Lemma 3.5 is complete.

Proof of Theorem 1.1. We use the fact that $I_\lambda \in C^1(X, R)$, then it is weakly lower semi continuous from Lemma 3.3. From Lemma 3.4, I_λ is coercive then here exists a global minimizer in X and using Lemma 3.5, there exists u that the $I_\lambda(u) < 0$ [8].

REFERENCES

[1] Ben Ali K., Ghanmi, A. and Kefi, K., "On the Steklov problem involving the p(x)-Laplacian with indefinite weight", *Opuscula Math*., 37(6),779–794, 2017.

[2] Deng SG., Eigenvalues of the p(x)-Laplacian Steklov problem. JMath Anal Appl. 2008;339:925–937.

[3] Fan X.L., Shen J. and Zhao D., Sobolev embedding theorems for spaces W^{k,p(x)}(Ω), J. Math Anal Appl., 262, (2001), pp.749-760.

[4] Mashiyev R.A., Cekic B., Avci M. and Yucedag Z., Existence and multiplicity of weak solutions for nonuniformly elliptic equations with nonstandard growth condition, Complex Variables and Elliptic Equations, 57 (2012), no. 5, 579–**595.**

[5] Ourraoui, A., "Existence and uniqueness of solutions for Steklov problem with variable exponent, Adv. in the Theory of Nonlinear", Advances in the Theory of Nonlinear Analysis and its Applications, 5 (1), 158-166, 2021.

[6] Karim B., Zerouali A.and Chakrone O., Steklov eigenvalue problem with a-harmonic solutions and variable exponents, Georgian Mathematical Journal · February 2020 DOI: 10.1515/gmj-2019-2079.

[7] Kovăčik O. and Răkosnik J., On spaces $L^{p(x)}(\Omega)$ and $W^{k,p(x)}(\Omega)$, Czechoslovak Math. J. 41 (1991), no.116, 592-618.

[8] Willem M., Minimax Theorems, Birkhauser, Basel, 1996.

[9] Yucedag, Z., "Variational approach for a Steklov problem involving nonstandard growth conditions", *AIMS Mathematics*, 8 (3), 5352-5368, 2022.

[10] Zerouali A., and Chakrone O. Anano A., Existence and multiplicity solutions results for elliptic problem with nonlinear conditions and variable exponents, Bol. Soc. Paran. Mat., v. 2 (33), (2015), pp. 121-131.

EXISTENCE NONTRIVIAL WEAK OF SOLUTIONS FOR STEKLOV BOUNDARY VALUE PROBLEM

Prof. Dr. Zehra Yücedağ[1], YL Öğrencisi, Muhammed Abdullahelnımır[2]

[1] Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi Matematik,

Orcid[1]: https://orcid.org/0000-0003-1950-0163

[2] Dicle üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitü Matematik,

Orcid[2]: https://orcid.org/0000-0002-0556- 9939

ABSTRACT

In the present paper, we study Steklov boundary value problem. By using Mountain Pass Theorem together with Ambrosetti- Rabinowitz type growth condition, we established the existence nontrivial weak of solutions.

Key Words: Mountain Pass Theorem, Ekeland Varyasyonel Prensibi, weak solution, Steklov boundary value.

1.INTRODUCTION

We are dealt with the following problem

$$\begin{cases} -div(a(x,\nabla u)) = g(x,u), x \in \Omega \\ a(x,\nabla u)\dfrac{\partial u}{\partial \upsilon} = \lambda m(x)|u|^{n(x)-2}u, x \in \partial\Omega, \end{cases} (E)$$

where $\Omega \subset R^N$ $(N \geq 2)$ is a bounded with smooth boundary, $p(x) \in C(\overline{\Omega})$ such that $p^- := \inf_{x\in\overline{\Omega}} p(x) > 1$, $m(x) \in L^\infty(\Omega)$ is weight function such that $ess\inf_{x\in\overline{\Omega}} m(x) > 0$, $g : \partial\Omega \text{ x } \mathrm{R} \to R$ is a Carathéodory condition, λ is a positive parameter, $\dfrac{\partial u}{\partial \upsilon}$ is the outer unit normal derivative on $\partial\Omega$, $a(x,\varsigma) : \overline{\Omega} \text{ x } \mathrm{R}^{\mathrm{N}} \to R^N$ is the continuous derivative with respect to ς of the mapping $A(x,\varsigma) : \overline{\Omega} \text{ x } \mathrm{R}^{\mathrm{N}} \to R^N$ and $div(a(x,\nabla u))$ is $p(x)-$ Laplacian type operatör.

In this study, we assume that A and a satisfy the following conditions

(A1) $|a(x,\varsigma)| \leq c\left(1+|\varsigma|^{p(x)-1}\right)$, for all $x \in \overline{\Omega}$ and all $\varsigma \in R^N$,

(A2) $A(x,0) = 0$, for all $x \in \overline{\Omega}$,

(A3) The monotonicity condition $(a(x,\varepsilon)-a(x,\eta)).(\varepsilon-\eta) \geq 0$, holds for all $x \in \overline{\Omega}$ and all $\varsigma,\eta \in R^N$, with equality if and only if $\varsigma = \eta$,

(A4) $|\varsigma|^{p(x)-1} \le a(x,\varsigma).\varsigma \le p(x).A(x,\varsigma)$ for all $x \in \overline{\Omega}$ and all $\varsigma \in R^N$,

Moreover, throughout this paper,

$$p*(x)=\begin{cases}\dfrac{Np(x)}{N-p(x)}, & if N > p(x)\\ \infty, & N \le p(x)\end{cases} \quad \text{and} \quad p^{\partial}(x)=\begin{cases}\dfrac{(N-1)p(x)}{N-p(x)}, & if N > p(x)\\ \infty, & N \le p(x)\end{cases}$$

Theorem 1.1. Assume that the conditions (A1)- (A4), $p^+ < n^- \le n(x) < p^{\partial}(x)$, $\theta < r^-$ and the following conditions hold:

(g1) $g : \overline{\Omega}$ x R $\to R$ is a Carathéodory function and $p^+ < r^- \le r(x) < p*(x)$ for $r(x) \in C(\overline{\Omega})$

$$g(x,t) \le c_1 + c_2|t|^{r(x)-1},$$

where $c_1, c_2 > 0$ is a constant,

(g2) $g(x,t) = o\left(|t|^{p^+-1}\right), t \to 0$; for all $x \in \overline{\Omega}$ and $p^+ < r^-$,

(g3): Ambrosetti-Rabinowitz's type growth condition; there exist $M > 0$ and $p^+ < \theta$ such that

$$0 < \theta G(x,t) \le g(x,t)t, \ |t| \ge M,$$

for all $x \in \overline{\Omega}$.

Then problem (**E**) has at least one nontrivial weak solution for any $\lambda \in (0,\infty)$.

Problems of type (**E**) has been intensively studied by many authors [1,3,5,8,10,11]. Zerouali et al [11] used three critical points theorem of Ricceri to study the following elliptic

problem with nonlinear boundary conditions and variable exponent

$$\begin{cases}-div(a(x,\nabla u))+|u|^{p(x)-2}u = \lambda f(x,u), x \in \Omega\\ a(x,\nabla u)v = \mu g(x,u), x \in \partial\Omega,\end{cases}$$

They proved existence of three solutions for the above problem under appropriate conditions. Motivated from the above papers, we show existence results of weak solutions of problem (**E**).

2. PRELIMINARIES

We start with some preliminary basic results on the theory of variable exponent Lebesgue-Sobolev spaces.. $L^{p(x)}(\Omega), W^{1,p(x)}(\Omega))$ and $W_0^{1,p(x)}(\Omega)$, which will be used later, see [1,4,6,9,11]. Set

$$C_+(\overline{\Omega}) = \{p : p(x) \in C(\overline{\Omega}), \inf\ p(x) > 1, \forall\ x \in \overline{\Omega}\}.$$

For any $p(x) \in C_+(\overline{\Omega})$, we have $1 < p^- := \inf_{x\in\overline{\Omega}} p(x), p^+ := \sup_{x\in\overline{\Omega}} p(x) < \infty$

Similarly,we can also define $p(x) \in C_+(\partial\Omega)$, define the variable exponent Lebesgue space by

$$L^{p(x)}(\Omega) = \{u | u : \Omega \to R \text{ is measurable, such that } \int_\Omega |u(x)|^{p(x)} dx < \infty\ \},$$

and $m(x):\partial\Omega \to R$, we define the weighted variable exponentLebesgue space by

$$L^{p(x)}_{m(x)}(\partial\Omega)=\{u|u:\partial\Omega\to R \text{ is measurable, such that } \int_{\partial\Omega}|m(x)||u(x)|^{p(x)}d\sigma<\infty\}$$

where $d\sigma$ is the measure on the boundary. The norm defined in these two spaces

$$|u|_{p(x)}:=\inf\left\{\kappa>0:\int_{\Omega}\left|\frac{u(x)}{\kappa}\right|^{p(x)}dx\le 1\right\},$$

and

$$|u|_{L^{p(x)}_{m(x)}(\partial\Omega))}=\inf\left\{\gamma>0:\int_{\partial\Omega}|m(x)|\left|\frac{u(x)}{\gamma}\right|^{p(x)}d\sigma\le 1\right\}$$

$\left(L^{p(x)}(\Omega),|u|_{p(x)}\right)$ and $\left(L^{p(x)}_{m(x)}(\partial\Omega)),|u|_{p(x)}\right)$ become Banach space.

The variable exponent Sobolev space $W^{1,p(x)}(\Omega))$ is denined by

$$W^{1,p(x)}(\Omega)=\{u\in L^{p(x)}(\Omega):|\nabla u|\in L^{p(x)}(\Omega)\}$$

with the norm,

$$\|u\|_{W^{1,p(x)}(\Omega)}=\inf\left\{\beta>0:\int_{\Omega}\left(\left|\frac{u(x)}{\beta}\right|^{p(x)}+\left|\frac{\nabla u(x)}{\beta}\right|^{p(x)}\right)dx\le 1\right\}$$

or

$$\|u\|=|u|_{p(x)}+|\nabla u|_{p(x)},\ \forall u\in W^{1,p(x)}(\Omega).$$

The space $W_0^{1,p(x)}(\Omega)$ is denoted as the closure of $C_0^{\infty}(\Omega)$ in $W^{1,p(x)}(\Omega)$ with respect to the norm $|u|_{1,p(x)}$. For $u\in W_0^{1,p(x)}(\Omega)$, we can define an equivalent norm $\|u\|=|\nabla u|_{p(x)}$.

Proposition 2.1.[6,7] $L^{p'(x)}(\Omega)$ is the conjugate space of $L^{p(x)}(\Omega)$, where $1/p(x)+1/p'(x)=1$. Then, we write Hölder-Type inequality

$$\left|\int_{\Omega}uvdx\right|\le\left(\frac{1}{p^-}+\frac{1}{p^+}\right)|u|_{p(x)}|v|_{p'(x)},\ (1.1)$$

for any $u\in L^{p(x)}(\Omega)$ and $v\in L^{p'(x)}(\Omega)$.

The modular of the $L^{p(x)}(\Omega)$ space, which is the mapping $\varphi_{p(x)}(u):L^{p(x)}(\Omega)\to R$ defined by

$$\varphi_{p(x)}(u)=\int_{\Omega}|u|^{p(x)}dx,\ \ \forall u\in L^{p(x)}(\Omega).$$

Proposition 2.2. [6,10] If $u,u_n\in L^{p(x)}(\Omega)$ (n=1,2,...) and $p^+<\infty$, we have

i) $|u|_{p(x)}=1(<1,>1)\Leftrightarrow\varphi_{p(x)}(u)=1(<1,>1)$

ii) $\min\left(\|u\|_{p(x)}^{p^-}, \|u\|_{p(x)}^{p^+}\right) \le \varphi_{p(x)}(u) \le \max\left(\|u\|_{p(x)}^{p^-}, \|u\|_{p(x)}^{p^+}\right)$

iii) $|u_n|_{p(x)} \to 0(\to \infty) \Leftrightarrow \varphi_{p(x)}(u_n) \to 0(\to \infty)$

iv) $|u_n - u|_{p(x)} \to 0(\infty) \Leftrightarrow \varphi_{p(x)}(u_n - u) \to 0(\infty)$

Proposition 2.3. [1,8] We define $\rho_{p(x)}(u) = \int_{\partial\Omega} m(x)|u|^{p(x)} d\sigma$, for all $u \in L_{m(x)}^{p(x)}(\partial\Omega))$, we have

i) $|u|_{L^{p(x)}(\partial\Omega)} \ge 1 \Rightarrow |u|_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}^{p^-} \le \rho_{p(x)}(u) \le |u|_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}^{p^+}$

ii) $|u|_{L^{p(x)}(\partial\Omega)} \le 1 \Rightarrow |u|_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}^{p^+} \le \rho_{p(x)}(u) \le |u|_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}^{p^-}$

Proposition 2.4. [1,4,8,9]

i) If $1 < p^- \le p^+ < \infty$, then the spaces $L^{p(x)}(\Omega)$, $W^{1,p(x)}(\Omega)$ and $W_0^{1,p(x)}(\Omega)$ are reflexive, separable and uniformly convex Banach spaces,

ii) If $r(x) \in C_+(\overline{\Omega})$ and $1 \le r(x) < p*(x)$ for all $x \in \overline{\Omega}$ then the embedding $W^{1,p(x)}(\Omega) \to L^{r(x)}(\Omega)$ is compact and continuous,

iii) If $r(x) \in C_+(\partial\Omega)$ and $1 \le r(x) < p^{\partial}(x)$ for all $x \in \partial\Omega$ then the trace embedding $W^{1,p(x)}(\Omega) \to L^{r(x)}(\partial\Omega)$ is compact and continuous,

iv) Poincaré inequality, i.e. there exists a positive constant $C > 0$ such that $\|u\| \le C|\nabla u|_{p(x)}$, for all $u \in W^{1,p(x)}(\Omega)$.

Lemma 2.5 (Mountain Pass Theorem) [9]. Let X be a Banach spaces and the function $J \in C^1(X, R)$ satisfies Palais-Smale condition. Assume that $J(0) = 0$ and

i) There exists two positive real numbers η and r such that $J(u) \ge \eta$ with $\|u\| = r$,

ii) There exists $u_1 \in X$ such that $\|u_1\| > r$, and $J(u_1) < 0$.

Put $G = \{\phi \in C([0,1], X) : \phi(0) = 0, \phi(1) = u_1\}$. Set $\beta = \inf\{\max\phi([0,1]) : \phi \in G\}$. Then $\beta \ge r$ and β is a critical value of J

Lemma 2.6. (Ekeland Varyasyonel Prensibi) **[2]** Let X be a Banach spaces and $J_\lambda : X \to R$ the functional satisfy the following conditions

i) J_λ functional lower boundary on X,

ii) J_λ functional weakly lower semi continuous on X. Then, there exists $u_\varepsilon \in X$ such that

$$J_\lambda(u_\varepsilon) \le \inf_{u \in X} J_\lambda(u) + \varepsilon,$$

$$J_\lambda(u_\varepsilon) \le J_\lambda(u) + \varepsilon\|u_\varepsilon - u\|, \; u_\varepsilon \ne u$$

for $\forall \varepsilon > 0$.

3. MAIN RESULTS

Let X denote the variable exponent Sobolev space $W_0^{1,p(x)}(\Omega)$.

Definition 3.1. We say that $u \in X$ is a weak solution of **(E)** if

$$\int_\Omega a(x,\nabla u)\nabla \upsilon dx - \int_\Omega g(x,u)\upsilon dx - \lambda \int_{\partial\Omega} m(x)|u|^{p(x)-2}u\upsilon d\sigma = 0$$

for all $\upsilon \in X$.

The energy functional corresponding to problem **(E)** is defined as $J_\lambda : X \to R$

$$J_\lambda(u) = \int_\Omega A(x,\nabla u)dx - \int_\Omega G(x,u)dx - \lambda \int_{\partial\Omega} m(x)\frac{1}{n(x)}|u|^{n(x)}d\sigma$$

where $\Lambda(u) = \int_\Omega A(x,\nabla u)dx$ and $I(u) = \int_{\partial\Omega} m(x)\frac{1}{n(x)}|u|^{n(x)}d\sigma$.

Proposition 3.2. [3,8,11] If one denotes

$$I(u) = \int_{\partial\Omega} m(x)\frac{1}{n(x)}|u|^{n(x)}d\sigma, \forall u \in X,$$

where $r(x) \in C_+(\partial\Omega)$ and $r(x) < p*(x)$ for any $x \in \partial\Omega$, then $I \in C^1(X,R)$ and the derivative operator of I, denoted by I', is

$$\langle I'(u), v\rangle = \int_{\partial\Omega} m(x)|u|^{r(x)-2}uvd\sigma, \quad \forall u,v \in X,$$

and one has $I : X \to R$ and $I' : X \to X^*$ are sequentially weak- strongly continuous,bounded, namely, $u_n \to u$ (weakly) implies $I'(u_n) \to I'(u)$ (strongly contiuous) .

Lemma 3.3. [7]

i) A verifies the growth condition: $|A(x,\varsigma)| \le c_3\left(|\varsigma| + |\varsigma|^{p(x)}\right)$, for all $x \in \Omega$ and all $\varsigma \in R^N$.

ii) A is $p(x)$ -homogeneous: $A(x,z\varsigma) \le A(x,\varsigma)z^{p(x)}$, for all $z \ge 1$, $x \in \Omega$ and all $\varsigma \in R^N$.

Lemma 3.4. [7,8]

i)The functional $\Lambda(u)$ is well-defined on X

ii) The functional $\Lambda(u)$ is of class $C^1(X,R)$ and for all $u,v \in X$

$$\langle \Lambda'(u), v\rangle = \int_\Omega a(x,\nabla u)\nabla v dx,$$

iii) The functional $\Lambda(u)$ is weakly lower semi-continuos on X .

iv) J_λ is weakly lower semi-continuos on X .

v) J_λ is well-defined on X .

Therefore, from Proposition 2.3, Proposition 3.2 and Lemma 3.4, it is easy to see that $J_\lambda(u) \in C^1(X,R)$ and the critical points of J_λ are weak solutions of **(1.1)** . Moreover, the derivate of J_λ is the mapping $J_\lambda' : X \to X^*$

$$\left\langle J_\lambda'(u), v \right\rangle = \int_\Omega a(x,\nabla u)\nabla \upsilon dx - \int_\Omega g(x,u)\upsilon dx - \lambda \int_{\partial\Omega} m(x)|u|^{p(x)-2} u\upsilon d\sigma$$

for any $u, v \in X$ **[8,9].**

Lemma 3.5. Under assumptions **(g1)- (g3)** and **(A1)- (A4)** , there exists $u_1 \in X$ such that $\|u_1\| > \eta$ and $J_\lambda(u_1) < 0$.

Proof .

Let $u \in X$ and $t > 1$. Using **(g3),** we can find $|G(x,t)| \geq c_8 |t|^\theta$ for all $(x,t) \in \Omega \times R$ and $c_8 > 0$ is constant. So, from Lemma 3.3, we have

$$\varphi_\lambda(t\phi) = \int_\Omega A(x,t\phi)dx - \int_\Omega G(x,t\phi)dx - \lambda \int_{\partial\Omega} \frac{m(x)}{n(x)} t\phi^{n(x)} d\sigma$$

$$\leq \frac{c_9 t^{p^+}}{p^-} \int_\Omega A(x,\nabla\phi)dx - \frac{\lambda t^{n^-}}{n^+} \int_\Omega m(x)|\phi|^{n(x)} dx - \lambda c_8 t^\theta \int_{\partial\Omega} |\phi|^\theta d\sigma$$

[10] where $c_9 > 0$ is a constant. Since $p^+ < \theta$, we show that $J_\lambda(t\phi) < 0$ as $t \to \infty$. There exists $u_1 = t\phi \in X$ such that $\|u_1\| > \eta$ and $J_\lambda(u_1) < 0$.

Lemma 3.6. Assume that (A1)- (A4) conditions hold. Then, there exists two positive real numbers η and ρ we have $J_\lambda(u) \geq \rho > 0$ for any for any $\lambda \in (0,\infty)$ and any $u \in X$ with $\|u\| = \eta \in (0,1)$.

[11] ***Proof.*** Let $\|u\| < 1$. From **(g1)** and **(g2),** we give

[12] $$|G(x,u)| \leq \varepsilon |u|^{p^+} + c_\varepsilon |u|^{r(x)}, \text{ for all } (x,u) \in \Omega \times \mathrm{R} \qquad \textbf{(3.1)}$$

[13] where $\varepsilon, c_\varepsilon > 0$ are constants.

[14] Moreover, from Proposition 2.2, Proposition 2.3, $p^+ < r(x)$, $p^+ < r^-$, (3.1) and (A4), we have

[15]
$$J_\lambda(v) = \int_\Omega A(x,\nabla u)dx - \int_\Omega G(x,u)dx - \lambda \int_{\partial\Omega} \frac{m(x)}{n(x)} |u|^{n(x)} d\sigma$$

$$\geq \int_\Omega \frac{1}{p(x)} |\nabla u|^{p(x)} dx - \lambda \int_{\partial\Omega} m(x) \frac{1}{n(x)} |u|^{n(x)} d\sigma - \int_\Omega \varepsilon |u|^{p^+} dx - \int_\Omega c_\varepsilon |u|^{r(x)} dx$$

(3.2)

[16] By Proposition 2.4**,** we can write the embedding continuous such that $X \to L^{p^+}(\Omega)$, $X \to L^{r(x)}(\Omega)$ and $X \to L^{n(x)}_{m(x)}(\partial\Omega)$. Then, there exist constants $c_4, c_5, c_6 > 0$ such that

[17] $\int_\Omega |u|^{p^+} dx \le c_4 \|u\|^{p^+}$, $|u|^{s^-}_{s(x)} \le c_5 \|u\|^{s^-}$ and $|u|^{r^-}_{L^{r(x)}_{h(x)}(\partial\Omega)} \le c_6 \|u\|^{r^-}$, for all $u \in X$.

(3.3)

[18] So, by above the inequality (3.3), we have

[19]

[20] $$J_\lambda(u) \ge \frac{1}{p^+}\|u\|^{p^+} - c_7(\varepsilon + c_\varepsilon)\|u\|^{p^+} - \frac{\lambda}{n^-} c_6^{n^-} \|u\|^{n^-}$$

[21] where c_7 is a pozitive constant. Choose $\varepsilon > 0$ small enoughy that $c_7(\varepsilon + c_\varepsilon) < \frac{1}{2p^+}$, we get

[22] $$J_\lambda(u) \ge \|u\|^{p^+}\left(\frac{1}{2p^+} - \frac{\lambda}{n^-} c_6^{n^-} \|u\|^{n^- - p^+}\right)$$

[23] Let us define the function $h:[0,1] \to R$ by

[24] $$h = \frac{1}{2p^+} - \frac{\lambda}{n^-} c_6^{n^-} \|u\|^{n^- - p^+}$$

[25]

Since $p^+ < n^-$, h is strictly positive in a neighborhood of zero. Then there exists two positive real numbers η and τ and such that $J_\lambda(u) \ge \tau > 0$ for any $\lambda \in (0,\infty)$ and any $u \in X$ with $\|u\| = \eta \in (0,1)$.

Proof of Theorem 1.1.

$I_\lambda(0) = 0$ from (A2), Lemma 3.5, Lemma 3.6, and using Ekeland's Variational Principle [**2**], J_λ satisfies the all statements of Lemma 2.5. Therefore, J_λ has at least one nontrivial critical point, i.e., problem (**E**) has a nontrivial weak solution. The proof is complete.

Reference.

[26] Ayoujil, A. On the superlinear Steklov problem involving the p(x)-Laplacian, EJQTDE., 38, (2014), pp.1-13.

[27] Ekeland I., On the variational principle, J. Math. Anal. Appl. 47,324-353, 1974.

[28] Chammem, R., Ghanmi, A., and Sahbani, A., "Existence and multiplicity of solutions for some Styklov problem involving $p(x)$-Laplacian operator", Applicable Analysis, 101(7) 2401-2417, 2022.

[29] Fan, X., Zhao, D., "On the spaces $L^{p(x)}(\Omega)$ and $W^{m,p(x)}(\Omega)$ ", J. Math. Anal. Appl., 263 (2), 424-446, 2001.

[30] Karim B., Zerouali A.and Chakrone O., Steklov eigenvalue problem with a-harmonic solutions and variable exponents, Georgian Mathematical Journal · February 2020 DOI: 10.1515/gmj-2019-2079.

[31] Kovăčik O. and Răkosnik J., On spaces L^{p(x)} and W^{k,p(x)},Czechoslovak Math. J. 41 (1991), no.116, 592-618.

[32] Mashiyev R.A., Cekic B., Avci M. and Yucedag Z., Existence and multiplicity of weak solutions for nonuniformly elliptic equations with nonstandard growth condition, Complex Variables and Elliptic Equations, 57 (2012), no. 5, 579–**595.**

[33] Wei Z. and Chen Z. Existence results for the p(x)-Laplacian with nonlinear boundary condition, Applied Math., 2012. DOI:10.5402/2012/727398.

[34] Willem M., Minimax Theorems, Birkhauser, Basel, 1996.

[35] Yucedag, Z., "Variational approach for a Steklov problem involving nonstandard growth conditions", *AIMS Mathematics*, 8 (3), 5352-5368, 2022.

[36] Zerouali A., Karim, B., Chakrone O. and A. Anane, Existence and multiplicity of elliptic problems with Nonlinear Boundary Conditions and variable exponents, Bol. Soc. Paran. Mat, (3s)v. 33 2(2015),121-131.

MODÜLLERİN ERİYEBİLİR AYRIŞIMI

IŞIL BAYDAR [1], Prof.Dr., BURCU ÜNGÖR [2], Prof. Dr., SAİT HALICIOĞLU [3], Prof. Dr., ABDULLAH HARMANCI [4]

[1] Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, baydari@ankara.edu.tr - 0000-0002-6165-0555

[2] Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, bungor@science.ankara.edu.tr - 0000-0001-7659-9185

[3]Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, halici@ankara.edu.tr - 0000-0003-0792-1868

[4]Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, harmanci@hacettepe.edu.tr - 0000-0001-5691-933X

ÖZET

Bir halkanın sıfır bölen olan iki elemanının toplamı sıfır bölen olmak zorunda değildir. Ayrıca eğer bir halkanın tüm sol (sağ) sıfır bölen elemanlarının kümesi halkanın bir sol (sağ) ideali değilse, o zaman halkanın bir sol (sağ) sıfır bölen ile sol (sağ) sıfır bölen olmayan elemanının toplamı olarak ifade edilebilen bir sol (sağ) sıfır bölen elemanı vardır. Buradan hareketle 2017 yılında Ebrahim Ghashghaei ve Warren Wm. McGovern birimli halkalar için eriyebilir eleman ve eriyebilir halka kavramlarını tanımladı. Birimli bir R halkasının sıfırdan farklı bir a elemanı, R halkasının bir sol (sağ) sıfır bölen ve bir sol (sağ) sıfır bölen olmayan (diğer bir deyişle düzenli) elemanının toplamı şeklinde yazılabiliyorsa, o zaman a elemanına sol (sağ) eriyebilir eleman denir. Eğer R halkasının sıfırdan farklı her elemanı bir sol (sağ) eriyebilir eleman ise, o zaman R halkasına sol (sağ) eriyebilir halka denir. Halka teorisindeki duruma benzer şekilde, modül teorisinde de burulmalı elemanların kümesi alt modül olmak zorunda değildir. Birimli ve değişmeli halkalar üzerindeki modüllerde ise burulmalı elemanların kümesi alt modül yapısına sahiptir. Bu çalışmada eriyebilir eleman ve eriyebilir halka kavramları üzerine yapılan çalışmaların motivasyonu ile söz konusu kavramların modül teorisindeki karşılıklarının araştırılması amacıyla modüllerde eriyebilir eleman ve eriyebilir modül kavramlarını incelenecektir. Eriyebilir halkaların bir genelleştirmesi olan eriyebilir modül kavramını şu şekilde tanımlanacaktır: M bir sağ R-modül olmak üzere eğer M nin sıfırdan farklı her elemanı bir burulmalı eleman ve bir burulmasız elemanın toplamı şeklinde yazılabiliyorsa, o zaman M ye eriyebilir modül denir. Bu çalışma kapsamında eriyebilir modül örneklerini, bu modül sınıfının temel özelliklerini ve bu özelliklerin kalıtsal olup olmadığı araştırılacaktır. Eriyebilir modüller ile bilinen bazı modül sınıfları arasındaki ilişkiler incelenecektir ve bu sayede

eriyebilir modül sınıfının burulmasız ve tekil olmayan modül sınıfları arasında yer aldığını tespit edilecektir.

Anahtar Kelimeler: Eriyebilir halka, eriyebilir modül, sıfır bölen, düzenli eleman, burulmalı eleman, burulmasız eleman

SOME SEPERATION AXIOMS ON FERMATEAN FUZZY SOFT TOPOLOGICAL SPACES

Assoc. Prof. Dr. Adem Yolcu[1], Prof. Dr. Taha Yasin Ozturk[2]

[1]Department of Mathematic, Kafkas University, 36100-Kars, Turkey. ORCID:0000-0002-4317-652X
[2]Department of Mathematic, Kafkas University, 36100-Kars, Turkey. ORCID:0000-0003-2402-6507

ABSTRACT

In engineering, economics, medical sciences, and other fields, there are several theories and intricate models that are used to explore uncertainties in the literature. The most well-known theories among these are the fuzzy set theory, intuitionistic fuzzy set theory, soft set theory, and rough set theory. One of these theories, soft set theory, was developed by Molodtsov, and it differs from other theories in existence because of its parameterization tools. Fuzzy set theory, rough set theory, inherent complexities, and ambiguous information are all exempt from soft set theory. Several researchers studied the topological structure of soft sets employing different approaches which have relevant applications in decision-making problems. Structures like fuzzy soft set, intuitionistic fuzzy soft set, Pythagorean fuzzy soft set, Fermatean fuzzy soft set, etc., combined the concept of the soft set with that of fuzzy set and its generalizations. Subsequently, researchers studied the topological structure of these hybrid structures.
In 2020 T. Senapati and R.R. Yager suggested fermatean fuzzy set, which improved the decision-making process by expanding the admissible membership and non-membership values. They defined the basic operations of this generalized set. Following that, Ibrahim introduced the idea of Fermatean fuzzy topological space and examined the continuity of functions and certain types of separation axioms in the space.
Fermatean fuzzy soft set is fruitful and more realistic model of uncertainty than the fuzzy soft sets. Extending this approach further, fermatean fuzzy soft sets were introduced, as a generalization of fuzzy soft sets and standard soft sets.
In this paper, we initiate point and some seperation axioms on fermatean fuzzy soft topological spaces. Also some properties of these structions have also been studied.

Keywords: Fermatean fuzzy soft set, FFS point, FFS T_0-space, FFS T_1-space, FFS T_2-space.

1. INTRODUCTION

In 1999, Molodtsov [19] introduced soft sets to address the lack of a parametrization tool when handling vagueness. The soft set theory proved useful in a number of areas, not restricted to decision-making [7, 21], data analysis [5, 33], forecasting [30] and so on. Topological structures for soft sets are studied and explored in [9, 10].
The concept of fuzzy sets was initiated by Zadeh [32]. Intuitionistic fuzzy set (IFS) and intuitionistic L-fuzzy sets (ILFS) were initiated and discussed by Atanassov [1] to generalize

the idea of fuzzy set. Maji et al. developed the idea of intuitionistic fuzzy soft sets [17], a generalization of fuzzy soft sets [16] and standard soft sets [18]. Coker [6] has presented and researched the concept of intuitionistic fuzzy topological spaces. Li et al. [15] initiated intuitionistic fuzzy topological constructs of intuitionistic fuzzy soft sets. They discussed the notions of intuitionistic fuzzy soft open (closed) sets, intuitionistic fuzzy soft interior (closure) and intuitionistic fuzzy soft base in intuitionistic fuzzy soft topological spaces. Recently, Hussain [11] initiated the idea of an intuitionistic fuzzy soft boundary and discussed the features and properties of the intuitionistic fuzzy soft boundary in general as well as the intuitionistic fuzzy soft interior and intuitionistic fuzzy soft closure. He also studied some weak structures on intuitionistic fuzzy soft topological spaces [12]. A soft set is a parameterized family of sets which has been extended into different hybrid structures such as fuzzy soft sets [16], intuitionistic fuzzy soft sets [17] and Fermatean fuzzy soft sets [14].

Since the Fermatean fuzzy set is extremely capable of dealing with vagueness or ambiguity, the parameterized Fermatean fuzzy set family, which is Fermatean fuzzy soft set, can also perform well. Recently, many studies on fermatean fuzzy theory [4, 8, 23, 24, 25, 27] and fermatean fuzzy soft theory [3, 20, 22, 26, 28] have been conducted by researchers. Fermatean fuzzy topological structure introduced by İbrahim [13]. Also, Sivadas et al. [29] and Yolcu et al. [31] studied Fermatean fuzzy soft topological spaces.

In this paper, we initiate and define concept of FFS-soft points, FFS-open sets and FFS-closed sets are used to define FFS-separation axioms.

2. PRELIMINARIES

Definition 1 [32] Let X be an universe. A fuzzy set F in X, $F = \{(x, \mu_F(x)) : x \in X\}$, where $\mu_F : X \to [0,1]$ is the membership function of the fuzzy set F; $\mu_F(x) \in [0,1]$ is the membership of $x \in X$ in f. The set of all fuzzy sets over X will be denoted by FS(X).

Definition 2 [19] Let E be a set of parameters and X be the universal set. A pair (F, E) is called a soft set over X, where F is a mapping $F : E \to \mathcal{P}(X)$. In other words, the soft set is a parameterized family of subsets of the set X.

Definition 3 [16] Let E be a set of parameters and X be the universal set. A pair (F, E) is called a fuzzy soft set over X, If $F : E \to FS(X)$ is a mapping from E into set of all fuzzy sets in X, where FS(X) is set of all fuzzy subset of X.

Definition 4 [23] Let X be a universe of discourse. A fermatean fuzzy set (FFS) in X is given by, $F = \{(x, \mu_F(x), \nu_F(x)) : x \in X\}$ where, $\mu_F : X \to 0,1]$ denotes the degree of membership and $\nu_F : X \to 0,1]$ denotes the degree of nonmembership of the element $x \in X$ to the set F with the condition that $0 \leq (\mu_F(x))^3 + (\nu_F(x))^3 \leq 1$.

Definition 5 [14] Let X be the universal set and E be a set of parameters. The fermatean fuzzy soft set is defined as the pair (F, E) where, $F : E \to FFS(X)$ and FFS(X) is the set of all fermatean

fuzzy subsets of X. E on X is a family of parameters formed by some fermatean fuzzy subsets on X. For any parameter $e \in E$, $F(e)$ is a (ffss) associated with of X. Then, it is called fermatean fuzzy value set of parameter . $F(e)$ can be written as an (ffs) such that

$$F(e) = \{< x, \mu_F(x), v_F(x) >; x \in X\}$$

where $\mu_F(x)$ and $v_F(x)$ are the membership and non-membership functions, respectively.The condition $(\mu_F(x))^3 + (v_F(x))^3 \leq 1$ holds. Then, $v_F(x) = \sqrt[3]{1 - (\mu_F(x))^3}$ for all a.

Definition 6 [14] Let $A, B \subseteq E$ and $(F, A), (G, B)$ be two fermatean fuzzy soft sets over X. (F, A) is said to be fermatean fuzzy soft subset of (G, B) denoted by $(F, A) \tilde{\subseteq} (G, B)$ if,

1. $A \subseteq B$

2. $\forall e \in A$, $F(e)$ is a fermatean fuzzy subset of $G(e)$

that is, $\forall x \in U$ and $\forall e \in A$, $\mu_{F(e)}(x) \leq \mu_{G(e)}(x)$ and $v_{F(e)}(x) \geq v_{G(e)}(x)$. If $(F, A) \tilde{\subseteq} (G, B)$ and $(G, B) \tilde{\subseteq} (F, A)$ then $(F, A), (G, B)$ are said to be equal.

Definition 7 [14] Let (F, E) be a fermatean fuzzy soft sets over X. The complement of (F, E) is denoted by $(F, E)^c$ and is defined by

$$(F, E)^c : \{< x, v_F(x), \mu_F(x) >; x \in X\}$$

Definition 8 [28]
a) A fermatean fuzzy soft set (F, E) over the universe X is said to be null fermatean fuzzy soft set if $\mu_{F(e)}(x) = 0$ and $v_{F(e)}(x) = 1; \forall e \in E, \forall x \in X$. It is denoted by $\tilde{0}_{(X,E)}$.
b) A fermatean fuzzy soft set (F, E) over the universe X is said to be absolute fermatean fuzzy soft set if $\mu_{F(e)}(x) = 1$ and $v_{F(e)}(x) = 0; \forall e \in E, \forall x \in X$. It is denoted by $\tilde{1}_{(X,E)}$.

Definition 9 [29]Let $X \neq \emptyset$ be a universe set and $\tilde{\tau} \subset FFSS(X, E)$ be a collection of fermatean fuzzy soft sets over X, then τ is said to be on fermatean fuzzy soft topology on X if

(i) $\tilde{0}_{(X,E)}$, $\tilde{1}_{(X,E)}$ belong to $\tilde{\tau}$,
(ii) The union of any number of fermatean fuzzy soft sets in $\tilde{\tau}$ belongs to $\tilde{\tau}$,
(iii) The intersection of any two fermatean fuzzy soft sets in $\tilde{\tau}$ belongs to $\tilde{\tau}$.
The triplet $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ is called an fermatean fuzzy soft topological space over X. Every member of τ is called a fermatean fuzzy soft open set in X.

Definition 10 [31]
a) Let X be an initial universe set, E be the set of parameters and $\tilde{\tau} = \{\tilde{0}_{(X,E)}, \tilde{1}_{(X,E)}\}$. Then $\tilde{\tau}$ is

called a fermatean fuzzy soft indiscrete topology on X and $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ is said to be a fermatean fuzzy soft indiscrete space over X.

b) Let X be an initial universe set, E be the set of parameters and $\tilde{\tau}$ be the collection of all fermatean fuzzy soft sets which can be defined over X. Then $\tilde{\tau}$ is called a fermatean fuzzy soft discrete topology on X and $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ is said to be a fermatean fuzzy soft discrete space over X.

Definition 11 [31] Let $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ be a fermatean fuzzy soft topological space over X. A fermatean fuzzy soft set (F, E) over X is said to be a fermatean fuzzy soft closed set in X, if its complement $(F, E)^c$ belongs to $\tilde{\tau}$.

Definition 12 [31] Let $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ be a fermatean fuzzy soft topological space over X and (F, E) be a fermatean fuzzy soft sets over X. The fermatean fuzzy soft closure of (F, E) denoted by $\mathrm{fcl}(F, E)$ is the intersection of all fermatean fuzzy soft closed super sets of (F, E).

Clearly $\mathrm{fcl}(F, E)$ is the smallest fermatean fuzzy soft closed set over X which contain (F, E).

Definition 13 [31] Let $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ be a fermatean fuzzy soft topological space over X and $(H, E) \in \mathrm{FFSS}(X, E)$. The fermatean fuzzy soft interior of (H, E), denoted by $\mathrm{fint}(H, E)$, is the union of all the fermatean fuzzy soft open sets contained in (H, E).

3. MAIN RESULTS

In this section, the concept of FFS-soft points, FFS-open sets and FFS-closed sets are used to define FFS-separation axioms.

Definition 14 Let $\mathrm{FFSS}(X, E)$ be the family of all fermatean fuzzy soft sets over the universe X . The fermatean fuzzy soft set $x^e_{(\alpha,\gamma)}$ is called a fermatean fuzzy soft point, for every $x \in X$, $0 < \alpha, \gamma \leq 1$, $e \in E$ and is defined as follow:

$$x^e_{(\alpha,\gamma)}(e')(y) = \begin{cases} (\alpha, \gamma) & \text{if } e' = e \text{ and } y = x, \\ (0,1) & \text{if } e' \neq e \text{ or } y \neq x. \end{cases}$$

Example 1 Suppose that the universe set X is given by $X = \{x_1, x_2\}$ and the set of parameters by $E = \{e_1, e_2\}$. Let us consider fermatean fuzzy soft set (F, E) over the universe X as follows:

$$(F, E) = \begin{Bmatrix} e_1 = \{< x_1, 0.3, 0.4 >, < x_2, 0.2, 0.8 >\} \\ e_2 = \{< x_1, 0.7, 0.2 >, < x_2, 0.5, 0.6 >\} \end{Bmatrix}$$

It is clear that (F, E) is the union of its fermatean fuzzy soft points $x^{e_1}_{1(0.3,0.4)}$, $x^{e_2}_{1(0.7,0.2)}$, $x^{e_1}_{2(0.2,0.8)}$ and $x^{e_2}_{2(0.5,0.6)}$. Here

$$x^{e_1}_{1(0.3,0.4)} = \begin{Bmatrix} e_1 = \{< x_1, 0.3, 0.4 >, < x_2, 0, 1 >\}, \\ e_2 = \{< x_1, 0, 1 >, < x_2, 0, 1 >\} \end{Bmatrix}$$
$$x^{e_2}_{1(0.7,0.2)} = \begin{Bmatrix} e_1 = \{< x_1, 0, 1 >, < x_2, 0, 1 >\}, \\ e_2 = \{< x_1, 0.7, 0.2 >, < x_2, 0, 1 >\} \end{Bmatrix}$$
$$x^{e_1}_{2(0.2,0.8)} = \begin{Bmatrix} e_1 = \{< x_1, 0, 1 >, < x_2, 0.2, 0.8 >\}, \\ e_2 = \{< x_1, 0, 1 >, < x_2, 0, 1 >\} \end{Bmatrix}$$
$$x^{e_2}_{2(0.5,0.6)} = \begin{Bmatrix} e_1 = \{< x_1, 0, 1 >, < x_2, 0, 1 >\}, \\ e_2 = \{< x_1, 0, 1 >, < x_2, 0.5, 0.6 >\} \end{Bmatrix}$$

Definition 15 Let $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ be a FFS-topological space over X , $x^e_{(\alpha,\gamma)}$ and $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$ are distinct FFS-points. If there exist FFS-open sets (F, E) and (G, E) such that

$$x^e_{(\alpha,\gamma)} \in (F, E) \text{ and } x^e_{(\alpha,\gamma)} \cap (G, E) = \tilde{0}_{(X,E)} \text{ , or}$$
$$y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in (G, E) \text{ and } y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \cap (F, E) = \tilde{0}_{(X,E)}.$$

then $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ is called a FFS T_0 −space.

Example 2 Every discrete FFS-topological space is a FFS T_0 −space for there exists an open set (F, E) that clearly contains $x^e_{(\alpha,\gamma)}$ but not $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$.

Remark 1 The property of being a FFS T_0 −space of any $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS-topological space is hereditary. i.e. every subspace of a FFS T_1 −space is FFS T_0 −space.

Definition 16 A FFS-space is FFS T_1 −space if for any two distinct FFS-points $x^e_{(\alpha,\gamma)}$, $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$ of X , there exist two FFS-open sets (F, A) and (G, B) such that

$$x^e_{(\alpha,\gamma)} \in (F, A), y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \notin (F, A) \text{ , } x^e_{(\alpha,\gamma)} \cap (G, B) = \tilde{0}_{(X,E)} \text{ and}$$
$$x^e_{(\alpha,\gamma)} \notin (G, B), y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in (G, B) \text{ , } y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \cap (F, A) = \tilde{0}_{(X,E)}.$$

Example 3 Every discrete $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS-topological space is a FFS T_1 −space. If $x^e_{(\alpha,\gamma)}$ and $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$ are two distinct points in X, then there are FFS open sets (F, A) and (G, B) such that $x^e_{(\alpha,\gamma)} \in (F, A)$ whereas $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \notin (F, A)$.

Theorem 1 The following statements about a $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS-topological space are equivalent:

1. $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ is a FFS T_1 −space.
2. Every FFS singleton subset of X is FFS-closed.
3. Every FFS-subset (F, A) of X is the intersection of all its FFS-open supersets.

Proof. Straight forward.

Remark 2 The property of being a FFS T_1 −space of any $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS topological space is hereditary. i.e. every subspace of a FFS T_1 −space is FFS T_1 −space.

Definition 17 A $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS space is called a FFS T_2 −space or FFS T_2 −space (Hausdorff) if for any two distinct FFS-points $x^e_{(\alpha,\gamma)}$ and $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$ of X, there exist two FFS-open sets (F, A) and (G, B) such that

$$x^e_{(\alpha,\gamma)} \in (F, A), y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in (G, B) \text{and} (F, A) \cap (G, B) = \tilde{0}_{(X,E)}.$$

Example 4 Consider the discrete $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS topological space. If $x^e_{(\alpha,\gamma)}$ and $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$ are two distinct FFS points in X, then clearly (F, A) and (G, B) are disjoint FFS open sets such that

$$x^e_{(\alpha,\gamma)} \in (F, A) \text{ and } y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in (G, B).$$

Thus $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ is a FFS T_2 −space.

Theorem 2 A $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS topological space is a FFS T_2 −space if and only if for any two distinct FFS points $x^e_{(\alpha,\gamma)}$ and $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$, there are FFS-closed sets (F_1, A) and (F_2, A) such that $x^e_{(\alpha,\gamma)} \in (F_1, A), y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \notin (F_1, A), x^e_{(\alpha,\gamma)} \notin (F_2, A), y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in (F_2, A)$ and $(F_1, A) \cup (F_2, A) = X$.

Proof. Suppose that $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ is a FFS T_2 −space and let $x^e_{(\alpha,\gamma)}$ and $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$ be two distinct FFS points of X. Then, by definition, there must exist two FFS-open sets (F_1, B) and (F_2, B) such that $x^e_{(\alpha,\gamma)} \in (F_1, B)$, $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \notin (F_1, B)$, $x^e_{(\alpha,\gamma)} \notin (F_2, B)$, $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in (F_2, B)$ and $(F_1, B) \cap (F_2, B) = \tilde{0}_{(X,E)}$. But then, $\{(F_1, B)\}^c \cup \{(F_2, B)\}^c = X$ and $x^e_{(\alpha,\gamma)} \notin \{(F_1, B)\}^c = (F_2, A)$, $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in \{(F_1, B)\}^c = (F_2, A)$, $x^e_{(\alpha,\gamma)} \in \{(F_2, B)\}^c = (F_1, A)$, $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \notin \{(F_2, B)\}^c = (F_1, A)$.

Conversely, suppose that for any two distinct FFS points $x^e_{(\alpha,\gamma)}$, $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in X$, there are FFS-closed sets (F_1, A) and (F_2, A) such that $x^e_{(\alpha,\gamma)} \in (F_1, A)$, $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \notin (F_1, A)$, $x^e_{(\alpha,\gamma)} \notin (F_2, A)$, $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in (F_2, A)$ and $(F_1, A) \cup (F_2, A) = X$. Then $\{(F_1, A)\}^c$ and $\{(F_2, A)\}^c$ are FFS-open sets such that $x^e_{(\alpha,\gamma)} \notin \{(F_1, A)\}^c$, $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in \{(F_1, A)\}^c$, $x^e_{(\alpha,\gamma)} \in \{(F_2, A)\}^c$, $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \notin \{(F_2, A)\}^c$ and

$$\{(F_1, A)\}^c \cap \{(F_2, A)\}^c = X^c = \varnothing$$

Hence, X is a FFS T_2 −space.

Remark 3 The property of being a FFS T_2 −space of any $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS topological space is

hereditary. i.e. every subspace of a FFS T_2 −space is FFS T_2 −space.

4. CONCLUSION

In this study,we presented some seperation axioms of fermatean fuzzy soft topological spaces. We also investigated and discussed relationship between them. We hope that the findings in this paper will enhance and promote the further study in the fermatean fuzzy soft set theory.

REFERENCES

[1] Atanassov, K. Intuitionistic fuzzy sets, Fuzzy Sets and Systems, 20 (1986), 87-96.

[2] Akram, M., Shahzadi, G., & Ahmadini, A. A. H. (2020). Decision-making framework for an effective sanitizer to reduce COVID-19 under Fermatean fuzzy environment. Journal of Mathematics, 2020, 1-19.

[3] Akram, M., Ali, G., Alcantud, J. C. R., & Riaz, A. (2022). Group decision-making with Fermatean fuzzy soft expert knowledge. Artificial Intelligence Review, 55(7), 5349-5389.

[4] Aydemir, S. B., & Yilmaz Gunduz, S. (2020). Fermatean fuzzy TOPSIS method with Dombi aggregation operators and its application in multi-criteria decision making. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 39(1), 851-869.

[5] Chen, D., Tsang, E. C. C., Yeung, D. S., & Wang, X. (2005). The parameterization reduction of soft sets and its applications. Computers & Mathematics with Applications, 49(5-6), 757-763.

[6] Coker, D. (1997). An introduction of intuitionistic fuzzy topological spaces, Fuzzy Sets and Systems, 88, 81-89.

[7] Feng, F., Jun, Y.B. X. & Liu, L. Li,. (2010). An adjustable approach to fuzzy soft set based decision making, J. Comput. Appl. Math., 234,10-20.

[8] Garg H, Shahzadi G, & Akram M. (2020). Decision-making analysis based on Fermatean fuzzy Yager aggregation operators with application in COVID-19 testing facility. Math Probl Eng. https://doi.org/10.1155/2.

[9] Hussain, S. (2015). A note on soft connectedness, Journal of Egyptian Mathematical Society, 23, 6-11.

[10] Hussain, S., B. Ahmad,. (2011). Some properties of soft topological spaces, Computers and Mathematics with Applications, 62, 4058-4067.

[11] Hussain, S. (2020). On some properties of Intuitionistic fuzzy soft boundary. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A1 Mathematics and Statistics, 69(2), 39-50.

[12] Hussain, S. (2019). On some weak structures in intuitionistic fuzzy soft topological spaces, Italian journal of pure and applied mathematics, 42, 512–525.

[13] IBRAHIM, H. Z. (2022). Fermatean fuzzy topological spaces. Journal of applied mathematics & informatics, 40(1_2), 85-98.

[14] Kirisci, M. (2021). Fermatean fuzzy soft set with entropy measure. Journal of Ambient Intelligence & Humanized Computing.

[15] Li, Z., & Cui, R. (2013). On the topological structure of intuitionistic fuzzy soft sets. Annals of fuzzy Mathematics and Informatics, 5(1), 229-239.

[16] Maji, P. K., Biswas, R. K., & Roy, A. (2001). Fuzzy soft sets, Journal of Fuzzy Mathematics, 9(3), 589–602.

[17] Maji, P. K., Biswas, R. K., & Roy, A. (2001). Intuitionistic fuzzy soft sets, Journal of fuzzy mathematics, 9(3), 677–692.

[18] Maji, P. K., Biswas, R. K., & Roy, A. (2003). Soft set theory, Comput. Math. Appl., 45(4-5), 555–562.

[19] Molodtsov, D. (1999). Soft set theory-first results, Comput. Math. Appl., 37(4-5), 19–31.

[20] Palanikumar, M., Iampan, A., & Broumi, S. (2022). MCGDM based on VIKOR and TOPSIS proposes neutrsophic Fermatean fuzzy soft with aggregation operators. International Journal of Neutrosophic Science, 19(3), 85-94.

[21] Roy, A. R. Maji, P.K.(2007). A fuzzy soft set theoretic approach to decision making problems, J. Comput. Appl. Math., 203, 412418.

[22] Salsabeela, V., & John, S. J. (2021, March). TOPSIS techniques on Fermatean fuzzy soft sets. In AIP conference proceedings, (Vol. 2336, No. 1, p. 040022). AIP Publishing LLC.

[23] Senapati, T., & Yager, R. R. (2020). Fermatean fuzzy sets. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 11, 663-674.

[24] Senapati, T., & Yager, R. R. (2019). Some new operations over Fermatean fuzzy numbers

and application of Fermatean fuzzy WPM in multiple criteria decision making. Informatica, 30(2), 391-412.

[25] Senapati, T., & Yager, R. R. (2019). Fermatean fuzzy weighted averaging/geometric operators and its application in multi-criteria decision-making methods. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 85, 112-121.

[26] Shahzadi, G., & Akram, M. (2021). Group decision-making for the selection of an antivirus mask under fermatean fuzzy soft information. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 40(1), 1401-1416.

[27] Silambarasan, I. (2020). New operators for Fermatean fuzzy sets. Ann. Commun. Math, 3(2), 116-131.

[28] Sivadas, A., & John, S. J. (2021). Fermatean fuzzy soft sets and its applications. In Computational Sciences-Modelling, Computing and Soft Computing: First International Conference, CSMCS 2020, Kozhikode, Kerala, India, September 10-12, 2020, Revised Selected Papers 1 (pp. 203-216). Springer Singapore.

[29] Sivadas, A., & John, S. J. (2023, June). Fermatean fuzzy soft topological spaces. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2875, No. 1). AIP Publishing.

[30] Xiao, Z., Gong, K., & Zou, Y. A. (2009). Combined forecasting approach based on fuzzy soft sets, J. Comput. Appl. Math., 228, 326333.

[31] Yolcu, A., & Ozturk, T. Y. (2023). Some results on fermatean fuzzy soft topological spaces. International Theory, Research and Reviews in Science and Mathematics, 117-140.

[32] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets, Information and Control, 8, 338-353.

[33] Zou, Y., Xiao, Z.(2008). Data analysis approaches of soft sets under incomplete information, Knowledge-Based Syst., 21, 941-945.

NORMAL AND REGULER SPACES ON FERMATEAN FUZZY SOFT TOPOLOGICAL SPACES

Assoc. Prof. Dr. Adem Yolcu[1], Prof. Dr. Taha Yasin Ozturk[2]

[1]Department of Mathematic, Kafkas University, 36100-Kars, Turkey. ORCID:0000-0002-4317-652X

[2]Department of Mathematic, Kafkas University, 36100-Kars, Turkey. ORCID:0000-0003-2402-6507

ABSTRACT

Several concepts, vague sets, interval mathematics, rough sets and fuzzy sets, bring up to remove uncertainties in mathematics. But these concepts are not sufficient to solve some problems in fields such as social science, medical science, engineering, economics etc. To solve these problems, Zadeh introduced fuzzy set theory in 1965. The fuzzy set concept was the basis of mathematical testing of the fuzzy concept that exists in our real world and the formation of new branches in mathematics. The fuzzy set concept corresponding to unexplained physical situations gives useful applications on many topics such as statistics, data processing and linguistics. A lot of research has been done on this subject since 1965. Later, many researchers studied intuitionistic fuzzy set, intuitionistic fuzzy topological spaces.

Molodtsov initiated a novel concept of soft sets theory as a new mathematical tool for dealing with uncertainties which is free from the above limitations. In many of real life problems it is very often observed that the parameters involved in the system are uncertain fuzzy in nature. On the basis of this point, we have some extensions of soft sets theory.

Structures like fuzzy soft set, intuitionistic fuzzy soft set, Pythagorean fuzzy soft set, Fermatean fuzzy soft set, etc., combined the concept of the soft set with that of fuzzy set and its generalizations. Subsequently, researchers studied the topological structure of these hybrid structures. Senepati and Yager constructed the Fermatean fuzzy set. The membership and non-membership degrees in the satisfy condition. When defining uncertainty, a notion that is new to the literature, performs better than the intuitionistic fuzzy set and Pythagorean fuzzy set. Also, Fermatean fuzzy soft sets have been studied by different researchers.

In the present work, we have defined some seperation axioms on the fermatean fuzzy soft topological space. Some properties of these structions have also been studied.

Keywords: Fermatean fuzzy soft set, FFS reguler space, FFS T_3-space, FFS normal space, FFS T_4-space.

1.INTRODUCTION

Many complicated ideas in the fields of economics, architecture, management , medical research, etc. require unknown data. These problems, which we face in our day-to-day lives, can not be solved by classical mathematical methods due to a large number of uncertainties. Decision-making is a vital activity for all those professions where professionals apply their expertise of a particular field to take effective decisions. However, owing to the various

pressures of day-to-day life, decision-makers can not be able to offer their decisions in precisely crisp shape. Thus, in order to deal with it, they tend to use the fuzzy set theory [29] to offer their preferences under the ambiguous and imprecise existence. In this theory, the calculation of each element is achieved with the aid of the degree of membership.

Molodtsov [15] has presented soft-set theory as a new mathematical method for working with complexity, imprecise and uncertainly defined objects, and overcoming incompatibility with parameterization methods, where theories such as fuzzy sets, intuitionistic fuzzy sets theory, rough set theory fall short. The soft set theory proved useful in a number of areas, not restricted to decision-making [5, 18], data analysis [4, 30], forecasting [28] and so on. Topological structures for soft sets are studied and explored in [7, 8]. In [16] Molodtsov et al. listed a variety of directions for the implementation of soft sets, such as smoothness of functions, game theory, operational analysis, Riemann integration, Perron integration, probability and calculation theory for modeling problems in architecture, computer science, economics, social sciences. A soft set is a parameterized family of sets which has been extended into different hybrid structures such as fuzzy soft sets [13], intuitionistic fuzzy soft sets [14] and Fermatean fuzzy soft sets [12].

Yager [20] introduced the concept of Fermatean Fuzzy sets which is a generalization of intuitionistic fuzzy sets, by relaxing the condition $\mu + v \leq 1$ to $\mu^3 + v^3 \leq 1$. Thus, the fermatean fuzzy sets treats far more information than the intuitionistic fuzzy sets. After that, some different studies are investigated using aggregation operators of fermatean fuzzy sets [10, 11, 21, 22] . Since the Fermatean fuzzy set is extremely capable of dealing with vagueness or ambiguity, the parameterized Fermatean fuzzy set family, which is Fermatean fuzzy soft set, can also perform well. Recently, many studies on fermatean fuzzy theory [3, 6, 21, 22, 24] and fermatean fuzzy soft theory [2, 17, 19, 23, 25] have been conducted by researchers. Fermatean fuzzy topological structure introduced by İbrahim [9]. Also, Yolcu et al. [27] and Sivadas et al. [26] introduced Fermatean fuzzy soft topological spaces and studied the some imprtant properties of fermatean fuzzy soft topological spaces.

In this paper, we initiate and define normal and reguler spaces on fermatean fuzzy soft topological spaces. We also investigate the properties of some fermatean fuzzy soft seperation axioms on fermatean fuzzy soft topological spaces and discuss the relationship between them.

2. PRELIMINARIES

Definition 1 [20] Let X be a universe of discourse. A fermatean fuzzy set (FFS) in X is given by, $F = \{(x, \mu_F(x), v_F(x)) : x \in X\}$ where, $\mu_F : X \to [0,1]$ denotes the degree of membership and $v_F : X \to [0,1]$ denotes the degree of nonmembership of the element $x \in X$ to the set F with the condition that $0 \leq (\mu_F(x))^3 + (v_F(x))^3 \leq 1$.

Definition 2 [12] Let X be the universal set and E be a set of parameters. The fermatean fuzzy soft set is defined as the pair (F, E) where, $F: E \to FFS(X)$ and $FFS(X)$ is the set of all fermatean fuzzy subsets of X. E on X is a family of parameters formed by some fermatean fuzzy subsets on X. For any parameter $e \in E$, $F(e)$ is a (ffss) associated with of X. Then, it is called fermatean fuzzy value set of parameter . $F(e)$ can be written as an (ffs) such that

$$F(e) = \{< x, \mu_F(x), v_F(x) >; x \in X\}$$

where $\mu_F(x)$ and $v_F(x)$ are the membership and non-membership functions, respectively.The condition $(\mu_F(x))^3 + (v_F(x))^3 \leq 1$ holds. Then, $v_F(x) = \sqrt[3]{1 - (\mu_F(x))^3}$ for all a.

Definition 3 [12] Let $A, B \subseteq E$ and $(F, A), (G, B)$ be two frematean fuzzy soft sets over X. (F, A) is said to be frematean fuzzy soft subset of (G, B) denoted by $(F, A) \tilde{\subseteq} (G, B)$ if,

1. $A \subseteq B$
2. $\forall e \in A$, $F(e)$ is a frematean fuzzy subset of $G(e)$

that is, $\forall x \in U$ and $\forall e \in A$, $\mu_{F(e)}(x) \leq \mu_{G(e)}(x)$ and $v_{F(e)}(x) \geq v_{G(e)}(x)$. If $(F, A) \tilde{\subseteq} (G, B)$ and $(G, B) \tilde{\subseteq} (F, A)$ then $(F, A), (G, B)$ are said to be equal.

Definition 4 [12] Let (F, E) be a frematean fuzzy soft sets over X. The complement of (F, E) is denoted by $(F, E)^c$ and is defined by

$$(F, E)^c : \{< x, v_F(x), \mu_F(x) >; x \in X\}$$

Definition 5 [25]
a) A frematean fuzzy soft set (F, E) over the universe X is said to be null frematean fuzzy soft set if $\mu_{F(e)}(x) = 0$ and $v_{F(e)}(x) = 1; \forall e \in E, \forall x \in X$. It is denoted by $\tilde{0}_{(X,E)}$.
b) A frematean fuzzy soft set (F, E) over the universe X is said to be absolute frematean fuzzy soft set if $\mu_{F(e)}(x) = 1$ and $v_{F(e)}(x) = 0; \forall e \in E, \forall x \in X$. It is denoted by $\tilde{1}_{(X,E)}$.

Definition 6 [26]Let $X \neq \emptyset$ be a universe set and $\tilde{\tau} \subset FFSS(X, E)$ be a collection of frematean fuzzy soft sets over X, then τ is said to be on frematean fuzzy soft topology on X if

(i) $\tilde{0}_{(X,E)}$, $\tilde{1}_{(X,E)}$ belong to $\tilde{\tau}$,
(ii) The union of any number of frematean fuzzy soft sets in $\tilde{\tau}$ belongs to $\tilde{\tau}$,
(iii) The intersection of any two frematean fuzzy soft sets in $\tilde{\tau}$ belongs to $\tilde{\tau}$.

The triplet $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ is called an frematean fuzzy soft topological space over X. Every member of τ is called a frematean fuzzy soft open set in X.

Definition 7 [27]
a) Let X be an initial universe set, E be the set of parameters and $\tilde{\tau} = \{\tilde{0}_{(X,E)}, \tilde{1}_{(X,E)}\}$. Then $\tilde{\tau}$ is called a frematean fuzzy soft indiscrete topology on X and $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ is said to be a frematean fuzzy soft indiscrete space over X.
b) Let X be an initial universe set, E be the set of parameters and $\tilde{\tau}$ be the collection of all frematean fuzzy soft sets which can be defined over X. Then $\tilde{\tau}$ is called a frematean fuzzy soft discrete topology on X and $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ is said to be a frematean fuzzy soft discrete space over X.

Definition 8 [27] Let $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ be a fermatean fuzzy soft topological space over X. A fermatean fuzzy soft set (F, E) over X is said to be a fermatean fuzzy soft closed set in X, if its complement $(F, E)^c$ belongs to $\tilde{\tau}$.

Definition 9 [27]Let $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ be a fermatean fuzzy soft topological space over X and (F, E) be a fermatean fuzzy soft sets over X. The fermatean fuzzy soft closure of (F, E) denoted by $\text{fcl}(F, E)$ is the intersection of all fermatean fuzzy soft closed super sets of (F, E).

Clearly $\text{fcl}(F, E)$ is the smallest fermatean fuzzy soft closed set over X which contain (F, E).

Definition 10 [27] Let $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ be a fermatean fuzzy soft topological space over X and $(H, E) \in \text{FFSS}(X, E)$. The fermatean fuzzy soft interior of (H, E), denoted by $\text{fint}(H, E)$, is the union of all the fermatean fuzzy soft open sets contained in (H, E).

Definition 11 Let $\text{FFSS}(X, E)$ be the family of all fermatean fuzzy soft sets over the universe X . The fermatean fuzzy soft set $x^e_{(\alpha,\gamma)}$ is called a fermatean fuzzy soft point, for every $x \in X$, $0 < \alpha, \gamma \leq 1$, $e \in E$ and is defined as follow:

$$x^e_{(\alpha,\gamma)}(e')(y) = \begin{cases} (\alpha, \gamma) & \text{if } e' = e \text{ and } y = x, \\ (0,1) & \text{if } e' \neq e \text{ or } y \neq x. \end{cases}$$

Example 1 Suppose that the universe set X is given by $X = \{x_1, x_2\}$ and the set of parameters by $E = \{e_1, e_2\}$. Let us consider fermatean fuzzy soft set (F, E) over the universe X as follows:

$$(F, E) = \begin{Bmatrix} e_1 = \{< x_1, 0.3, 0.4 >, < x_2, 0.2, 0.8 >\} \\ e_2 = \{< x_1, 0.7, 0.2 >, < x_2, 0.5, 0.6 >\} \end{Bmatrix}$$

It is clear that (F, E) is the union of its fermatean fuzzy soft points $x^{e_1}_{1(0.3,0.4)}$, $x^{e_2}_{1(0.7,0.2)}$, $x^{e_1}_{2(0.2,0.8)}$ and $x^{e_2}_{2(0.5,0.6)}$. Here

$$x^{e_1}_{1(0.3,0.4)} = \begin{Bmatrix} e_1 = \{< x_1, 0.3, 0.4 >, < x_2, 0, 1 >\}, \\ e_2 = \{< x_1, 0, 1 >, < x_2, 0, 1 >\} \end{Bmatrix}$$
$$x^{e_2}_{1(0.7,0.2)} = \begin{Bmatrix} e_1 = \{< x_1, 0, 1 >, < x_2, 0, 1 >\}, \\ e_2 = \{< x_1, 0.7, 0.2 >, < x_2, 0, 1 >\} \end{Bmatrix}$$
$$x^{e_1}_{2(0.2,0.8)} = \begin{Bmatrix} e_1 = \{< x_1, 0, 1 >, < x_2, 0.2, 0.8 >\}, \\ e_2 = \{< x_1, 0, 1 >, < x_2, 0, 1 >\} \end{Bmatrix}$$
$$x^{e_2}_{2(0.5,0.6)} = \begin{Bmatrix} e_1 = \{< x_1, 0, 1 >, < x_2, 0, 1 >\}, \\ e_2 = \{< x_1, 0, 1 >, < x_2, 0.5, 0.6 >\} \end{Bmatrix}$$

Definition 12 Let $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ be a FFS-topological space over X , $x^e_{(\alpha,\gamma)}$ and $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$ are distinct FFS-points. If there exist FFS-open sets (F, E) and (G, E) such that

$$x^e_{(\alpha,\gamma)} \in (F, E) \text{ and } x^e_{(\alpha,\gamma)} \cap (G, E) = \tilde{0}_{(X,E)} \text{ , or}$$

$$y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in (G,E) \text{ and } y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \cap (F,E) = \tilde{0}_{(X,E)}.$$

then $(X,\tilde{\tau},E)_f$ is called a FFS T_0 −space.

Example 2 Every discrete FFS-topological space is a FFS T_0 −space for there exists an open set (F,E) that clearly contains $x^{e}_{(\alpha,\gamma)}$ but not $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$.

Remark 1 The property of being a FFS T_0 −space of any $(X,\tilde{\tau},E)_f$ FFS-topological space is hereditary. i.e. every subspace of a FFS T_1 −space is FFS T_0 −space.

Definition 13 A FFS-space is FFS T_1 −space if for any two distinct FFS-points $x^{e}_{(\alpha,\gamma)}$, $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$ of X , there exist two FFS-open sets (F,A) and (G,B) such that

$$x^{e}_{(\alpha,\gamma)} \in (F,A),\ y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \notin (F,A)\ , x^{e}_{(\alpha,\gamma)} \cap (G,B) = \tilde{0}_{(X,E)} \text{ and}$$
$$x^{e}_{(\alpha,\gamma)} \notin (G,B),\ y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in (G,B)\ , y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \cap (F,A) = \tilde{0}_{(X,E)}.$$

Example 3 Every discrete $(X,\tilde{\tau},E)_f$ FFS-topological space is a FFS T_1 −space. If $x^{e}_{(\alpha,\gamma)}$ and $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$ are two distinct points in X, then there are FFS open sets (F,A) and (G,B) such that $x^{e}_{(\alpha,\gamma)} \in (F,A)$ whereas $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \notin (F,A)$.

Theorem 1 The following statements about a $(X,\tilde{\tau},E)_f$ FFS-topological space are equivalent:

1. $(X,\tilde{\tau},E)_f$ is a FFS T_1 −space.
2. Every FFS singleton subset of X is FFS-closed.
3. Every FFS-subset (F,A) of X is the intersection of all its FFS-open supersets.

Remark 2 The property of being a FFS T_1 −space of any $(X,\tilde{\tau},E)_f$ FFS topological space is hereditary. i.e. every subspace of a FFS T_1 −space is FFS T_1 −space.

Definition 14 A $(X,\tilde{\tau},E)_f$ FFS space is called a FFS T_2 −space or FFS T_2 −space (Hausdorff) if for any two distinct FFS-points $x^{e}_{(\alpha,\gamma)}$ and $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$ of X, there exist two FFS-open sets (F,A) and (G,B) such that

$$x^{e}_{(\alpha,\gamma)} \in (F,A), y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in (G,B) \text{ and } (F,A) \cap (G,B) = \tilde{0}_{(X,E)}.$$

Example 4 Consider the discrete $(X,\tilde{\tau},E)_f$ FFS topological space. If $x^{e}_{(\alpha,\gamma)}$ and $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$ are two distinct FFS points in X, then clearly (F,A) and (G,B) are disjoint FFS open sets such that

$$x^{e}_{(\alpha,\gamma)} \in (F, A) \text{ and } y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in (G, B).$$

Thus $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ is a FFS T_2 −space.

Theorem 2 A $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS topological space is a FFS T_2 −space if and only if for any two distinct FFS points $x^{e}_{(\alpha,\gamma)}$ and $y^{e'}_{(\alpha',\gamma')}$, there are FFS-closed sets (F_1, A) and (F_2, A) such that $x^{e}_{(\alpha,\gamma)} \in (F_1, A), y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \notin (F_1, A), x^{e}_{(\alpha,\gamma)} \notin (F_2, A), y^{e'}_{(\alpha',\gamma')} \in (F_2, A)$ and $(F_1, A) \cup (F_2, A) = X$.

Remark 3 The property of being a FFS T_2 −space of any $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS topological space is hereditary. i.e. every subspace of a FFS T_2 −space is FFS T_2 −space.

3. MAIN RESULTS

Definition 15 A $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS topological space is called a FFS-regular space if for any FFS-closed set (F, A) and any FFS-point $x^{e}_{(\alpha,\gamma)} \notin (F, A)$, there are FFS-open sets (F, C) and (F, D) such that $x^{e}_{(\alpha,\gamma)} \in (F, C)$, $(F, A) \subseteq (F, D)$ and $(F, C) \cap (F, D) = \varnothing$.

Definition 16 A $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS topological space is reckoned as FFS T_3 −space if it is a FFS-regular T_1 −space.

Definition 17 A $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ FFS topological space is said to be a FFS-normal space if for any two FFS-closed disjoint subsets (F, A) and (F, B) of $(X, \tilde{\tau}, E)_f$, there are FFS-open sets (F, C) and (F, D) such that $(F, A) \subseteq (F, C)$, $(F, B) \subseteq (F, D)$ and $(F, C) \cap (F, D) = \varnothing$.
A FFS-normal T_1 −space is called a FFS T_4 −space.

Remark 4 We have the following chain for different FFS spaces discussed above:

$$T_i \supseteq T_{i+1}$$

for $0 \leq i \leq 3$. The reverse chain, however, may not hold. The following example supports this observation.

Example 5 Let $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$, $A = \{e_1, e_2\} \subset E = \{e_i : i = 1,2,3,4\}$ and

$$(F, A) = \{(e_1, \{< x_1, 0.2,0,6 >\}, \{< x, 0.5,0,4 >\}), (e_2, \{< x_1, 0.3,0,7 >\}, \{x_2, 0.1,0,9\})\}$$

Then, $\tilde{\tau} = \{\varnothing, (F, A), X\}$ is a FFS T_0 −space but fails to be a FFS T_1 −space.

Theorem 3 Every FFS T_4 −space is FFS-regular i.e. every FFS-normal T_1 −space is FFS-regular.

Proof. Let $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ be a FFS T_4 −topological space. Let $x^e_{(\alpha,\gamma)}$ be a FFS-point in X. Then, (F, A) is a closed FFSS in $(X, \tilde{\tau}, E)_f$. Let (G, B) be a closed FFSS not containing $x^e_{(\alpha,\gamma)}$. Since X is FFS-normal, there are open FFSS namely (F, U), (F, V) such that

$$(F, A) \subseteq (F, U), (G, B) \subseteq (F, V), \text{and} (F, U) \cap (F, V) = \tilde{0}_{(X,E)}$$

But then

$$x^e_{(\alpha,\gamma)} \in (F, U), (G, B) \subseteq (F, V), \text{ and } (F, U) \cap (F, V) = \tilde{0}_{(X,E)}.$$

Thus $(X, \tilde{\tau}, E)_f$ is FFS-regular.

4. CONCLUSION

In this study,we presented normal and reguler spaces on fermatean fuzzy soft topological spaces. We also investigated and discussed relationship between them. We hope that the findings in this paper will enhance and promote the further study in the fermatean fuzzy soft set theory.

REFERENCES

[1] Akram, M., Shahzadi, G., & Ahmadini, A. A. H. (2020). Decision-making framework for an effective sanitizer to reduce COVID-19 under Fermatean fuzzy environment. Journal of Mathematics, 2020, 1-19.

[2] Akram, M., Ali, G., Alcantud, J. C. R., & Riaz, A. (2022). Group decision-making with Fermatean fuzzy soft expert knowledge. Artificial Intelligence Review, 55(7), 5349-5389.

[3] Aydemir, S. B., & Yilmaz Gunduz, S. (2020). Fermatean fuzzy TOPSIS method with Dombi aggregation operators and its application in multi-criteria decision making. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 39(1), 851-869.

[4] Chen, D., Tsang, E. C. C., Yeung, D. S., & Wang, X. (2005). The parameterization reduction of soft sets and its applications. Computers & Mathematics with Applications, 49(5-6), 757-763.

[5] Feng, F., Jun, Y. B., Liu, X., & Li, L. (2010). An adjustable approach to fuzzy soft set based decision making. Journal of Computational and Applied Mathematics, 234(1), 10-20.

[6] Garg H, Shahzadi G, & Akram M. (2020). Decision-making analysis based on Fermatean

fuzzy Yager aggregation operators with application in COVID-19 testing facility. Math Probl Eng. https://doi.org/10.1155/2.

[7] Hussain, S. (2015). A note on soft connectedness, Journal of Egyptian Mathematical Society, 23, 6-11.

[8] Hussain, S., B. Ahmad,. (2011). Some properties of soft topological spaces, Computers and Mathematics with Applications, 62, 4058-4067.

[9] IBRAHIM, H. Z. (2022). Fermatean fuzzy topological spaces. Journal of applied mathematics & informatics, 40(1_2), 85-98.

[10] Liu, D., Liu, Y., & Chen, X. (2019). Fermatean fuzzy linguistic set and its application in multicriteria decision making. International Journal of Intelligent Systems, 34(5), 878-894.

[11] Liu, D., Liu, Y., & Wang, L. (2019). Distance measure for Fermatean fuzzy linguistic term sets based on linguistic scale function: An illustration of the TODIM and TOPSIS methods. International Journal of Intelligent Systems, 34(11), 2807-2834.

[12] Kirisci, M. (2021). Fermatean fuzzy soft set with enttropy measure. Journal of Ambient Intelligence & Humanized Computing.

[13] Maji, P. K., Biswas, R. K., & Roy, A. (2001). Fuzzy soft sets.

[14] Maji, P. K., Biswas, R., & Roy, A. R. (2001). Intuitionistic fuzzy soft sets. Journal of fuzzy mathematics, 9(3), 677-692.

[15] Molodtsov, D. (1999). Soft set theory—first results. Computers & mathematics with applications, 37(4-5), 19-31.

[16] Molodtsov, D., Leonov, V. Y., & Kovkov, D. (2006). Soft sets technique and its application.

[17] Palanikumar, M., Iampan, A., & Broumi, S. (2022). MCGDM based on VIKOR and TOPSIS proposes neutrsophic Fermatean fuzzy soft with aggregation operators. International Journal of Neutrosophic Science, 19(3), 85-94.

[18] Roy, A. R., & Maji, P. K. (2007). A fuzzy soft set theoretic approach to decision making problems. Journal of computational and Applied Mathematics, 203(2), 412-418.

[19] Salsabeela, V., & John, S. J. (2021, March). TOPSIS techniques on Fermatean fuzzy soft sets. In AIP conference proceedings (Vol. 2336, No. 1, p. 040022). AIP Publishing LLC.

[20] Senapati, T., & Yager, R. R. (2020). Fermatean fuzzy sets. Journal of Ambient Intelligence

and Humanized Computing, 11, 663-674.

[21] Senapati, T., & Yager, R. R. (2019). Some new operations over Fermatean fuzzy numbers and application of Fermatean fuzzy WPM in multiple criteria decision making. Informatica, 30(2), 391-412.

[22] Senapati, T., & Yager, R. R. (2019). Fermatean fuzzy weighted averaging/geometric operators and its application in multi-criteria decision-making methods. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 85, 112-121.

[23] Shahzadi, G., & Akram, M. (2021). Group decision-making for the selection of an antivirus mask under fermatean fuzzy soft information. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 40(1), 1401-1416.

[24] Silambarasan, I. (2020). New operators for Fermatean fuzzy sets. Ann. Commun. Math, 3(2), 116-131.

[25] Sivadas, A., & John, S. J. (2021). Fermatean fuzzy soft sets and its applications. In Computational Sciences-Modelling, Computing and Soft Computing: First International Conference, CSMCS 2020, Kozhikode, Kerala, India, September 10-12, 2020, Revised Selected Papers 1 (pp. 203-216). Springer Singapore.

[26] Sivadas, A., & John, S. J. (2023, June). Fermatean fuzzy soft topological spaces. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2875, No. 1). AIP Publishing.

[27] Yolcu, A., & Ozturk, T. Y. (2023). Some results on fermatean fuzzy soft topological spaces. International Theory, Research and Reviews in Science and Mathematics, 117-140.

[28] Xiao, Z., Gong, K., & Zou, Y. (2009). A combined forecasting approach based on fuzzy soft sets. Journal of Computational and Applied Mathematics, 228(1), 326-333.

[29] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and control, 8(3), 338-353.

[30] Zou, Y., & Xiao, Z. (2008). Data analysis approaches of soft sets under incomplete information. Knowledge-Based Systems, 21(8), 941-945.

YALIN UYGULAMALAR VE ÜRETİMDE DİJİTAL TEKNOLOJİLERİN KULLANILMASI

LEAN PRACTICES AND USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN PRODUCTION

Doç. Dr. Nevin AYDIN[1]

[1]Artvin Çoruh Üniversitesi Hopa İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü

ORCID ID: 0000-0003-1949-2765

ÖZET

Yalın ilkelerin kullanımı imalat firmalarında verimliliğin ve rekabet gücünün artmasına olanak sağlamıştır. Son yıllarda gelişmiş dijital teknoloji daha fazla ilgi odağı haline gelmiştir. Firmaların dijitalleşmesi, yeni ürünler ve süreçler yaratmanın yanı sıra mevcut olanları iyileştirme konusunda da büyük olanaklar sunuyor. Dolayısıyla yapılan çalışmalarda Yalın üretim uygulamaları ve dijital teknolojilerin nasıl birleştirilebileceği ele alınmaktadır. İmalat firmaları tarafından üretimde dijital teknolojilerin benimsenmesi daha güçlü bir üretimi ortaya çıkarmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yalın, Dijitalleşme, Süreç İyileştirme

ABSTRACT

The use of lean principles has enabled increased efficiency and competitiveness in manufacturing companies. In recent years, advanced digital technology has become the focus of more attention. Digitalization of companies offers great opportunities for creating new products and processes as well as improving existing ones. Therefore, the studies focus on how Lean production practices and digital technologies can be combined. The adoption of digital technologies in production by manufacturing companies results in a stronger production.

Keywords: Lean, Digitalization, Process Improvement

1. GİRİŞ

Yalın üretim, üçüncü sanayi devrimi sırasında, farklı endüstri sektörlerinde uygulandığı gibi, organizasyonun verimliliğini artırmaya odaklanan bir yönetim felsefesi olarak geliştirildi (Tayaksi vd., 2020). Yalın Üretimin amacı, müşteriye değer katan faaliyetlere odaklanarak her türlü israfı ortadan kaldırmaktır (Womack ve Jones, 2003). Yalın üretim aynı zamanda insanların gelişimi ve pratik karşı önlemlerden deneyimsel öğrenme yoluyla bazı sorunların üstesinden gelmek için herkesin katılımını sağlayarak sorun çözme kültürünün yaratılmasıyla da ilişkilidir (Balle vd., 2019). Yalın üretim, teslim süresini azaltan, firmanın verimliliğini artıran, kuruluşların üretimi koordine etmesini ve desteklemesini sağlayan bir uygulama ve ilkeler kümesidir (Sanchez ve Perez, 2001).

Dijital teknolojiler, üretim yöneticilerinin hayal gücünü şekillendiren güçlü yeniliklerdir. Dijital teknolojilerin yalın uygulamaları destekleyebileceği veya geliştirebileceği sıklıkla dile getirilmiştir. (Wagner vd., 2017) ' e göre, dijitalleşme sadece yalın uygulamaları desteklemekle kalmayacak aynı zamanda kapsamlarını da genişletecektir. Performans açısından araştırmacılar, dijitalleşme sayesinde yalın uygulamaların sağladığı operasyonel iyileştirmeler konusunda fikir birliğine vardılar (Davies vd., 2017; Kolberg ve Zühlke, 2015; Tortorella vd., 2018).

Yalın üretim ilkeleri uzun zamandır imalat firmalarında verimliliği ve rekabet gücünü artırmaya yönelik bir çözüm olarak geliştirilmiştir (Marley ve Ward, 2013). Ancak Yalın ilkelerin kullanılması birçok kuruluşta üretkenliğin, kalitenin ve müşteri hizmetlerinin iyileştirilmesini sağlarken, BT kullanımının da benzer faydalara yol açtığı iddia edilmiştir (Riezebos vd., 2009). Son zamanlarda ileri düzey dijital ve otomatik çözümler daha fazla ilgi odağı haline geldi. Bu yeni dönem, Almanya'da 'Endüstri 4.0' olarak da bilinen dördüncü sanayi devrimi olarak tanımlandı. Dördüncü sanayi devriminin bir tanımı : "Fabrikaları daha akıllı kılmak için internet teknolojisinin imalat sanayine dahil edilmesi; uyarlanabilirliği, kaynak verimliliğini ve ergonomiyi artırmak; Müşterileri ürün tanımlama aşamasına, iş ortaklarını da değer ve lojistik zincirlerine daha yakından entegre etmek" (Stork, 2015). Endüstri 4.0 ile ilgili teknolojiler ve uygulamalara hızla artan araştırma ilgisi, yapılan bir literatür taramasında vurgulanmıştır (Lu, 2017).

Dijital çözümlere artan ilginin Yalın çağının sona erdiği anlamına mı geldiği, yoksa iyileştirmemi anlamına mı geldiği sorulabilir. Burada, Toyota Üretim Sisteminin geliştirilmesinin, Batılı şirketlerin rekabet avantajı için Bilgi Teknolojileri (BT) ve otomasyona güvenmelerinin aksine yapıldığını hatırlayabiliriz (Riezebos vd., 2009). Gereksiz maliyete, aşırı üretime ve belirsizliğe yol açabilecek üretim lojistiğinde BT kullanmak yerine Toyota, sağlamlıkları ve basitlikleri nedeniyle Kanban sistemlerini uygulamaya koydu. Başka bir örnek; ERP sistemlerinin Yalın üretimi engellediği, büyük stokları teşvik ettiği ve üretimin yavaşlamasına yol açtığı görülmüştür (Powell, 2013). Dolayısıyla bazı araştırmacılar tarafından Yalın ve dijitalleşmenin birbirinin tersi olduğu iddia edilmiştir (Riezebos vd., 2009; Hirsch-Kreinsen, 2016). Ancak çoğu araştırmacı bu ikisinin birlikte kullanımında hem fikirdir (Rüttimann ve Stöckli, 2016). (Kolberg ve Zühlke, 2015), Yalın üretimin standartlaştırılmış, şeffaf ve temel üretim süreçlerinin Endüstri 4.0 teknolojileriyle birleştirilebileceğini göstermektedir. Yalın üretim ve Endüstri 4.0 ile ilgili literatür taramasına dayanarak benzer şekilde iki yaklaşımın birbirini destekleyebileceğini ileri sürülmektedir (Mrugalska ve Wyrwicka, 2017). Entegrasyona ilişkin Yalın eksikliklerin sistematik bir analizinde, Endüstri 4.0 ile ilişkili teknolojilerin Yalın'ın eksikliklerine çözüm sağlayabileceğini iddia etmektedir (Sanders vd., 2016).

2. YALIN 4.0

Yalın ve Endüstri 4.0 (Yalın 4.0) arasındaki entegrasyon literatürde oldukça tartışılmaktadır (Buer vd., 2018). Söz konusu entegrasyonun potansiyelleri konusunda akademik çevreler aynı düşünsede, konuyu açıklayan araştırmacıya göre farklı bakış açıları vardır. Akademik dünyada iki ana perspektif tasarlanabilir. Bazı araştırmacılar yalını Endüstri 4.0'ın uygulanmasının

temeli olarak tanımlamaktadır (Hambach vd., 2017). Aslında, yalın uygulamalar süreç boyunca israfın azaltılmasını hedeflediğinden (Womack ve Jones, 2003), kolaylaştırılmış ve kontrol altında bir sürece sahip olmak, herhangi bir süreç dijitalleşmesinin ön koşulunu temsil eder (Buer vd., 2018). Diğer çalışmalar, daha yüksek yalın uygulama düzeyine sahip şirketlerin Endüstri 4.0'ı benimsemede ve onun potansiyellerini kavramada en fazla fayda sağladığını önemli ölçüde doğrulamıştır (Hoellthaler vd., 2018). Günümüzde pazar gereksinimleri daha karmaşıktır ve müşterilerin son derece kişiselleştirilmiş ürünlere olan talebi, yalının hala etkili olmasını engelleyebilir. Yalın, 20. yüzyılın ikinci yarısından bu yana aynı araçları kullanarak, bu araçları destekleyen hiçbir teknolojik gelişme olmadan kişiselleştirmeye ayak uyduramadı (Sanders vd., 2016). Bu anlamda Endüstri 4.0, üretim dünyasındaki yeni trendlerle yalının kullanabileceği ortalama değeri temsil ediyor ve prosesin sağlamlığını koruyor. Ancak Endüstri 4.0 konusu henüz başlangıç aşamasında olduğundan Yalın 4.0'ın etkisini değerlendirmek zordur. Yalın geleneksel uygulama alanı olduğundan, üretim, lojistik ve tedarik zinciri operasyonları da dahil olmak üzere endüstriyel operasyon yönetimi ile sınırlıdır.

3. YALIN ÜRETİM VE DİJİTALLEŞME ARASINDAKİ ETKİLEŞİM

Geçmişte yalın üretim ve BT çözümlerinin uyumluluğu konusunda bazı uyumsuzluklar söz konusu olsa da, son zamanlarda yapılan çalışmalarda bu iki alanı birleştirmenin faydalarına odaklanıldı (Riezebos vd., 2009; Pinho ve Mendes, 2017). Yalın üretim, ERP (Powell vd., 2013), Üretim Yönetim Sistemi (MES) (Cottyn vd., 2011), İleri İmalat Teknolojileri (AMT) (Boyer vd., 1997), simülasyon (Goienetxea vd., 2020) ve radyo frekansı tanımlama (RFID) (Brintrup vd., 2010) operasyonel faydalara sahip olduğu bulunmuştur.

Endüstri 4.0 ile bağlantılı teknolojik gelişmelerin ışığında yalın üretim ve teknoloji arasındaki ilişki araştırma konusu haline geldi (Buer vd., 2018; Gupta vd., 2020; Núñez-Merino vd., 2020). Son zamanlarda yalın üretim ve Endüstri 4.0'ın eş zamanlı kullanımının performansa etkisini araştıran ampirik temelli çalışmalar ortaya çıkmaya başladı (Kamble vd., 2020).

Yalın üretim araçlarının çoğunun Endüstri 4.0'ın tanıtımından yararlanacağını, bazı yalın üretim araçlarının da Endüstri 4.0'a geçiş için kolaylaştırıcı ve hatta ön koşul olabileceği iddia edildi. Yalın üretimin dijital teknolojilerin tanıtılmasından fayda sağlayacak yönleri olarak özellikle toplam üretken bakım (TPM), Kanban, otomasyon ve israfın ortadan kaldırılmasını vurguluyorlar. Ayrıca, gerçek zamanlı yeteneğin, merkezi olmayan yönetimin ve birlikte çalışabilirliğin, Endüstri 4.0 vizyonunun yalın üretime en fazla desteği sağlayacak yönleri olduğunu öne sürüyorlar. (Kolberg vd., 2017), CPS'nin sürekli iyileştirme için nasıl kullanılabileceğine dair bazı pratik örnekler sunmakta ve aynı zamanda Kanban ve Andon yalın üretim araçlarını nasıl geliştirebileceğini göstermektedir. Endüstri 4.0 teknolojileri ile yalın üretim uygulamaları arasındaki potansiyel arayüzleri değerlendiren benzer çalışmaların sayısı artmaktadır (Rosin vd., 2020; Tortorella vd., 2020).

Dijital teknolojiler Düşük maliyetli sensörlerin mevcudiyeti, bilgi işlem gücündeki artışlar ve yüksek hızlı internet bağlantısı, operasyonlar ve tedarik zinciri yönetimi teknolojilerinde büyük ilerlemelerin gerçekleşmesini sağlayan faktörlerden bazılarıdır. Şirketler süreçlerini ilerletmek için her zaman yeni teknolojiler kullanmışlardır. Nakliye konteyneri, yalnızca tedarik zinciri süreçlerini önemli ölçüde iyileştirmekle kalmayıp aynı zamanda uzun vadede küresel ticaret

akışlarını da şekillendiren teknik devrimin muhtemelen en başarılı örneğidir (Levinson, 2016). Bundan başka, perakende operasyonlarında süreç iyileştirme konusunda yüksek beklentileri tetikleyen ancak şu ana kadar yalnızca kısmen karşılayabilen Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) gibi teknolojiler de vardır (Gaukler ve Seifert, 2007). Sonuç olarak, yeni teknolojiler temelde iki farklı şekilde fayda sağlayabilir; verimliliği artırarak ya da gelirleri artırarak.

Dijitalleşme de farklı endüstriler (Gandhi vd., 2016; Gröne, 2013). ve şirket büyüklüğü (Gröne, 2013) arasında farklılık gösterdiği açıktır. Yalın ve BT'nin başarılı bir şekilde birleştirilip birleştirilemeyeceği konusunda bir çalışma (Powell vd., 2013). (Buer vd., 2018), birçok dijital teknolojinin, dağıtılmış bilgi işlem ve özerkliği kolaylaştırdığını ve bunun da Yalın düşüncenin tercih ettiği merkezi olmayan yapılar ve düşük karmaşıklık düzeyleriyle iyi bir şekilde örtüştüğünü belirtmektedir. (Riezebos vd., 2009), Yalın üretimin artan kabulü nedeniyle, son zamanlarda Yalın üretim ilkeleriyle tutarlı olarak çeşitli sistemlerden unsurları birleştiren 'hibrit üretim sistemlerinin' kullanıldığını öne sürmektedir (Riezebos vd., 2009). (Riezebos ve Klingenberg, 2009), BT'nin Yalın üretimi geliştirmeyi ilişkin bir çalışmasında, BT sistemlerinin, örneğin çekme kontrolü gibi Yalın üretim konseptlerinin uygulanmasını kolaylaştırdığı sonucuna varmıştır. (Marvel ve Standridge, 2009), Yalın'daki bir çelişkiyi tartışıyor: Yalın, sürekli iyileştirmenin bir parçası olarak bir süreci 'mükemmel' hale getirmek için yinelemelere güvenirken, bu zaman alır ve bu da bir tür israftır. Çözüm, yapılan değişikliklerin fiili olarak uygulanmadan önce faydalı olmasını sağlayarak süreç geliştirmeyi daha yalın hale getirmek için simülasyonu kullanmaktır. (Abdulmalek ve Raigopal, 2007), üretimde yalın teknikleri benimsemenin avantajlarını değerlendirmek için simülasyon teknikleri kullanılmaktadır. (Liker ve Burr, 1999)'a göre, Toyota'nın üretim sistemi şaşırtıcı derecede az dijital teknoloji kullanıyor. Aynı zamanda bu teknolojilerin, mevcut fiziksel sistemlere tabi olacak şekilde tasarlandıkları sürece Yalın uygulamaya yardımcı olacak güçlü bir araç olarak hizmet edebileceğini de kabul ediyorlar. Ayrıca birçok ürünün karmaşıklığının artması, bir montaj hattında birden fazla ürünün bulunması ve müşteri talebini tahmin etmedeki zorluklar nedeniyle dijital teknolojilerin rolünün arttığını da kabul edilir. (Moyano-Fuentes vd., 2012), iç ve dış BT kullanımına ve İspanyol otomotiv endüstrisinde birinci kademe tedarikçilerin Yalın üretiminin benimsenmesine ilişkin verileri analiz ederken, BT kullanma derecesinin harici BT'nin değil Yalın uygulamaların benimsenme düzeyiyle pozitif olarak ilişkili olduğunu buldu. Bahsettikleri dahili BT sistemleri CAD, CAM, CAE, CAPP, FMS ve ERP gibi bilgisayar destekli mühendislik ve üretim sistemleriydi. (Moyano-Fuentes vd., 2012), Yalın üretim değişkenleri: tesisteki makinelerin ve yakındaki süreçlerin konumu; üretim hücreleri; azaltılmış stok seviyelerine ve daha hızlı üretime olanak tanıyan yerleşim düzeni; Toplam Kalite; SMED; ekipman bakımıyla ilgili faaliyetleri planlamak; tüm ekipmanların düzenli bakımı; JIT; ve Kanban. Bunların sonucu olarak, şirketlerin kendi iç temel süreçlerinde, Yalın uygulamaların hedeflediği verimlilikle daha açık bir şekilde ilişkilendirilecek iç BT geliştirmeleri gerektiğini savunuyorlar (Moyano-Fuentes vd., 2012). Diğer bazı çalışmalar, Yalın uygulamalar ile belirli dijital teknolojiler arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir; bunlar dijital simülasyon sistemlerine ve dijital yönetim sistemleridir.

3.1 Yalın Uygulamalar ve Dijital Simülasyon Sistemleri

Dijital simülasyon sistemleri açısından, ürün ve süreç geliştirme, tesis tasarımı ve operasyonel üretim planlamasına yönelik teknolojileri bütün bir simülasyon sistemine ('dijital fabrika'ya) entegre eden araçlar geliştirilmiştir (Kuehn, 2006). Üstelik son araştırmalar, daha verimli süreçler (Lu, 2017) ve ayrıca Yalın ürün geliştirme (Rauch vd., 2016), söz konusu olduğunda Endüstri 4.0'ı gerçekleştirmek için teknolojilerin nasıl kullanılacağına ilişkin artan potansiyeli göstermektedir. Dijital fabrika sistemlerinin kullanılması, tüm fabrikanın sanal gerçeklik modeli olarak simüle edilebileceği ve ürün fikrinden üretim tesislerinin yerleşimine kadar uygulanabileceği anlamına gelir (Bracht ve Masurat, 2005). Yalın ve dijital fabrika arasındaki ilişki tartışılırken, dijital fabrikanın altı sigma ve Yalın girişimleri kolaylaştırmaya yardımcı olabileceği, çünkü bu tür sistemlerin grafiksel bir ortamda varyasyon analizine izin verebileceği açıkça tartışılmıştır (Kuehn, 2006). Ayrıca bir 'nesne fabrikası' kullanılırken ve geliştirilirken Yalın üretim felsefesinin benimsenmesi gerektiği de tartışılmıştır (Zuehlke, 2010). (Zuehlke, 2010), bilgisayarla bütünleşik üretim kullanıyor olunsa da planlama ve operasyonların hala büyük karmaşıklık içerdiğini savundu. Bunun, planlama süreçlerinin hala fazla sıralı, donanım ve ürüne özgü olmasından kaynaklandığını öne sürdü. Bireyselleştirilmiş ürünler, küresel rekabet, daha kısa ürün yaşam döngüleri ve kısa pazara sunma süresi gibi zorluklar da vardır. Yalın'ın karmaşıklığın azaltılması, israfın önlenmesi, gereksiz teknolojiler ve bilgilerden kaçınılması ve insanın günlük çalışmasının desteklenmesi anlamına geldiğini savunan (Zuehlke, 2010), dolayısıyla "o zaman Yalın bir organizasyon yarattığınız gibi, şimdi de Yalın teknolojileri yaratın ve kullanın."

3.2 Yalın Uygulamalar ve Dijital Yönetim Sistemleri

Yalın uygulamaların ve çeşitli dijital yönetim sistemlerinin birleştirilmesi açısından bazı örnekler aşağıda açıklanmıştır. Dijital teknolojiler olarak ürün yaşam döngüsü yönetimi (Product Lifecycle Management) (PLM) sistemlerine odaklanan (Gecevska vd., 2013), Yalın ve PLM kavramlarını birleştirdiler. 'Yalın PLM' olarak adlandırdıkları yöntemi öne sürerek, bunun kullanılması halinde ürün yaşam döngüsü boyunca doğru miktarda ürün verisine dayalı olarak sağlam iş kararları alınabileceğini savundular. Ayrıca ürün yaşam döngüsünde Yalın yönetimin uygulanmasının örneğin maliyetlerin azalmasına, kârlılığın artmasına ve pazara çıkış süresinin hızlanmasına yol açabileceğini ileri sürüyorlar. Ayrıca, ürün yaşam döngüsü yönetiminin daha önce verileri yönetmeye yönelik bir BT sistemi iken artık bu tür verilere dayalı süreçlerin yönetimini destekleyen bir BT sistemi haline geldiği sonucuna varmışlardır. Bu tür PLM aynı zamanda coğrafi sınırlar arasında veri paylaşımını ve ekip işbirliğini de kolaylaştırabilir (Gecevska vd., 2013). Genel olarak ilişki süreci iyileştirmeleri (Alawamleh vd., 2018) ve özel olarak Yalın (Powell vd., 2013) konusunda tartışılan bir diğer dijital yönetim sistemi kurumsal kaynak planlamasıdır (ERP). (Powell, 2013), ERP ve Yalın üretim üzerine yaptığı literatür taramasından yola çıkarak, ERP sistemlerinin entegrasyon hedefi ile Yalın üretimin bütünsel yaklaşımı örtüşüyor gibi görünse de Yalın üretim literatüründe ERP sistemlerinin sıklıkla israf kaynağı olarak görüldüğünü belirtmektedir. (Halgeri vd., 2011; Powell, 2013), ayrıca ERP sistemlerinin Yalın üretimi engellediğinin görüldüğünü ve üretimin yavaş ve büyük stokları desteklediği için eleştirildiğini vurgulamaktadır. Daha sonra bulgularını özetlerken, hem Yalın hem de ERP'nin üreticiler için rekabet gücünü artırmanın yollarını

sunduğu ve ayrıca araştırmacıları ve uygulayıcıları, ikisini birleştirerek nasıl sinerji yaratılabileceğini araştırırken kendi çerçevelerinden yararlanmaya teşvik ettiği sonucuna vardılar. Ayrıca bu alanda, örneğin rekabet avantajı için bunların nasıl birleştirilebileceği ve eşzamanlı uygulama yöntemleri gibi konularda daha fazla araştırma yapılmasını açıkça öneriyorlar. Son olarak Yalın ile bağlantılı olarak dijital fikir yönetim sistemleri ele alınmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi kaizen, küçük ve artan değişiklikler açısından iyileştirme çalışmalarının hem yöneticiler hem de çalışanlar tarafından yapılması anlamına gelir (Imai, 1997). Bu kadar yüksek katılımlı yeniliğin (High İnvolvement İnnovation) (HII) faydaları açık olsa da pratikte uygulanması kolay değildir (Abu El-Ella vd., 2013). İlgili yönetimsel konuların araştırılması da dahil olmak üzere bunun nasıl gerçekleştirilebileceğini araştıran (Abu El-Ella vd., 2013). HII için teknik kolaylaştırıcılar olarak tanımlanan bir dizi yeni teknolojinin rolüne odaklanmaktadır; örneğin intranet öneri sistemleri, bilgi yönetimi sistemleri, sanal uzman toplulukları, çevrimiçi fikir yarışmaları ve kurumsal sosyal ağlardır.

4. SONUÇ

Dördüncü sanayi devrimi, üretim ortamını değiştirmeyi çalışıyor. Bu bağlamda teknolojinin yol açtığı yeni fırsatlardan yararlanamayanlar, rakiplerinin gerisinde kalmaya mahkumdur. Araştırılması gereken önemli bir alan da yalın üretimin bu yeni endüstriyel çağda oynayacağı roldür. Hem fabrika dijitalleşmesi hem de yalın üretim uygulamaları, operasyonel performans düzeyinin önemli olumlu belirleyicileriydi. Yapılan araştırmalarda, eş zamanlı kullanımlarının daha da büyük performans faydaları sağladığı görüldü; bu da, operasyonel performans üzerindeki etkileri açısından iki alan arasında sinerjik bir ilişki olduğunu ortaya koyuyor.

KAYNAKÇA

Abu El-Ella, N., Stoetzel, M., Bessant, J., & Pinkwart, A. (2013). Accelerating high involvement: The role of new technologies in enabling employee participation in innovation. International Journal of Innovation Management, 17(6), 1340020.

Alawamleh, M., Ismail, L. B., & Mazzawi, R. (2018). Value chain and supply chain: which is more impacted by ERP systems?. International Journal of Services and Operations Management, 30(4), 405-418.

Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. International Journal of production economics, 107(1), 223-236.

Ballé, M., Chaize, J., & Jones, D. (2019). Lean as a learning system: What do organizations need to do to get the transformational benefits from Toyota's method?. Development and Learning in Organizations: An International Journal, 33(3), 1-4.

Bracht, U., & Masurat, T. (2005). The Digital Factory between vision and reality. Computers in industry, 56(4), 325-333.

Brintrup, A., Ranasinghe, D., & McFarlane, D. (2010). RFID opportunity analysis for leaner manufacturing. International journal of production research, 48(9), 2745-2764.

Buer, S. V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. (2018). The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. International journal of production research, 56(8), 2924-2940.

Boyer, K. K., Leong, G. K., Ward, P. T., & Krajewski, L. J. (1997). Unlocking the potential of advanced manufacturing technologies. Journal of operations management, 15(4), 331-347.

Cottyn, J., Van Landeghem, H., Stockman, K., & Derammelaere, S. (2011). A method to align a manufacturing execution system with Lean objectives. International Journal of Production Research, 49(14), 4397-4413.

Davies, R., Coole, T., & Smith, A. (2017). Review of socio-technical considerations to ensure successful implementation of Industry 4.0. Procedia Manufacturing, 11, 1288-1295. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.07.256.

Gaukler, G. M., & Seifert, R. W. (2007). Applications of RFID in supply chains. Trends in supply chain design and management: technologies and methodologies, 29-48. DOI: 10.1007/978-1-84628-607-0_2.

Gandhi, P., Khanna, S., & Ramaswamy, S. (2016). Which industries are the most digital (and why). Harvard business review, 1, 45-48. https://hbr.org/2016/04/a-chart-that-shows-which-industries-are-the-most-digital-and-why (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Gecevska, V., Anisic, Z., & Stojanova, T. (2013). Lean product lifecycle management approach. International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM), 4(4), 207-214.

Goienetxea Uriarte, A., Ng, A. H., & Urenda Moris, M. (2020). Bringing together Lean and simulation: a comprehensive review. International Journal of Production Research, *58*(1), 87-117.

Gröne, F. (2013). The 2012 Industry Digitization Index, Booz & Company [online]. https://www.slideshare.net/floriangroene/the-2012-industry-digitization-index (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Gupta, S., Modgil, S., & Gunasekaran, A. (2020). Big data in lean six sigma: a review and further research directions. International Journal of Production Research, 58(3), 947-969.

Halgeri, P., McHaney, R., & Pei, Z. J. (2011). ERP systems supporting lean manufacturing in SMEs. In Cruz-Cunha, M.M. (Ed.): *Enterprise information systems: concepts, methodologies, tools and applications*, 1121-1140. IGI Global.

Hambach, J., Kümmel, K., & Metternich, J. (2017). Development of a digital continuous improvement system for production. Procedia CIRP, 63, 330-335. DOI: 10.1016/j.procir.2017.03.086.

Hirsch-Kreinsen, H. (2016). Digitization of industrial work: development paths and prospects. Journal for Labour Market Research, 49(1), 1-14.

Hoellthaler, G., Braunreuther, S., & Reinhart, G. (2018). Digital Lean ProductionAn Approach to Identify Potentials for the Migration to a Digitalized Production System in SMEs from a Lean Perspective. Procedia Cirp, 67, 522-527. DOI: 10.1016/j.procir.2017.12.255.

Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*, McGraw-Hill, New York.

Kamble, S., Gunasekaran, A., & Dhone, N. C. (2020). Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies. International journal of production research, 58(5), 1319-1337.

Kuehn, W. (2006). Digital factory: Integration of simulation from product and production planning towards operative control. In *ECMS: 20th European Conference on Modelling and Simulation. St. Augustin*, 31.

Kolberg, D., Knobloch, J., & Zühlke, D. (2017). Towards a lean automation interface for workstations. International journal of production research, 55(10), 2845-2856.

Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. IFAC-PapersOnLine, 48(3), 1870-1875.

Levinson, M. (2016). *The box: how the shipping container made the world smaller and the world economy bigger*. Princeton University Press.

Liker, J., & Burr, K. (1999). Advanced planning systems as an enabler of lean manufacturing. Automotive Manufacturing & Production, 111(2), 29-31.

Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. Journal of industrial information integration, 6, 1-10. DOI: 10.1016/j.jii.2017.04.005.

Marley, K. A., & Ward, P. T. (2013). Lean management as a countermeasure for "Normal" disruptions. Operations Management Research, 6(1), 44-52.

Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards lean production in industry 4.0. Procedia engineering, 182, 466-473.

Marvel, J. H., & Standridge, C. R. (2009). Simulation-enhanced lean design process. Journal of Industrial Engineering and Management, 2(1), 90-113.

Moyano-Fuentes, J., Martínez-Jurado, P. J., Maqueira-Marín, J. M., & Bruque-Cámara, S. (2012). Impact of use of information technology on lean production adoption: evidence from the automotive industry. International Journal of Technology Management, 57(1/2/3), 132-148.

Núñez-Merino, M., Maqueira-Marín, J. M., Moyano-Fuentes, J., & Martínez-Jurado, P. J. (2020). Information and digital technologies of Industry 4.0 and Lean supply chain management: a systematic literature review. International Journal of Production Research, 58(16), 5034-5061. DOI:10.1080/00207543.2020.1743896.

Pinho, C., & Mendes, L. (2017). IT in lean-based manufacturing industries: systematic literature review and research issues. International Journal of Production Research, 55(24), 7524-7540.

Powell, D. (2013). ERP systems in lean production: new insights from a review of lean and ERP literature. International Journal of Operations & Production Management, 33(11/12), 1490-1510.

Powell, D., Alfnes, E., Strandhagen, J. O., & Dreyer, H. (2013). The concurrent application of lean production and ERP: Towards an ERP-based lean implementation process. Computers in Industry, 64(3), 324-335.

Rauch, E., Dallasega, P., & Matt, D. T. (2016). The way from lean product development (LPD) to smart product development (SPD). Procedia CIRP, 50, 26-31.

Riezebos, J., & Klingenberg, W. (2009). Advancing lean manufacturing, the role of IT. Computers in Industry, 60(4), 235-236.

Riezebos, J., Klingenberg, W., & Hicks, C. (2009). Lean production and information technology: connection or contradiction?. Computers in industry, 60(4), 237-247.

Rosin, F., Forget, P., Lamouri, S., & Pellerin, R. (2020). Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles. International Journal of Production Research, 58(6), 1644-1661.

Rüttimann, B. G., & Stöckli, M. T. (2016). Lean and Industry 4.0—twins, partners, or contenders? A due clarification regarding the supposed clash of two production systems. Journal of Service Science and Management, 9(6), 485-500.

Sànchez, A. M., & Pérez, M. P. (2001). Lean indicators and manufacturing strategies. International Journal of Operations & Production Management, 21(11), 1433-1452.

Sanders, A., Elangeswaran, C., & Wulfsberg, J. P. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean

manufacturing. Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM), 9(3), 811-833. DOI: 10.3926/jiem.1940.

Stork, A. (2015). Visual computing challenges of advanced manufacturing and industrie 4.0 [guest editors' introduction]. IEEE computer graphics and applications, 35(2), 21-25.

Tayaksi, C., Sagnak, M., & Kazancoglu, Y. (2020). A new holistic conceptual framework for leanness assessment. International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences, 5(4), 567.

Tortorella, G., Miorando, R., Caiado, R., Nascimento, D., & Portioli Staudacher, A. (2021). The mediating effect of employees' involvement on the relationship between Industry 4.0 and operational performance improvement. Total Quality Management & Business Excellence, 32(1-2), 119-133. DOI: 10.1080/14783363.2018.1532789.

Wagner, T., Herrmann, C., & Thiede, S. (2017). Industry 4.0 impacts on lean production systems. Procedia Cirp, 63, 125-131. DOI: 10.1016/j.procir.2017.02.041.

Womack, J. P. and Jones, D. (2003) 'Lean Thinking − Banish waste and create wealth in your corporation', BMJ quality safety, 15–90. DOI: 10.1136/bmjqs-2011-000173.

Zuehlke, D. (2010). SmartFactory—Towards a factory-of-things. Annual reviews in control, 34(1), 129-138.

GIDA KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: YAPAY ZEKA
IMPROVING FOOD QUALITY: ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Doç. Dr. Nevin AYDIN[1]

[1]Artvin Çoruh Üniversitesi Hopa İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü

ORCID ID: 0000-0003-1949-2765

ÖZET

Yapay Zeka (AI) teknolojileri, gıda verimi, kalitesi ve beslenmeyi iyileştirmek, kaynak tüketimini azaltmak güvenliği ve izlenebilirliği artırmak ve gıda israfını ortadan kaldırmak için güçlü çözümler türetmektedir. Gıda, insan yaşamının vazgeçilmez bir parçasıdır. Gıda çiftçiler tarafından üretilen çeşitli ürünlerin işlenmesinden sonra elde edilen tarımsal faaliyetin tedarik zincirinde son ürünüdür. Gıda endüstrisi hem ülke ekonomisinde hem de küresel ekonomide önemli yere sahiptir. Bu nedenle, küresel ekonomide ihtiyaçları karşılamak için gıda endüstrisinde yapay zeka tabanlı akıllı çözümlerin kullanılması gerekmektedir; bu teknik sayesinde çiftçiler daha az maliyetle daha fazla gıda tahılı üretebilir ve gelirlerini artırabilirler. Veri bilimi içeren yapay zeka, satış tahmini için farklı algoritmaları kullanarak üretimi artırarak restoranların, kafelerin, çevrimiçi teslimat yapan gıda zincirlerinin, otellerin ve yiyecek satış noktalarının kalitesini artırabilir. Yapay zeka, ambalajlamayı iyileştirebilir, raf ömrünü uzatabilir. Yapay zeka algoritmaları kullanılarak menü kombinasyonu sağlanabilir.

Anaktar Kelimeler: Yapay Zeka, Tarım, Gıda Endüstrisi

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) technologies are deriving powerful solutions to improve food yield, quality and nutrition, reduce resource consumption, increase safety and traceability, and eliminate food waste. Food is an indispensable part of human life. Food is the final product in the supply chain of agricultural activity obtained after the processing of various products produced by farmers. The food industry has an important place in both the national economy and the global economy. Therefore, it is necessary to use artificial intelligence-based smart solutions in the food industry to meet the needs in the global economy; Thanks to this technique, farmers can produce more food grains at less cost and increase their income. AI with data science can improve the quality of restaurants, cafes, online delivery food chains, hotels and food outlets by increasing production using different algorithms for sales forecasting. Artificial intelligence can improve packaging, extend shelf life. Menu combinations can be provided using artificial intelligence algorithms.

Keywords: Artificial Intelligence, Agriculture, Food Industry

1. GİRİŞ

Geniş kapsamlı gelişen bir teknoloji olan yapay zeka (AI), yalnızca kişisel yaşamlarımızı etkilemekle kalmayıp aynı zamanda şirketlerin karar verme şeklini de değiştirmiştir (Haenlein ve Kaplan, 2019). Yapay zekanın veri, algoritmalar ve bilgi işlem gücü olmak üzere üç temel dayanağı bilinir. Gıda güvenliği sistemi, insanlığın sürdürülebilir gelişimini sağlamak ve çevresel etkisini en aza indirmek için veri yaklaşımları kullanan en önemli uygulama alanlarından biri olarak ortaya çıkmıştır.

Gıda güvenliği, insan sağlığı ve hayatta kalması için temel faktörlerden biridir. Tüketicileri gıda kaynaklı hastalıklardan ve firmaları zararlarından korumak için daha ileri teknolojilere ihtiyaç vardır (Kudashkina vd., 2022). Dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan yapay zeka ve büyük veri, gıda üretimini, kalitesini ve beslenmeyi artırarak, kaynak tüketimini ve israfı azaltarak gıda endüstrisi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Tahir ve Loo, 2021).

Zekâ genel olarak doğal dili öğrenebilen, planlayabilen, algılayabilen veya anlayabilen insan zihninin yapay olarak üretilmesini içermektedir. Bilgisayar sistemlerinin teorisi ve gelişimi normalde görsel algılama, sesleri tanıma, seçim yapma ve dil çevirisi gibi insan zekası becerilerini gerçekleştirme kapasitesine sahiptir. Bilgisayar Teknolojisi (BT) sektörü çoğunlukla insan gibi çalışan ekipmanlara odaklanıyor. John Mc Carthy yapay zekayı özellikle akıllı bilgisayar programcılarının geliştirilmesine yönelik bilimsel ve teknolojik uzmanlık alanı olarak tanımladı (Kumar vd., 2020).

Makine öğrenimi ve derin öğrenme, en yaygın kullanılan yapay zeka yöntemlerinden ikisidir. Bu modeller veriler üzerine kuruludur ve bireyler, şirketler ve devlet kurumları tarafından tahmin yapmak için kullanılır. Gıda endüstrisindeki bilgilerin karmaşıklığı için makine öğrenimi yöntemleri geliştirilmektedir (Negi ve Rajesh, 2019).

Standart, güvenilir ürün kalite kontrol yöntemleri tasarlama ve aynı zamanda düşük maliyeti korurken müşterilere ulaşmanın ve hizmet vermenin yeni yollarını aramayı amaçlayan gıda endüstrilerinde, daha iyi müşteri deneyimi, verimli bir şekilde elde etmek için yapay zekanın kullanılmasına ihtiyaç vardır (Sil vd., 2019).

2. MAKİNE ÖĞRENİM TEKNİKLERİ

Makine öğrenimi sistemleri verilerden otomatik olarak öğrenir. Bu genellikle bunları manuel olarak oluşturmaktan daha ilgi çekicidir. Makine öğreniminin uygulanması son yıllarda bilgisayar biliminde hızla büyümüştür. Çeşitli makine öğrenimi tipleri arasında denetimli ve denetimsiz öğrenme arasındaki ayrım kritik öneme sahiptir.

Denetimli öğrenmenin amacı bilgisayara, oluşturduğumuz bir sınıflandırma sistemini öğretmektir. Genel olarak, sınıflandırma öğrenimi, bir sınıflandırmanın çıkarılmasının faydalı olduğu ve sınıflandırmanın tespit edilmesinin basit olduğu herhangi bir konuya uygulanabilir. Sinir ağlarını ve karar ağaçlarını eğitmek için en popüler yaklaşım denetimli öğrenmedir (Khan vd., 2020).

Denetimsiz makine öğreniminin amacı verilerdeki ilişkileri bulmaktır. Sisteme bir veri koleksiyonu verilir ve içindeki kalıpları ve korelasyonları tanımlamakla görevlendirilir. Kullanılan algoritmalar, denetimli makine öğrenimi için kullanılanlarla aynı değildir. Denetimsiz öğrenme yaklaşımları, bilinmeyen olasılık dağılımı P(x)'den bağımsız örnekleri temsil ettiği düşünülen gözlemlenebilir girdi kalıplarını xi ve ayrıca neyin önemli olduğuna dair bazı açık veya örtülü önsel bilgileri kullanır. Denetimsiz öğrenme için iki tür yaklaşım önerilmiştir (Prince Samuel vd., 2020).

Yoğunluk tahmin yöntemleri (Density estimation methods), girdiyi nasıl oluşturabileceğine dair açıkça istatistiksel modeller (Bayes Ağları gibi) oluşturur. Özellik çıkarma yaklaşımları, girdilerden istatistiksel düzenlilikleri doğrudan çıkarmaya çalışır. Kümeleme, tarihsel nedenlerden dolayı sıklıkla denetimsiz öğrenmeyle ilişkilendirilir. Kümeleme, genellikle kümeler olarak bilinen, verilerdeki benzerlik gruplamalarını belirlemeye yönelik bir tekniktir. Birbirine benzeyen veri örneklerini bir kümeye, oldukça farklı (birbirinden uzak) veri örneklerini ise başka bir kümeye yerleştirir (Sharma vd., 2020a; Sharma vd., 2020b).

Yapay Zeka (AI) olarak bilinen bilgisayar zekası, öğrenme yetenekleri açısından "insanlar kadar akıllı" olmaya çalışan bilgisayarların insanın yerini aldığı bir bilgisayar bilimidir. Yapay Sinir Ağları (YSA), son derece karmaşık veya analitik çözümleri bilinmeyen problemlerin çözümünde ön plana çıkan yapay zeka yaklaşımlarından biridir. YSA'ların örneklerden öğrenme yeteneği, alan kuralları tam olarak bilinmediğinde veya karmaşık veriler olduğunda onları etkili programlama araçları haline getirir.

YSA'lar son yıllarda yerel minimum yerleşim, test ve hata süreci ve uzun öğrenme süresi gibi bir dizi sınırlamaya sahip olduğu, ayrıca paralellik, öğrenme, yaygın kapasite, doğrusal olmama ve esneklik gibi avantajlara sahip olduğu görülmüştür. YSA'ları geleneksel sezgisel veya meta-sezgisel ve/veya evrimsel algoritmalar ve diğer yaklaşımların yanı sıra evrimsel YSA'larla birleştiren hibrit sistemler, karmaşık durumlar için önerilmiştir.

İzlenen öğrenme (monitored learning), verilerde veri öz niteliklerini bir öz nitelik (sınıf) ile ilişkilendiren bir modeli belirler. Sınıflandırma, önemli veri kategorilerini açıklayan modellerin çıkarılması veya kategorik etiketlerin tahmin edilmesi için kullanılan bir tür denetimli öğrenmedir. Karar Ağacı, çeşitli sorguları ve alternatif yanıtları formüle etmek için kullanılabilecek düğümlerden oluşan hiyerarşik bir yapıdır (Muniasamy, 2020).

Karar ağacındaki her yaprak düğüme bir sınıf işareti uygulanır. Kök düğümü ve diğer dahili düğümleri içeren nihai olmayan düğümler, kayıtları birbirinden ayıran nitelikler için test kriterleri sağlar. Karar ağacı oluşturulduktan sonra test kaydını kategorize etmek kolaydır. Test durumu kök düğümdeki kayda uygulanır ve test sürecinin sonuçlarına göre ilgili dal tarafından takip edilir. Bu, yeni bir test koşuluna sahip yeni bir dahili düğüme ya da bir yaprak düğüme yol açar. Kayıt daha sonra yaprak düğüm sınıfı etiketiyle sağlanır. Etkili algoritmalar kullanılarak kısa sürede kesin bir karar ağacı oluşturulabilir.

3. YAPAY ZEKANIN GIDA VE İMALAT SANAYİNDEKİ UYGULAMALARI

Gıda üreticileri gıda güvenliği düzenlemeleri konusunda, gıdanın güvenliği için tedarik zincirindeki sürecini daha şeffaf hale getirilmesi gerekiyor. Bu bağlamda, gıda üretiminde yapay zeka, tüm tedarik zinciri sürecini izler. Fiyat tahmini, üretim süreci optimizasyonu, envanter yönetimi ve lojistik yönetiminin tamamı yapay zeka tarafından yönetilir. Yapay zeka, belirli bir mahsulün en iyi nerede büyüdüğünü belirlemeye yardımcı olur. Symphony Retail-AI gibi nakliye, fiyatlandırma ve envanter talebini tahmin etmeye yönelik bir yöntem, israf edilecek fazla ürün stoğunu önler (Hebbar, 2020).

Daha önce çok sayıda çalışanın yaptığı işi Yapay zeka az çalışanla yapabilir. Bu bağlamda, iş gücü israfını önleyen Yapay zeka tabanlı uygulamalar, hangi patateslerin cips için, hangilerinin patates kızartması için daha uygun olduğunu kolayca belirleyebilir. Manuel sıralama zaman alıcıdır, verimsizdir ve hatalıdır (Misra vd., 2020).

Çok sayıda parçanın imalatının büyük ve karmaşık bir sistem gerektirdiği bilinir. Makine öğrenimi, operasyonel maliyetlerin ve emeğin azaltılmasını sağlar. Ayrıca kaynakların verimli şekilde kullanılmasına ve üretimin artmasına da yardımcı olur. Makine öğrenimi yöntemleri, kamera, sensör ve internet bağlantısından oluşur (Sharma vd., 2020a; Sharma vd., 2020b). Gıda dağıtımında makine öğrenimi önemli yere sahiptir. Akıllı lojistik yoluyla gıdanın dağıtımına yardımcı olur. Mahsullerin ve sebzelerin takibini yapar. Bitkisel atık miktarını azaltır. Ayrıca restoran yemek dağıtımını da iyileştirir (Li vd., 2019).

Modern endüstriyel ve lojistik sistemler, daha geniş ve güçlü bilgi işlem ağları tarafından yönetilir. Bu ağların içindeki sensörler, makineler, sistemler, akıllı cihazlar ve insanlar sürekli veri üretir. Artan bilgisayar gücüyle birlikte, Büyük Veri her zamankinden daha hızlı, daha kapsamlı ve daha güçlü bir şekilde işlenir. Bu ilerlemeler, yapay bilgi teknolojisi (AI) önemini vurgulayan, Endüstri 4.0 veya Akıllı Fabrika olarak bilinen yeni bir dönemi başlattı (Kim vd., 2017).

3.1. Tarım

Tarım büyük zorluklarla karşı karşıya ve yapay zeka bu zorluklara karşı bir çözüm olarak görülmektedir. Tarımda yapay zekanın kullanılmasında bir artış vardır. Tarımsal faaliyetlerde doğru kararları vermek, istenilen sonuçları elde etmek için büyük yarar sağlar. Önlemleri uygulamaya koyan akıllı ajanlar, gelecek için daha uygun bir çözüm olarak görülüyor. Tarım otomasyonu her ülkenin temel endişesidir. Nesnelerin İnterneti, kablosuz iletişim, makine öğrenmesi ve yapay zeka, derin öğrenme gibi farklı otomasyon uygulamalarından yararlanılır. Tarımda teknolojilerin kullanımı başlangıç aşamasındadır (Popa, 2011; Jha vd., 2019).

3.2. Gıda İşleme

Birçok yerde gıda işleme tam otomatik değildir. Gıda işleme endüstrisi, gıdaların sınıflandırılmasından sağlık ve güvenlik uyumluluklarının sürdürülmesine, yeni ürünlerin geliştirilmesine ve tedarik zincirinin iyileştirilmesine kadar her şeye çözüm sağlayan yapay zekadan faydalanmaktadır. Teknoloji temel olarak iş süreçlerini kolaylaştırmaya, çalışanların işini azaltmaya ve operasyonları daha verimli hale getirmeye yardımcı olur. Gıda işleme

endüstrisi, süreçlerini mümkün olduğunca otomatikleştirerek tam hijyen ve yüksek gıda kalitesini garanti edebilir.

3.3. Gıda İmalatı

Yapay zeka, gıda şirketleri tarafından gıda üretiminde kullanılabilir. Büyük miktardaki malların imalatı, büyük karmaşık biçimde yapılandırılmış mekanizmalar gerektirir. Gıda üretimindeki yapay zeka, bu sürecin her aşamasını izlemeye yardımcı olur. Maliyet ve stok yönetimine ilişkin alternatifler üretir. Makine öğrenimi, kaliteyi etkileyen ve üretim sürecinde akışlara neden olan faktörlerin belirlenmesine olanak tanır. Ürünlerin üretildiği yerden, müşterilerin onu aldığı yere kadar tedarik zincirinde üretkenliği artırır.

3.4. Yemek Üretimi

Yapay zeka, gıda üretimini daha verimli, güvenli ve karlı hale getirmek için uygulamalarda kullanılıyor. Üretimi optimize etmek ve üretim tesislerinin en iyi çalışma noktalarını ortaya çıkarmak için büyük bir potansiyele sahiptir. Daha hızlı üretim değişimlerine ve üretim darboğazlarının ortadan kalkmasına olanak sağlayabilir. Yapay zeka firmanın üretkenliğini, verimliliğini ve çıktısını optimize edebilir.

3.5. Yemek Paketleme

Yapay zeka destekli robotik ekipman, paketleme gibi karmaşık insan görevlerini güvenli ve hızlı bir şekilde yerine getirebilir. Robotlar, tüketicilerin artan paketleme taleplerine zamanında cevap verebilir.

3.6. Gıda Tedarik Zinciri

Gıda endüstrisinin, tüketici taleplerini karşılamak için pazarlara yüksek kaliteli gıda ürünlerini uygun maliyetle tedarik etmesi gerekmektedir. Gıda endüstrisindeki tedarik zincirleri giderek büyümektedir. Yapay zeka destekli tedarik zinciri yönetim sistemleri, tüm tedarik zincirindeki faaliyetleri izlemek ve kontrol etmek için kullanılabilir. Yapay zeka, tedarik zinciri operasyonlarını yakından izlenmek, gecikmeleri en aza indirmek ve kar marjını en üst düzeye çıkarmak için kullanılabilir.

3.7. Yemek Teslimi

Gıda endüstrisinin büyüyen bir bileşenidir. Yapay zeka kullanımı çoğu gıda dağıtım organizasyonu için ortak bir kolaylaştırıcıdır. Önde gelen gıda dağıtım hizmetleri, otomasyon yoluyla pazarlama alanındaki sorunlarını yapay zekay ile çözümlemektedir. Yapay zeka uygulamaları aynı zamanda yemek siparişi, dağıtım ve faturalandırma süreçleri gibi etkinlikleri otomatikleştirerek operasyonel verimliliğini de artırır. Yemek dağıtım hizmeti firmaları müşteri hizmetlerini geliştirmek için yapay zekayı kullanmaktadırlar.

3.8. Restoranlar

Yapay zeka aynı zamanda birçok uygulama tarafından kullanıcının konumuna, zevkine ve tercihlerine göre en iyi restoranları önermek için kullanılmaktadır. Müşterilerin sipariş sürecini

kontrol etmesine olanak sağladığı sürece, kendi kendine hizmet veren sistemler restoranlar tarafından büyük ölçüde kullanılacaktır.

4. SONUÇ

İnsanoğlu hayatta kalabilmek için gıdaya ihtiyacı vardır. Gıda israfının azaltılması, tedarik zincirinin optimize edilmesi ve gıda lojistiği, teslimatı ve gıda güvenliğinin iyileştirilmesi hedeflenir. Modern endüstriyel ve lojistik sistemler, daha güçlü bilgi işlem ağları tarafından desteklenmektedir. Bu ağları kapsayan sensörler, makineler, sistemler, akıllı cihazlar ve insanlar sürekli veri üretir. Bu sistem yapay bilgi teknolojisinin kullanışlılığını gösteren, Endüstri 4.0 veya Akıllı Fabrika olarak bilinen yeni bir dönemin başlangıçıdır.

Gıda güvenliği salgınlarının ve potansiyel nedenlerin belirlenmesi, kamu ve özel sektör ortaklarının işbirliğini gerektirir (Azapagic ve Perdan, 2000; Feye vd., 2020; Ben-Daya vd., 2019). Gıda endüstrisi, ürün kalitesinin kontrolünde daha güvenilir olan yüksek standartlı sınıflandırma işlemleri oluşturmalıdır. Öte yandan endüstri, yapay zeka ve izlenebilirlik gibi özerk ve güvenilir bir yaklaşım kullanarak çeşitli doğrusal olmayan eylem planlarına sahiptir (Liu, 2015). Yapay zeka, gıda endüstrisinde birçok zorluk için manevi kapasiteyi ve akıllıca çözümleri gösteren matematiksel bir tekniktir (Bouzembrak ve Marvin, 2016; Khan vd., 2022).

KAYNAKÇA

Azapagic, A., & Perdan, S. (2000). Indicators of sustainable development for industry: a general framework. Process Safety and Environmental Protection, 78(4), 243-261.

Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2019). Internet of things and supply chain management: a literature review. International journal of production research, 57(15-16), 4719-4742.

Bouzembrak, Y., & Marvin, H. J. (2016). Prediction of food fraud type using data from Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) and Bayesian network modelling. Food Control, 61, 180-187.

Feye, K. M., Lekkala, H., Lee-Bartlett, J. A., Thompson, D. R., & Ricke, S. C. (2020). Survey analysis of computer science, food science, and cybersecurity skills and coursework of undergraduate and graduate students interested in food safety. Journal of Food Science Education, 19(4), 240-249.

Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. California management review, 61(4), 5-14.

Hebbar, N. (2020). Freshness of food detection using IoT and machine learning. In *2020 International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering (ic-ETITE)*, 1-3). Doi: 10.1109/ic-ETITE47903.2020.80.

Jha, K., Doshi, A., Patel, P., & Shah, M. (2019). A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. *Artificial Intelligence in Agriculture*, *2*, 1-12.

Khan, I., Zhang, X., Rehman, M., & Ali, R. (2020). A literature survey and empirical study of meta-learning for classifier selection. IEEE Access, 8, 10262-10281. Doi: 10.1109/ACCESS.2020.2964726.

Khan, R., Shabaz, M., Hussain, S., Ahmad, F., & Mishra, P. (2022). Early flood detection and rescue using bioinformatic devices, internet of things (IOT) and Android application. World Journal of Engineering, 19(2), 204-215.

Kim, K. Y., Park, J., & Sohmshetty, R. (2017). Prediction measurement with mean acceptable error for proper inconsistency in noisy weldability prediction data. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 43, 18-29. Doi: 10.1016/j.rcim.2016.01.002.

Kudashkina, K., Corradini, M. G., Thirunathan, P., Yada, R. Y., & Fraser, E. D. (2022). Artificial Intelligence technology in food safety: A behavioral approach. *Trends in Food Science & Technology*, *123*, 376-381.

Kumar, Y., Kaur, K., & Singh, G. (2020). Machine learning aspects and its applications towards different research areas. In *2020 International conference on computation, automation and knowledge management (ICCAKM)*, 150-156. Doi: 10.1109/ICCAKM46823.2020.9051502.

Li, Y., Yan, H., & Zhang, Y. (2019). A deep learning method for material performance recognition in laser additive manufacturing. In *2019 IEEE 17th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, 1, 1735-1740. Doi: 10.1109/INDIN41052.2019.8972334.

Liu, K. (2015). Research on the food safety supply chain traceability management system base on the internet of things. International journal of hybrid information technology, 8(6), 25-34.

Misra, N. N., Dixit, Y., Al-Mallahi, A., Bhullar, M. S., Upadhyay, R., & Martynenko, A. (2020). IoT, big data, and artificial intelligence in agriculture and food industry. IEEE Internet of things Journal, 9(9), 6305-6324. Doi: 10.1109/JIOT.2020.2998584.

Muniasamy, A. (2020). Machine learning for smart farming: a focus on desert agriculture. In *2020 International Conference on Computing and Information Technology (ICCIT-1441)*, 1-5. Doi: 10.1109/ICCIT-144147971.2020.9213759.

Negi, A., & Rajesh, K. (2019). A review of ai and ml applications for computing systems. In *2019 9th International Conference on Emerging Trends in Engineering and*

Technology-Signal and Information Processing (ICETET-SIP-19), 1-6. Doi: 10.1109/ICETET-SIP-1946815.2019.9092299.

Popa, C. (2011). Adoption of artificial intelligence in agriculture. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture, 68(1), 284-293.

Prince Samuel, S., Malarvizhi, K., Karthik, S., & Mangala Gowri, S.G. (2020). Machine learning and internet of things based smart agriculture. In *2020 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, 1101-1106. Doi: 10.1109/ICACCS48705.2020.9074472.

Sharma, A., Jain, A., Gupta, P., & Chowdary, V. (2020a). Machine learning applications for precision agriculture: A comprehensive review. IEEE Access, 9, 4843-4873. Doi: 10.1109/ACCESS.2020.3048415.

Sharma, B., Yadav, J. K. P. S., & Yadav, S. (2020b). Predict crop production in India using machine learning technique: A survey. In *2020 8th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions)(ICRITO)*, 993-997. Doi: 10.1109/ICRITO48877.2020.9197953.

Sil, R., Roy, A., Bhushan, B., & Mazumdar, A. K. (2019). Artificial intelligence and machine learning based legal application: the state-of-the-art and future research trends. In *2019 International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems (ICCCIS)*, 57-62. Doi: 10.1109/ICCCIS48478.2019.8974479.

Tahir, G. A., & Loo, C. K. (2021). A comprehensive survey of image-based food recognition and volume estimation methods for dietary assessment. In Healthcare, 9(12), 1676.

EĞİTİMDE GİYİLEBİLİR CİHAZLAR
WEARABLE DEVICES IN EDUCATION

Doç. Dr. Nevin AYDIN[1]

[1]Artvin Çoruh Üniversitesi Hopa İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü

ORCID ID: 0000-0003-1949-2765

ÖZET

Giyilebilir Teknolojiler, kullanıcılar tarafından farklı şekillerde insan bedenine entegre olabilen veya genellikle çeşitli aksesuarlar halinde kullanılan araçlardır. Giyilebilir teknolojiler son yıllarda oldukça kullanılabilir hale geldi. Glass Google'ın ortaya çıkışından bu yana pek çok türde giyilebilir cihaz geliştirildi. Eğitimde giyilebilir teknolojiler giderek artıyor. Giyilebilir teknolojinin eğitimde etkin kullanımı için cihazların eğitimin ihtiyaçlarına uygun şekilde tasarlanması gerekmektedir. Giyilebilir teknoloji eğitim uygulamalarında, öğrencileri ve eğitmenleri güçlendirerek eğitimi geliştirmek için kullanılan bir araçdır. Bu araçlar: Google Glass, Muse, iPod ve GoPro kameralar gibi. Eğitim endüstrisindeki giyilebilir teknoloji, öğrencilerin ilgisini çekme ve öğrenmeye odaklanmalarını artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Giyilebilir akıllı cihazlar, küresel eğitim uygulamaları pazarında büyüyen bir trenddir.Verileri bulutta depolama seçeneği, kullanıcıları ayrıca giyilebilir cihazları kullanmaya teşvik etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Giyilebilir Teknolojiler, Nesnelerin İnterneti, Giyilebilir Cihaz

ABSTRACT

Wearable Technologies are tools that can be integrated into the human body in different ways by users or are generally used as various accessories. Wearable technologies have become widely available in recent years. Since the emergence of Glass Google, many types of wearable devices have been developed. Wearable technologies are increasing in education. For the effective use of wearable technology in education, devices must be designed in accordance with the needs of education. Wearable technology is a tool used in educational applications to improve education by empowering students and instructors. These tools: such as Google Glass, Muse, iPod and GoPro cameras. Wearable technology in the education industry plays an important role in engaging students and increasing their focus on learning. Wearable smart devices are a growing trend in the global education apps market. The option of storing data in the cloud also encourages users to use wearable devices.

Keywords: Wearable Technologies, Internet of Things, Wearable Device

1. GİRİŞ

Giyilebilir teknoloji araştırmacıların, tüketicilerin ve eğitimcilerin giderek artan bir ilgi alanıdır. 2014'ün sonlarında giyilebilir teknoloji, tüketicilerin Fitbit, akıllı saatler ve diğer cihazlardan büyük miktarda satın almalarıyla ana akım pazarda yerini aldı. Giyilebilir teknoloji hareketi 1970'li yıllarda hesap makinesi saatinin icat edilmesiyle başladı. Giyilebilir teknoloji, bireysel kullanıcıyla ilgili bilgilerin takip edilebilmesini içeren, bireyler tarafından giyilebilen bir cihaz teknolojisidir. Giyilebilir teknolojilerde genellikle hareketi algılayabilen, çevre koşullarını ölçebilen, fotoğraf çekebilen ve tüm bu bilgileri gerçek zamanlı olarak kullanıcının erişebilmesi için iletebilen sensörler bulunur (Tehrani ve Andrew, 2014). Giyilebilir teknoloji, teknolojinin görünmez hale gelmesi ve etkileşimin basit ve doğal olması için günlük yaşamla iç içe geçtiği her yerde bulunan bilgi işlem hareketi ile ilgilidir (Mostéfaoui vd., 2008).

Nesnelerin İnterneti'nin (IoT) hızlı gelişimiyle birlikte insanlar her şeyin akıllı bir şekilde birbirine bağlanması sonucunda yeni bir çağa girdi. IoT teknolojisinin önemli bir alanı olan giyilebilir cihazların çeşitliliği ve sayısı önemli ölçüde arttı ve büyük ilgi gördü. Tekstil ürünleri, akıllı saatler, gözlükler, bileklikler gibi giyilebilir cihazlar çeşitli yerleşik sensörlerle donatılmıştır (Seneviratne vd., 2017). Bu sensörler sayesinde giyilebilir cihazlar, kullanıcıların konumlarını, fiziksel aktivitelerini, fizyolojik bilgilerini (elektrokardiyogram (EKG), kalp atış hızı (KAH), fotopletismografi (PPG), cilt sıcaklığı vb.) ve diğer verileri gerçek zamanlı olarak tespit edebilir. Giyilebilir cihazlar askeri ve güvenliğin yanı sıra sağlık izleme, tıbbi teşhis, kinematik analiz gibi pek çok alanda benzeri görülmemiş gelişmeler yarattı (Friedl, 2018; Lee vd., 2017; Mahmud vd., 2019; Mencarini vd., 2019; Perera ve Vasilakos, 2016; Rana ve Mittal, 2020; Stankovic, 2014; Wu vd., 2020). Giyilebilir teknolojilerin birçok alanda yenilikçi uygulamaları eğitim araştırmacılarında ilgi odağı oldu. Akıllı eğitim çağında, giderek artan sayıda araştırmacı, yeni ortaya çıkan bir teknolojik araç olan giyilebilir cihazları resmi ve resmi olmayan öğretme ve öğrenme ortamlarında uygulamaya başladı. Giyilebilir cihazlar, özellikle öğrenme analitiğindeki ilerlemeleri teşvik etmede, eğitimde umut verici geniş bir uygulama alanı yarattı. Öğrenme analitiği, öğrenci öğrenmesini ve optimize etmek için öğrenciler ve öğrenme ortamları hakkındaki verilerin ölçülmesi, toplanması, analiz edilmesi ve raporlanması konusunda yarar sağlar (Siemens ve Long, 2011). (Siemens, 2013) tarafından önerilen öğrenme analitiği, başlangıçta çevrimiçi öğrenmedeki sorunları çözmek için kullanıldı (örneğin, öğrenme yönetim sistemleri vb.). Giyilebilir cihazların popülaritesi ve sensör teknolojilerinin gelişmesi, öğrenme analitiğine yeni araştırma perspektifleri ve çözümleri getirdi. Giyilebilir cihazların uygulanması, öğrenme analitiğinin araştırma kapsamını orijinal çevrimiçi öğrenmeden çevrimdışı ve hatta hibrit öğrenmeye kadar geliştirdi. Özellikle algılama teknolojileri, öğrenme analitiği için mevcut veri türlerini zenginleştirdi; orijinal çevrimiçi, yapılandırılmış öğrenme davranışı, fizyolojik verileri ve öğrenme ortamları hakkındaki bilgi verilerini içerecek şekilde geliştirildi. Ayrıca gerçek zamanlı veri toplamayı da mümkün kıldı. Bu nedenle, giyilebilir teknolojinin öğrenme analitiği alanına dahil edilmesi, fiziksel alanlardaki öğretme ve öğrenme süreci hakkında gerçek zamanlı niceliksel analiz yapılmasına olanak tanır; bu da öğrencileri kapsamlı bir şekilde tanımlamaya yardımcı olabilir ve kişiselleştirilmiş öğrenme hizmetini destekleme olanak sağlar.

Giyilebilir cihazların kullanıldığı öğrenme analitiği, öğrenmeye ilişkin yeni dinamiklerin ortaya çıkarılması ve öğrenmeye optimize edilmiş geri bildirim sağlanması için verimli bir ortam oluşturdu. Giyilebilir cihazlara dayalı olarak, fiziksel aktivite ve hayati belirtiler gibi iki ortak unsur, öğrenme analitiği araştırmaları için gerçek zamanlı veri desteği sağlayabilir. Eğitmenler bunun ders dinamiklerini izlemek ve daha uygun derslerin hazırlanmasına yardımcı olmak için en gerçek zamanlı araç olduğunu düşünüyorlar. Öte yandan öğrenciler bunu, kendi kendini düzenleyen bir öğrenme yöntemiyle öğrenme davranışlarına ve öğrenme durumlarına zamanında ayarlamalar yapmak için kullanırlar (Almusawi vd., 2021).

2. NESNELERİN İNTERNETİ

Nesnelerin interneti kavramı, modern kablosuz iletişim yöntemlerinin gelişmesi ile birlikte kullanılmaya başlanmıştır. Genel olarak insan günlük yaşamında çevresini oluşturan birçok aracın, çeşitli sensörler, kumandalar, etiketler, radyo frekans kimlikleri (RFID) yardımıyla birbirine bağlı olarak birbiriyle etkileşmesini sağlar (Atzori vd., 2010). Veya nesnelerin interneti, çeşitli araçların (telefonlar, bilgisayarlar, ev sistemleri, kişiler, robotlar, çeşitli giyilebilir cihazlar vb) bir sistem oluşturarak birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle bağlantılı olduğu iletişim ağına, nesnelerin interneti (internet of things) denir. Bu sistemlerde kişisel verilerin sensörler aracılığıyla toplanması, saklanması, analiz edilmesi ve iletilmesi önemlidir. Nesnelerin interneti, bireylerin günlük aktivitelerini çeşitli şekillerde destekleyebilen bireysel ve çevresel verilerin tutulabilmesi, bunun anında e-sağlık hizmetlerinden yararlanabilme, zenginleştirilmiş öğrenme deneyimi sunma gibi birçok farklı avantajı beraberinde getirebilecek bir yapıyı anlatır. Bu yapıda çok fazla miktarda veri kaydedilir, işlenir veya sunulur. Bu bilgi işlem süreçlerinin büyük çoğunluğu, teknolojinin gelişmesiyle beraber akıllı cihazlar yoluyla gerçekleştilir. Bir cihazın akıllı sayılabilmesi için o cihaza kablosuz olarak bağlantı kurulabilmesi, sensör veya sensörleri olması gerekir. Nesnelerin internetinin sunduğu gelecek koşullar, akıllı çevre olarak adlandırılabilir (Gubbi vd., 2013).

3. EĞİTİMDE GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLER

Eğitim ortamlarında giyilebilir teknoloji, öğrencilerin eğitim deneyimlerinin bazı yönlerini geliştirmek için giyilebilir teknolojiyi kullanması ve giyilebilir teknolojinin okul müfredatlarına dahil edilmesi okulları çeşitli şekillerde etkileyebilir. Giyilebilir teknoloji gelişmeye devam ettikçe hayatımızda daha fazla yer alarak, öğrencilerde de bu teknolojiyi okullara taşıyarak okul ortamına yeniden yön vererek, geliştirecek ve değiştirecekler. Özel eğitimde bu teknoloji, öğrencilerin engellerini yönetme ve çevreleriyle etkileşim kurma şeklinde değiştirebilir. Giyilebilir teknoloji, hastalığı, engeli ve/veya öğrenme güçlüğü olan öğrencilere yardımcı olmak için kullanılabilir; otistik öğrencileri izlemek ve belirli durumlar meydana geldiğinde uyarı göndermek, bu da akademik ortamlardaki güvenliklerini artırır (Sandall, 2016). Diğer bir örnek ise diyabetik öğrenciler "tıbbi durumlarını daha iyi yönetmek için giyilebilir teknolojiyi kullanarak, kaçırılan ders süresini azaltabilirler" (Sandall, 2016). Araştırmalar, giyilebilir teknoloji uygulamasının eğitime getirdiği pek çok avantajdan engelli öğrencilerin, öğrenme süreçlerini kolaylaştırdığı ve dezavantajlarını telafi etmelerine olanak sağladığı için büyük

ölçüde faydalandıklarını gösterdi. "Görme, işitme ve dikkat sorunu olan öğrencilere yardımcı olabilir" (Labus vd., 2015).

Giyilebilir teknolojilerin eğitimde kullanımını inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır (Bower ve Sturman, 2015). (Nakasugi ve Yamauchi, 2003) Tarih eğitimi derslerinde öğrencilerin başlarına takılan ekranları kullanarak bir deney gerçekleştirildi. Öğrencilere hem geçmişten hem de günümüzden, önemli olayların yaşandığı gerçek yerleri görmeleri sağlanarak tarihe dair görsel bir izlenim edinmeleri sağlandı. Başka bir çalışmada (Wu vd., 2014) Google Glass'ın tıp eğitiminde kullanımını test etti. Araştırma ekibi, giyilebilir cihazların rol oynamaya dayalı öğrenme bağlamlarında benzersiz olanaklar sunma potansiyeline sahip olduğu sonucuna vardı. Diğer bir çalışmada Google Glass'ın (Coffman ve Klinger, 2015) eğitim psikolojisinde kullanımı incelendi ve araştırmacılar bu teknolojinin derslere kusursuz bir şekilde uyum sağladığı ve öğrencilerin öğrenme etkinliklerinin fotoğraflarını ve video kayıtlarını çekmesine olanak tanıdığı sonucuna vardı.

Öğretmenlerin giyilebilir teknolojileri öğrenme tasarımlarına entegre ederek sınıfta etkili bir şekilde kullanabilmeleri için öncelikle cihazların potansiyel kullanım alanlarını anlamaları gerekmektedir (Bower ve Sturman, 2015; Hassoun, 2015). Özel eğitim kapsamında, bileğe takılan cihazların zihinsel ve gelişimsel engeli olan öğrencilere öğrenmede nasıl destek ve yardımcı olabileceğini inceleyen araştırmalar yapılmıştır (Zheng ve Genaro, 2017). Zheng ve Genaro, (2017) sonuç olarak: Giyilebilir cihazlar, öğrencilerin özerkliğine katkıda bulunarak ve engelli öğrencilerin faaliyetlerini takip eden ve izleyen kişisel bir asistana sahip olma damgasını azaltarak öğrencileri destekleme konusunda umut verici bir potansiyele sahiptir. Giyilebilir teknolojilerin potansiyel kullanımı, e-öğrenme ile ilişkili olarak da incelenmiştir (Labus vd., 2015): buradaki analiz, giyilebilir teknolojilerin e-öğrenme sistemleriyle entegrasyonunun her yerde öğrenmenin gerçekleşebileceğini göstermiştir.

4. GİYİBİLİR CİHAZLAR

Giyilebilir bilgisayar sektörünün lider şirketleri; Google, Samsung ve Apple, eğitimde gözle görülür bir etki yaratabilecek farklı giyilebilir cihazlar üretiyor; ancak insanların henüz bunları satın alma konusunda pek hevesli olmamalarının arkasında bazı geçerli nedenler vardır. Bu nedenler arasında maliyet, tasarımın göze çarpmaması, pil ömrü ve aşırı ısınma sorunu sayılabilir. Üstelik giyilebilir cihazlar, akıllı telefon her zaman yakınında olmadığında neredeyse işlevsiz kalıyor. "Google, Motorola ve hatta Apple'ın giyilebilir cihazları, GPS desteği dışındaki nedenlerden dolayı zayıf pil ömrü nedeniyle kullanımı zayıf kalıyor. Video kaydetmek Google Glass'ın pilini oldukça hızlı tüketir" (Adediwura ve Joy, 2017). Bir dizi araştırmacı ve eğitimci giyilebilir cihazların yüksek maliyetini eleştirdi. Giyilebilir cihazların fiyatlarının akıllı telefonlara göre çok daha yüksek olması, bu cihazlara birçok öğrenciyi erişilemez hale getirmektedir (Bower ve Sturman, 2015). Bu teknolojiyi öğrenme ve öğretme faaliyetlerine entegre etmeyi düşünürken eğitim kurumlarının karşılaştığı bir engeldir.

4.1. Google Glass

"Eğitimde kullanılan en önemli araç" olarak kabul edilen 'Google Glass' gibi cihazlar, uzaktan öğrencilerin üniversitede fiziki bir varlık olmadan, örn. tıp alanı öğrencileri gerçek zamanlı

olarak ameliyat yapan bir cerrah öğretim görevlisini izliyebiliyorlar (Swathi ve Lanka, 2015). Google Glass ayrıca öğrencilerin çalışmalarının farklı yönleriyle ilgili kısa mesajlar ve uyarılar almasına da olanak tanır. Aynı zamanda "dikkat ve odaklanmaya ilişkin niceliksel veriler sağlar" ve "soruları yabancı dilde yanıtlama/çevirme" sağlar (Sandall, 2016). Bu giyilebilir cihaz aynı zamanda eğitimcilerin ve öğrencilerin etkileşimli bir ortama bağlı kalmasına da olanak tanır; burada öğretmenler yüz tanıma olanağından yararlanarak bir 'Öğrenci Bilgi Sistemi' oluşturabilir ve yoklama alabilirler.

(Sivakumar, 2014). Öğretmenler, yalnızca öğrencilere tek tek bakarak onların akademik ve akademik olmayan performansları ve devam oranlarına ilişkin ayrıntılara sahip kayıtlarına erişebileceklerdir. Bu tür bilgiler aynı zamanda öğrenci raporları, ders zamanlamaları ve öğrenciler için programlar oluşturmak için de kullanılabilir (Sivakumar, 2014).

Eğitim amaçlı Google Glass, öğretim görevlisinin ders süresi boyunca Glass'ı takması ve ders materyalini oturumun kaydıyla birlikte internete yüklemesi gerekmektedir (Swathi ve Lanka, 2015). Her ne kadar öğrenciler, kendileriyle çevrimiçi etkileşime girecek öğretim elemanlarının sunduğu çevrimiçi materyale doğrudan erişebilseler de, bu süreç her zaman (paylaşılan materyalin türü için) sürekli ve istikrarlı bir şekilde internete erişim gerektirir ve aynı zamanda belirli bir düzeyde bilgi gerektirir. Bunu başarmak için hem öğretim elemanının hem de öğrencilerin bilgisayar becerilerinin artırılması gerekir. Diğer bir sınırlama ise, bazı mahremiyet sorunlarının yanı sıra, akıllı telefon kullanımından kaynaklananlardan çok daha yüksek olduğu düşünülen, öğrencilerin dikkatinin dağılmasıdır (Sivakumar, 2014). Ayrıca, "Google Glass'ın uzun süreli kullanımı, başta görme duyusuna zarar veren sağlık sorunlarına neden olabilir" ve hareket halindeki sosyal medya uygulamalarının aşırı kullanımı, kullanıcının kişisel yaşamına zarar verebilir (Sivakumar, 2014). Aynı bağlamda birçok eğitimci, giyilebilir teknolojilerin, giyilebilir cihazların neden olduğu dikkat dağınıklığı ve öğrencilere konu dışı materyalleri istedikleri zaman görüntüleme olanağı sağlaması nedeniyle öğrenciler tarafından edinilen öğrenmenin kalitesini olumsuz yönde etkiliyebilir (Bower ve Sturman, 2015). Bu, eğitimcilerin öğrencilerin öğrenmelerine yönelik tutumlarını izlemesini ve yönetmesini zorlaştırır.

4.2. GoPro

Bir dersi veya öğrencilerin bir görevdeki performansını kaydetmek için kullanılan giyilebilir cihaz GoPro kameradır. Bu cihaz, öğretim elemanlarının öğrenme ortamını gözlemlemelerini ve öğrencilerin performanslarını değerlendirmelerini kolaylaştırır ve belgelendirir. "GoPro kamera, aksiyon deneyimlerini kaydedebilen ve somut, duyusal, kinestetik ve duygusal bilgi ve becerileri yakalama olanakları sunan giyilebilir bir dijital kameradır" (Hyndman, 2017).

Bu yüksek çözünürlüklü küçük kişisel kamera, öğrencilerin araştırma ve keşfetme için harika bir platform görevi görür. Herhangi bir yere veya aşınmış montajı kolay olan öğrenciler, sunum sırasında ve projelerde dersleri sırasında fotoğraf çekmek için bu kamerayı kullanabilirler. Bu cihaz sınıf için mükemmel bir seçimdir. Bu kamera, bir öğretmenin ders veya öğrenci davranışı gibi olaylara bakış açısını yakalamaya yardımcı olur (EdSys, 2019).

4.3. Muse

Muse, beyin aktivitesini ölçen ve yerleşik bir kablosuz bağlantı kullanarak bir tablete veya akıllı telefona gönderilen verileri üreten, beyni algılayan bir kafa bandıdır. Öğrencilerin odaklanmasını neyin sağladığını belirleyerek öğrenme sürecini desteklemek için kullanılır (Sandall, 2016). "Muse kulaklık, meditasyona yardımcı olarak bilişsel odaklanma ve dikkat dağılma durumlarını izlemek için EEG sensörlerini kafa bandına dahil ediyor" (Carriere, 2017). Eğitimciler, ders sırasında bu giyilebilir cihazı kullanarak, katılım düzeyini ve bilişsel odaklanmayı izleyerek öğrencileri hakkında değerli veriler elde edebilirler.

Muse, beyin sinyallerini izlemek için 7 sensör kullanan bir beyin algılama kafa bandıdır (kalp monitörleri tarafından kullanılana benzer bir yöntemle). Öğretmenlere yararlı veriler sağlayabilir ve öğrencilerin derslere nasıl tepki verdiklerini gösterebilir. Öğrencilerin belirli aktiviteler için beyin modellerini değerlendirmelerine yardımcı olmanın yanı sıra öğrenci katılımını iyileştirmek için harika bir araç olabilir (Elton, 2017).

4.4. Akıllı Takılar ve Saatler

Eğitimde uygulanan diğer giyilebilir cihazlar, örneğin laboratuvardaki durumların tehlikeli hale gelmesi durumunda hem öğretim elemanlarına hem de öğrencilere bildirim gönderebilen akıllı takılar/saatlerdir. Sıvı alımı seviyelerini, yürünen mesafeyi (adımlar halinde) ve kalp ve nefes alma hızlarını ölçmek için akıllı bir bilezik kullanılabilir. Veriler bilezik aracılığıyla bir tablete (veya akıllı telefona) aktarılır; burada öğretim üyesi öğrencilerin fiziksel aktivitelerini izleyebilir ve güvende kalarak hedeflerine ulaşmalarını sağlayabilir (Sandall, 2016). Akıllı saat, eğitimde en hassas bilgi görüntüleme cihazı olarak kabul ediliyor ve "öğrencilerin yüksek sesle soramayacak kadar çekindiklerinde öğretmenlerine mesaj göndermelerine olanak tanıyan son derece basit ve harika bir sisteme" sahiptir (Burton, 2016). Akıllı saatler, akıllı telefonlara göre daha üretken ve kullanışlı alternatifler olduğundan insanlar arasında giderek daha popüler hale geliyor (Johnson vd., 2016).

4.5. iPod

İPod'lar teknolojilerinin esnek öğrenime sahip öğrenciler için büyük fırsatlar sağladığı kanıtlanmıştır. Bu etkili öğrenme aracı öğrencilerin konuları hakkında daha yaratıcı düşünmelerini ve işbirlikli öğrenmenin gelişmesini teşvik etmelerini sağlar. Dolayısıyla, bireye kendini güçlendirme ve özerklik hissi verirler (EdSys, 2019).

5. GİYİLEBİLİR CİHAZLARIN DEZAVANTAJLARI

Giyilebilir bilgisayarların eğitimde kullanılmasına yönelik önemli bir sınırlama, teknolojiye aşırı bağımlılıktır (Bower ve Sturman, 2015). Bazı eğitimciler, öğrencilerin giyilebilir cihazları sürekli kullanmalarının onları bu teknolojiye bağımlı hale getirdiğini, dolayısıyla bağımsız düşünmeyi engellediğini düşünüyor. Öğrenciler, daha sonra ne yapacaklarına dair yanıtlar ve/veya kararlar vermek için giyilebilir cihazlara bağımlı hale gelebilir ve bu da onların eleştirel düşünme yeteneklerini azaltabilir (Bower ve Sturman, 2015).

6. SONUÇ

Gelecekte öğrenciler hayatlarının bir parçası olarak en yeni cihazları ve teknolojileri okula getireceklerdir. Günümüzün cep telefonları gibi giyilebilir teknolojiler de eğitim sistemlerimizi değiştirme potansiyeline sahiptir.

Akıllı cihazlar ve akıllı öğrenme hedefleriyle eğitimin yüzü değişiyor. Dizüstü bilgisayarlardan akıllı telefonlara, iPod'lardan saatlere kadar giyilebilir teknolojiler hayatımızda yer alıyor. Uygulanabilirliği ve rahatlığı nedeniyle, son günlerde bu teknoloji öğretme ve öğrenme arasında çok popüler hale geldi. Öğretmenler ve öğrenciler tarafından yaygın olarak kullanılabilecek giyilebilir teknolojiler eğitim alanında olumlu etki bıraktı.

Giyilebilir teknoloji toplumda giderek yerini alıyor ve okulları değiştirecek potansiyele sahiptir. Öğrencilerin kişisel yaşamlarına yardımcı olmaya veya iyileştirmeye hizmet edebilir. Giyilebilir teknolojinin bir eğitim aracı haline gelmesi durumunda, giyilebilir teknolojinin eğitimsel faydaları hakkında daha fazla araştırma yapılması ve doğru becerilere sahip son teknolojinin öğretmenler ve okul liderleri tarafından doğru bir şekilde kullanımı sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Adediwura, O., & Joy, O. (2017). Wearable technology for teaching and learning of concepts in chemistry: Prospect and challenges. Indian Journal of Science, 24(90), 125-133.

Almusawi, H. A., Durugbo, C. M., & Bugawa, A. M. (2021). Innovation in physical education: Teachers' perspectives on readiness for wearable technology integration. Computers & Education, 167, 104185. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104185. (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey, Computer Networks, 54(15), 2787-2805.

Bower, M., & Sturman, D. (2015). What are the educational affordances of wearable technologies?. Computers & Education, 88, 343-353. http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.013. (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Burton, E. (2016). 6 wearable technologies that are most helpful in the classroom. Teachercast.

Carriere, C. (2017). The implications of wearable technology in education. *Tophatmonocle Corporation*.

Coffman, T., & Klinger, M. B. (2015). Google glass: using wearable technologies to enhance teaching and learning. In *Society for information technology & teacher education international conference*, 1777-1780. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

EdSys (2019). Role of Wearable Technology in the Future of Education. https://www.edsys.in/role-of-wearable-technology-in-the-future-of-education/ (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Elton, K. (2017). Wearable Tech In The Classroom: How WearableTech Could Take The Education Industry By Storm, Available: https://elearningindustry.com/wearable-tech-in-the-classroom-taking-education-industry-storm (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Friedl, K. E. (2018). Military applications of soldier physiological monitoring. Journal of science and medicine in sport, 21(11), 1147-1153. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S144024401830255X (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future generation computer systems, 29(7), 1645-1660.

Hassoun, D. (2015). "All over the place": A case study of classroom multitasking and attentional performance. New Media & Society, 17(10), 1680-1695.

Hyndman, B. (2017). A simulation pedagogical approach to engaging generalist pre-service teachers in physical education online: The GoPro trial 1.0. Australian Journal of Teacher Education (Online), 42(1), 84-102.

Johnson, L., Becker, S. A., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). *NMC horizon report: 2016 higher education edition*, 1-50. The New Media Consortium.

Labus, A., Milutinovic, M., Stepanic, Đ., Stevanovic, M., & Milinovic, S. (2015). Wearable computing in e-education. RUO. Revija za Univerzalno Odlicnost, 4(1), A39-A51.

Lee, H., Tak, J., & Choi, J. (2017). Wearable antenna integrated into military berets for indoor/outdoor positioning system. IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 16, 1919-1922. https://doi.org/10.1109/lawp.2017.2688400 (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Mahmud, M. S., Fang, H., & Wang, H. (2018). An integrated wearable sensor for unobtrusive continuous measurement of autonomic nervous system. IEEE Internet of Things Journal, 6(1), 1104-1113. https://doi.org/10.1109/jiot.2018.2868235 (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Mencarini, E., Rapp, A., Tirabeni, L., & Zancanaro, M. (2019). Designing wearable systems for sports: a review of trends and opportunities in human–computer interaction. IEEE Transactions on Human-Machine Systems, *49*(4), 314-325. https://doi.org/10.1109/THMS.2019.2919702 (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Mostéfaoui, S. K., Maamar, Z., & Giaglis, G. M. (Eds.). (2008). Advances in Ubiquitous Computing: Future Paradigms and Directions: Future Paradigms and Directions. IGI Global.

Perera, C., & Vasilakos, A. V. (2016). A knowledge-based resource discovery for Internet of Things. Knowledge-Based Systems, 109, 122-136. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2016.06.030 (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Rana, M., & Mittal, V. (2020). Wearable sensors for real-time kinematics analysis in sports: A review. IEEE Sensors Journal, 21(2), 1187-1207. https://doi.org/10.1109/jsen.2020.3019016 (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Sandall, B. K. (2016). Wearable technology and schools: where are we and where do we go from here?. Journal of Curriculum, Teaching, Learning and Leadership in Education, 1(1), 74-83.

Seneviratne, S., Hu, Y., Nguyen, T., Lan, G., Khalifa, S., Thilakarathna, K., Hassan, M., & Seneviratne, A. (2017). A survey of wearable devices and challenges. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 19(4), 2573-2620. https://doi.org/10.1109/comst.2017.2731979 (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Siemens, G. (2013). Learning analytics: The emergence of a discipline. *American Behavioral Scientist*, *57*(10), 1380-1400. https://doi.org/10.1177/0002764213498851 (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. EDUCAUSE review, 46(5), 30. https://doi.org/10.17471/2499-4324/195 (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Sivakumar, R. (2014). Google glass in education. Journal of Cognitive Discourses, 2(2), 27-30.

Stankovic, J. A. (2014). Research directions for the internet of things. IEEE internet of things Journal, 1(1), 3-9. https://doi.org/10.1109/jiot.2014.2312291 (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Swathi, T. N., & Lanka, S. (2015). Wearable technology a new paradigm in Educational Universities. International Journal on Computer Science and Engineering, 7(4), 48-52.

Tehrani, K. and Andrew, M. (2014) Wearable Technology and Wearable Devices: Everything You Need to Know. Wearable Devices Magazine.

Wu, Q., Tang, P., & Yang, M. (2020). Data processing platform design and algorithm research of wearable sports physiological parameters detection based on medical internet of things. Measurement, *165*, 108172. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108172 (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Wu, T., Dameff, C., & Tully, J. (2014). Integrating Google Glass into simulation-based training: experiences and future directions. Journal of Biomedical Graphics and Computing, *4*(2), 49-54.

Nakasugi, H., & Yamauchi, Y. (2002). Past viewer: Development of wearable learning system for history education. In *International Conference on Computers in Education, 2002. Proceedings*, 1311-1312. IEEE. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1186223 (Erişim tarihi: 24.11.2023)

Zheng, H., & Genaro Motti, V. (2017). Wearable life: A wrist-worn application to assist students in special education. In *Universal Access in Human–Computer Interaction. Human and Technological Environments: 11th International Conference, UAHCI 2017, Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017, Proceedings, Part III 11* (pp. 259-276). Springer International Publishing.

ENDÜSTRİ 4.0 VE YALIN ÜRETİM
INDUSTRY 4.0 AND LEAN MANUFACTURING

Doç. Dr. Nevin AYDIN[1]

[1]Artvin Çoruh Üniversitesi Hopa İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü

ORCID ID: 0000-0003-1949-2765

ÖZET

Küreselleşme nedeniyle şirketler, yalın üretim felsefesi ve endüstri 4.0 teknolojilerinden yararlanarak rekabetçi kalabilmek için iş modellerini ve süreçlerini değiştirmenin yollarını arıyorlar. Dijitalleşme süreci, endüstri 4.0 teknolojileriyle ayrılmaz bir bütündür. Endüstri 4.0 çağında sistemler, birden fazla sensörden bilgi ve veri topluyor, esneklik ve otomasyon sunarak üretim sürecinin işlevini insan müdahalesi olmadan yerine getiriyor. Dijitalleşme, insan-makine iletişimini sağlayan akıllı cihazların bir araya getirilerek dijital organizasyon birimlerinin geliştirilmesini gerektiriyor. Bu çalışmada, yalın üretim ilkeleri birleştirilerek endüstrilerin dijital dönüşümüne yönelik başarıları sunulmaktır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Dönüşüm, Endüstri 4.0, Yalın Üretim

ABSTRACT

Due to globalization, companies are looking for ways to change their business models and processes to remain competitive by taking advantage of lean manufacturing philosophy and industry 4.0 technologies. The digitalization process is an integral whole with industry 4.0 technologies. In the Industry 4.0 era, systems collect information and data from multiple sensors, offer flexibility and automation, and perform the function of the production process without human intervention. Digitalization requires the development of digital organizational units by bringing together smart devices that enable human-machine communication. In this study, the achievements of digital transformation of industries are presented by combining lean production principles.

Keywords: Digital Transformation, Industry 4.0, Lean Manufacturing

1. GİRİŞ

Yalın üretim deneyimsel öğrenme yoluyla bazı sorunların üstesinden gelmek için herkesin katılımını sağlayarak insanların gelişimi ve sorun çözme kültürünün yaratılmasıyla da ilişkilidir (Balle vd., 2019). Yalın üretim, kuruluşların üretimi koordine etmesini ve desteklemesini sağlayan teslim süresini azaltan ve firmanın üretkenliğini artıran bir uygulama ve ilkeler kümesidir (Sànchez ve Pérez, 2001). Son yıllarda, bilgi ve iletişim teknolojisindeki (BİT) büyük ilerlemelerle birlikte, yalın üretim ve BİT entegrasyonunun nasıl daha iyi performansa ulaşabileceğini araştırmak için çok sayıda çalışma yapılmıştır (Houy, 2005; Maguire, 2016).

Sonuçlar, bu entegrasyon nedeniyle kurumsal kaynak planlaması (ERP) ve üretim yürütme sistemleri (MES) gibi hibrit çözümlerin ortaya çıktığını göstermektedir. Birçok şirket başarılı bir şekilde yalın şirketlere dönüşmesini desteklemek üzere inşa edilmiştir (Buer vd., 2018). Dolayısıyla, dördüncü sanayi devriminin ortaya çıkmasıyla trend yavaş yavaş değişti ve Endüstride yalın üretim 4.0 ve I4.0 arasındaki benzerlik araştırmacıların dikkatını çekti. Her ikisinin de benzer hedefleri vardır: daha yüksek üretkenlik, daha düşük maliyet ve daha yüksek kalite. Ancak uygulamalarında farklılıklar vardır (Buer vd., 2018; Pagliosa vd., 2021). Yalın Üretim basittir, geleneksel yöntemler kullanır ve çalışanların güçlendirilmesiyle daha insan odaklıdır (Pagliosa vd., 2021). Tam tersine, I4.0 en son teknolojiyi kullanır, daha ileri düzeyde ve daha az insan arayüzüyle daha yüksek otomasyonu hedefler. Ayrıca, 1990'ların başından beri, otomasyon teknolojisini yalın üretime entegre etme yönündeki çalışmalar yalın otomasyon altında ortaya çıktı. Yalın otomasyonun, değiştirilebilirliği artırarak ve bilgi akışlarını kısaltarak gelecekteki pazar taleplerine yanıt vermesi bekleniyor (Tortorella vd., 2021). Ancak, bugüne kadar ki uygulaması teknolojik yetenekler nedeniyle sınırlıydı (Kolberg ve Zühlke, 2015). I4.0 teknolojilerinin performansı artırmak için yalın otomasyona yönelik yeni uygulama alanları vardır (Tortorella vd., 2021). Örneğin, makine öğrenimi (ML) ve Büyük Veri gibi I4.0 teknolojilerine dahil edilen yeni ileri analitik teknolojileri, sistem içindeki sorunları veya kullanılmayan potansiyeli gerçek zamanlı olarak tespit ederek, sürekli iyileştirme sürecini otomatikleştirebilir (Gupta vd., 2020). Dombrowski vd., 2017 'e göre, makineleri ileri analitik teknolojileriyle donatmak, kendilerinin farkında olmalarını ve kendi kendilerini korumalarını sağlayarak, toplam üretkenlik ve önleyici bakımları önemli ölçüde artırabilir.

Farklı ilgi alanlarına sahip araştırmacılar, yalın üretim ve endüstri 4.0 (I4.0) teknolojilerini entegre etmek için ortak çalışmalar yapmaya başladı (Pozzi vd., 2023; Abd Rahman vd., 2021). Ayrıca bazı araştırmacılar I4.0 teknolojilerinin yalın araçlarla ne kadar entegre edilebileceğini de göstermiştir (Ito vd., 2020; Tortorella vd., 2021). İlave olarak, bazı araştırmacılar I4.0 entegrasyonunun ve yalın üretimin kurumsal performansın farklı yönleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır (Kamble vd., 2020).

Yalın Üretim ve Endüstri 4.0 entegrasyonunda yalın ilkeleri güçlendirip sürece dijitalleşme ve otomasyon getirebilse de, teknolojik gelişmede insanın rolü ayrılamaz. Teknolojinin akıllı olmasında ve düzgün bir şekilde uygulanmasında çalışanların rolü çok önemlidir (Agostini ve Filippini, 2019). Teknolojiyi kullanmak düşük beceri gerektiren işlerin azalmasını sağlayarak ve süreç kontrolü, planlama vb. gibi yüksek beceri gerektiren görevleri artıracaktır (Bonekamp ve Sure, 2015). Dijital dünyada, sosyal yeterlilik, kişisel yeterlilik, mesleki ve metodoloji becerileri vb. gibi farklı bir dizi yeterlilik, I4.0 destekli süreçlerle çalışmak için iş gücü tarafından gereklidir (Fortuny-Santos vd., 2020).

2. ENDÜSTRİ 4.0

Endüstri 4.0'dan önce üç sanayi devrimi yaşandı. İlk devrim makineleşmeden oluşuyordu, ikinci devrim seri üretim sistemlerine odaklanan montaj hatları tarafından yürütülüyordu ve üçüncü devrim ise otomasyon ve bilgisayarlar ile karakterize ediliyordu. İlk üç devrim yaklaşık 200 yıl içinde kullanıldı. Şimdi dördüncü devrimin içinde yer alıyoruz. I4.0, siber-fiziksel sistemlerin (CPS) uygulaması olan dördüncü sanayi devrimi Hannover Fuarı 2011'de tanıtıldı.

I4.0 sektörlerde gerçek zamanlı entegrasyona izin verirken değer zincirini daha üretken, akıllı ve çevik hale getirir (Pagliosa vd., 2021). I4.0, ürün ve hizmetlerin kişiselleştirilmesini teşvik ederek kârlılığı artırır ve süreç otomasyonuna temel bir odaklanma sağlar (Schmidt vd., 2015). Makinelerin bilinçli olmasını ve kendi kendine öğrenmesini sağlayarak süreçleri daha verimli hale getirir. Akıllı fabrikalar, gerçek zamanlı veri izleme ile üretim durumunu takip ederek, üretim süreçlerini izlemeye yönelik talimatlarla üretimlerini sürdürmeye devam edecektir (Valamede vd., 2020). I4.0 genel olarak veriler tarafından yönlendiriliyor, bu da her iş ve sanayi sektöründe verilerde büyük bir artışa yol açıyor (Abd Rahman vd., 2021).

3. ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİ

3.1. Nesnelerin İnterneti (IoT)

IoT, üstün kalite, esneklik, maliyetlerde azalma ve teslim sürelerinde kısalma için kullanılabilecek gerçek zamanlı çıktının elde edilmesinde, insanları makineler veya cihazlarla bütünleştiren internet ağıdır (De Vass vd., 2018).

3.2. Makine Öğrenimi (ML)

Makine öğrenimi, belirli bir iş için performans ölçüsünü geliştirmek amacıyla deneyimlerden öğrenme yeteneğine sahip bir bilgisayar programı türüdür (Usuga Cadavid vd., 2020).

3.3. İş Birlikçi Robotlar (Cobot'lar)

Cobotlar, belirli koşullar altında, fiziksel korumaya ihtiyaç duymadan, robotlar ve insanlar arasında doğrudan fiziksel etkileşime izin veren bir yaklaşımdır (Magrini vd., 2020).

3.4. Artırılmış Gerçeklik (AR)

AR, insanların 3 boyutlu gözlükler, ekranlar, dış iskeletler (Robotikte, dış iskeletler giyilebilir teknolojinin ürünü olan robotlardır) vb. gibi insani yetenekleri artırabilecek akıllı teknolojilerle etkileşime girmesini sağlayan bir dizi iletişim sistemidir (Chiarini ve Kumar, 2021).

3.5. Sanal Gerçeklik (VR)

VR, gerçekliği simüle etmenin bir yoludur. Eğlence amaçlı olarak kullanılmasıyla ünlüdür, ancak son zamanlarda imalat endüstrilerinde güvenli insan-makine etkileşimi olan birçok uygulamayı görebiliyoruz (Pérez vd., 2019).

3.6.Yapay Zeka (AI)

Yapay zeka, normalde insan zekası tarafından gerçekleştirilen işlerin, makineler tarafından gerçekleştirilen işlere karşılık gelmesidir (Chiarini ve Kumar, 2021).

3.7. Siber-Fiziksel Sistem (CPS)

Son derece özelleştirilmiş ve düşük hacimli partiler üretmek için CPS tabanlı teknoloji, üretim sisteminin değiştirilebilir olmasını sağlar. Bu bağlamda modüler olarak üretim sisteminin karlı olmasını sağlar (Huang vd., 2021).

3.8. Bulut Bilişim (CC)

CC, organizasyonun en üst seviyesi (hiyerarşisi) ile teknoloji seviyesi (CPS ve akıllı ürünler) arasında entegre iletişim sağlar. İşletme genelinde veri paylaşımına olanak tanır. Çeviklik ve esneklik sağlayarak daha düşük maliyetlerle sistemin performansını artırır. (Valamede vd., 2020).

3.9. Büyük Veri Analitiği (BDA)

BDA, geniş bir ağ yelpazesinde büyük hacimli, çeşitli ve hızlı veri ile karakterize edilir; burada analitik, firmanın kanıta dayalı karar verme ve eyleme geçme için verileri analiz etmesini sağlayan karar destek sistemidir. (Wang vd., 2018).

4. ENDÜSTRİ 4.0 VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm, araştırmacılar, imalat bilim insanları ve ekonomi politika yapıcıları için giderek önem kazanan konular haline geliyor. Endüstri 4.0 stratejisi, insan ve makine iletişimini ve etkileşimini geliştiren birbirine bağlı sistemler, sensörler, akıllı makineler ve ürünler ile Nesnelerin İnterneti çözümleri üzerine kuruludur. Endüstri 4.0 uygulaması, endüstriyel ekipmanların ve fiziksel cihazların gerçek zamanlı olarak kontrol edilmesine ve izlenmesine olanak tanıyan dijital teknolojilerin kullanılmasını ve uygulanmasını içerir. Dijital dönüşüm, bir firmanın tüm yönleri, prosedürleri ve operasyonlarındaki önemli değişimini tasvir eder. Paydaşlara değer katan ve firmanın sürekli değişen koşul ve koşullara daha hızlı uyum sağlamasına olanak tanıyan, teknolojiye dayalı bir sistemdir. Verimliliği ve esnekliği artıran, maliyetleri azaltan ve ürün kalitesini artıran üretim göstergeleri ve hedeflerinde yüksek performansı garanti eden endüstri 4.0 rekabet avantajını yakalayan dijital dönüşümdür. Bu avantajlar, özerklik, kontrol ve optimizasyon sağlayan birden çok dijital teknolojinin aynı anda uygulanması durumunda çok daha yüksektir. Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanması süreci organizasyonel hazırlığı gerektirir; bu da üretim ortamlarının akıllı fabrikaya geçiş için ön koşulları (BT becerileri, finansman, dijital kültür ve değişim için gerekli) oluşturması anlamına gelir.

Yalın üretim tekniklerini benimseyen şirketler, başarılı dijital dönüşüm için yönergeler ve modeller oluşturur. Giderek daha fazla araştırmacı yalın üretim ile endüstri 4.0 teknolojileri arasındaki etkileşime odaklanıyor. Hoellthaler vd., 2018, çalışmasına göre yalın üretim sistemi, başarılı bir dijital dönüşümün gerekliliğini oluşturmakta ve yalın ve dijital tekniklerin birleşimi, yenilik, esneklik ve verimlilik artışı açısından yüksek potansiyel sunmaktadır. Ayrıca Tortorella ve Fettermann, 2018, endüstri 4.0 teknolojisinin yalın ilkelerle bağlantılı olduğunu ve bu iki uygulamanın doğru kombinasyonunu, yeni etkili prosedürle ortaya koymuştur. Yapılan çalışmalarda, daha küçük şirketlerin operasyonel ve finansal verimliliklerini artırmak istemesi nedeniyle şirket büyüklüğünün yalın üretim ve endüstri 4.0 uygulaması için bir engel olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca Mayr vd., 2018, bulut bilişimin, katmanlı üretimin, veri analitiğinin, makine öğreniminin, sanal ve artırılmış gerçekliğin neler yapabileceğini açıklamaktadır: bakım ve üretim planını optimize eder, değer zinciri süreçlerini iyileştirir, atık ve envanter maliyetlerini azaltarak endüstrinin esnekliğini artırır.

Yalın üretim, insanların ve işletmelerin daha iyiye doğru değişmesini sağlayan operasyonel bir stratejidir (Schumacher vd., 2020). Yalın üretim ilkeleri, israfın (boş zaman, kusurlar, gereksiz malzeme ve insan hareketleri, aşırı üretim, üretkenlik kaybı) ortadan kaldırılmasına yönelik bir üretim şeklidir. Yalın, sürekli iyileştirme kültürü, takım çalışması, zorluklar ve insana saygı yoluyla müşteri değeri yaratmaya odaklanan bir sistemdir.

5. SONUÇ

Endüstri 4.0 teknolojileri ile entegrasyonda yalın uygulama düzeyi Yalın Üretim ve I4.0 teknolojileri arasında pozitif bir ilişki vardır. Her firma farklı düzeyde yalın uygulama düzeyine sahip olacaktır. Bazı firmalar, organizasyonları genelinde, tüm fonksiyonlarında ilkelerini titizlikle benimserler. Buna karşılık, bazı firmalar orta düzeyde yalın uygulamaya sahiptir ve bazen belirli organizasyonel işlevlerle veya belirli yalın araçlarla sınırlıdır.

Endüstri 4.0 teknolojilerinin daha güvenilir ve rekabetçi ürünler ve hizmetlerin daha hızlı prototip oluşturmayı başarması ve hataları ortadan kaldırması nedeniyle dijital arayüzlerin ürün veya hizmet kalitesinin geliştirilmesinde olanak sağlar. Dijital dönüşüm iş büyüklüğüne bağlı değildir, dolayısıyla büyüklüğü ne olursa olsun tüm şirketler dijital dönüşüm trendlerini benimseyebilir ve yeni arayüzleri, platformları ve kendi kendine öğrenen sistemleri kullanarak müşterilere değer katan ürünlerini geliştirebilirler.

KAYNAKÇA

Abd Rahman, M. S. B., Mohamad, E., & Abdul Rahman, A. A. B. (2021). Development of IoT—enabled data analytics enhance decision support system for lean manufacturing process improvement. Concurrent Engineering, *29*(3), 208-220.

Agostini, L., & Filippini, R. (2019). Organizational and managerial challenges in the path toward Industry 4.0. European journal of innovation management, *22*(3), 406-421.

Ballé, M., Chaize, J., & Jones, D. (2019). Lean as a learning system: What do organizations need to do to get the transformational benefits from Toyota's method?. Development and Learning in Organizations: An International Journal, 33(3), 1-4.

Bonekamp, L., & Sure, M. (2015). Consequences of Industry 4.0 on human labour and work organisation. Journal of business and media Psychology, 6(1), 33-40.

Buer, S. V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. (2018). The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. International journal of production research, 56(8), 2924-2940.

Chiarini, A., & Kumar, M. (2021). Lean Six Sigma and Industry 4.0 integration for Operational Excellence: evidence from Italian manufacturing companies. Production planning & control, 32(13), 1084-1101.

De Vass, T., Shee, H., & Miah, S. J. (2018). The effect of "Internet of Things" on supply chain integration and performance: An organisational capability perspective. Australasian Journal of Information Systems, 22.

Dombrowski, U., Richter, T., & Krenkel, P. (2017). Interdependencies of Industrie 4.0 & lean production systems: A use cases analysis. Procedia Manufacturing, 11, 1061-1068.

Fortuny-Santos, J., López, P. R. D. A., Lujan-Blanco, I., & Chen, P. K. (2020). Assessing the synergies between lean manufacturing and Industry 4.0. Direccion y Organizacion, 71, 71-86.

Gupta, S., Modgil, S., & Gunasekaran, A. (2020). Big data in lean six sigma: a review and further research directions. International Journal of Production Research, 58(3), 947-969.

Hoellthaler, G., Braunreuther, S., & Reinhart, G. (2018). Digital Lean Production - An Approach to Identify Potentials for the Migration to a Digitalized Production System in SMEs from a Lean Perspective. Procedia Cirp, 67, 522-527.

Houy, T. (2005). ICT and lean management: Will they ever get along?. Communications & Strategies, (59), 53.

Huang, G., Chen, J., & Khojasteh, Y. (2021). A cyber-physical system deployment based on pull strategies for one-of-a-kind production with limited resources. Journal of intelligent manufacturing, 32(2), 579-596.

Ito, T., Abd Rahman, M. S., Mohamad, E., Abd Rahman, A. A., & Salleh, M. R. (2020). Internet of things and simulation approach for decision support system in lean manufacturing. Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, 14(2), JAMDSM0027-JAMDSM0027.

Kamble, S., Gunasekaran, A., & Dhone, N. C. (2020). Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies. International journal of production research, 58(5), 1319-1337.

Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. IFAC-PapersOnLine, 48(3), 1870-1875.

Magrini, E., Ferraguti, F., Ronga, A. J., Pini, F., De Luca, A., & Leali, F. (2020). Human-robot coexistence and interaction in open industrial cells. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 61, 101846.

Maguire, K. (2016). Lean and IT—working together? An exploratory study of the potential conflicts between lean thinking and the use of information technology in organisations

today. *Understanding the lean enterprise: Strategies, methodologies, and principles for a more responsive organization*, 31-60.

Mayr, A., Weigelt, M., Kühl, A., Grimm, S., Erll, A., Potzel, M., & Franke, J. (2018). Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. Procedia Cirp, 72, 622-628. https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.292.

Pagliosa, M., Tortorella, G., & Ferreira, J. C. E. (2021). Industry 4.0 and Lean Manufacturing: A systematic literature review and future research directions. Journal of Manufacturing Technology Management, 32(3), 543-569.

Pérez, L., Diez, E., Usamentiaga, R., & García, D. F. (2019). Industrial robot control and operator training using virtual reality interfaces. Computers in Industry, 109, 114-120.

Pozzi, R., Rossi, T., & Secchi, R. (2023). Industry 4.0 technologies: critical success factors for implementation and improvements in manufacturing companies. Production Planning & Control, 34(2), 139-158.

Sànchez, A. M., & Pérez, M. P. (2001). Lean indicators and manufacturing strategies. International Journal of Operations & Production Management, 21(11), 1433-1452.

Schmidt, R., Möhring, M., Härting, R. C., Reichstein, C., Neumaier, P., & Jozinović, P. (2015). Industry 4.0-potentials for creating smart products: empirical research results. In *Business Information Systems: 18th International Conference, BIS, 18,* 16-27. Springer International Publishing.

Schumacher, S., Bildstein, A., & Bauernhansl, T. (2020). The impact of the digital transformation on lean production systems. Procedia CIRP, 93, 783-788. https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.066.

Tortorella, G. L., & Fettermann, D. (2018). Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. International Journal of Production Research, 56(8), 2975-2987. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1391420.

Tortorella, G., Sawhney, R., Jurburg, D., de Paula, I. C., Tlapa, D., & Thurer, M. (2021). Towards the proposition of a lean automation framework: Integrating industry 4.0 into lean production. Journal of Manufacturing Technology Management, 32(3), 593-620.

Usuga Cadavid, J. P., Lamouri, S., Grabot, B., Pellerin, R., & Fortin, A. (2020). Machine learning applied in production planning and control: a state-of-the-art in the era of industry 4.0. Journal of Intelligent Manufacturing, 31(6), 1531-1558.

Valamede, L. S., & Akkari, A. C. S. (2020). Lean 4.0: A new holistic approach for the integration of lean manufacturing tools and digital technologies. International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences, 5(5), 851-868.

Wang, Y., Kung, L., & Byrd, T. A. (2018). Big data analytics: Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations. Technological forecasting and social change, 126, 3-13.

KANSER HASTALARININ SEMPTOM YÖNETİMİNDE BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ HEMŞİRELİK BAKIMI

Dr. Öğr. Üyesi Ezgi YILDIZ[1]

[1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, , 0000-0002-7261-0129

ÖZET

Kanser, dünyada ve ülkemizde sağlığı tehdit eden önemli sağlık sorunlarından biri olup, ölüme yol açan hastalıklar arasında, dünyanın birçok ülkesinde ve Türkiye'de kalp-damar hastalıklarından sonra ikinci sırada yer almaktadır. Kanser tanısı almış olan insanlar genellikle aynı anda ortaya çıkan çok çeşitli semptomlarla karşılaşırlar. Bireyler ağrı, duygu durum değişiklikleri, nefes darlığı, diyare, konstipasyon, uykusuzluk, dispne, mide bulantısı, kusma, iştahsızlık, halsizlik/yorgunluk, ateş, enfeksiyon gibi çeşitli semptomlarla karşılaşırlar. Bu semptomlar hastanın yaşına, cinsiyetine, primer kanser alanına, evresine, tedavisine, başka bir kronik hastalık varlığına göre değişkenlik göstermektedir. Bu noktada, bireyselleştirilmiş hemşirelik bakımı önem arz etmektedir. Bireyselleştirilmiş bakım, hemşirelik felsefesinin özünü oluşturmakta olup, her bir bireyin değerli ve eşsiz kılma, bireyselliğe saygı duyma, bireyin bakım gereksinimlerine odaklanarak bütüncül bakım verme, hastayı bakıma dahil etme gibi değerleri ve ilkeleri kapsamaktadır. Kanser hastalarında semptom yönetiminin sağlanması hastanın hem fiziksel hem de psikolojik semptomlarının gerilemesini sağlamaktadır. Hemşireler semptom yönetiminde kanıta dayalı uygulama rehberlerini kullanarak bireylere bakım, danışmanlık, eğitim ve destek vermelidir. Kanser hastalarında semptom yönetimi, kanserli hastaların bakımında kritik bir konudur. İyi bir semptom yönetimi ile birey tedaviye daha fazla uyum sağlayabilir, hasta ve ailesinin yaşam kalitesi artabilir. Tüm sağlık profesyonelleri multidisipliner bakış açısıyla hastaların zamanında ve uygun eğitim ve bakım almasını sağlamalıdır. Bu bağlamda, multidisipliner ekibin bir üyesi olarak hemşirelere de bireye özgü bireyselleştirilmiş semptom yönetiminde büyük sorumluluklar düşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kanser, Semptom Yönetimi, Hemşirelik Bakımı

GİRİŞ

Kanser, dünyada ve ülkemizde sağlığı tehdit eden önemli sağlık sorunlarından biri olup, ölüme yol açan hastalıklar arasında, dünyanın birçok ülkesinde ve Türkiye'de kalp-damar hastalıklarından sonra ikinci sırada yer almaktadır (Uğur, 2014). Küresel kanser vakalarının 2040 yılına kadar 28,4 milyona çıkması beklenmektedir (Nayak ve George, 2023). Kanser tanısı almış olan insanlar genellikle aynı anda ortaya çıkan çok çeşitli semptomlarla karşılaşırlar (Henson ve ark., 2020). Bireyler ağrı, duygu durum değişiklikleri, nefes darlığı, diyare, konstipasyon, uykusuzluk, dispne, mide bulantısı, kusma, iştahsızlık, halsizlik/yorgunluk, ateş, enfeksiyon gibi çeşitli semptomlarla karşılaşırlar (Shoemaker ve ark., 2011; Uğur, 2014; Nayak ve ark., 2015; Henson ve ark., 2020). Bu semptomlar hastanın yaşına, cinsiyetine, primer kanser alanına, evresine, tedavisine, başka bir kronik hastalık varlığına göre değişkenlik

göstermektedir (Uğur, 2014). Bu noktada, bireyselleştirilmiş hemşirelik bakımı önem arz etmektedir. Bireyselleştirilmiş bakım, hemşirelik felsefesinin özünü oluşturmakta olup, her bir bireyin değerli ve eşsiz kılma, bireyselliğe saygı duyma, bireyin bakım gereksinimlerine odaklanarak bütüncül bakım verme, hastayı bakıma dahil etme gibi değerleri ve ilkeleri kapsamaktadır (Gerrish 2000; Acaroğlu ve Şendır, 2012; Ceylan, 2014).

Kanser hastalarında semptom yönetiminin sağlanması hastanın hem fiziksel hem de psikolojik semptomlarının gerilemesini sağlamaktadır. Semptomların çoklu yönetimi, birlikte ortaya çıkan semptomların dikkatli bir şekilde değerlendirilmesiyle başlamalıdır. Hemşireler semptom yönetiminde kanıta dayalı uygulama rehberlerini kullanarak bireylere bakım, danışmanlık, eğitim ve destek vermelidir (Kwekkeboom ve ark., 2020). Bu nedenle, bakım eksikliği olursa bireyin günlük yaşam aktivitelerini sürdürme yeteneğini engelleyen, tedavi edilmeyen semptomlarla durum sonuçlanabilir. Semptomlar iyi yönetilmezse, bireyin günlük yaşam aktivitelerine devam etme yeteneği de engellenebilir (Nayak ve ark., 2015).

Sık yaşanan semptomlara yönelik bireyselleştirilmiş hemşirelik bakımları şu şekilde özetlenebilir:

Ağrı: Kanser ağrısının tedavisinde farmakolojik olmayan tedaviler arasında fiziksel (masaj, aromaterapi, elektriksel sinir uyarımı ve akupunktur) ve bilişsel yöntemler (gevşeme, dikkati dağıtma ve hayal etme egzersizleri) yer alır. Opioidler, özellikle morfin, orta ila şiddetli kansere bağlı ağrı için ilk tercih edilen analjezik olmayı sürdürüyor. Opioidler mümkün olduğunca ağızdan verilmeli ve bireysel olarak etkili, tolere edilebilir en düşük doza ayarlanmalıdır. Hemşire hastanın ağrı ifadesini önemsemeli, yeterli veriyi toplamalı, ağrının yeri, şiddeti, özelliği, hastanın tepkisi ve tedaviye yanıtı değerlendirilmelidir (Tarakçıoğlu Çelik, 2016; Henson ve ark., 2020).

Nefes Darlığı: Nefes darlığı, hastalık ilerledikçe giderek yaygınlaşan yaygın bir semptomdur. Tedavi, başta nefes darlığının altında yatan nedenlerin tedavisini optimize ederek başlamalıdır. Hemşire dispne varlığını değerlendirmeli, oksijen tedavisini uygulamalı, yatak başını yükseltmeli, diyafragmatik solunumu öğretmeli ve yapması için teşvik etmeli, bakıma bireyin ailesini katmalı, günlük işlerini yaparken dinlenerek yapmasının önemini anlatmalıdır (Booth ve ark., 2018; Karaca, 2018; Henson ve ark., 2020).

Yorgunluk: Yorgunluk, teşhisten yaşamın sonuna kadar olan kanser seyri sırasında hastaların yaşadığı en yaygın semptomdur. Hatta tedavi sürecinde olduğu gibi tedavi sonrasında bu semptom görülmeye devam edebilmektedir. Bu yorgunluk uyku ve dinlenme ile geçmeyen bir yorgunluktur. Hemşire yorgunluğa sebep olabilecek faktörleri belirlemeli, yorgunluğun şiddetini değerlendirmelidir. Bireye günlük işlerinde öncelik belirleyerek, dinlenerek yapmasını ve çevresinden destek almaktan çekinmemesini söylemelidir. Az, sık ve yavaş yemesi, yağlı, şekerli, baharatlı yiyeceklerden uzak kalması söylenmelidir. Uyku düzenini sağlamasına yardımcı olmalıdır. Proteinden zengin beslenmesini ve sıvı alımını ihmal etmemesini belirtmelidir (Uğur, 2014; Tarakçıoğlu Çelik, 2016).

Mide Bulantısı/Kusma ve İştahsızlık: Bu semptom hoş hissedilmeyen sübjektif bir bulgu olup, yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Kanser tanılı bireyler şiddetine göre dehidratasyon ve açlığa bağlı ölüm korkusu yaşayabilirler. Hemşire, hastanın bulantı ve

kusmasının altında yatan en muhtemel neden belirlendikten sonra hekim istemi doğrultusunda en uygun antiemetik ilacı uygulamalıdır. Bulantı/kusmanın şiddeti değerlendirilmelidir. Kilo takibi yapılmalıdır. Laboratuvar bulguları kontrol edilmelidir. Bireyin sevdiği yiyecekler belirlenmelidir. Diyetisyen işbirliği ile öğün sayısı, sıklığı, besin içeriği, sıvı alımı gözlemlenerek yeniden düzenlenmelidir. Ağız bakımı verilmelidir. Çevre koku, ışık, havalandırma ve görünüm olarak düzenlenmelidir (Ertem, 2008; Shoemaker ve ark., 2011; Uğur, 2014; Henson ve ark., 2020).

Konstipasyon: Hareketsizlik, dehidratasyon, düzensiz tuvalet alışkanlığı, lifli gıdaların az tüketimi, kronik hastalıklar, opioid, demir gibi ilaçlar bireylerde konstipasyona neden olabilmektedir. Hemşire, hastanın bağırsak alışkanlıklarını değerlendirmeli, kontraendike değilse aktiviteyi ve sıvı alımını artırmasını, kahve ve alkol tüketiminden kaçınmasını, öğün saatlerini düzenlemesini, lifli gıdalardan zengin beslenmesini, tuvalet ihtiyacı için acele etmemesini yeterli zaman ayırmasını, sık laktasif kullanımından kaçınmasını söylemelidir.

Diyare: Hemşire, neden olan faktörleri ve bağırsak alışkanlıklarını belirleyerek günlük defekasyon sayısını, gaita rengi, kıvamı miktarını değerlendirmelidir. Kilo, laboratuvar ve yaşam bulguları takibini yapmalıdır. Sıvı alımını desteklemelidir. Az az sık sık ve posasız besin içerikli beslenmesi sağlanmalıdır (Artele ve ark., 2022).

Duygu Durum Değişiklikleri: Kanser tanısı alan bireylerin bütüncül bakımında psikososyal bakım oldukça önemlidir; çünkü bu tanı bireyi psikolojik, fiziksel ve sosyal anlamda etkilemektedir. Ayıca kanser tedavisi sırasında hastalara yorgunlukla baş etme konusunda danışmanlık verilmeli ve genellikle yorgunlukla ilişkilendirilen anksiyete ve depresyon konusunda eğitim verilmelidir (Berger ve ark., 2015). Hemşire bireyin duygu ve düşüncelerini ifade etmesini sağlamalı, stres ile etkili ve etkisiz başetme yöntemlerini değerlendirmeli, etkili başetme yöntemlerini desteklemeli, destek sistemlerini belirlemeli, gevşeme egzersizlerini öğretmeli, egzersiz yapmaya teşvik etmeli, bireyin uyumunu kolaylaştırmak için onu iyi tanımlamalı, destekleyici yaklaşımda bulunmalıdır (Yıldırım ve Gürkan, 2010; Uğur, 2014).

Enfeksiyon: Kanser tedavisi nedeniyle bireylerde enfeksiyona yatkınlık söz konusu olabilmektedir. Bu bağlamda, hemşire, sebze meyvelerin iyi yıkanması, tırnakların kökünden kesilmemesi, jilet kullanılmaması, uygun el ve vücut hijyeninin sağlanması, düzenli beslenmesi, yeterli sıvı alımı, refakatçı kısıtlaması, travmalardan korunması konusunda bireylere ve ailelerine eğitim vermelidir. Ayrıca bireylerde enfeksiyon belirti ve bulguları, laboratuvar testleri değerlendirilmelidir (Kapucu, 2018).

Sonuç olarak, kanser hastalarında semptom yönetimi, kanserli hastaların bakımında kritik bir konudur. İyi bir semptom yönetimi ile birey tedaviye daha fazla uyum sağlayabilir, hasta ve ailesinin yaşam kalitesi artabilir. Tüm sağlık profesyonelleri multidisipliner bakış açısıyla hastaların zamanında ve uygun eğitim ve bakım almasını sağlamalıdır. Bu bağlamda, multidisipliner ekibin bir üyesi olarak hemşirelere de bireye özgü bireyselleştirilmiş semptom yönetiminde büyük sorumluluklar düşmektedir.

KAYNAKLAR

- Acaroğlu, R., Şendır, M., Bireyselleştirilmiş Bakımı Değerlendirme Skalaları, İ.Ü.F.N. Hem. Derg, 20,1, 2012.
- Artale, S., Grillo, N.; Lepori, S., Butti, C.; Bovio, A., Barzaghi, S., Colombo, A., Castiglioni, E., Barbarini, L., Zanlorenzi, L., et al. A Nutritional Approach for the Management of Chemotherapy-Induced Diarrhea in Patients with Colorectal Cancer, Nutrients, 14, 2022.
- Berger, AM., Mooney, K., Cancer-Related Fatigue, Version 2.2015, Journal of the National Comprehensive Cancer Network, 13,8, 2015.
- Booth, S., Chin, C., Spathis, A., Maddocks, M., Yorke, J., Burkin, et al., Non-pharmacological İnterventions for Breathlessness in People with Cancer, Expert Review of Quality of Life in Cancer Care, 2018, https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23809000.2018.1524708
- Ceylan, B., Hemşirelikte Bireyselleştirilmiş Bakım, Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 30,3, 2014.
- Ertem, G., Kanser Hastalarında Beslenme ve Hemşirelik Yaklaşımı. Dirim Tıp Gazetesi, 58, 2008.
- Henson, LA., Maddocks, M., Evans, C., Davidson, M., Hicks, S., Higginson, IJ., Palliative Care and the Management of Common Distressing Symptoms in Advanced Cancer: Pain, Breathlessness, Nausea and Vomiting, and Fatigue, Journal of Clinical Oncology, 38, 9, 2023.
- Gerrish, K., Individualized Care: Its Conceptualization and Practice Within a Multiethnic Society, Journal of Advanced Nursing, 32,1, 2000.
- Kapucu, S., Palyatif Bakım Alan Kanser Hastalarında Enfeksiyon ve Yönetim, ACU Sağlık Bil Derg, 9,4, 2018.
- Karaca, E., Kemoterapi Alan Kanser Hastalarında Hemşirelik Bakımı Memnuniyetinin Hastalık Algısı ve Yaşam Kalitesine Etkisi, Yükseklisans Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi
  Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2018.
- Kwekkeboom, KL., Wieben, A., Stevens, J., Tostrud, L., Montgomery, K, Guideline-Recommended Symptom Management Strategies That Cross Over Two or More Cancer Symptoms, Oncology Nursıng Forum, 47,5, 2020.
- Nayak, MG., George, A., Effectiveness of Symptom Management Intervention for Improving the QOL of Cancer Patients, Asian Pac J Cancer Prev, 24, 2, 2023.
- Nayak, MG., George, A., Vidyasagar, MS., Mathew, S., Nayak, S., Nayak, BS., Shashidhara, YN., Kamath, A., Symptoms Experienced by Cancer Patients and Barriers to Symptom Management., 21,3, 2015.
- Shoemaker, LK., Estfan, B., Induru, R., Walsh, TD., Symptom Management: An Important Part Of Cancer Care, Cleveland Clinic Journal o Medicine, 78,1, 2011.
- Tarakçıoğlu Çelik, GH., Onkoloji Hemşireliğinde Semptom Yönetimi, GümüĢhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 5,4, 2016.
- Uğur, Ö., Kanser Hastasının Semptom Yönetimi, Türk Onkoloji Dergisi, 29,3, 2014.
- Yıldırım, S., Gürkan, A, Psikososyal Açıdan Kanser ve Psikiyatri Hemşiresinin Rolü, Ege Üniversitesi Hemüirelik Yüksek Okulu Dergisi, 26,1, 2010

HEMODİYALİZ TEDAVİSİ ALAN BİREYİN HEMŞİRELİK BAKIMINDA ROY ADAPTASYON MODELİNİN YERİ

Dr. Öğr. Üyesi Ezgi YILDIZ[1]

[1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, 0000-0002-7261-0129

ÖZET

Kronik böbrek yetmezliği (KBY), mortalite ve morbidite oranı yüksek, prevalansı dünya çapında giderek artan, küresel bir halk sağlık sorunu olup, glomerül filtrasyon hızının (GFR) genellikle 25 ml/dk'nın altına düştüğünde böbrek fonksiyonlarının belirgin ve dönüşümsüz seviyede azaldığı bir hastalık olarak açıklanmaktadır. Özellikle yaşlı bireylerde, kadınlarda, diyabet ve hipertansyonu olan bireylerde yaygın şekilde seyretmektedir. Bu hastalık sürecinde olan bireylerde bir süre sonra son dönem böbrek yetersizliği gelişebilir ve bireylere diyaliz tedavisi başlanır. Diyaliz tedavisi hastaların biyolojik, sosyolojik, pskikojik, fizyolojik dengesini ve hayatını önemli düzeyde etkileyerek olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Kronik hastalıklarda bir tedavi süreci fiziksel, psikolojik ve sosyal uyumu gerektirmektedir. Hemşirelik bakımında uyum sürecine odaklanan modellerden biri Roy Adaptasyon Modeli (RAM)dir. Roy'un kuramında ana kavram adaptasyondur. Bu model, hemşireler tarafından dört uyum alanı için hemşirelik süreciyle uyumlu bakımı planlayarak uyum sürecine yardımcı olmak için kullanılabilir. Bu modelde tanımlanan uyum alanları; fizyolojik uyum alanı, benlik kavramı uyum alanı, rol fonksiyonu uyum alanı ve karşılıklı bağlılık uyum alanıdır. Diyaliz tedavisi alan bireyin düzenli olarak hemodiyalize devam etmesi, komplikasyonlar hakkında bilgi sahibi olması ve süreci yönetmeye istekli olması, diyet ve sıvı kısıtlamasına uyması, kilo takibini yapabilmesi fizyolojik uyumu göstermektedir. Başkalarına bağımlı olma düşüncesi, fistül görünümü, yorgunluk hissi, seksüel fonksiyonlarda bozulma, kilo değişimi beden saygısını ve benlik imajını etkileyerek benlik kavramı uyum alanını etkileyebilecek faktörlerdendir. Başkalarına ve makinaya bağımlı olma düşüncesi ve iş, aile, arkadaş rollerini yerine getirememe düşünceleri modelin rol fonksiyon uyum alanını etkileyebilmektedir. Diyaliz tedavisi alan diğer hastalar ile ilişki kurması, sosyal destek sistemlerinin belirlenerek güçlendirilmesi karşılıklı bağlılık uyum alanını olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemodiyaliz, Hemşirelik Bakımı, Roy Adaptasyon Modeli

GİRİŞ

Kronik böbrek yetmezliği (KBY), mortalite ve morbidite oranı yüksek, prevalansı dünya çapında giderek artan, küresel bir halk sağlık sorunu olup, glomerül filtrasyon hızının (GFR) genellikle 25 ml/dk'nın altına düştüğünde böbrek fonksiyonlarının belirgin ve dönüşümsüz seviyede azaldığı bir hastalık olarak açıklanmaktadır (Tanrıverdi ve ark., 2010; Hill ve ark., 2016; Kalantar Zadeh ve ark., 2021; Kovesdy, 2022). Özellikle yaşlı bireylerde, kadınlarda, diyabet ve hipertansyonu olan bireylerde yaygın şekilde seyretmektedir. Dünya genelinde genel nüfusun %10'undan fazlasını, yani 800 milyondan fazla kişiyi etkilediği belirlenmiştir (Kovesdy, 2022).

Kronik böbrek yetmezliğinde tedavi girişimleri hastalığın ilerlemesini önleyici şekilde hızlıca ele alınmalıdır. KBY'de son döneme gidişin yavaşlatılması; diyet tedavisi, sistemik ve intraglomeruler hipertansiyonun, hiperfosfateminin, hiperlipideminin tedavisi ve proteinürinin azaltılması ile sağlanabilir (Varol ve Karaca Sivrikaya, 2018). Bu hastalık sürecinde olan bireylerde bir süre sonra son dönem böbrek yetersizliği gelişebilir ve bireylere diyaliz tedavisi başlanır (Tanrıverdi ve ark., 2010). Diyaliz tedavisi hastaların biyolojik, sosyolojik, pskikojik, fizyolojik dengesini ve hayatını önemli düzeyde etkileyerek olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Şöyle ki, hemodiyaliz tedavisi boyunca meydana gelen stres etkenleri, akut hastalıklar, uzun süreli hastanede kalışlar ve bağımlılık, hastaların aktivite tercihlerini, yaşam kalitesini veya performansını değiştirebilir (Öztürk ve ark., 2013; Şanlıtürk ve ark., 2018). Hemodiyaliz hastalarının yaşadıkları zorlu süreçlerinde zamanla kısıtlamadan bunaldıkları ve bu durumla baş etmede zorlandıkları belirtilmektedir (Karabey ve Karagözoğlu, 2021).

Kronik hastalıklarda bir tedavi süreci fiziksel, psikolojik ve sosyal uyumu gerektirmektedir. Sağlık ekibi, hastanın sağlık durumuna odaklanarak ve uygun tıbbi bakımı sağlayarak hayatta kalma oranını önemli ölçüde artırabilir. Birey ve ailesi yaşam tarzına, besin tüketimine ve hemodiyaliz sürecine uyum sağlamada önemli zorluklarla karşı karşıya kalmakta ve bu durum fiziksel ve psikolojik sorunlara yol açabilmektedir (Varol ve Karaca Sivrikaya, 2018). Kronik böbrek hastalığı gibi bir hastalıkla yaşamak da durumu kabullenerek uyum sağlamayı, özyönetim ve hastalıkla baş etmeyi gerektiren karmaşık, dinamik ve sürekli değişen çok boyutlu bir süreçtir (Yacan, 2022). Hemşirelik bakımında uyum sürecine odaklanan modellerden biri Roy Adaptasyon Modeli (RAM)dir.

Roy Adaptasyon Modeli hemşirelik alanında eğitimde, araştırmalarda, klinik uygulamalarda sıklıkla kullanılan ve rehber niteliğinde olan bir modeldir. Bu model Sister Callista Roy tarafından geliştirilmiştir. Sister Callista Roy, Los Angeles, California'da 14 Ekim 1939'da dünyaya gelmiştir. Roy, 1963'te Los Angeles'taki Mount Saint Mary's College'da hemşirelik eğitimini tamamladı ve ardından 1966'da Los Angelo'daki California Üniversitesi'nden yüksek lisans derecesi aldı. Pediatride çalışırken, çocukların değişen fiziksel ve psikolojik olaylara gösterdiği tepkilere uyum sağlamalarını fark etmesiyle modeli geliştirmeye başlamıştır. Roy'un kuramında ana kavram adaptasyondur. 1970 yılında kullanılmaya başlayan bu model 1986 yılında yeniden revize edilerek kullanıma devam edilmiştir (Phillips ve Harris, 2014; Kacaroğlu Vicdan ve Karabacak, 2014a; Uzun, 2017).

Model insan, çevre, sağlık ve hemşirelik temel kavramlarından oluşmaktadır. Roy, insanın çevreden etkilendiğini ve çevresini de karşılıklı şekilde etkilediğini ifade etmektedir. Roy, insanı açık bir sistem olarak nitelendirirken, bulunduğu ortama da psikolojik, sosyolojik, fizyolojik olarak uyum sağlamaya çalışan çevresiyle sürekli etkileşim içinde olan varlık olarak tanımlamaktadır (Phillips ve Harris, 2014). Uyum davranışı, uyaranlara olumlu geri bildirim vermeyi içerirken, uyumsuzluk davranışı, olumsuz geri bildirim vermeyi içerir. Hemşirelik müdahaleleri olumlu ve etkili uyum sağlamak için tasarlanmıştır (Kacaroğlu Vicdan ve Karabacak, 2014a). Sağlık ve sağlıklı olma durumu çevresel değişikliklere olumlu yanıt verebilme yeteneğidir (Roy, 2009). Hastalık, bireyin değişen durumla yeterince baş edememesinin bir sonucudur, ancak değişen olaylara uyum sağlama yeteneği onun sağlığını korumasını ve korumasını sağlar (Kacaroğlu Vicdan ve Karabacak, 2014a). Baş etme

mekanizmaları doğuştan (genetik) ve sonradan kazanılan (deneyimler, öğrenme yolu) mekanizmalar olarak ikiye ayrılmaktadır (Phillips ve Harris, 2014; Uzun, 2017). Hemşire kuramda yer alan adaptasyon biçimlerine göre insan davranışlarını bireye özgü olarak değerlendirerek hemşirelik sürecini başlatır (Roy, 2009).

Roy Adaptasyon Modeli'nde bireyin çevresiyle etkileşimini sürdüren odak (fokal), bağlamsal (kontekstüel) ve rezidüel (olası) olmak üzere üç uyaran türü bulunmaktadır. Odak uyaranlar bireyin direkt ve hızlı olarak tepki vermesine neden olan uyaranlardır. Örneğin; kronik böbrek yetmezliği olan bir bireyde odak uyaranlar ağrı ve hemodiyaliz olabilir. Hemşire mutlaka odak uyaranları ele alarak hemşirelik uygulamalarını yapmalıdır. Bağlamsal uyaranlar fokal uyaranı etkilerler. Rezidüel uyaranlar ise, meydana geldikleri durumu doğrudan etkilemeyen, ancak bireyin geçmiş deneyimlerinden kaynaklanan uyaranlardır. Tedavi ve mevcut durum bu uyaranlardan etkilenebilir. (Roy, 2009; Roy, 2011; Uzun, 2017). Örneğin; bireyin daha önce hemodiyalize giren tanıdığının olması, hemodiyalize dair olumsuz düşünce, korku, inanç ve deneyimler rezidüel uyarana örnek olarak verilebilir. Dolayısıyla hemşire, hemşirelik sürecini oluştururken bireyin odak, bağlamsal ve olası uyaranlarını özenle dikkate almalıdır. Bireyde istendik düzeyde uyumun sağlanabilmesi için verilerin eksiksiz toplanması ve hemşirelik sürecinin doğru ilerlemesi büyük önem arz etmektedir.

Roy Adaptasyon Modeli'nde hemşirelik süreci davranışı tanılama, uyaranı tanılama, hemşirelik tanısı oluşturma, hedef belirleme, hemşirelik girişimi ve değerlendirme olmak üzere altı aşamadan oluşmaktadır (Roy, 2011; Phillips ve Harris, 2014). Bu model, hemşireler tarafından dört uyum alanı için hemşirelik süreciyle uyumlu bakımı planlayarak uyum sürecine yardımcı olmak için kullanılabilir. Bu modelde tanımlanan uyum alanları; fizyolojik uyum alanı, benlik kavramı uyum alanı, rol fonksiyonu uyum alanı ve karşılıklı bağlılık uyum alanıdır (Roy, 2009; Roy, 2011; Phillips ve Harris, 2014; Uzun, 2017).

Fizyolojik uyum alanında ana amaç fizyolojik olarak bütünlüğün sağlanması olup, bu uyum alanı oksijen, beslenme, eliminasyon, aktivite ve dinlenme, korunma, duyular, sıvı elektrolit, nörolojik fonksiyon, endokrin fonksiyonu içermektedir (Roy, 2009). Örneğin, diyaliz tedavisi alan bireyin düzenli olarak hemodiyalize devam etmesi, komplikasyonlar hakkında bilgi sahibi olması ve süreci yönetmeye istekli olması, diyet ve sıvı kısıtlamasına uyması, kilo takibini yapabilmesi fizyolojik uyumu artırabilmektedir (Kacaroğlu Vicdan ve Karabacak, 2014b). Benlik kavramı uyum alanında ana amaç bireyin psikolojik ve spiritüel bütünlüğün korunması olup, bireyin algılarını, deneyimlerini, düşüncelerini, ideallerini, davranışlarını, ahlaki değerlerini ve bireysel özelliklerini içermektedir (Roy, 2009; Uzun, 2017). Diyaliz tedavisi alan bireylerin başkalarına bağımlı olma düşüncesi, fistül görünümü, yorgunluk hissi, seksüel fonksiyonlarda bozulma, kilo değişimi, duygularını ifade edememe beden saygısını ve benlik imajını etkileyerek benlik kavramı uyum alanını etkileyebilecek faktörlerdendir (Tan ve Karabulutlu, 2004; Özdemir, 2021). Rol fonksiyon uyum alanında ana amaç sosyal bütünlüğün korunması olup, bireyin sergilediği davranışları ve başkalarıyla olan ilişkilerinde kim olduğunu bilme ihtiyacının karşılanmasıdır (Phillips ve Harris, 2014; Uzun, 2017). Bireylerin, başkalarına ve makinaya bağımlı olma düşüncesi, çalışma hayatının sınırlanması ve iş, aile, arkadaş rollerini yerine getirememe düşünceleri rol fonksiyon uyum alanını etkileyebilmektedir (Kacaroğlu Vicdan ve Karabacak, 2014b; Özdemir, 2021). Karşılıklı bağlılık uyum alanında

ana amaç, psişik bütünlüğün korunması olup, çevresindeki yakın ilişkileri sevgi, saygı güven ihtiyaçları doğrultusunda sürdürebilmesidir (Phillips ve Harris, 2014). Bireyin, diyaliz tedavisi alan diğer hastalar ile ilişki kurması, sosyal destek sistemlerinin belirlenerek güçlendirilmesi karşılıklı bağlılık uyum alanını olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir.

Kronik böbrek hastalığı son derece yaygın olup, dünya çapında bulaşıcı olmayan ölümlerin önde gelen nedenlerinden biri olmasının yanı sıra zamanla artan sayıda insanı etkileyeceği ve çeşitli küresel ölüm nedenleri arasında öneminin daha da artacağı tahmin edilmektedir (Kovesdy, 2022). Sonuç olarak hemşireler arasında ortak dil oluşumunu sağlayan, bireyi bütüncül ve sistematik olarak değerlendiren, klinik uygulamalara yol gösteren, bireyde adaptasyonu kolaylaştıran Roy Adaptasyon Modeli'nin kullanımı uygulamalı bir disiplin olan hemşirelikte kullanılması önem arz etmektedir. Modelin kronik böbrek yetmezliği ve hemodiyaliz tedavisi alan bireyin uyum sürecinde kullanılması da bilimsel bir temel oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- Hill, NR, Fatoba, ST, Oke, JL, Hirst, JA, O'Callaghan, CA, Lasserson, DS, Hobbs, FDR., Prevalence of Chronic Kidney Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis, PLoS One, 11, 7, 2016
- Kacaroğlu Vicdan, A., Karabacak, BG., Hemşirelik Modellerinden: Roy Adaptasyon Modeli, Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 5, 4, 2014a.
- Kacaroğlu Vicdan, A., Karabacak, BG., Roy Adaptasyon Modelinin Hemodiyaliz Hasta Eğitiminde Kullanımı, International Journal of Human Sciences, 11, 2014b.
- Kalantar Zadeh, K, Nitsch D., Neuen LB, Perkovic, V. Chronic Kidney Disease, Lancet, 398, 10302, 2021.
- Karabey, T, Karagözoğlu, Ş., Hemodiyaliz Sürecinde Semptom Yönetimi ve Hemşirelik Bakımı. TOGÜ Sağlık Bilimleri Dergisi, 1, 1, 2021.
- Kovesdy, CP, Epidemiology of Chronic Kidney Disease: An Update 2022. Kidney International Supplements, 12, 1, 2022
- Özdemir, Ö., Roy Adaptasyon Modeline Göre Hemodiyaliz Hastalarına Verilen Eğitimin Sıvı Yönetimi, Semptom Kontrolü ve Yaşam Kalitesine Etkisi, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Anabilim Dalı Doktora Programı, Edirne, 2021.
- Öztürk B, Akın S, Durna, Z, Özdilli, K., Hemodiyaliz Tedavisini Sürdüren Hastalarda Fonksiyonel Performans Durumu, Yaşam Kalitesi ve Fistül Bakımı İle İlişkili Bilgi Düzeyinin Değerlendirilmesi, Nefroloji Hemşireliği Dergisi, 13, 1, 2023.
- Phillips, KD, Harris, R., Roy's Adaptation Model in Nursing Practice. In: Alligood MR, Tomey AM (eds). Nursing Theory: Utilization and Application. Elsevier Mosby, United States 2014.
- Roy, C., The Roy Adaptation Model (3rd ed). New Jersey Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall Health, 2009.

- Roy, C., Extending the Roy Adaptation Model to Meet Changing Global Needs, Nurs Sci Q, 24,4, 2011.
- Şanlıtürk, D., Ovayolu, N., Kes, D. Hemodiyaliz hastalarında sık karşılaşılan problemler ve çözüm önerileri. Türk Nefroloji, Diyaliz ve Transplantasyon Hemşireleri Derneği Nefroloji Hemşireliği Dergisi, 1,13, 2018.
- Tan, M, Karabulutlu E., Sürekli Ayaktan Periton Diyalizi (Sapd) Uygulanan Hastaların Benlik Saygısı ve Beden İmajını Algılayışlar, Atatürk Üniv. Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi, 7, 3, 2004.
- Tanrıverdi, MH, Karadağ, A, Hatiopoğlu, EŞ., Kronik Böbrek Yetmezliği. Konuralp Tıp Dergisi, 2,2, 2010.
- Uzun, Ş., Sister Callistta Roy: Adaptasyon Modeli. İçinde: Karadağ A, Çalışkan N, Baykara ZG, (eds). Hemşirelik Teorileri ve Modelleri. İstanbul: Akademi Basın ve Yayıncılık, 2017.
- Varol, E., Karaca Sivrikaya, S. Kronik Böbrek Yetmezliğinde Yaşam Kalitesi ve Hemşirelik. Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8, 2, 2018.
- Yacan, L., Kronik Böbrek Hastalığı Olan Bireylere Verilen Eğitimin Hastalığa Uyum, Öz Bakım ve İyilik Haline Etkisi. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Anabilim Dalı, Edirne, 2022.

ANTİKANSER YÖNLERİYLE NARİNGİN VE NARİNGENİN

Öğr. Gör. Burcu YÖN

Düzce Üniversitesi, SHMYO, İlk ve Acil Yardım Programı, Düzce, Türkiye

-ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0002-5717-3637

Doç. Dr. Havva SERT

Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik ABD,

İç Hastalıkları Programı, Sakarya, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0002-1658-6515

ÖZET

Amaç: Araştırma Dünya'da ve Türkiye'de Naringin ve Naringenin'in kanser ile ilgili çalışmalarda kullanımını değerlendirmek üzere yapılmış akademik çalışmalarının incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Bu derleme çalışmasında 'PUBMED', 'SCIENCE DIRECT' veri tabanında "naringin", "naringenin" ve "kanser" kelimeleri kullanılarak 2000-2023 yılları arasında yapılan araştırmalara yönelik detaylı tarama yapılmıştır. Tarama sonucunda 5367 araştırma makalesine ulaşılmıştır. Araştırma kriterlerine uygun olan 25 makale çalışmada incelenmiştir.

Bulgular: İncelenen 25 araştırma makalesinde, iki çalışmada Naringin kullanılırken, 23 çalışmada Naringin'in bileşiği olan Naringenin tercih edilmiştir. Naringin veya Naringenin kullanılarak yapılan kanser araştırmalarının % 20'sinin (n: 5) 2005-2015 , % 48'inin (n: 12) 2016-2021 yılları arasında ve % 32 'sinin (n: 8) ise son iki yılda yapıldığı görülmüştür. İncelenen makalelerde birisi hariç diğer makaleler laboratuvar ortamında PCR, ELİSA, Western Blot, hücre kültürü gibi teknikler kullanılarak yapılmıştır. Çalışmamızda ele alınan araştırmalarda akciğer, meme, prostat, özefagus, mide, kolon, pankreas gibi kanser türlerine odaklanılmıştır. Makalelerde Naringin/Naringenin'in apoptozu artırıcı etki, DNA onarımı, antioksidan ve anti-inflamatuar aktivite göstererek kanser üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir.

Sonuç: Küresel sorun olan kanser ile ilgili giderek artan çalışmalara bakıldığında flavaoidlerin yararlı etkileri göze çarpmaktadır. Flavanoid ailesi üyelerinden Naringin ve Naringenin'in kanser üzerine yapılan araştırma sonuçlarında kanser gelişimi ve ilerlemesi üzerine olumlu etkiler göstermesi, yapılacak yeni araştırmalara kaynak oluşturmakla birlikte kanser vakaları için umut verici olabilir.

ABSTRACT

Purpose: The research was conducted to examine academic studies conducted in the world and in Turkey to evaluate the use of Naringin and Naringenin in cancer-related studies.

Materials and Methods: In this review study, a detailed search was made for the studies conducted between 2000-2023 using the words "naringin", "naringenin" and "cancer" in the 'PUBMED', 'SCIENCE DIRECT' database. As a result of the scanning, 5367 research articles were found. 25 articles that met the research criteria were examined in the study.

Results: Of the 25 research articles examined, Naringin was used in two studies, while Naringenin, the compound of Naringin, was preferred in 23 studies. Of the cancer research conducted using Naringin or Naringenin, 20% (n: 5) was conducted between 2005-2015, 48% (n: 12) was conducted between 2016-2021, and 32% (n: 8) was conducted in the last two years. It was seen that it was done. Except for one of the articles examined, all the articles were carried out in a laboratory environment using techniques such as PCR, ELISA, Western Blot and cell culture. The research discussed in our study focused on cancer types such as lung, breast, prostate, esophagus, stomach, colon and pancreas. It has been reported in articles that Naringin has an effect on cancer by showing apoptosis-increasing effects, DNA repair, antioxidant and anti-inflammatory activities.

Conclusion: Considering the increasing studies on cancer, which is a global problem, the beneficial effects of flavaoids stand out. The fact that Naringin and Naringenin, members of the flavonoid family, show positive effects on cancer development and progression in the results of research on cancer, may be promising for cancer cases, as well as providing a source for new research.

GİRİŞ

Bir organizmadaki anormal hücrelerin kontrolsüz bölünmesi ve çoğalması ile karakterize kanser, Dünya'da ve ülkemizde başlıca ölüm nedenleri arasındandır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre 2020 yılında 19,3 milyon bireye kanser tanısı koyulurken, aynı yıl içerisinde 10 milyon bireyde kanser nedeniyle hayatını kaybetmiştir. Dünya genelinde yapılan bir araştırmaya göre kanser hastası sayısının 2020 yılına kıyasla 2040 yılında %47'lik bir artışla 28,8 milyona ulaşması öngörülmektedir (GLOBOCAN, 2020). Küresel bir problem olan kanser biyomedikal araştırmaların odaklandığı bir konudur.

Literatüre bakıldığında kanser, beslenme, genetik, egzersiz, yaşam standartları, ilaç etkileşimleri gibi pek çok farklı açıdan ele alınmıştır (Avgerinos ve ark., 2019; Mokhtari ve Montazari, 2020; Ying ve ark.,2021; Hermelink ve ark., 2022). Yapılan araştırmalarda bireylerin diyetine daha fazla miktarda meyve özellikle de turunçgillerin dahil edilmesinin, kanserin önlenmesine ve kanser gelişiminin baskılanmasına katkı sağladığı sonucuna yer verilmiştir (Khan ve ark., 2021;Ahmad ve ark., 2022; Alam ve ark., 2022). Meyvelerin ana aktif bileşikleri polifenolik bileşik flavonoidlerdir. Çeşitli çalışmalarda flavonoidlerin antioksidan

görevi görerek güçlü antikanser etkiler gösterebildiği ifade edilmiştir (Abotaleb ve ark., 2018; Chirumbolo ve ark., 2018; Rodriguez ve ark., 2019; Alam ve ark., 2022).

Naringin ve bileşiği Naringenin, polifenollerin flavanon grubuna ait olan önemli bir fitokimyasal olup esas olarak greyfurt gibi turunçgillerde bulunmaktadırlar. Mevcut araştırmalar, bitkisel ilaç olarak Naringenin'in, anti-inflamatuar, antioksidan, nöroprotektif, hepatoprotektif ve anti-kanser aktiviteleri dahil olmak üzere önemli farmakolojik özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Zhao ve ark., 2019; Zhou ve ark., 2019; Memariani ve ark., 2021; Miles ve Calder, 2021) Yapılan bir çalışmada da Naringin ve Naringenin'in, inflamasyon, proliferasyon, apoptoz, otofaji, anjiyogenez, ve metastaz ile ilişkili hatalı sinyal yollarını modüle ederek kanserin gelişimini ve ilerlemesini yavaşlatıcı etki gösterebildiği ifade edilmiştir (Zhang ve ark., 2018). Kanserin önlenmesinde, tedavi ve bakımında beslenmenin önemi giderek artmaktadır. Özellikle antioksidan, antiinflamatuar ve anti-kanser özellikleri olan besinlerin, desteklerin sağlık profesyonelleri kontrolünde bilinçli tüketilmesi olumsuz sağlık sonuçlarının ortaya çıkmasını engelleyecektir. Hasta ve sağlıklı bireyin yaşam kalitesinin artırılmasına yönelik kanıta dayalı uygulamalar ışığında bakım veren hemşireler, kanserin önlenmesi, tedavi ve bakım süreçlerinin etkin bir şekilde yürütülmesinde bireylerin beslenmesi de dahil olmak üzere sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının kazandırılması konusunda eğitici ve danışmanlık rolleriyle hasta ve ailesini desteklemektedir. Bu bağlamda Naringin ve Naringenin kullanılarak yapılan kanser araştırmalarını incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmanın başta hemşireler olmak üzere tüm sağlık profesyonelleri için yol gösterici olacağı ve yeni yapılacak araştırmalara kaynak sağlayacağı düşünülmektedir.

1. GEREÇ- YÖNTEM

Bu derleme çalışması 01.09.2023-28.10.2023 tarihleri arasında doküman analizi yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Araştırma makaleleri 2000-2023 yılları arasında ‘Pubmed’, ‘Science Direct’ veri tabanlarında taranmıştır. Taramada kullanılan anahtar kelimeler Medical Subject Headings (MESH)’ten seçilmiştir. Çalışmada kullanılan anahtar kelimler “Naringin”, “Naringenin” ve “kanser” kelimelerinin kombinasyonlarından oluşmuştur. Bu derlemede incelenen yayınların araştırmaya alınma kriterleri; araştırma makalesi olması, Naringin veya Naringenin kullanılarak yapılan kanser araştırmalarını içermesi, İngilizce yazılmış ve tam metin açık erişiminin olmasıdır. Anahtar kelimeler kullanılarak tüm veri tabanlarından yapılan tarama sonucunda toplamda 5367 yayın bulunmuştur. Tarama sonrasında 25 yayın dahil edilme kriterlerini sağlamış ve çalışmada incelenmiştir. Araştırmaya dahil edilen yayınlar; araştırma adı, yılı, flavanoid türü, çalışılan kanser türü/dokusu, kullanılan yöntem ve sonuç şeklinde özetlenmiştir (Çizelge 2)

Bu çalışma bir literatür derleme araştırması olduğu için etik kurul raporu bulunmamaktadır.

2. BULGULAR

Yapılan literatür incelenmesi sonucunda, dâhil edilme kriterlerini sağlayan toplam 25 adet araştırma makalesi değerlendirmeye alınmıştır. Naringin veya Naringenin kullanılanarak yapılan kanser araştırmalarının % 20’si (n: 5) 2005-2015 , %48’inin (n: 12) 2016-2021 yılları arasında ve %32 ‘sinin (n: 8) ise son iki yılda yapıldığı görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. İncelenen araştırmaların yayınlanma yıllarına göre dağılımı		
Yayınlanma yılı	**Araştırma sayısı (n)**	**%**
2005-2015	5	20
2016-2021	12	48
2022-2023	8	32

Çalışmaya dahil edilen 25 araştırma makalesine bakıldığında özellikle yaklaşık son 10 yıl içerisinde kanser çalışmalarının arttığı görülmektedir. Kanser çalışmalarında 23 çalışma flavanoid olarak Naringenin' ini kullanırken, diğer iki araştırma ise Naringin'i tercih etmiştir. Çalışmalardan ikisi (Lian ve ark..2018; Ge ve ark., 2022) deney hayvanı ile, diğerleriyse laboratuvar ortamında PCR, ELİSA, Western Blot, hücre kültürü gibi teknikler kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 2. Dahil edilen yayınların incelenmesi

Araştırma Adı/Yıl	**Flavanoid Türü**	**Çalışılan kanser türü/dokusu**	**Yöntem**	**Sonuç**
Negative regulation of β-catenin/Tcf signaling by naringenin in AGS gastric cancer cell (2005)	Naringenin	Mide AGS kanser hücre hattı	Western Blot, PCR	β-katenin/Tcf sinyal inhibisyonu
The citrus flavonoid naringenin stimulates DNA repair in prostate cancer cells (2006)	Naringenin	Prostat kanser hücresi	In vıtro	DNA onarımı
Enhanced anticancer activity of naringenin-loaded nanoparticles in human cervical (HeLa) cancer cells (2011)	Naringenin	Rahim Ağzı kanser hücresi	In vıtro ilaç salım modeli	Apoptozu artırıcı etki
Chemopreventive effect of flavonoids from Ougan (Citrus reticulata cv. Suavissima) fruit against cancer cell proliferation and migration (2014)	Naringin (Ougan meyvesinin içinde)	Meme, karaciğer, kemik iliği kanser hücreleri	Kromatografisi, Sitotoksisite analizi	Kanser hücresi çoğalmasını ve göçünü engelleme
Antioxidant studies of chitosan nanoparticles containing naringenin and their cytotoxicity effects in lung cancer cells (2015)	Naringenin	Akciğer kanser hücresi	İyonik jelasyon ve sıvı kromatografisi	Kanser hücresine karşı sitotoksik etki
Cytotoxic, genotoxic and apoptotic effects of naringenin-oxime relative to naringenin on normal and cancer cell lines (2016)	Naringenin	Meme, prostat, kolon kanser hücresi	İnkübasyon, Elektroforez, Akridin turuncu boyama	Kanser hücresinde sitotoksik, genetoksik ve apoptotik etki
Inhibition of the MAPK pathway alone is insufficient to account for	Naringenin	Meme kanseri hücresi	Hücre kültürü, İmmunoblotlama,	Kanserli hücre proliferasyonu inhibisyonu

all of the cytotoxic effects of naringenin in MCF-7 breast cancer cells (2016)				
6-C-(E-phenylethenyl)naringenin induces cell growth inhibition and cytoprotective autophagy in colon cancer cells (2016)	Naringenin	Kolon kanser hücresi	PCR, Western Blot	Kolon kanseri hücrelerinde hücre büyümesinin inhibisyonunu
Naringenin causes ASK1-induced apoptosis via reactive oxygen species in human pancreatic cancer cells (2017)	Naringenin	Pankreas kanser hücresi	Hücre kültürü, elektroforez	Apoptotik etki
Combination of Asiatic Acid and Naringenin Modulates NK Cell Anti-cancer Immunity by Rebalancing Smad3/Smad7 Signaling (2018)	Naringenin	Melanom ve akciğer hücresi	Hücre Kültürü, aşılama, PCR, jel elektroforez	Apoptotik etki
Naringin sensitizes human prostate cancer cells to paclitaxel therapy (2018)	Naringin	Prostat kanser hücresi	Western Blot, görüntü bazlı sitometre, PCR,	Apoptozu ve mRNAekspresyonunu artıcı etki
Naringenin inhibits prostate cancer metastasis by blocking voltage-gated sodium channels (2018)	Naringenin	Prostat kanser hücresi	Hücre kültürü	Voltaj kapılı sodyum kanal blokajı
Combined administration of naringenin and hesperetin with optimal ratio maximizes the anti-cancer effect in human pancreatic cancer via down regulation of FAK and p38 signaling pathway (2019)	Naringenin	Pankreas Hücresi	Hücre kültürü	Apoptotik etki
Protective and anticancer effects of orange peel extract and naringin in doxorubicin treated esophageal cancer stem cell xenograft tumor mouse model (2020)	Naringin	Özofagus kanser hücresi	Hücre kültürü, PI boyama	Apoptotik etki
Nitrogen-containing naringenin derivatives for reversing multidrug resistance in cancer (2020)	Naringenin	Antikanser ajanlara karşı çoklu ilaç direnci	İn vitro	Antikanser ajanlara karşı çoklu ilaç direncini inhibisyonu
Combining naringenin and metformin with doxorubicin enhances anticancer activity against triple-negative breast cancer in vitro and in vivo (2021)	Naringenin	Meme kanseri hücresi	Hücre kültürü	Hücre proliferasyonunu inhibe ederek antitümör etki

Identification of potential therapeutic target of naringenin in breast cancer stem cells inhibition by bioinformatics and in vitro studies (2021)	Naringenin	Meme kanseri hücresi	Hücre kültürü, Fenotip zenginleştirme	Apoptotik etki ve DNA onarımı
Naringenin as a potential inhibitor of human cyclin-dependent kinase 6: Molecular and structural insights into anti-cancer therapeutics (2022)	Naringenin	Sikline Bağımlı Kinaz 6 (meme, hematopoetik kanserler ve melanomda etkin)		Apoptotik etki
Smart Oral pH-Responsive Dual Layer Nano-Hydrogel for Dissolution Enhancement and Targeted Delivery of Naringenin Using Protein-Polysaccharides Complexation Against Colorectal Cancer (2022)	Naringenin	Kolorektal kanser hücresi	Nanokapsülleme	Kolorektal kanser hücresi sitotoksik etki
Naringenin promoted spinal microglia M2 polarization in rat model of cancer-induced bone pain via regulating AMPK/PGC-1α signaling axis (2022)	Naringenin	Ratlara tümör hücresi enjekte edilerek, kemik doku üzerinde kanserin neden olduğu ağrının giderilmesine odaklanılmıştır.	Hücre kültürü	Kemik dokuda kansere bağlı görülen ağrının giderilmesi
Anti-cancer activity of naringenin loaded smart polymeric nanoparticles in breast cancer (2022)	Naringenin	Meme kanseri hücresi	Nanopartikül, sitometri analizi, dinamik ışık saçılım analizi	Apoptotik etki
Anti-inflammation and anti-cancer effects of Naringenin combination with Artemisinins in human lung cancer cells (2022)	Naringenin	Akciğer kanser hücresi	Hücre kültürü	A549 hücre hattı canlılığının engellenmesi
Naringenin suppresses epithelial ovarian cancer by inhibiting proliferation and modulating gut microbiota (2022)	Naringenin	Yumurtalık kanser hücresi	Western Blot, transwell analizi, kristal viyole analizi	Fosfatidilinositol 3-kinaz (PI3K) yolak ekspresyonu inhibisyonu ve kanserli hücrenin büyümesini engelleme
Green Nanotechnology as an innovative drug delivery approach for Typha capensis and Naringenin—New class of phytochemical embedded biocompatible gold nanoparticles in	Naringenin	Prostat kanser hücresi	Nanopartikül	Kanser hücreeri üzerinde sitotoksik etki

prostate cancer therapy (2023)				
Encapsulating Naringenin in biomimetic proteolipid vesicles abrogates cancer metastasis by targeting apoptotic signaling axis (2023)	Naringenin	Akciğer kanser hücresi	Western Blot, PCR	Apoptotik etki

3. TARTIŞMA

Kanser biyopsikososyal bir varlık olan insanın, yaşam kalitesini, ruhsal sağlığını, sosyal çevre ilişkilerini olumsuz etkileyen, yaşam ömrünü azaltan bir hastalıktır. Dünya genelinde kanser tanılı bireylerin sayısında artış olması ve ülkelerde kanser kaynaklı görülen yüksek ölüm oranları bu hastalığı küresel bir sorun haline getirmiştir. Mutasyona uğramış ve kontrolsüzce çoğalan kanser hücrelerinde mutasyonların başlıca nedenleri DNA hasarı ve inflamasyondur. İnflamasyon patojenleri yok etmek için çeşitli kimyasal molekülleri üretir ve bu kimyasallar DNA da dahil diğer hücrelere de zarar verebilmektedir (Kay ve ark., 2019). İnflamasyon sonrası açığa çıkan bu moleküller ayrıca hücrelerin kontrolsüzce çoğalmasını da tetikleyebilir (Li ve ark., 2020). Flavanoidlerin antiinflamatuar özelliğe sahip oldukları yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur (Maleki ve ark.,2019; Rakha ve ark., 2022; de Oliveira Rodrigues Junior ve ark., 2023).

Literatürde kardiyovasküler hastalıklar, Alzheimer, demans, karaciğer yağlanması, metabolik hastalıklar, renal iskemi, pnömoni gibi alanlarda Naringin/Naringenin kullanılarak yapılmış pek çok insan ve hayvan araştırmaları bulunurken, kanser çalışmalarının diğer alanlara kıyasla daha sınırlı olduğu görülmüştür (Tutunchi ve ark., 2020; Xu ve ark., 2021;Yao ve ark., 2021; Goyal ve ark., 2022; Zhang ve ark., 2022). Çalışmamızda 2000-2023 yılları arasında toplam 25 çalışmada Naringin/Naringenin'in kanser araştırmalarında kullanıldığı sonucu elde edilmiştir. Bulunan araştırmalarda daha çok meme (n:7), prostat (n:5), akciğer (n:4), pankreas (n:3) kanserlerine odaklanılmıştır. Yumurtalık, kolon, rahim ağzı, mide kanseri, özofagus, kemik iliği kanseri üzerine yapılan araştırmalar sayıca daha azdır.

Elde ettiğimiz yayınlar incelendiğinde Naringin/Naringenin'in apoptozu artırıcı etki (Gao ve ark., 2006; Krishnakumar ve ark., 2011; Kumar ve ark., 2015; Eanes ve Patel, 2016; Koçyiğit ve ark.,2016; Zhao ve ark., 2016; Park ve ark., 2017; Tajaldini ve ark., 2020; Erdoğan ve ark. ,2018; Yıldırım ve ark.,2022; Yousuf ve ark., 2022; Pearce ve ark., 2023), antioksidan aktivite (Gao ve ark., 2006; Koçyiğit ve ark.,2016), DNA onarımı (Gao ve ark., 2006; Ferreira ve ark., 2020;Patelia ve ark., 2021) ve antiinflamatuar (Ge ve ark., 2022) özellikleri göstererek kanserli hücreler üzerinde etkili olduğu görülmüştür. İncelenen araştırmalar flavanoid ailesinin bir üyesi olan Naringin ve Naringenin'in flavanoidlerin özelliği olan anti-kanser etkisini doğrular nitelikte bulgular paylaşmışlardır. Naringenin'in kanserde apoptotik etkinliğini ele alan bir metaanaliz çalışmasında, Naringenin'in Bax, kaspaz-3 ve 9 dahil olmak üzere içsel apoptotik proteinlerin ve dışsal protein kaspaz-8'in aktivasyonunu artırdığı ifade edilmiştir (Faramarzi ve ark., 2022). Metastatik kanser türlerinde artış gösterdiği bilinen Voltaj Kapılı Sodyum Kanallarında Naringin'in etkisi inceleyen bir araştırmada, Naringin doğrudan ve dolaylı yollarla bu kanalların ekspresyonunu inhibe edici etki göstermiştir (Gümüşhan ve Akgün,

2018). İnflamasyonun kanser hücrelerini yok ettiği bilinse de kronik inflamasyonun karsinogenezi tetiklediği bilgisi de literatürde mevcuttur (Aytaç ve Barutça, 2022). Bir araştırmada Naringenin'in TNF-α ve IL-6 ekspresyonunu azaltarak antiinflamatuar etki gösterdiği ve karaciğer hücrelerindeki inflamasyonu ortadan kaldırdığı sonucu paylaşılmıştır (Hua ve ark., 2021). Kanser gelişiminde görülen oksidatif stres tümör hücrelerinde proliferasyona neden olurken antioksidanlar bu etkiyi azaltarak terapötik etki gösterir. Antioksidan özelliği bulunan flavanoidlerin oksidatif stresi azaltarak kanserde tedavi edici etkiler oluşturduğu bilinmektedir (Slika ve ark., 2022). Bu sonuçlar Naringin/Naringenin ile ilgili çalışmalar artıkça bu ikilinin kansere yönelik tedavilerde yararlanılacak önemli bir kaynak olabilecekleri şeklinde yorumlanabilir. Naringin/Naringenin kanser üzerindeki gerçek etkisinin ve kanıt düzeyinin ortaya konulması için randomize kontrollü deneysel araştırmalar ve metaanaliz çalışmalarının yapılması gereklidir.

4. SONUÇ

Birçok etiyolojik faktöre bağlı ortaya çıkan DNA hasarlı hücrelerin kontrolsüzce çoğalması olarak tanımlanan kanser, Dünya'da ve ülkemizde başlıca ölüm nedenleri arasında yer almaktadır. Bireysel, toplumsal, küresel yük oluşturması ve yaşam ömrünü kısaltması gibi özellikleri nedeniyle ilgi çeken kanser ile ilgili çalışmalar artarak devam etmektedir. Kanserden korunma veya kanser tedavisi süresince beslenme tarzı oldukça önemlidir. Flavanoidlerin kanser üzerine etkileri literatürde çalışılan konular arasındadır. Naringin ve Naringenin araştırmalarda kullanılan flavanoidlerdendir. Çalışmamızda incelenen makalelerde Naringin ve Naringenin'in kanser gelişimi üzerine olumlu etkilerinin ifade edilmesi, Naringin ve Naringenin'in kanser vakalarında umut vaad edici olabileceği fikrini oluşturmuştur. Naringin ve Naringenin' in kanser hastalığında güvenli kullanımı için konu ile ilgili yapılacak yeni insan ve hayvan çalışmalarına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

Abotaleb, M., Samuel, S. M., Varghese, E., Varghese, S., Kubatka, P., Liskova, A., & Büsselberg, D. (2018). Flavonoids in Cancer and Apoptosis. *Cancers*, *11*(1), 28. https://doi.org/10.3390/cancers11010028

Ahmad, N., Qamar, M., Yuan, Y., Nazir, Y., Wilairatana, P., & Mubarak, M. S. (2022). Dietary Polyphenols: Extraction, Identification, Bioavailability, and Role for Prevention and Treatment of Colorectal and Prostate Cancers. *Molecules (Basel, Switzerland)*, *27*(9), 2831. https://doi.org/10.3390/molecules27092831

Alam, F., Mohammadin, K., Shafique, Z., Amjad, S. T., & Asad, M. H. H. B. (2022). Citrus flavonoids as potential therapeutic agents: A review. *Phytotherapy research : PTR*, *36*(4), 1417–1441. https://doi.org/10.1002/ptr.7261

Amelimojarad, M., Amelimojarad, M., Wang, J., & Noourbakhsh, M. (2022). Anti-inflammation and anti-cancer effects of Naringenin combination with Artemisinins in human lung cancer cells. *Gene Reports*, *26*, 101532.

Avgerinos, K. I., Spyrou, N., Mantzoros, C. S., & Dalamaga, M. (2019). Obesity and cancer risk: Emerging biological mechanisms and perspectives. *Metabolism: clinical and experimental*, *92*, 121–135. https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.11.001

Aytaç, A., & Barutca, S. (2022). Kanser ve İmmün Sistem: Sistematik Derleme. *Turkiye Klinikleri Journal of Internal Medicine*, *7*(1).

Chirumbolo, S., Bjørklund, G., Lysiuk, R., Vella, A., Lenchyk, L., & Upyr, T. (2018). Targeting Cancer with Phytochemicals via Their Fine Tuning of the Cell Survival Signaling Pathways. *International journal of molecular sciences*, *19*(11), 3568. https://doi.org/10.3390/ijms19113568

De Oliveira Rodrigues Junior, E., de Santana, I. R., Durço, A. O., Conceição, L. S. R., Barreto, A. S., Menezes, I. A. C., Roman-Campos, D., & Dos Santos, M. R. V. (2023). The effects of flavonoids in experimental sepsis: A systematic review and meta-analysis. *Phytotherapy research : PTR*, *37*(6), 2531–2551. https://doi.org/10.1002/ptr.7846

Dhanisha, S. S., Drishya, S., & Guruvayoorappan, C. (2023). Encapsulating Naringenin in biomimetic proteolipid vesicles abrogates cancer metastasis by targeting apoptotic signaling axis. *Food chemistry*, *434*, 137445. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137445

Eanes, L., & Patel, Y. M. (2016). Inhibition of the MAPK pathway alone is insufficient to account for all of the cytotoxic effects of naringenin in MCF-7 breast cancer cells. *Biochimie open*, *3*, 64–71. https://doi.org/10.1016/j.biopen.2016.09.004

Erdogan, S., Doganlar, O., Doganlar, Z. B., & Turkekul, K. (2018). Naringin sensitizes human prostate cancer cells to paclitaxel therapy. *Prostate international*, *6*(4), 126–135. https://doi.org/10.1016/j.prnil.2017.11.001

Faramarzi, F., Alimohammadi, M., Rahimi, A., Alizadeh-Navaei, R., Shakib, R. J., & Rafiei, A. (2022). Naringenin induces intrinsic and extrinsic apoptotic signaling pathways in cancer cells: A systematic review and meta-analysis of in vitro and in vivo data. *Nutrition research (New York, N.Y.)*, *105*, 33–52. https://doi.org/10.1016/j.nutres.2022.05.003

Ferreira, R. J., Gajdács, M., Kincses, A., Spengler, G., Dos Santos, D. J. V. A., & Ferreira, M. U. (2020). Nitrogen-containing naringenin derivatives for reversing multidrug resistance in cancer. *Bioorganic & medicinal chemistry*, *28*(23), 115798. https://doi.org/10.1016/j.bmc.2020.115798

Gao, K., Henning, S. M., Niu, Y., Youssefian, A. A., Seeram, N. P., Xu, A., & Heber, D. (2006). The citrus flavonoid naringenin stimulates DNA repair in prostate cancer cells. *The Journal of nutritional biochemistry*, *17*(2), 89–95. https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2005.05.009

Ge, M. M., Li, D. Y., Wang, L., Zhang, L. Q., Liu, D. Q., Tian, Y. K., Ye, D. W., Liu, Z. H., Zhou, Y. Q., & Yang, H. (2022). Naringenin promoted spinal microglia M2 polarization in rat model of cancer-induced bone pain via regulating AMPK/PGC-1α signaling axis. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, *149*, 112912. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.112912

Goyal, A., Verma, A., Dubey, N., Raghav, J., & Agrawal, A. (2022). Naringenin: A prospective therapeutic agent for Alzheimer's and Parkinson's disease. *Journal of food biochemistry*, *46*(12), e14415. https://doi.org/10.1111/jfbc.14415

Gumushan Aktas, H., & Akgun, T. (2018). Naringenin inhibits prostate cancer metastasis by blocking voltage-gated sodium channels. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, *106*, 770–775. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.07.008

Hermawan, A., Ikawati, M., Jenie, R. I., Khumaira, A., Putri, H., Nurhayati, I. P., Angraini, S. M., & Muflikhasari, H. A. (2021). Identification of potential therapeutic target of naringenin in breast cancer stem cells inhibition by bioinformatics and *in vitro* studies. *Saudi pharmaceutical journal : SPJ : the official publication of the Saudi Pharmaceutical Society*, *29*(1), 12–26. https://doi.org/10.1016/j.jsps.2020.12.002

Hermelink, R., Leitzmann, M. F., Markozannes, G., Tsilidis, K., Pukrop, T., Berger, F., Baurecht, H., & Jochem, C. (2022). Sedentary behavior and cancer-an umbrella review and meta-analysis. *European journal of epidemiology*, *37*(5), 447–460. https://doi.org/10.1007/s10654-022-00873-6

Hua, Y. Q., Zeng, Y., Xu, J., & Le Xu, X. (2021). Naringenin alleviates nonalcoholic steatohepatitis in middle-aged Apoe−/− mice: role of SIRT1. *Phytomedicine*, *81*, 153412.

Kay, J., Thadhani, E., Samson, L., & Engelward, B. (2019). Inflammation-induced DNA damage, mutations and cancer. *DNA repair*, *83*, 102673. https://doi.org/10.1016/j.dnarep.2019.102673

Khan, U. M., Sameen, A., Aadil, R. M., Shahid, M., Sezen, S., Zarrabi, A., Ozdemir, B., Sevindik, M., Kaplan, D. N., Selamoglu, Z., Ydyrys, A., Anitha, T., Kumar, M., Sharifi-Rad, J., & Butnariu, M. (2021). *Citrus* Genus and Its Waste Utilization: A Review on Health-Promoting Activities and Industrial Application. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, *2021*, 2488804. https://doi.org/10.1155/2021/2488804

Kocyigit, A., Koyuncu, I., Dikilitas, M., Bahadori, F., & Turkkan, B. (2016). Cytotoxic, genotoxic and apoptotic effects of naringenin-oxime relative to naringenin on normal and cancer cell lines. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, *6*(10), 872-880.

Krishnakumar, N., Sulfikkarali, N., RajendraPrasad, N., & Karthikeyan, S. (2011). Enhanced anticancer activity of naringenin-loaded nanoparticles in human cervical (HeLa) cancer cells. *Biomedicine & preventive nutrition*, *1*(4), 223-231.

Kumar, S. P., Birundha, K., Kaveri, K., & Devi, K. T. (2015). Antioxidant studies of chitosan nanoparticles containing naringenin and their cytotoxicity effects in lung cancer cells. *International journal of biological macromolecules*, *78*, 87–95. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.03.045

Lee, J. H., Park, C. H., Jung, K. C., Rhee, H. S., & Yang, C. H. (2005). Negative regulation of beta-catenin/Tcf signaling by naringenin in AGS gastric cancer cell. *Biochemical and biophysical research communications*, *335*(3), 771–776. https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2005.07.146

Lee, J., Kim, D. H., & Kim, J. H. (2019). Combined administration of naringenin and hesperetin with optimal ratio maximizes the anti-cancer effect in human pancreatic cancer via down regulation of FAK and p38 signaling pathway. *Phytomedicine : international journal of phytotherapy and phytopharmacology*, *58*, 152762. https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.11.022

Li, G., Ding, K., Qiao, Y., Zhang, L., Zheng, L., Pan, T., & Zhang, L. (2020). Flavonoids Regulate Inflammation and Oxidative Stress in Cancer. *Molecules (Basel, Switzerland)*, *25*(23), 5628. https://doi.org/10.3390/molecules25235628

Lian, G. Y., Wang, Q. M., Tang, P. M., Zhou, S., Huang, X. R., & Lan, H. Y. (2018). Combination of Asiatic Acid and Naringenin Modulates NK Cell Anti-cancer Immunity by Rebalancing Smad3/Smad7 Signaling. *Molecular therapy : the journal of the American Society of Gene Therapy*, *26*(9), 2255–2266. https://doi.org/10.1016/j.ymthe.2018.06.016

Maleki, S. J., Crespo, J. F., & Cabanillas, B. (2019). Anti-inflammatory effects of flavonoids. *Food chemistry*, *299*, 125124. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125124

Md, S., Abdullah, S., Awan, Z. A., & Alhakamy, N. A. (2022). Smart Oral pH-Responsive Dual Layer Nano-Hydrogel for Dissolution Enhancement and Targeted Delivery of Naringenin Using Protein-Polysaccharides Complexation Against Colorectal Cancer. *Journal of pharmaceutical sciences*, *111*(11), 3155–3164. https://doi.org/10.1016/j.xphs.2022.08.019

Memariani, Z., Abbas, S. Q., Ul Hassan, S. S., Ahmadi, A., & Chabra, A. (2021). Naringin and naringenin as anticancer agents and adjuvants in cancer combination therapy: Efficacy and molecular mechanisms of action, a comprehensive narrative review. *Pharmacological Research*, *171*, 105264.

Miles, E. A., & Calder, P. C. (2021). Effects of Citrus Fruit Juices and Their Bioactive Components on Inflammation and Immunity: A Narrative Review. *Frontiers in immunology*, *12*, 712608. https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.712608

Mokhtari-Hessari, P., & Montazeri, A. (2020). Health-related quality of life in breast cancer patients: review of reviews from 2008 to 2018. *Health and quality of life outcomes*, *18*(1), 338. https://doi.org/10.1186/s12955-020-01591-x

Park, H. J., Choi, Y. J., Lee, J. H., & Nam, M. J. (2017). Naringenin causes ASK1-induced apoptosis via reactive oxygen species in human pancreatic cancer cells. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, *99*, 1–8. https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.11.008

Pateliya, B., Burade, V., & Goswami, S. (2021). Combining naringenin and metformin with doxorubicin enhances anticancer activity against triple-negative breast cancer in vitro and in vivo. *European journal of pharmacology*, *891*, 173725. https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2020.173725

Pearce, K., Thipe, V. C., Henkel, R. R., & Katti, K. V. (2023). Green Nanotechnology as an innovative drug delivery approach for Typha capensis and Naringenin—New class of

phytochemical embedded biocompatible gold nanoparticles in prostate cancer therapy. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, *80*, 104100.

Rakha, A., Umar, N., Rabail, R., Butt, M. S., Kieliszek, M., Hassoun, A., & Aadil, R. M. (2022). Anti-inflammatory and anti-allergic potential of dietary flavonoids: A review. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, *156*, 113945. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113945

Rodríguez-García, C., Sánchez-Quesada, C., & J Gaforio, J. (2019). Dietary Flavonoids as Cancer Chemopreventive Agents: An Updated Review of Human Studies. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, *8*(5), 137. https://doi.org/10.3390/antiox8050137

Slika, H., Mansour, H., Wehbe, N., Nasser, S.A., Iratni, R., Nasrallah, G., Shaito, A., Ghaddar, T., Kobeissy, F., Eid, AH. (2022). Therapeutic potential of flavonoids in cancer: ROSmediated mechanisms. Biomedicine & Pharmacotherapy, 146, 112442. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112442.

Tajaldini, M., Samadi, F., Khosravi, A., Ghasemnejad, A., & Asadi, J. (2020). Protective and anticancer effects of orange peel extract and naringin in doxorubicin treated esophageal cancer stem cell xenograft tumor mouse model. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, *121*, 109594. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.109594

Tutunchi, H., Naeini, F., Ostadrahimi, A., & Hosseinzadeh-Attar, M. J. (2020). Naringenin, a flavanone with antiviral and anti-inflammatory effects: A promising treatment strategy against COVID-19. *Phytotherapy research : PTR*, *34*(12), 3137–3147. https://doi.org/10.1002/ptr.6781

Xu, S., Wu, B., Zhong, B., Lin, L., Ding, Y., Jin, X., Huang, Z., Lin, M., Wu, H., & Xu, D. (2021). Naringenin alleviates myocardial ischemia/reperfusion injury by regulating the nuclear factor-erythroid factor 2-related factor 2 (Nrf2) /System xc-/ glutathione peroxidase 4 (GPX4) axis to inhibit ferroptosis. *Bioengineered*, *12*(2), 10924–10934. https://doi.org/10.1080/21655979.2021.1995994

Yao, W., Zhang, X., Xu, F., Cao, C., Liu, T., & Xue, Y. (2021). The therapeutic effects of naringenin on bronchial pneumonia in children. *Pharmacology research & perspectives*, *9*(4), e00825. https://doi.org/10.1002/prp2.825

Yıldırım, M., Acet, Ö., Yetkin, D., Acet, B. Ö., Karakoc, V., & Odabası, M. (2022). Anti-cancer activity of naringenin loaded smart polymeric nanoparticles in breast cancer. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, *74*, 103552.

Yin, W., Wang, J., Jiang, L., & James Kang, Y. (2021). Cancer and stem cells. *Experimental biology and medicine (Maywood, N.J.)*, *246*(16), 1791–1801. https://doi.org/10.1177/15353702211005390

Yousuf, M., Shamsi, A., Khan, S., Khan, P., Shahwan, M., Elasbali, A. M., Haque, Q. M. R., & Hassan, M. I. (2022). Naringenin as a potential inhibitor of human cyclin-dependent kinase 6: Molecular and structural insights into anti-cancer therapeutics. *International journal of biological macromolecules*, *213*, 944–954. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.06.013

Zhang, B., Wan, S., Liu, H., Qiu, Q., Chen, H., Chen, Z., Wang, L., & Liu, X. (2022). Naringenin Alleviates Renal Ischemia Reperfusion Injury by Suppressing ER Stress-Induced Pyroptosis and Apoptosis through Activating Nrf2/HO-1 Signaling Pathway. *Oxidative medicine and cellular longevity*, *2022*, 5992436. https://doi.org/10.1155/2022/5992436

Zhang, H. W., Hu, J. J., Fu, R. Q., Liu, X., Zhang, Y. H., Li, J., Liu, L., Li, Y. N., Deng, Q., Luo, Q. S., Ouyang, Q., & Gao, N. (2018). Flavonoids inhibit cell proliferation and induce apoptosis and autophagy through downregulation of PI3Kγ mediated PI3K/AKT/mTOR/p70S6K/ULK signaling pathway in human breast cancer cells. *Scientific reports*, *8*(1), 11255. https://doi.org/10.1038/s41598-018-29308-7

Zhao, Y., Fan, D., Ru, B., Cheng, K. W., Hu, S., Zhang, J., Li, E. T., & Wang, M. (2016). 6-C-(E-phenylethenyl)naringenin induces cell growth inhibition and cytoprotective autophagy in colon cancer cells. *European journal of cancer (Oxford, England : 1990)*, *68*, 38–50. https://doi.org/10.1016/j.ejca.2016.09.001

Zhao, Z., Jin, G., Ge, Y., & Guo, Z. (2019). Naringenin inhibits migration of breast cancer cells via inflammatory and apoptosis cell signaling pathways. *Inflammopharmacology*, *27*(5), 1021–1036. https://doi.org/10.1007/s10787-018-00556-3

Zhou, C., Lai, Y., Huang, P., Xie, L., Lin, H., Zhou, Z., Mo, C., Deng, G., Yan, W., Gao, Z., Huang, S., Chen, Y., Sun, X., Lv, Z., & Gao, L. (2019). Naringin attenuates alcoholic liver injury by reducing lipid accumulation and oxidative stress. *Life sciences*, *216*, 305–312. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.07.031

ANTİKANSER YÖNLERİYLE NARİNGİN VE NARİNGENİN

Öğr. Gör. Burcu YÖN

Düzce Üniversitesi, SHMYO, İlk ve Acil Yardım Programı, Düzce, Türkiye

-ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0002-5717-3637

Doç. Dr. Havva SERT

Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik ABD,

İç Hastalıkları Programı, Sakarya, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0002-1658-6515

ÖZET

Amaç: Araştırma Dünya'da ve Türkiye'de Naringin ve Naringenin'in kanser ile ilgili çalışmalarda kullanımını değerlendirmek üzere yapılmış akademik çalışmalarının incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Bu derleme çalışmasında 'PUBMED', 'SCIENCE DIRECT' veri tabanında "naringin", "naringenin" ve "kanser" kelimeleri kullanılarak 2000-2023 yılları arasında yapılan araştırmalara yönelik detaylı tarama yapılmıştır. Tarama sonucunda 5367 araştırma makalesine ulaşılmıştır. Araştırma kriterlerine uygun olan 25 makale çalışmada incelenmiştir.

Bulgular: İncelenen 25 araştırma makalesinde, iki çalışmada Naringin kullanılırken, 23 çalışmada Naringin'in bileşiği olan Naringenin tercih edilmiştir. Naringin veya Naringenin kullanılarak yapılan kanser araştırmalarının % 20'sinin (n: 5) 2005-2015 , % 48'inin (n: 12) 2016-2021 yılları arasında ve % 32 'sinin (n: 8) ise son iki yılda yapıldığı görülmüştür. İncelenen makalelerde birisi hariç diğer makaleler laboratuvar ortamında PCR, ELİSA, Western Blot, hücre kültürü gibi teknikler kullanılarak yapılmıştır. Çalışmamızda ele alınan araştırmalarda akciğer, meme, prostat, özefagus, mide, kolon, pankreas gibi kanser türlerine odaklanılmıştır. Makalelerde Naringin/Naringenin'in apoptozu artırıcı etki, DNA onarımı, antioksidan ve anti-inflamatuar aktivite göstererek kanser üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir.

Sonuç: Küresel sorun olan kanser ile ilgili giderek artan çalışmalara bakıldığında flavaoidlerin yararlı etkileri göze çarpmaktadır. Flavanoid ailesi üyelerinden Naringin ve Naringenin'in kanser üzerine yapılan araştırma sonuçlarında kanser gelişimi ve ilerlemesi üzerine olumlu etkiler göstermesi, yapılacak yeni araştırmalara kaynak oluşturmakla birlikte kanser vakaları için umut verici olabilir.

ABSTRACT

Purpose: The research was conducted to examine academic studies conducted in the world and in Turkey to evaluate the use of Naringin and Naringenin in cancer-related studies.

Materials and Methods: In this review study, a detailed search was made for the studies conducted between 2000-2023 using the words "naringin", "naringenin" and "cancer" in the 'PUBMED', 'SCIENCE DIRECT' database. As a result of the scanning, 5367 research articles were found. 25 articles that met the research criteria were examined in the study.

Results: Of the 25 research articles examined, Naringin was used in two studies, while Naringenin, the compound of Naringin, was preferred in 23 studies. Of the cancer research conducted using Naringin or Naringenin, 20% (n: 5) was conducted between 2005-2015, 48% (n: 12) was conducted between 2016-2021, and 32% (n: 8) was conducted in the last two years. It was seen that it was done. Except for one of the articles examined, all the articles were carried out in a laboratory environment using techniques such as PCR, ELISA, Western Blot and cell culture. The research discussed in our study focused on cancer types such as lung, breast, prostate, esophagus, stomach, colon and pancreas. It has been reported in articles that Naringin has an effect on cancer by showing apoptosis-increasing effects, DNA repair, antioxidant and anti-inflammatory activities.

Conclusion: Considering the increasing studies on cancer, which is a global problem, the beneficial effects of flavaoids stand out. The fact that Naringin and Naringenin, members of the flavonoid family, show positive effects on cancer development and progression in the results of research on cancer, may be promising for cancer cases, as well as providing a source for new research.

GİRİŞ

Bir organizmadaki anormal hücrelerin kontrolsüz bölünmesi ve çoğalması ile karakterize kanser, Dünya'da ve ülkemizde başlıca ölüm nedenleri arasındandır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre 2020 yılında 19,3 milyon bireye kanser tanısı koyulurken, aynı yıl içerisinde 10 milyon bireyde kanser nedeniyle hayatını kaybetmiştir. Dünya genelinde yapılan bir araştırmaya göre kanser hastası sayısının 2020 yılına kıyasla 2040 yılında %47'lik bir artışla 28,8 milyona ulaşması öngörülmektedir (GLOBOCAN, 2020). Küresel bir problem olan kanser biyomedikal araştırmaların odaklandığı bir konudur.

Literatüre bakıldığında kanser, beslenme, genetik, egzersiz, yaşam standartları, ilaç etkileşimleri gibi pek çok farklı açıdan ele alınmıştır (Avgerinos ve ark., 2019; Mokhtari ve Montazari, 2020; Ying ve ark.,2021; Hermelink ve ark., 2022). Yapılan araştırmalarda bireylerin diyetine daha fazla miktarda meyve özellikle de turunçgillerin dahil edilmesinin, kanserin önlenmesine ve kanser gelişiminin baskılanmasına katkı sağladığı sonucuna yer verilmiştir (Khan ve ark., 2021;Ahmad ve ark., 2022; Alam ve ark., 2022). Meyvelerin ana aktif bileşikleri polifenolik bileşik flavonoidlerdir. Çeşitli çalışmalarda flavonoidlerin antioksidan görevi görerek güçlü antikanser etkiler gösterebildiği ifade edilmiştir (Abotaleb ve ark., 2018; Chirumbolo ve ark., 2018; Rodriguez ve ark., 2019; Alam ve ark., 2022).

Naringin ve bileşiği Naringenin, polifenollerin flavanon grubuna ait olan önemli bir fitokimyasal olup esas olarak greyfurt gibi turunçgillerde bulunmaktadırlar. Mevcut araştırmalar, bitkisel ilaç olarak Naringenin'in, anti-inflamatuar, antioksidan, nöroprotektif, hepatoprotektif ve anti-kanser aktiviteleri dahil olmak üzere önemli farmakolojik özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Zhao ve ark., 2019; Zhou ve ark., 2019; Memariani ve ark., 2021; Miles ve Calder, 2021) Yapılan bir çalışmada da Naringin ve Naringenin'in, inflamasyon, proliferasyon, apoptoz, otofaji, anjiyogenez, ve metastaz ile ilişkili hatalı sinyal yollarını modüle ederek kanserin gelişimini ve ilerlemesini yavaşlatıcı etki gösterebildiği ifade edilmiştir (Zhang ve ark., 2018). Kanserin önlenmesinde, tedavi ve bakımında beslenmenin önemi giderek artmaktadır. Özellikle antioksidan, antiinflamatuar ve anti-kanser özellikleri olan besinlerin, desteklerin sağlık profesyonelleri kontrolünde bilinçli tüketilmesi olumsuz sağlık sonuçlarının ortaya çıkmasını engelleyecektir. Hasta ve sağlıklı bireyin yaşam kalitesinin artırılmasına yönelik kanıta dayalı uygulamalar ışığında bakım veren hemşireler, kanserin önlenmesi, tedavi ve bakım süreçlerinin etkin bir şekilde yürütülmesinde bireylerin beslenmesi de dahil olmak üzere sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının kazandırılması konusunda eğitici ve danışmanlık rolleriyle hasta ve ailesini desteklemektedir. Bu bağlamda Naringin ve Naringenin kullanılarak yapılan kanser araştırmalarını incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmanın başta hemşireler olmak üzere tüm sağlık profesyonelleri için yol gösterici olacağı ve yeni yapılacak araştırmalara kaynak sağlayacağı düşünülmektedir.

5. GEREÇ- YÖNTEM

Bu derleme çalışması 01.09.2023-28.10.2023 tarihleri arasında doküman analizi yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Araştırma makaleleri 2000-2023 yılları arasında ‘Pubmed’, ‘Science Direct’ veri tabanlarında taranmıştır. Taramada kullanılan anahtar kelimeler Medical Subject Headings (MESH)’ten seçilmiştir. Çalışmada kullanılan anahtar kelimler “Naringin”, “Naringenin” ve “kanser” kelimelerinin kombinasyonlarından oluşmuştur. Bu derlemede incelenen yayınların araştırmaya alınma kriterleri; araştırma makalesi olması, Naringin veya Naringenin kullanılarak yapılan kanser araştırmalarını içermesi, İngilizce yazılmış ve tam metin açık erişiminin olmasıdır. Anahtar kelimeler kullanılarak tüm veri tabanlarından yapılan tarama sonucunda toplamda 5367 yayın bulunmuştur. Tarama sonrasında 25 yayın dahil edilme kriterlerini sağlamış ve çalışmada incelenmiştir. Araştırmaya dahil edilen yayınlar; araştırma adı, yılı, flavanoid türü, çalışılan kanser türü/dokusu, kullanılan yöntem ve sonuç şeklinde özetlenmiştir (Çizelge 2)

Bu çalışma bir literatür derleme araştırması olduğu için etik kurul raporu bulunmamaktadır.

6. BULGULAR

Yapılan literatür incelenmesi sonucunda, dâhil edilme kriterlerini sağlayan toplam 25 adet araştırma makalesi değerlendirmeye alınmıştır. Naringin veya Naringenin kullanılanarak yapılan kanser araştırmalarının % 20’si (n: 5) 2005-2015 , %48’inin (n: 12) 2016-2021 yılları arasında ve %32 ‘sinin (n: 8) ise son iki yılda yapıldığı görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. İncelenen araştırmaların yayınlanma yıllarına göre dağılımı

Yayınlanma yılı	**Araştırma sayısı (n)**	**%**
2005-2015	5	20

2016-2021	12	48
2022-2023	8	32

Çalışmaya dahil edilen 25 araştırma makalesine bakıldığında özellikle yaklaşık son 10 yıl içerisinde kanser çalışmalarının arttığı görülmektedir. Kanser çalışmalarında 23 çalışma flavanoid olarak Naringenin' ini kullanırken, diğer iki araştırma ise Naringin'i tercih etmiştir. Çalışmalardan ikisi (Lian ve ark..2018; Ge ve ark., 2022) deney hayvanı ile, diğerleriyse laboratuvar ortamında PCR, ELİSA, Western Blot, hücre kültürü gibi teknikler kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 2. Dahil edilen yayınların incelenmesi

Araştırma Adı/Yıl	**Flavanoid Türü**	**Çalışılan kanser türü/dokusu**	**Yöntem**	**Sonuç**
Negative regulation of β-catenin/Tcf signaling by naringenin in AGS gastric cancer cell (2005)	Naringenin	Mide AGS kanser hücre hattı	Western Blot, PCR	β-katenin/Tcf sinyal inhibisyonu
The citrus flavonoid naringenin stimulates DNA repair in prostate cancer cells (2006)	Naringenin	Prostat kanser hücresi	In vıtro	DNA onarımı
Enhanced anticancer activity of naringenin-loaded nanoparticles in human cervical (HeLa) cancer cells (2011)	Naringenin	Rahim Ağzı kanser hücresi	In vıtro ilaç salım modeli	Apoptozu artırıcı etki
Chemopreventive effect of flavonoids from Ougan (Citrus reticulata cv. Suavissima) fruit against cancer cell proliferation and migration (2014)	Naringin (Ougan meyvesinin içinde)	Meme, karaciğer, kemik iliği kanser hücreleri	Kromatografisi, Sitotoksisite analizi	Kanser hücresi çoğalmasını ve göçünü engelleme
Antioxidant studies of chitosan nanoparticles containing naringenin and their cytotoxicity effects in lung cancer cells (2015)	Naringenin	Akciğer kanser hücresi	İyonik jelasyon ve sıvı kromatografisi	Kanser hücresine karşı sitotoksik etki
Cytotoxic, genotoxic and apoptotic effects of naringenin-oxime relative to naringenin on normal and cancer cell lines (2016)	Naringenin	Meme, prostat, kolon kanser hücresi	İnkübasyon, Elektroforez, Akridin turuncu boyama	Kanser hücresinde sitotoksik, genetoksik ve apoptotik etki
Inhibition of the MAPK pathway alone is insufficient to account for all of the cytotoxic effects of naringenin in MCF-7 breast cancer cells (2016)	Naringenin	Meme kanseri hücresi	Hücre kültürü, İmmunoblotlama,	Kanserli hücre proliferasyonu inhibisyonu

6-C-(E-phenylethenyl)naringenin induces cell growth inhibition and cytoprotective autophagy in colon cancer cells (2016)	Naringenin	Kolon kanser hücresi	PCR, Western Blot	Kolon kanseri hücrelerinde hücre büyümesinin inhibisyonunu
Naringenin causes ASK1-induced apoptosis via reactive oxygen species in human pancreatic cancer cells (2017)	Naringenin	Pankreas kanser hücresi	Hücre kültürü, elektroforez	Apoptotik etki
Combination of Asiatic Acid and Naringenin Modulates NK Cell Anti-cancer Immunity by Rebalancing Smad3/Smad7 Signaling (2018)	Naringenin	Melanom ve akciğer hücresi	Hücre Kültürü, aşılama, PCR, jel elektroforez	Apoptotik etki
Naringin sensitizes human prostate cancer cells to paclitaxel therapy (2018)	Naringin	Prostat kanser hücresi	Western Blot, görüntü bazlı sitometre, PCR,	Apoptozu ve mRNAekspresyonunu artıcı etki
Naringenin inhibits prostate cancer metastasis by blocking voltage-gated sodium channels (2018)	Naringenin	Prostat kanser hücresi	Hücre kültürü	Voltaj kapılı sodyum kanal blokajı
Combined administration of naringenin and hesperetin with optimal ratio maximizes the anti-cancer effect in human pancreatic cancer via down regulation of FAK and p38 signaling pathway (2019)	Naringenin	Pankreas Hücresi	Hücre kültürü	Apoptotik etki
Protective and anticancer effects of orange peel extract and naringin in doxorubicin treated esophageal cancer stem cell xenograft tumor mouse model (2020)	Naringin	Özofagus kanser hücresi	Hücre kültürü, PI boyama	Apoptotik etki
Nitrogen-containing naringenin derivatives for reversing multidrug resistance in cancer (2020)	Naringenin	Antikanser ajanlara karşı çoklu ilaç direnci	İn vitro	Antikanser ajanlara karşı çoklu ilaç direncini inhibisyonu
Combining naringenin and metformin with doxorubicin enhances anticancer activity against triple-negative breast cancer in vitro and in vivo (2021)	Naringenin	Meme kanseri hücresi	Hücre kültürü	Hücre proliferasyonunu inhibe ederek antitümör etki
Identification of potential therapeutic target of naringenin in breast cancer	Naringenin	Meme kanseri hücresi	Hücre kültürü, Fenotip zenginleştirme	Apoptotik etki ve DNA onarımı

stem cells inhibition by bioinformatics and in vitro studies (2021)				
Naringenin as a potential inhibitor of human cyclin-dependent kinase 6: Molecular and structural insights into anti-cancer therapeutics (2022)	Naringenin	Sikline Bağımlı Kinaz 6 (meme, hematopoetik kanserler ve melanomda etkin)		Apoptotik etki
Smart Oral pH-Responsive Dual Layer Nano-Hydrogel for Dissolution Enhancement and Targeted Delivery of Naringenin Using Protein-Polysaccharides Complexation Against Colorectal Cancer (2022)	Naringenin	Kolorektal kanser hücresi	Nanokapsülleme	Kolorektal kanser hücresi sitotoksik etki
Naringenin promoted spinal microglia M2 polarization in rat model of cancer-induced bone pain via regulating AMPK/PGC-1α signaling axis (2022)	Naringenin	Ratlara tümör hücresi enjekte edilerek, kemik doku üzerinde kanserin neden olduğu ağrının giderilmesine odaklanılmıştır.	Hücre kültürü	Kemik dokuda kansere bağlı görülen ağrının giderilmesi
Anti-cancer activity of naringenin loaded smart polymeric nanoparticles in breast cancer (2022)	Naringenin	Meme kanseri hücresi	Nanopartikül, sitometri analizi, dinamik ışık saçılım analizi	Apoptotik etki
Anti-inflammation and anti-cancer effects of Naringenin combination with Artemisinins in human lung cancer cells (2022)	Naringenin	Akciğer kanser hücresi	Hücre kültürü	A549 hücre hattı canlılığının engellenmesi
Naringenin suppresses epithelial ovarian cancer by inhibiting proliferation and modulating gut microbiota (2022)	Naringenin	Yumurtalık kanser hücresi	Western Blot, transwell analizi, kristal viyole analizi	Fosfatidilinositol 3-kinaz (PI3K) yolak ekspresyonu inhibisyonu ve kanserli hücrenin büyümesini engelleme
Green Nanotechnology as an innovative drug delivery approach for Typha capensis and Naringenin—New class of phytochemical embedded biocompatible gold nanoparticles in prostate cancer therapy (2023)	Naringenin	Prostat kanser hücresi	Nanopartikül	Kanser hücreeri üzerinde sitotoksik etki

Encapsulating Naringenin in biomimetic proteolipid vesicles abrogates cancer metastasis by targeting apoptotic signaling axis (2023)	Naringenin	Akciğer kanser hücresi	Western Blot, PCR	Apoptotik etki

7. TARTIŞMA

Kanser biyopsikososyal bir varlık olan insanın, yaşam kalitesini, ruhsal sağlığını, sosyal çevre ilişkilerini olumsuz etkileyen, yaşam ömrünü azaltan bir hastalıktır. Dünya genelinde kanser tanılı bireylerin sayısında artış olması ve ülkelerde kanser kaynaklı görülen yüksek ölüm oranları bu hastalığı küresel bir sorun haline getirmiştir. Mutasyona uğramış ve kontrolsüzce çoğalan kanser hücrelerinde mutasyonların başlıca nedenleri DNA hasarı ve inflamasyondur. İnflamasyon patojenleri yok etmek için çeşitli kimyasal molekülleri üretir ve bu kimyasallar DNA da dahil diğer hücrelere de zarar verebilmektedir (Kay ve ark., 2019). İnflamasyon sonrası açığa çıkan bu moleküller ayrıca hücrelerin kontrolsüzce çoğalmasını da tetikleyebilir (Li ve ark., 2020). Flavanoidlerin antiinflamatuar özelliğe sahip oldukları yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur (Maleki ve ark.,2019; Rakha ve ark., 2022; de Oliveira Rodrigues Junior ve ark., 2023).

Literatürde kardiyovasküler hastalıklar, Alzheimer, demans, karaciğer yağlanması, metabolik hastalıklar, renal iskemi, pnömoni gibi alanlarda Naringin/Naringenin kullanılarak yapılmış pek çok insan ve hayvan araştırmaları bulunurken, kanser çalışmalarının diğer alanlara kıyasla daha sınırlı olduğu görülmüştür (Tutunchi ve ark., 2020; Xu ve ark., 2021;Yao ve ark., 2021; Goyal ve ark., 2022; Zhang ve ark., 2022). Çalışmamızda 2000-2023 yılları arasında toplam 25 çalışmada Naringin/Naringenin'in kanser araştırmalarında kullanıldığı sonucu elde edilmiştir. Bulunan araştırmalarda daha çok meme (n:7), prostat (n:5), akciğer (n:4), pankreas (n:3) kanserlerine odaklanılmıştır. Yumurtalık, kolon, rahim ağzı, mide kanseri, özofagus, kemik iliği kanseri üzerine yapılan araştırmalar sayıca daha azdır.

Elde ettiğimiz yayınlar incelendiğinde Naringin/Naringenin'in apoptozu artırıcı etki (Gao ve ark., 2006; Krishnakumar ve ark., 2011; Kumar ve ark., 2015; Eanes ve Patel, 2016; Koçyiğit ve ark.,2016; Zhao ve ark., 2016; Park ve ark., 2017; Tajaldini ve ark., 2020; Erdoğan ve ark. ,2018; Yıldırım ve ark.,2022; Yousuf ve ark., 2022; Pearce ve ark., 2023), antioksidan aktivite (Gao ve ark., 2006; Koçyiğit ve ark.,2016), DNA onarımı (Gao ve ark., 2006; Ferreira ve ark., 2020;Patelia ve ark., 2021) ve antiinflamatuar (Ge ve ark., 2022) özellikleri göstererek kanserli hücreler üzerinde etkili olduğu görülmüştür. İncelenen araştırmalar flavanoid ailesinin bir üyesi olan Naringin ve Naringenin'in flavanoidlerin özelliği olan anti-kanser etkisini doğrular nitelikte bulgular paylaşmışlardır. Naringenin'in kanserde apoptotik etkinliğini ele alan bir metaanaliz çalışmasında, Naringenin'in Bax, kaspaz-3 ve 9 dahil olmak üzere içsel apoptotik proteinlerin ve dışsal protein kaspaz-8'in aktivasyonunu artırdığı ifade edilmiştir (Faramarzi ve ark., 2022). Metastatik kanser türlerinde artış gösterdiği bilinen Voltaj Kapılı Sodyum Kanallarında Naringin'in etkisi inceleyen bir araştırmada, Naringin doğrudan ve dolaylı yollarla bu kanalların ekspresyonunu inhibe edici etki göstermiştir (Gümüşhan ve Akgün, 2018). İnflamasyonun kanser hücrelerini yok ettiği bilinse de kronik inflamasyonun

karsinogenezi tetiklediği bilgisi de literatürde mevcuttur (Aytaç ve Barutça, 2022). Bir araştırmada Naringenin'in TNF-α ve IL-6 ekspresyonunu azaltarak antiinflamatuar etki gösterdiği ve karaciğer hücrelerindeki inflamasyonu ortadan kaldırdığı sonucu paylaşılmıştır (Hua ve ark., 2021). Kanser gelişiminde görülen oksidatif stres tümör hücrelerinde proliferasyona neden olurken antioksidanlar bu etkiyi azaltarak terapötik etki gösterir. Antioksidan özelliği bulunan flavanoidlerin oksidatif stresi azaltarak kanserde tedavi edici etkiler oluşturduğu bilinmektedir (Slika ve ark., 2022). Bu sonuçlar Naringin/Naringenin ile ilgili çalışmalar artıkça bu ikilinin kansere yönelik tedavilerde yararlanılacak önemli bir kaynak olabilecekleri şeklinde yorumlanabilir. Naringin/Naringenin kanser üzerindeki gerçek etkisinin ve kanıt düzeyinin ortaya konulması için randomize kontrollü deneysel araştırmalar ve metaanaliz çalışmalarının yapılması gereklidir.

8. SONUÇ

Birçok etiyolojik faktöre bağlı ortaya çıkan DNA hasarlı hücrelerin kontrolsüzce çoğalması olarak tanımlanan kanser, Dünya'da ve ülkemizde başlıca ölüm nedenleri arasında yer almaktadır. Bireysel, toplumsal, küresel yük oluşturması ve yaşam ömrünü kısaltması gibi özellikleri nedeniyle ilgi çeken kanser ile ilgili çalışmalar artarak devam etmektedir. Kanserden korunma veya kanser tedavisi süresince beslenme tarzı oldukça önemlidir. Flavanoidlerin kanser üzerine etkileri literatürde çalışılan konular arasındadır. Naringin ve Naringenin araştırmalarda kullanılan flavanoidlerdendir. Çalışmamızda incelenen makalelerde Naringin ve Naringenin'in kanser gelişimi üzerine olumlu etkilerinin ifade edilmesi, Naringin ve Naringenin'in kanser vakalarında umut vaad edici olabileceği fikrini oluşturmuştur. Naringin ve Naringenin' in kanser hastalığında güvenli kullanımı için konu ile ilgili yapılacak yeni insan ve hayvan çalışmalarına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

Abotaleb, M., Samuel, S. M., Varghese, E., Varghese, S., Kubatka, P., Liskova, A., & Büsselberg, D. (2018). Flavonoids in Cancer and Apoptosis. *Cancers*, *11*(1), 28. https://doi.org/10.3390/cancers11010028

Ahmad, N., Qamar, M., Yuan, Y., Nazir, Y., Wilairatana, P., & Mubarak, M. S. (2022). Dietary Polyphenols: Extraction, Identification, Bioavailability, and Role for Prevention and Treatment of Colorectal and Prostate Cancers. *Molecules (Basel, Switzerland)*, *27*(9), 2831. https://doi.org/10.3390/molecules27092831

Alam, F., Mohammadin, K., Shafique, Z., Amjad, S. T., & Asad, M. H. H. B. (2022). Citrus flavonoids as potential therapeutic agents: A review. *Phytotherapy research : PTR*, *36*(4), 1417–1441. https://doi.org/10.1002/ptr.7261

Amelimojarad, M., Amelimojarad, M., Wang, J., & Noourbakhsh, M. (2022). Anti-inflammation and anti-cancer effects of Naringenin combination with Artemisinins in human lung cancer cells. *Gene Reports*, *26*, 101532.

Avgerinos, K. I., Spyrou, N., Mantzoros, C. S., & Dalamaga, M. (2019). Obesity and cancer risk: Emerging biological mechanisms and perspectives. *Metabolism: clinical and experimental*, *92*, 121–135. https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.11.001

Aytaç, A., & Barutca, S. (2022). Kanser ve İmmün Sistem: Sistematik Derleme. *Turkiye Klinikleri Journal of Internal Medicine*, *7*(1).

Chirumbolo, S., Bjørklund, G., Lysiuk, R., Vella, A., Lenchyk, L., & Upyr, T. (2018). Targeting Cancer with Phytochemicals via Their Fine Tuning of the Cell Survival Signaling Pathways. *International journal of molecular sciences*, *19*(11), 3568. https://doi.org/10.3390/ijms19113568

De Oliveira Rodrigues Junior, E., de Santana, I. R., Durço, A. O., Conceição, L. S. R., Barreto, A. S., Menezes, I. A. C., Roman-Campos, D., & Dos Santos, M. R. V. (2023). The effects of flavonoids in experimental sepsis: A systematic review and meta-analysis. *Phytotherapy research : PTR*, *37*(6), 2531–2551. https://doi.org/10.1002/ptr.7846

Dhanisha, S. S., Drishya, S., & Guruvayoorappan, C. (2023). Encapsulating Naringenin in biomimetic proteolipid vesicles abrogates cancer metastasis by targeting apoptotic signaling axis. *Food chemistry*, *434*, 137445. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137445

Eanes, L., & Patel, Y. M. (2016). Inhibition of the MAPK pathway alone is insufficient to account for all of the cytotoxic effects of naringenin in MCF-7 breast cancer cells. *Biochimie open*, *3*, 64–71. https://doi.org/10.1016/j.biopen.2016.09.004

Erdogan, S., Doganlar, O., Doganlar, Z. B., & Turkekul, K. (2018). Naringin sensitizes human prostate cancer cells to paclitaxel therapy. *Prostate international*, *6*(4), 126–135. https://doi.org/10.1016/j.prnil.2017.11.001

Faramarzi, F., Alimohammadi, M., Rahimi, A., Alizadeh-Navaei, R., Shakib, R. J., & Rafiei, A. (2022). Naringenin induces intrinsic and extrinsic apoptotic signaling pathways in cancer cells: A systematic review and meta-analysis of in vitro and in vivo data. *Nutrition research (New York, N.Y.)*, *105*, 33–52. https://doi.org/10.1016/j.nutres.2022.05.003

Ferreira, R. J., Gajdács, M., Kincses, A., Spengler, G., Dos Santos, D. J. V. A., & Ferreira, M. U. (2020). Nitrogen-containing naringenin derivatives for reversing multidrug resistance in cancer. *Bioorganic & medicinal chemistry*, *28*(23), 115798. https://doi.org/10.1016/j.bmc.2020.115798

Gao, K., Henning, S. M., Niu, Y., Youssefian, A. A., Seeram, N. P., Xu, A., & Heber, D. (2006). The citrus flavonoid naringenin stimulates DNA repair in prostate cancer cells. *The Journal of nutritional biochemistry*, *17*(2), 89–95. https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2005.05.009

Ge, M. M., Li, D. Y., Wang, L., Zhang, L. Q., Liu, D. Q., Tian, Y. K., Ye, D. W., Liu, Z. H., Zhou, Y. Q., & Yang, H. (2022). Naringenin promoted spinal microglia M2 polarization in rat model of cancer-induced bone pain via regulating AMPK/PGC-1α signaling axis. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, *149*, 112912. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.112912

Goyal, A., Verma, A., Dubey, N., Raghav, J., & Agrawal, A. (2022). Naringenin: A prospective therapeutic agent for Alzheimer's and Parkinson's disease. *Journal of food biochemistry*, *46*(12), e14415. https://doi.org/10.1111/jfbc.14415

Gumushan Aktas, H., & Akgun, T. (2018). Naringenin inhibits prostate cancer metastasis by blocking voltage-gated sodium channels. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, *106*, 770–775. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.07.008

Hermawan, A., Ikawati, M., Jenie, R. I., Khumaira, A., Putri, H., Nurhayati, I. P., Angraini, S. M., & Muflikhasari, H. A. (2021). Identification of potential therapeutic target of naringenin in breast cancer stem cells inhibition by bioinformatics and *in vitro* studies. *Saudi pharmaceutical journal : SPJ : the official publication of the Saudi Pharmaceutical Society*, *29*(1), 12–26. https://doi.org/10.1016/j.jsps.2020.12.002

Hermelink, R., Leitzmann, M. F., Markozannes, G., Tsilidis, K., Pukrop, T., Berger, F., Baurecht, H., & Jochem, C. (2022). Sedentary behavior and cancer-an umbrella review and meta-analysis. *European journal of epidemiology*, *37*(5), 447–460. https://doi.org/10.1007/s10654-022-00873-6

Hua, Y. Q., Zeng, Y., Xu, J., & Le Xu, X. (2021). Naringenin alleviates nonalcoholic steatohepatitis in middle-aged Apoe−/− mice: role of SIRT1. *Phytomedicine*, *81*, 153412.

Kay, J., Thadhani, E., Samson, L., & Engelward, B. (2019). Inflammation-induced DNA damage, mutations and cancer. *DNA repair*, *83*, 102673. https://doi.org/10.1016/j.dnarep.2019.102673

Khan, U. M., Sameen, A., Aadil, R. M., Shahid, M., Sezen, S., Zarrabi, A., Ozdemir, B., Sevindik, M., Kaplan, D. N., Selamoglu, Z., Ydyrys, A., Anitha, T., Kumar, M., Sharifi-Rad, J., & Butnariu, M. (2021). *Citrus* Genus and Its Waste Utilization: A Review on Health-Promoting Activities and Industrial Application. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, *2021*, 2488804. https://doi.org/10.1155/2021/2488804

Kocyigit, A., Koyuncu, I., Dikilitas, M., Bahadori, F., & Turkkan, B. (2016). Cytotoxic, genotoxic and apoptotic effects of naringenin-oxime relative to naringenin on normal and cancer cell lines. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, *6*(10), 872-880.

Krishnakumar, N., Sulfikkarali, N., RajendraPrasad, N., & Karthikeyan, S. (2011). Enhanced anticancer activity of naringenin-loaded nanoparticles in human cervical (HeLa) cancer cells. *Biomedicine & preventive nutrition*, *1*(4), 223-231.

Kumar, S. P., Birundha, K., Kaveri, K., & Devi, K. T. (2015). Antioxidant studies of chitosan nanoparticles containing naringenin and their cytotoxicity effects in lung cancer cells. *International journal of biological macromolecules*, *78*, 87–95. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.03.045

Lee, J. H., Park, C. H., Jung, K. C., Rhee, H. S., & Yang, C. H. (2005). Negative regulation of beta-catenin/Tcf signaling by naringenin in AGS gastric cancer cell. *Biochemical and biophysical research communications*, *335*(3), 771–776. https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2005.07.146

Lee, J., Kim, D. H., & Kim, J. H. (2019). Combined administration of naringenin and hesperetin with optimal ratio maximizes the anti-cancer effect in human pancreatic cancer via down regulation of FAK and p38 signaling pathway. *Phytomedicine : international journal of phytotherapy and phytopharmacology*, *58*, 152762. https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.11.022

Li, G., Ding, K., Qiao, Y., Zhang, L., Zheng, L., Pan, T., & Zhang, L. (2020). Flavonoids Regulate Inflammation and Oxidative Stress in Cancer. *Molecules (Basel, Switzerland)*, *25*(23), 5628. https://doi.org/10.3390/molecules25235628

Lian, G. Y., Wang, Q. M., Tang, P. M., Zhou, S., Huang, X. R., & Lan, H. Y. (2018). Combination of Asiatic Acid and Naringenin Modulates NK Cell Anti-cancer Immunity by Rebalancing Smad3/Smad7 Signaling. *Molecular therapy : the journal of the American Society of Gene Therapy*, *26*(9), 2255–2266. https://doi.org/10.1016/j.ymthe.2018.06.016

Maleki, S. J., Crespo, J. F., & Cabanillas, B. (2019). Anti-inflammatory effects of flavonoids. *Food chemistry*, *299*, 125124. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125124

Md, S., Abdullah, S., Awan, Z. A., & Alhakamy, N. A. (2022). Smart Oral pH-Responsive Dual Layer Nano-Hydrogel for Dissolution Enhancement and Targeted Delivery of Naringenin Using Protein-Polysaccharides Complexation Against Colorectal Cancer. *Journal of pharmaceutical sciences*, *111*(11), 3155–3164. https://doi.org/10.1016/j.xphs.2022.08.019

Memariani, Z., Abbas, S. Q., Ul Hassan, S. S., Ahmadi, A., & Chabra, A. (2021). Naringin and naringenin as anticancer agents and adjuvants in cancer combination therapy: Efficacy and molecular mechanisms of action, a comprehensive narrative review. *Pharmacological Research*, *171*, 105264.

Miles, E. A., & Calder, P. C. (2021). Effects of Citrus Fruit Juices and Their Bioactive Components on Inflammation and Immunity: A Narrative Review. *Frontiers in immunology*, *12*, 712608. https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.712608

Mokhtari-Hessari, P., & Montazeri, A. (2020). Health-related quality of life in breast cancer patients: review of reviews from 2008 to 2018. *Health and quality of life outcomes*, *18*(1), 338. https://doi.org/10.1186/s12955-020-01591-x

Park, H. J., Choi, Y. J., Lee, J. H., & Nam, M. J. (2017). Naringenin causes ASK1-induced apoptosis via reactive oxygen species in human pancreatic cancer cells. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, *99*, 1–8. https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.11.008

Pateliya, B., Burade, V., & Goswami, S. (2021). Combining naringenin and metformin with doxorubicin enhances anticancer activity against triple-negative breast cancer in vitro and in vivo. *European journal of pharmacology*, *891*, 173725. https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2020.173725

Pearce, K., Thipe, V. C., Henkel, R. R., & Katti, K. V. (2023). Green Nanotechnology as an innovative drug delivery approach for Typha capensis and Naringenin—New class of

phytochemical embedded biocompatible gold nanoparticles in prostate cancer therapy. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, *80*, 104100.

Rakha, A., Umar, N., Rabail, R., Butt, M. S., Kieliszek, M., Hassoun, A., & Aadil, R. M. (2022). Anti-inflammatory and anti-allergic potential of dietary flavonoids: A review. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, *156*, 113945. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113945

Rodríguez-García, C., Sánchez-Quesada, C., & J Gaforio, J. (2019). Dietary Flavonoids as Cancer Chemopreventive Agents: An Updated Review of Human Studies. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, *8*(5), 137. https://doi.org/10.3390/antiox8050137

Slika, H., Mansour, H., Wehbe, N., Nasser, S.A., Iratni, R., Nasrallah, G., Shaito, A., Ghaddar, T., Kobeissy, F., Eid, AH. (2022). Therapeutic potential of flavonoids in cancer: ROSmediated mechanisms. Biomedicine & Pharmacotherapy, 146, 112442. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112442.

Tajaldini, M., Samadi, F., Khosravi, A., Ghasemnejad, A., & Asadi, J. (2020). Protective and anticancer effects of orange peel extract and naringin in doxorubicin treated esophageal cancer stem cell xenograft tumor mouse model. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, *121*, 109594. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.109594

Tutunchi, H., Naeini, F., Ostadrahimi, A., & Hosseinzadeh-Attar, M. J. (2020). Naringenin, a flavanone with antiviral and anti-inflammatory effects: A promising treatment strategy against COVID-19. *Phytotherapy research : PTR*, *34*(12), 3137–3147. https://doi.org/10.1002/ptr.6781

Xu, S., Wu, B., Zhong, B., Lin, L., Ding, Y., Jin, X., Huang, Z., Lin, M., Wu, H., & Xu, D. (2021). Naringenin alleviates myocardial ischemia/reperfusion injury by regulating the nuclear factor-erythroid factor 2-related factor 2 (Nrf2) /System xc-/ glutathione peroxidase 4 (GPX4) axis to inhibit ferroptosis. *Bioengineered*, *12*(2), 10924–10934. https://doi.org/10.1080/21655979.2021.1995994

Yao, W., Zhang, X., Xu, F., Cao, C., Liu, T., & Xue, Y. (2021). The therapeutic effects of naringenin on bronchial pneumonia in children. *Pharmacology research & perspectives*, *9*(4), e00825. https://doi.org/10.1002/prp2.825

Yıldırım, M., Acet, Ö., Yetkin, D., Acet, B. Ö., Karakoc, V., & Odabası, M. (2022). Anti-cancer activity of naringenin loaded smart polymeric nanoparticles in breast cancer. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, *74*, 103552.

Yin, W., Wang, J., Jiang, L., & James Kang, Y. (2021). Cancer and stem cells. *Experimental biology and medicine (Maywood, N.J.)*, *246*(16), 1791–1801. https://doi.org/10.1177/15353702211005390

Yousuf, M., Shamsi, A., Khan, S., Khan, P., Shahwan, M., Elasbali, A. M., Haque, Q. M. R., & Hassan, M. I. (2022). Naringenin as a potential inhibitor of human cyclin-dependent kinase 6: Molecular and structural insights into anti-cancer therapeutics. *International journal of biological macromolecules*, *213*, 944–954. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.06.013

Zhang, B., Wan, S., Liu, H., Qiu, Q., Chen, H., Chen, Z., Wang, L., & Liu, X. (2022). Naringenin Alleviates Renal Ischemia Reperfusion Injury by Suppressing ER Stress-Induced Pyroptosis and Apoptosis through Activating Nrf2/HO-1 Signaling Pathway. *Oxidative medicine and cellular longevity*, *2022*, 5992436. https://doi.org/10.1155/2022/5992436

Zhang, H. W., Hu, J. J., Fu, R. Q., Liu, X., Zhang, Y. H., Li, J., Liu, L., Li, Y. N., Deng, Q., Luo, Q. S., Ouyang, Q., & Gao, N. (2018). Flavonoids inhibit cell proliferation and induce apoptosis and autophagy through downregulation of PI3Kγ mediated PI3K/AKT/mTOR/p70S6K/ULK signaling pathway in human breast cancer cells. *Scientific reports*, *8*(1), 11255. https://doi.org/10.1038/s41598-018-29308-7

Zhao, Y., Fan, D., Ru, B., Cheng, K. W., Hu, S., Zhang, J., Li, E. T., & Wang, M. (2016). 6-C-(E-phenylethenyl)naringenin induces cell growth inhibition and cytoprotective autophagy in colon cancer cells. *European journal of cancer (Oxford, England : 1990)*, *68*, 38–50. https://doi.org/10.1016/j.ejca.2016.09.001

Zhao, Z., Jin, G., Ge, Y., & Guo, Z. (2019). Naringenin inhibits migration of breast cancer cells via inflammatory and apoptosis cell signaling pathways. *Inflammopharmacology*, *27*(5), 1021–1036. https://doi.org/10.1007/s10787-018-00556-3

Zhou, C., Lai, Y., Huang, P., Xie, L., Lin, H., Zhou, Z., Mo, C., Deng, G., Yan, W., Gao, Z., Huang, S., Chen, Y., Sun, X., Lv, Z., & Gao, L. (2019). Naringin attenuates alcoholic liver injury by reducing lipid accumulation and oxidative stress. *Life sciences*, *216*, 305–312. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.07.031

DENEYSEL POLİKİSTİK OVER SENDROMU MODELİNDE PERGA'NIN OLASI KORUYUCU ETKİSİ

Arş. Gör. Eda KÖSEOĞLU[1], Dr. Öğr. Üyesi Kübra Tuğçe KALKAN[2], Uzm. Dr. Enes KARAMAN[3], Prof. Dr. Arzu YAY[4]

[1] Erciyes Üniversitesi, Histoloji ve Embriyoloji Ana Bilim Dalı, 0000-0002-0502-7814

[2] Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Histoloji ve Embriyoloji Ana Bilim Dalı,

0000 0001 7461 277X

[3] Mardin Savur Prof. Dr. Aziz Sancar İlçe Deblet Hastanesi, Jinekoloji ve Obstetrik Kliniği, - 0000-0003-1459-0606

[4] Erciyes Üniversitesi, Histoloji ve Embriyoloji Ana Bilim Dalı, 0000-0002-0541-8372

ÖZET

Polikistik over sendromu (PKOS) üreme çağındaki kadınların çoğunu etkileyen endokrin bir bozukluktur. Latince ismi perga olan arı ekmeği, yüksek antioksidan, antimikrobiyal ve antibiyotik özelliklere sahiptir ve modern tıpta yoğunlaşılması gereken bir üründür. Çalışmada, deneysel PKOS modeli üzerine Perga'nın olası etkilerinin histolojik ve biyokimyasal yöntemlerle belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, rastgele dört gruba ayrılan 40 adet Wistar albino dişi sıçan kullanıldı. Kontrol sıçanları herhangi bir tedavi görmedi; Perga grubuna 1 hafta süre ile gavajla 500 mg/kg perga verildi; PKOS grubuna 21 gün süre ile 1 mg/kg oral Letrazol uygulandı; PKOS+Perga grubuna Letrazol uygulaması ardından 1 hafta perga verildi. Deneysel prosedür sonunda sıçanların genel anestezi altında ovaryum dokuları eksize edildi. Ovaryum dokularında folikül rezervi, histopatolojik ve immunohistokimyasal analizler (Beclin-1, LC3A/B, p62, HSP70, VEGF) kullanılarak mikroskobik incelemeler yapıldı. Ayrıca biyokimyasal analizler için ELISA (TNF-α, IL-6, TGF-β1, MDA, SOD) metodu kullanıldı. Histopatolojik bulgular PKOS'un neden olduğu azalan folikül rezervine karşı Perga'nın koruyucu özelliğini gösterdi. Diğer yandan erken folliküllerde AMH ekspresyonunun PKOS grubunda azaldığı ve Perga uygulaması ile AMH düzeyinde anlamlı artış olduğu gözlendi. İmmunohistokimyasal bulgular, PKOS'un otofaji belirteçleri (Beclin-1, LC3A/B, p62), HSP70 ve VEGF ekspresyon düzeylerinde artışa neden olduğunu ancak, Perga uygulaması ile bu ekspresyon düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldığını göstermiştir. Ek olarak ELISA sonuçlarına göre, PKOS'un ovaryumda neden olduğu oksidatif stres ve proinflammatuar belirteçlerdeki artış üzerine Perga'nın koruyucu etkiye sahip olduğu görülmüştür. Yapılan bu çalışmadan elde edilen veriler, PKOS modeli üzerinde arı ürünü Perga' nın koruyucu etkilere sahip olabileceğini göstermiştir. Mevcut çalışmanın literatürde, deneysel PKOS modeli ve apiterapi gibi konulara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: PKOS, Perga, Apiterapi, Over Rezervi

ANTHEMİS COTULA'NIN *İN VİTRO* OLARAK ANTİENFLAMATUAR VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Arş. Gör. Dr. Abdulkadir GÜL [1], Dr. Öğr. Üyesi Aybeniz YILDIRIM [2]

[1] Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, 0000-0003-4879-6194

[2] Fırat Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, 0000-0002-5801-4726

ÖZET

İnsanların temel besin kaynaklarından biri olan bitkiler aynı zamanda ilaç kaynağı olarak da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Geçmişten günümüze kadar yapılan çalışmaların çoğu bitkilerin antienflamatuar ve antioksidan gibi önemli özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Bitkilerin sahip olduğu bu önemli özelliklerin ortaya çıkarılmasına yönelik çalışmaların halen devam ettiği görülmektedir. Bu bitkilerden bir kısmı *Asteraceae* familyasına ait aromatik çiçekli bitkiler olan *Anthemis* cinsine aittir. *Anthemis* cinsinin türleri eczacılık, kozmetik ve gıda sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Geleneksel olarak ağrı kesici olarak da kullanılan *Anthemis* türleri antienflamatuar aktivitelerinden dolayı büyük dikkat çekmektedir. *Anthemis* türleri bileşiminde taşıdıkları zengin flavonoidler ve diğer fenolik bileşikler sebebiyle çok güçlü antioksidan, antimikrobiyal ve antienflamatuar özellikler göstermektedirler. Bu çalışmanın amacı *Anthemis cotula*'nın antienflamatuar kapasitesini 5-lipoksijenaz (5-LOX) enzimi kullanılarak test edilmesidir. Ayrıca, bitkinin antioksidan aktivitesi, antienflamatuar aktiviteyle ilişkili olması nedeniyle test edilmiştir. Bu nedenle, adı geçen türün toprak üstü kısımlarından metanol ekstresi ve bu metanol ekstresinden sıvı-sıvı ekstraksiyon metodu ile dört adet fraksiyon elde edilmiştir. Elde edilen ekstre ve fraksiyonların antienflamatuar aktiviteleri ölçülmüştür. 5-LOX enzimi ile yapılan antienflamatuar aktivite testinde metanol ekstresinin etil asetat fraksiyonunun 41,5 µg/ml IC_{50} değeriyle standarda (indometazin) kıyasla iyi derecede aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca antienflamatuar aktiviteye benzer şekilde etil asetat fraksiyonunun antioksidan aktivitesi de DPPH için IC_{50} 75,4 µg/ml, ABTS için IC_{50} 80,3 µg/ml değerleriyle diğer fraksiyonlardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, *Anthemis cotula*'nın antienflamatuar ve antioksidan aktiviteye sahip farklı ve yeni bileşikler taşıyor olabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Antienflamatuar, Antioksidan, *Anthemis cotula*, 5-lipoksijenaz enzimi

1. GİRİŞ

Anthemis cinsi *Asteraceae* (Compositae) familyasına aittir. Arap Yarımadası'nın güneyine ve bazı tropik bölgelere, Avrupa ve Akdeniz havzasında yaygın olarak dağılan yaklaşık 210 türden oluşmaktadır [1, 2]. *Anthemis* L. cinsi Türkiye Florasında 29'u Türkiye'ye endemik olmak üzere 51 türe ait 81 taksonla temsil edilmektedir [3]. Yıllık ve çok yıllık bitkiler ile çekici ve güzel başlı bodur çalıların heterojen bir kombinasyonunu temsil etmektedir [4]. Yerel olarak papatya isimleriyle bilinen *Anthemis* türleri, Türk halk hekimliğinde iltihaplı

rahatsızlıklar, karın ağrısı, adet ağrıları, romatizma, karaciğer hastalıkları, mide-bağırsak bozuklukları, hemoroit ve böbrek taşlarının tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır [5, 6]. Seskiterpen laktonlar, flavonoidler ve poliasetilenler bu cinsin sekonder metabolitlerinin başlıca sınıfını oluşturmaktadır [7-9]. Ayrıca bu cinsin üyelerinin antibakteriyel, antispazmodik, antienflamatuar, hepatoprotektif, antikolinesteraz, antibiyofilm ve antioksidan aktivitelere sahip olduğu farklı çalışmalarda ifade edilmiştir [10-12].

Fitokimyasal açıdan *Anthemis cotula*' nın, alerjenik bir seskiterpen lakton olarak kabul edilen antekotuloit (veya antekotulit) adı verilen seskiterpen laktonu ürettiği bilinmektedir [13]. Antekotuloit ve türevlerinin izolasyonu rapor edilmiş ve farklı çift bağ varlığının yanı sıra hidroksil, keto veya peroksit gruplarını içeren türevleri tanımlanmıştır. Bu nedenlerden dolayı *A. cotula* seskiterpen laktonlar açısından ayrıntılı bir şekilde araştırılmıştır [14].

A. cotula L., 12 ile 24 inç yüksekliğinde, sert tadı ve yoğun buruk kokusuyla karakterize edilen, çok yıllık hoş kokulu bir bitkidir [15]. *A. cotula*' nın geleneksel tedavide sedef hastalığı, ateş, gastrointestinal problemler, dizanteri ve gut hastalıklarının tedavisinde kullanımlarının olduğu iyi bilinmektedir [16].

A. cotula'nın toprak üstü kısımları üzerinde yapılan önceki araştırmalar, bu bitkinin içeriğinde 7-metoksi-6-asetil-2,2-dimetilkromen, kersetagetin, kersetagetin-7-glukozit, kersetin, kersetin-7-glukozit, patuletin, patuletin-7- glukozit kemferol, kemferol-7-glukozit, kemferol-3-rutinozit, apigenin ve hispidulinin bulunduğunu göstermiştir [16]. Ayrıca, *A. cotula*'nın toprak üstü kısımlarından altı adet seskiterpen lakton izole edilmiştir [13]. Ek olarak, *A. cotula*'nın köklerinden elde edilen ekstrelerin incelenmesi sonucunda dört asetilen, üç prenillenmiş asetofenon ve poliasetilen elde edilmiştir [13, 17]. Çiçeklerinden elde edilen uçucu yağının ana bileşenleri ise n-nonadekan, sedran ve (E, E)-α-farnesen iken, yaprağından elde edilen uçucu yağ 1-eikosan, benzil salisilat ve aromadendren içermektedir [18].

Enflamasyon canlı bir organizmanın her türlü yabancı etkene karşı verdiği yanıt veya savunma sistemi olarak görev yapmasıdır. Ancak aşırı enflamasyon oluşumu beraberinde çeşitli hastalıklara da zemin oluşturmaktadır. Diyabet, kanser, obezite, astım, ülser, kolit ve alerjik hastalıklar gibi birçok kronik hastalığın temelinde enflamasyon bulunmaktadır [19].

Enflamasyon uyarıcı ajanlar, enflamasyon sürecini başlattığında, uyarılmış enflamasyon hücreleri, doku ve organların işleyişini düzenlemek için yüksek oranda proinflamatuar sitokinler [örneğin, interlökin (IL)-1β, IL-6 ve tümör nekroz faktörü-α], nitrik oksit (NO), uyarılabilir nitrik oksit sentaz (iNOS) ve siklooksijenaz (COX)-2'yi içeren enflamasyon aracılarının üretilmesini sağlar. Bununla birlikte, çeşitli patojenik olmayan aracılar inflamatuar yanıtın düzensiz bir şekilde meydana gelmesine neden olabilir. Örneğin, serbest yağ asitlerinin, patojenler ile ilk karşılaşma aşamasında kilit rol oynayan protein yapılar olan toll benzeri reseptörlere bağlanarak inflamatuar yanıtı tetikleyebileceği ileri sürülmüştür [20].

Bu çalışmada enflamasyon kaynaklı hastalıklarda kullanılan *A. cotula* türünün antienflamatuar aktivitesini test etmek için 5-lipoksijenaz (5-LOX) enzimi kullanılmıştır. Aynı zamanda enflamasyonla ilişkili olarak bitkinin çeşitli fraksiyonlarının antioksidan deneyleri de gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, *A. cotula*'nın 5-LOX enzimi ile test edilmiş ilk antienflamatuar denemesi olması bakımından önemlidir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

A. cotula türünün toprak üstü kısımları İstanbul'un Çatalca ilçesinden toplanmıştır. Bitkilerin teşhisi, Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Botanik Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilerek kayıt altına alınmıştır. Teşhisi yapılan bitkilerin ileriki çalışmalarda kullanılmak üzere birkaç örneği, Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu'nda saklanmıştır.

2.2. Ekstraksiyon

2.2.1. Ekstrelerin Elde Edilmesi

A. cotula' nın toprak üstü kısımları kurutulduktan sonra laboratuvarda bulunan Waring, IC-10B (25000 d/dk) markalı öğütücüde parçalama işlemi gerçekleştirildi. Toz haline gelen numunelerden 100 g tartılarak metanol ile maserasyon işlemine tabi tutuldu. Elde edilen metanol ekstresinin çözücüsü rotary evaporatörde uçurularak kuru metanol ekstresi elde edildi. Elde edilen ekstre analizlere kadar + 4ºC 'de saklandı.

2.2.2. Fraksiyonların Elde Edilmesi

Elde edilen metanol ekstresi distile suyla seyreltilip ayırma hunisine aktarılarak, hekzan ile çalkalandı ve bu işleme hekzanlı kısımlar renksiz olana kadar devam edildi. Hekzanlı fraksiyonlar birleştirilerek sodyum sülfat (Na_2SO_4) ile suyu alındıktan sonra rotary evaporatörde yoğunlaştırıldı. Kalan sulu kısım ayırma hunisine konularak kloroform ile çalkalandı ve bu işlem kloroformlu kısımlar renksiz olana kadar tekrarlandı. Kloroformlu fraksiyon Na_2SO_4 ile suyundan kurtarıldıktan sonra rotary evaporatörde yoğunlaştırıldı. Son olarak, sulu kısım ayırma hunisinde etil asetat ile çalkalandı ve bu işlem etil asetatlı kısımlar renksiz olana kadar sürdü. Ardından etil asetatlı fraksiyonlar birleştirilerek Na_2SO_4 ile suyu çekildikten sonra rotary evaporatörde yoğunlaştırıldı. Elde edilen 4 adet fraksiyon (hekzan, kloroform, etil asetat ve sulu metanol fraksiyonları) analizlere kadar + 4ºC 'de saklandı.

2.3. *In vitro* Antienflamatuar Aktivite Testleri

2.3.1. Antilipoksijenaz Aktivite

Phosrithong vd. [21] tarafından tarif edilen anti-enflamatuvar aktivite, biraz modifikasyonlar ile gerçekleştirildi. Yöntem 96 kuyucuklu mikroplaka formatına uyarlandı [21]. Test için kuvars 96 kuyucuklu mikroplaka kullanıldı. Farklı konsantrasyonlarda 10 µl ekstre üzerine 20 µl etanol ve 20 µl borat tamponu eklenerek ardından tampon içerisinde 25 µl tip V soya lipoksijenaz çözeltisi (20.000 U/ml) ilave edildi. Karışım 5 dakika 25°C'de inkübe edildikten sonra 100 µl 0,6 mM linoleik asit çözeltisi ilave edilerek, karışım iyice karıştırıldı ve 234 nm'de absorbanstaki değişim 6 dakika süreyle kaydedildi. İndometazin referans standart olarak kullanıldı. Yüzde inhibisyonu aşağıdaki denklemden hesaplandı:

$$\textbf{\% inhibisyon} = [(A_{kontrol} - A_{numune}) / A_{kontrol}] \times 100$$

IC_{50} değerlerini belirlemek için bir doz-cevap eğrisi çizildi. IC_{50}, enzimin aktivitesinin %50'sini inhibe etmek için yeterli olan ekstre konsantrasyonu olarak tanımlanmaktadır. Tüm testler ve analizler üç kez tekrarlandı.

Hesaplama

Her bir kuyucuğun absorbansı her tekrar için aşağıdaki formülde yerine konulup, örnekler için % inhibisyon değeri hesaplandı. Sonuçlar Graphpad Prism 5 programıyla istatistiksel açıdan incelendi.

% İnhibisyon= (%100 başlangıç aktivite-numune aktivite) / (%100 başlangıç aktivite) X 100

2.4. *In vitro* Antioksidan Aktivite Testleri

2.4.1.DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi

Numunelerin serbest radikal temizleme kapasitesi daha önce bildirilen bir prosedüre göre ölçüldü [22]. Kısaca, farklı konsantrasyonlarda (250-0,49 µg/ml) DMSO içindeki 100 µl numune, MeOH içindeki 1900 µl 0,1 mM DPPH çözeltisi ile karıştırıldı. Karışımlar kuvvetlice çalkalanıp karanlıkta, oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakıldı. Daha sonra absorbans 517 nm'de okutuldu. Ekstrenin ve fraksiyonların DPPH radikaline karşı radikal temizleme aktivitesinin yüzdesi aşağıdaki denkleme göre hesaplandı:

$$\textbf{DPPH radikal temizleme aktivitesi (\%)} = [(A_{kontrol} - A_{ekstre}) / A_{kontrol}] \times 100$$

%50 inhibisyon (IC_{50}) üreten ekstrenin konsantrasyonu, inhibisyon yüzdesine karşı ekstre konsantrasyonunun grafiği çizilerek grafikten hesaplandı. Tüm testler üç kez gerçekleştirildi ve pozitif kontrol olarak askorbik asit kullanıldı.

2.4.2.ABTS Radikal Temizleme Aktivitesi

ABTS radikal katyon temizleme aktivitesi deneyi daha önce belirlenen metoda uygun şekilde gerçekleştirildi [22]. ABTS radikal katyonları, eşit hacimlerde ABTS (H_2O'da 7 mM) ve potasyum persülfatın (H_2O'da 4,9 mM) karıştırılmasıyla hazırlandı ve bunların oda sıcaklığında karanlıkta 12-16 saat reaksiyona girmesine izin verildi. ABTS radikal çözeltisi daha sonra bir spektrofotometre kullanılarak 734 nm'de yaklaşık 0,7'lik bir absorbans elde etmek üzere %96 etanol ile karıştırılarak seyreltildi. 1900 µl ABTS radikal çözeltisine farklı konsantrasyonlarda (250–0,49 µg/ml) DMSO'daki 100 µl numune ilave edildi. Karışım oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika inkübe edildikten sonra 734 nm'de absorbans okumaları gerçekleştirildi. Ekstre ve fraksiyonların ABTS radikaline karşı radikal temizleme aktivitesinin yüzdesi aşağıdaki denkleme göre hesaplandı:

$$\textbf{ABTS radikal temizleme aktivitesi (\%)} = [(A_{kontrol} - A_{ekstre}) / A_{kontrol}] \times 100$$

%50 inhibisyon (IC_{50}) üreten ekstre konsantrasyonu, inhibisyon yüzdesine karşı ekstre konsantrasyonunun grafiği çizilerek grafikten hesaplandı. Tüm testler üç kez gerçekleştirilerek pozitif kontrol olarak troloks kullanıldı.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Anthemis türleri genel kullanımları itibariyle antienflamatuar etkileri nedeniyle ön plana çıkmaktadır. Birçok hastalığın temelinde enflamasyon olduğu kabul edilmektedir. Alzheimer, kalp hastalıkları, romatizma, şeker hastalığı gibi birçok hastalığın oluşum mekanizması araştırıldığında enflamasyon ajanlarıyla karşılaşılmaktadır [23]. Antienflamatuar ilaçlardan en bilindik olanı asetil salisilik asit *Salix purpurea* yani Türkçe ismiyle söğüt kabuğundan elde edilmiştir. Günümüzde bu ilaç kan sulandırıcı ve ağrı kesici özelliği sebebiyle kullanılmaktadır. Ağrı kesici özellikte olmasının nedeni fenolik yapıda bir bileşik olmasındandır [24]. *Anthemis* türleri flavonoidler başta olmak üzere yapılarında çok fazla fenolik bileşik taşımaktadırlar. Flavonoidlerin de yapılan deneylerde antienflamatuar aktiviteye sahip oldukları ispatlanmıştır. Ayrıca flavonoidlerin antioksidan özellikte oldukları son zamanlarda sıkça yapılan deneysel çalışmalardan dolayı bilinmektedir. Bizim çalışmamızda *A. cotula* bitkisinin metanol ekstresi elde edilerek antienflamatuar ve antioksidan aktivitesi test edilmiştir. Çizelge 1 *A. cotula* bitkisinden elde edilen metanol ekstresi ve bu ekstreden elde edilen çeşitli fraksiyonların antioksidan ve antienflamatuar aktivitelerinin deneysel sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 1. *A. cotula* bitkisinden elde edilen farklı ekstre ve fraksiyonların antioksidan ve antienflamatuar aktiviteleri

Ekstre* ve fraksiyonlar	Antioksidan Aktivite aktivite		Antienflamatuar
	DPPH radikal yakalayıcı aktivite IC_{50} (µg/ml)	ABTS radikal yakalayıcı aktivite IC_{50} (µg/ml)	5-LOX inhibe edici Aktivite IC_{50} (µg/ml)
ACM	102,4 ±0,8**	120,3 ± 2,2	113,5± 1,1
ACH	728,1 ± 1,2	866,2 ± 1,5	513,9 ± 0,2
ACK	96,5 ± 2,3	105,1 ± 0,7	72,8± 0,2
ACEA	75,4±0,4	80,3±0,3	41,5±0,9
ACSM	114,3 ± 0,9	140,7 ± 0,4	128,2 ±0,3
INDO***			20,3±0,4
AA***	17,6 ± 0,4	14,5 ± 0,3	
Trolox	14,54 ± 0,2	13,00 ± 0,2	

*ACM: *A. cotula* metanol ekstresi ACH: *A. cotula* sulu hekzan fraksiyonu ACK: *A. cotula* kloroform fraksiyonu ACEA: *A. cotula* etil asetat fraksiyonu ACSM: A. cotula sulu metanol fraksiyonu

** deneyler üç kez tekrarlanarak standart sapmaları hesaplanmıştır.

*** INDO: indometazin, AA: askorbik asit

Çizelge 1 de gösterildiği gibi metanol ekstresinin antienflamatuar aktivitesi 113,5± 1,1 IC_{50} değeriyle standart ile kıyaslandığında orta düzeyde aktivite göstermiştir. Ancak metanol iyi bir çözücü olduğu için bitkide bulunan maddelerin hemen hepsi metanol çözücüsüne geçmektedir. Bu nedenle içerisinde birçok madde grubu taşımaktadır. Bu madde gruplarını kimyasal yapılarının benzerliğine göre gruplandırmak için çözünürlük farklılıklarından yararlanılmaktadır. Bu nedenle metanol ekstresi sıvı-sıvı ekstraksiyon metoduyla ayırma hunisinde sırasıyla hekzan, kloroform, etil asetat ile çalkalanmıştır. Apolar bileşikler hekzana, orta polaritedekiler kloroforma ve polar olanlar etil asetata geçmiştir. Daha polar olan bileşikler

ise sulu metanollü sıvıda kalmıştır. Elde edilen bu fraksiyonlardan hekzan 513,9 ± 0,2 IC_{50} değeriyle 5-LOX enzimine karşı aktivite göstermemiştir. Aynı şekilde antioksidan deneylerde de aktivitesi yok denecek kadar azdır. Çünkü lipofilik bileşiklerin antienflamatuar aktiviteleri ve antioksidan aktiviteleri polar bileşikler kadar yüksek olmamaktadır. Kloroform fraksiyonu IC_{50} 72,8± 0,2 değeri ile hekzan fraksiyonundan daha aktiftir ancak etil asetat fraksiyonu kadar aktif değildir. En yüksek aktiviteye etil asetatın sahip olduğu görülmüştür çünkü bitkideki flavonoidler, diğer fenolik bileşikler ve bunların glikozitleri etil asetat fraksiyonuna geçmektedir. Antioksidan aktivite belirleme deneyinde de benzer sonuçlar görülmüştür çünkü antioksidan özelliğin ortaya çıkmasına da fenolik bileşikler sebep olmaktadır. Bu nedenle etil asetat fraksiyonu DPPH (IC_{50}: 75,4 µg/ml) ve ABTS (IC_{50}: 80,3 µg/ml) ile yapılan her iki deneyde diğer fraksiyonlardan daha iyi antioksidan aktive göstermiştir. Sulu metanollü fraksiyonun 5-LOX enzimine göre antienflamatuar potansiyeli ise yine etil asetat fraksiyonuna göre daha düşüktür çünkü sulu metanollü fraksiyonda genel olarak şekerler birikmektedir. *A. cotula*'nın toprak üstü kısımlarında daha önce yapılan bir çalışmada 7-metoksi-6-asetil-2,2-dimetilkromen, kersetagetin, kersetagetin-7-glukozit, kersetin, kersetin-7-glukozit, patuletin, patuletin-7- glukozit kaempferol, kaempferol-7-glukozit, kaempferol-3-rutinosid, apigenin ve hispidulin bulunduğu ortaya çıkarılmıştır [16]. Ismaıl vd. [25] *A. cotula*'nın metanolik ekstresinin hekzan, diklorometan ve sulu fraksiyonlarının ROS salınımını önleme yeteneğini belirleyerek anti-inflamatuar potansiyelini test etmiştir. Heksan ve sulu ekstrelerin oksidatif stres üzerinde güçlü bir önleyici etki göstermediği bulunmuştur. Diklorometan fraksiyonu ise ROS'un inhibisyonu yoluyla 20 mg/ml ve 32 mg/ml 'lik IC_{50} değerleriyle önemli anti-inflamatuar aktivite göstermiştir [25]. Görüldüğü üzere daha önce yapılan çalışmada da bizim çalışmamıza benzer olarak su ve hekzan fraksiyonlarında önemli bir aktivite görülmemiştir. Fraksiyonlandırma yapmadaki en önemli amaç ekstrede bulunan aktif bileşikleri bir araya toplayarak daha sonrasında bu bileşiklerin izolasyonunu gerçekleştirmektir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan çalışmada *A. cotula*'nın etil asetat fraksiyonunun antienflamatuar ve antioksidan deneylerde diğer fraksiyonlardan daha aktif olduğu görülmüştür. Bu sonuçlardan antioksidan ve antienflamatuar aktiviteden sorumlu bileşiklerin etil asetat fraksiyonunda bulunduğu anlaşılmaktadır. *A. cotula*'nın geleneksel olarak enflamasyon kaynaklı hastalıkların tedavisinde kullanılması yapılan bu çalışma ile doğrulanmaktadır. Ayrıca daha önceki yapılan çalışmalarda da bitkide bol miktarda flavonoid bulunduğunun ortaya çıkarılması antienflamatuar aktivitenin bu bileşiklerden ileri geldiğini göstermektedir. *A. cotula*'nın daha ileri çalışmalarla etkisinden asıl sorumlu bileşiklerinin izole edilerek etkisinin ispatlanması bilimsel açıdan daha anlamlı olacaktır. Yapılan bu çalışma izolasyon çalışmaları için bir ön çalışma olup etkili bileşiklerin elde edilmesi için bizi etil asetat fraksiyonuna yönlendirmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Fernandes, R., Genus *Anthemis* L., In Flora Europaea. Vol. 4. Tutin TG. Heywood VH, Burges NA (Eds), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 145-149, 1976.

[2] Bremer, K., Asteraceae, Cladistics & Classification. Timber Press, Portland, Oregon, 435-478, 1994.

[3] Davis, P. H., Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 3. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 3, 1970.
[4] Maggio, A., Riccobono, L., Spadaro, V., Scialabba, A., Bruno, M., & Senatore, F., Chemical composition of the essential oils of three endemic species of Anthemis Sect. Hiorthia (DC.) R. Fern. growing wild in Sicily and chemotaxonomic volatile markers of the genus Anthemis L.: An update, Chemistry & Biodiversity, 11(4), 652-672, 2014.
[5] Petkeviciute, Z., Savickiene, N., Savickas, A., Bernatoniene, J., Simaitiene, Z., Kalveniene, Z., ... & Mekas, T. A., Urban ethnobotany study in Samogitia region, Lithuania, Journal of Medicinal Plants Research, 4(1), 064-071, 2010.
[6] Ugurlu, E., & Secmen, O., Medicinal plants popularly used in the villages of Yunt Mountain (Manisa-Turkey), Fitoterapia, 79(2), 126-131, 2008.
[7] Konstantinopoulou, M., Karioti, A., Skaltsas, S., & Skaltsa, H., Sesquiterpene Lactones from Anthemis a ltissima and Their Anti-Helicobacter pylori Activity, Journal of Natural Products, 66(5), 699-702, 2003.
[8] Vuckovic, I., Vujusic, L., Milosavljevic, S., Phytochemical investigation of Anthemis cotula L., Serb Chem Soc 71: 127-133, 2005.
[9] Christensen, L.P., Acetylenes and related compounds in Anthemideae, Phytochemistry, 31(1), 7-49, 1992.
[10] Saroglou, V., Dorizas, N., Kypriotakis, Z., & Skaltsa, H. D., Analysis of the essential oil composition of eight Anthemis species from Greece, Journal of Chromatography A, 1104(1-2), 313-322, 2006.
[11] Riccobono, L., Maggio, A., Bruno, M., Spadaro, V., & Raimondo, F. M., Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of some species of Anthemis sect. Anthemis (Asteraceae) from Sicily, Natural product research, 31(23), 2759-2767, 2017.
[12] Chemsa, A. E., Zellagui, A., Öztürk, M., Erol, E., Ceylan, O., Duru, M. E., & Lahouel, M., Chemical composition, antioxidant, anticholinesterase, antimicrobial and antibiofilm activities of essential oil and methanolic extract of Anthemis stiparum subsp. sabulicola (Pomel) Oberpr, Microbial pathogenesis, 119, 233-240, 2018.
[13] van Klink, J., Becker, H., Andersson, S., & Boland, W., Biosynthesis of anthecotuloide, an irregular sesquiterpene lactone from Anthemis cotula L.(Asteraceae) via a non-farnesyl diphosphate route, Organic & biomolecular chemistry, 1(9), 1503-1508, 2003.
[14] Staneva, J. D., Todorova, M. N., & Evstatieva, L. N., New linear sesquiterpene lactones from Anthemis cotula L., Biochemical systematics and ecology, 1(33), 97-102, 2005.
[15] Tahtamouni, L. H., Alqurna, N. M., Al-Hudhud, M. Y., & Al-Hajj, H. A., Dandelion (Taraxacum officinale) decreases male rat fertility in vivo, Journal of ethnopharmacology, 135(1), 102-109, 2011.
[16] Quarenghi, M. V., Tereschuk, M. L., Baigori, M. D., & Abdala, L. R., Antimicrobial activity of flowers from Anthemis cotula, Fitoterapia, 71(6), 710-712, 2000.
[17] Vucković, I., Vujisić, L., Vajs, V., Tešević, V., Janaćković, P., & Milosavljević, S., Phytochemical investigation of Anthemis cotula, Journal of the Serbian Chemical Society, 71(2), 127-133, 2006.
[18] Rezaei, M. B., & Jaymand, K., Chemıcal Composıtıon of Essential Oils From Leaves And Flowers Of Anthemis Cotula L., From Gılan Provınce, 2007.
[19] Carro, R. T., Isla, M. I., Ríos, J. L., Giner, R. M., & Alberto, M. R., Anti-inflammatory properties of hydroalcoholic extracts of Argentine Puna plants, Food Research International, 67, 230-237, 2015.
[20] Rho, T., Jeong, H. W., Hong, Y. D., Yoon, K., Cho, J. Y., & Yoon, K. D., Identification of a novel triterpene saponin from Panax ginseng seeds, pseudoginsenoside RT8, and its antiinflammatory activity, Journal of ginseng research, 44(1), 145-153, 2020.

[21] Phosrithong, N., Nuchtavorn, N., Antioxidant and anti-inflammatory activites of Clerodendrum leaf extracts collected in Thailand, EuJIM, 8(3), 281-285, 2016.
[22] Zou, B., Wu, J., Yu, Y., Xiao, G., & Xu, Y., Evolution of the antioxidant capacity and phenolic contents of persimmon during fermentation, Food Science and Biotechnology, 26(3), 563-571, 2017.
[23] Khan, M. S. H., Hegde, V., Obesity and diabetes mediated chronic inflammation: a potential biomarker in Alzheimer's disease, Journal of personalized medicine, 10(2), 42, 2020.
[24] Förster, N., Ulrichs, C., Zander, M., Kätzel, R., & Mewis, I., Influence of the season on the salicylate and phenolic glycoside contents in the bark of Salix daphnoides, Salix pentandra, and Salix purpurea, Journal of Applied Botany and Food Quality, 82(1), 99-102, 2012.
[25] Ismaıl, M., Javed, S., Batool, Z., Zahra, K., Dın, I., Shaheen, S., Hussaın, E., Yang Y., Wei, W. A. N. G., Nematocıdal, Insectıcıdal, Antı-Inflammatory and Cytotoxıc Activities of Selected Medicinal Plants, Analele Universitatii Din Oradea, Fascicula Biologie, 28(1), 2021.

ANTHEMIS AUSTRIACA'NIN ANTİENFLAMATUAR VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN *İN VİTRO* TAYİNİ

Dr. Öğr. Üyesi Aybeniz YILDIRIM [1], Arş. Gör. Dr. Abdulkadir GÜL [2]

[1] Fırat Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, - 0000-0002-5801-4726

[2] Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, - 0000-0003-4879-6194

ÖZET

Medeniyetin doğuşundan bu yana insanlar, bitkileri tıbbi amaçlarla ve besin kaynağı olarak kullanmışlardır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, bitkilerin primer metabolitlerden biyosentez yoluyla birçok ilacın önemli bir kaynağını oluşturan sekonder metabolitleri ürettiğini göstermektedir. Bu bitki türlerinden biri de *Anthemis* (Asteraceae) cinsidir ve Türkiye florasında 52 tür ile temsil edilmekte olup, bunlardan 29'u Türkiye'ye endemiktir. Bu cinsin çiçekleri geleneksel olarak antiseptik, antienflamatuar, antibakteriyel ve sedatif olarak kullanılmaktadır. Halk tarafından papatya adıyla bilinen *Anthemis* türleri çeşitli güçlü biyolojik aktiviteleri ile ön plana çıkmaktadır. Geleneksel halk hekimliğinde bu cinsten hazırlanan ekstreler, tentürler ve merhemler ağrı ve tahrişi hafifletmek, ülserleri önlemek, cilt yaralanmaları, sistit tedavisi ve diş rahatsızlıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. *Anthemis* türlerinin bu kullanımları arasında en çok ağrı kesici özellikleri ön plana çıkmaktadır. Çalışmanın amacı, *Anthemis austriaca* bitkisinin antienflamatuar aktivitesinin araştırılmasıdır. Bu amaçla *Anthemis austriaca*'nın metanol ekstresi elde edilmiştir ve elde edilen metanol ekstresi çeşitli çözücüler kullanılarak fraksiyonlarına ayrılmıştır. Enflamasyon oluşumunda rol oynayan bir enzim olan 5-lipoksijenaz enzimi (5-LOX) kullanılarak bitkinin antienflamatuar potansiyeli ölçülmüştür. Aynı zamanda antienflamatuar aktiviteyi desteklemesi için DPPH ve ABTS radikal yakalayıcı aktivite deneyleri kullanılarak antioksidan aktivitesi de test edilmiştir. Yapılan deneylerde metanol ekstresinin etil asetat fraksiyonu IC_{50} 32,1 µg/ml değeriyle standarda yakın iyi bir aktivite sergilemiş olup diğer tüm fraksiyonlardan daha yüksek aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Benzer şekilde etil asetat fraksiyonu DPPH ve ABTS için sırasıyla IC_{50} 53,2 µg/ml ve 56,8 µg/ml değerleriyle antioksidan aktivite bakımından en aktif fraksiyon olmuştur. Bu sonuçlar *Anthemis austriaca*'nın ilaç olabilecek antienflamatuar ve antioksidan ajanlar taşıdığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Anthemis austriaca*, antienflamatuar, antibakteriyel, ilaç, ekstre

1. GİRİŞ

Anthemis L. (*Asteraceae*) cinsi Türkiye florasında 52 tür ile temsil edilmektir ve bunların 29'u Türkiye'ye endemiktir [1]. *Anthemis* cinsinin çiçekleri dünyada yerli halk tarafından antiseptik, antienflamatuar, antispazmodik, antibakteriyel ve sedatif olarak kullanılmaktadır [2]. Geleneksel halk hekimliğinde bu cinsten hazırlanan ekstreler, tentürler ve merhemler olarak

kullanımıyla ağrıları hafifletmek, ülser hastalığını önlemek, yara yanık tedavisi, idrar yolu enfeksiyonları tedavisi ve diş rahatsızlıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır [3].

Anthemis austriaca (*A. austriaca*) Avusturya'ya özgü bir bitkidir ve Avrupa'dan Türkiye'ye kadar geniş bir alanda dağılım göstermektedir. Bu bitkiye Türkiye'de "papatya" veya "akbaşotu" adı verilmektedir ve bu bitkinin çiçekleri geleneksel olarak karın ağrısı, hemoroit ve zatürre tedavisinde kullanılmaktadır [4, 5]. *A. austriaca* çiçekleri aynı zamanda öksürük ve yumurtalık hastalıklarına karşı halk hekimliğinde infüzyon olarak da kullanılmaktadır [6-8]. *Anthemis* türlerinin antimikrobiyal, antienflamatuar, antioksidan, antiviral, hepatoprotektif, sitotoksik, hipoglisemik ve hipotansif aktivitelere sahip olduğu daha önce yapılan farklı çalışmalarda gösterilmiştir [9-12].

Enflamasyon patojenler, hasar görmüş hücreler veya irritanlar gibi zararlı uyaranlara karşı vücudun vermiş olduğu karmaşık bir biyolojik cevaptır. Enflamasyonun önlenmesinde non-steroidal antienflamatuar ilaçlar kullanılmaktadır [13]. Ancak bu ilaçlar prostaglandin miktarında azaltma yaratarak bu etkiyi sağlamaları sebebiyle gastrointestinal sistemde kanama ve sonucunda ülsere neden olmaktadırlar. Ayrıca kardiyovasküler sistemde ve böbrek fonksiyonlarında bozukluk oluşturmaları gibi yan etkilere sahiptirler. Bu yüzden antienflamatuar ilaçlara gerek duyan ülser hastalarının, böbrek hastalarının ve konjestif kalp yetmezliği olan hastaların non-steroidal anti enflamatuar ilaçları kullanmaları tehlikelidir [14].

Bitkilerin uzun yıllardır geleneksel halk ilacı olarak enflamasyon kaynaklı hastalıkların tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Dünyada etnobotanik kapsamda yapılan çalışmalar bilim insanları için referans çalışmalar olmuştur ve bu etnobotanik çalışmalardan yararlanarak bitkilerin aktiviteleri bilimsel olarak test edilmiştir. Yapılan deneylerin sonuçları çoğunlukla etnobotanik çalışmaları destekler nitelikte olmuştur. Bu amaçla çalışmada *A. austriaca*'nın geleneksel kullanımına dayanarak metanol ekstresi ve metanol ekstresinin çeşitli fraksiyonlarının antienflamatuar aktiviteleri test edilmiştir. Enflamasyon ile oksidasyon arasındaki ilişki sebebiyle fraksiyonların antioksidan aktiviteleri de incelenmiştir. Bu çalışma, *A. austriaca*'nın 5-LOX enzimi ile yapılmış ilk antienflamatuar aktivite araştırmasıdır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Deneylerde kullanılacak olan *A. austriaca* türünün toprak üstü kısımları İstanbul'un Çatalca ilçesinden toplanmıştır. Numunelerin toplanmasının ardından bitkiler, Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Botanik Anabilim Dalı'nda teşhis edilmiştir. İleri çalışmalarda kullanılmak üzere bitkilerin bazı örnekleri Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu'nda depolanmıştır.

2.2. Ekstraksiyon

2.2.1. Ekstrelerin Elde Edilmesi

Toprak üstü kısımları toplanan *A. austriaca* numunesi ilk olarak distile su ile yıkanıp 40 ^{o}C'de hava akımıyla kurutuldu. Kuruyan bitkilerin Waring, IC-10B (25000 d/dk) markalı öğütücüde parçalama işlemi gerçekleştirildi. Toz haline gelen numuneden 100 g tartılarak

metanol ile maserasyon işlemine tabi tutuldu. Elde edilen metanol ekstresinin çözücüsü rotary evaporatörde uçurularak kuru metanol ekstresi elde edildi. Elde edilen ekstre analizlere kadar + 4ºC 'de saklandı.

2.2.2. Fraksiyonların Elde Edilmesi

Fraksiyonların elde edilmesi amacıyla metanol ekstresi distile suyla seyreltilerek ayırma hunisine aktarıldı ve hekzan ile iyice çalkalandı. Bu işleme hekzanlı kısımlar renksiz olana kadar devam edildi. Hekzanlı fraksiyonlar birleştirilerek sodyum sülfat (Na_2SO_4) ile suyu alındıktan sonra rotary evaporatörde yoğunlaştırıldı. Kalan sulu kısım ayırma hunisine konularak kloroform ile çalkalandı ve bu işlem kloroformlu kısımlar renksiz olana kadar tekrarlandı. Kloroformlu fraksiyon Na_2SO_4 ile suyundan uzaklaştırıldıktan sonra rotary evaporatörde yoğunlaştırıldı. Son olarak, sulu kısım ayırma hunisinde etil asetat ile çalkalandı ve bu işlem etil asetatlı kısımlar renksiz olana kadar devam etti. Daha sonra, etil asetatlı fraksiyonlar birleştirilerek Na_2SO_4 ile suyu çekildikten sonra rotary evaporatörde yoğunlaştırıldı. Elde edilen 4 adet fraksiyon (hekzan, kloroform, etil asetat ve sulu metanol fraksiyonları) analizlere kadar + 4ºC 'de depolandı.

2.3. *In vitro* Antienflamatuar Aktivite Testleri

2.3.1. Antilipoksijenaz Aktivite

Fraksiyonları elde edilen *A. austriaca*'nın antienflamatuar aktivitesi, Phosrithong vd. [15] tarafından önerilen yöntemin bazı değişikleriyle belirlendi. Yöntem 96 kuyucuklu mikroplaka formatına uyarlandı [15]. Test için kuvars 96 kuyucuklu mikroplaka kullanıldı. Farklı konsantrasyonlarda 10 µl ekstre üzerine 20 µl etanol ve 20 µl borat tamponu eklendi. Daha sonra, tampon içerisinde 25 µl tip V soya lipoksijenaz çözeltisi (20.000 U/ml) ilave edildi. Karışım 5 dakika 25°C'de inkübe edildikten sonra 100 µl 0,6 mM linoleik asit çözeltisi ilave edilerek, karışım iyice karıştırıldı ve 234 nm'de absorbanstaki değişim 6 dakika süreyle kaydedildi. İndometazin referans standart olarak kullanıldı. Yüzde inhibisyonu aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplandı:

$$\textbf{\% inhibisyon=}\ [(A_{kontrol} - A_{numune}) / A_{kontrol}] \times 100$$

IC_{50} değerlerini belirlemek için bir doz-cevap eğrisi çizildi. IC_{50}, enzimin aktivitesinin %50'sini inhibe etmek için yeterli olan ekstre konsantrasyonu olarak tanımlanmaktadır. Tüm testler ve analizler üç kez tekrarlandı.

Hesaplama

Her bir kuyucuğun absorbansı her tekrar için aşağıdaki formülde yerine konulup, numuneler için % inhibisyon değeri hesaplandı. Sonuçlar Graphpad Prism 5 programıyla istatistiksel açıdan incelendi.

% İnhibisyon= (%100 başlangıç aktivite-örnek aktivite) / (%100 başlangıç aktivite) X 100

2.4. *In vitro* Antioksidan Aktivite Testleri

2.4.1.DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi

Numunelerin serbest radikal temizleme kapasitesi Zou vd. [16] tarafından bildirilen bir prosedüre göre belirlendi [16]. Bu yöntemde kısaca farklı konsantrasyonlarda (250-0,49 µg/ml) DMSO içindeki 100 µl numune, MeOH içindeki 1900 µl 0,1 mM DPPH çözeltisi ile karıştırıldı. Karışımlar vorteks ile iyice homojen hale getirilerek oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dakika boyunca inkübasyona bırakıldı. Daha sonra elde edilen numunelerin absorbansları 517 nm'de ölçüldü. Ekstre ve fraksiyonların DPPH radikaline karşı radikal temizleme aktivitesinin yüzdesi aşağıdaki denkleme göre hesaplandı:

$$\textbf{DPPH radikal temizleme aktivitesi (\%)} = [(A_{kontrol} - A_{ekstre}) / A_{kontrol}] \times 100$$

%50 inhibisyon (IC_{50}) sağlayan ekstre konsantrasyonu, inhibisyon yüzdesine karşı ekstre konsantrasyonunun grafiği çizilerek grafikten hesaplandı. Tüm deneyler üç kez gerçekleştirildi ve pozitif kontrol olarak askorbik asit kullanıldı.

2.4.2.ABTS Radikal Temizleme Aktivitesi

ABTS radikal katyon temizleme aktivitesi deneyi Zou vd. [16] tarafından bildirilen metoda göre gerçekleştirildi [16]. ABTS reaktif çözeltisi, eşit hacimlerde ABTS (distile suda 7 mM) ve potasyum persülfatın (distile suda 4,9 mM) karıştırılmasıyla hazırlandı. Bu karışım daha sonra oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 12-16 saat bekletilerek içindeki bileşenlerin reaksiyona girmesi sağlandı. ABTS radikal çözeltisi daha sonra bir spektrofotometre yardımıyla 734 nm'de yaklaşık 0,7'lik bir absorbans elde etmek üzere %96 etanol ile karıştırılarak seyreltildi. 1900 µl ABTS radikal çözeltisine farklı konsantrasyonlarda (250–0,49 µg/ml) DMSO'daki 100 µl numune eklendi. Karışım oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika inkübe edildikten sonra 734 nm'de absorbans okumaları gerçekleştirildi. Ekstre ve fraksiyonların ABTS radikaline karşı radikal temizleme aktivitesinin yüzdesi aşağıdaki denkleme göre hesaplandı:

$$\textbf{ABTS radikal temizleme aktivitesi (\%)} = [(A_{kontrol} - A_{ekstre}) / A_{kontrol}] \times 100$$

%50 inhibisyon (IC_{50}) üreten ekstre konsantrasyonu, inhibisyon yüzdesine karşı ekstre konsantrasyonunun grafiği çizilerek hesaplandı. Tüm ölçümler üç kez gerçekleştirildi. Pozitif kontrol olarak troloks kullanıldı.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bitkilerin çok eski çağlardan bu yana çeşitli hastalıkların tedavisinde ilaç olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bitkilerin kullanıldıkları hastalıkların çoğu enflamasyon kaynaklı olup kaynatılarak içilmeleri şeklinde kullanılmıştır. Dünyada ve ülkemizde etnobotanik alnında yapılan çalışmalar bilim insanları için referans alınan çalışmalar olmuştur ve bu çalışmalardan

yararlanarak bitkilerin aktiviteleri bilimsel olarak deneylerle test edilmiştir. Yapılan deneylerin sonuçları çoğunlukla etnobotanik çalışmaları destekler nitelikte olmuştur. *Anthemis* türleri ağrı, ülser, yara, yanık, idrar yolu enfeksiyonları ve diş rahatsızlıkları gibi enflamasyon kaynaklı hastalıkların tedavisinde geleneksel olarak kullanılmaktadır [3]. Bu hastalıklardaki kullanımlarını bilimsel olarak doğrulayabilmek için antienflamatuar aktivitelerinin test edilmesi gerekmektedir.

Günümüzde enflamasyon hastalıklarının tedavisinde Non-Steroidal antienflamatuar ilaçlar kullanılmaktadır. Sıklıkla kullanılan Non-Steroidal antienflamatuar ilaçlara örnek olarak salisilat grubunda aspirin; fenilasetik asit grubunda diklofenak; indol grubunda indometazin; oksikam grubunda piroksikam; pirazol grubunda fenilbutazon ve sülfonanilid grubunda nimesulid örnek olarak verilebilir. Bu kimyasal etken maddelerin genel olarak etkilerine bakıldığında antienflamatuar kaynaklı olarak antipiretik ve analjezik etkilere sahip olduğu görülmektedir [13]. Bununla birlikte, bu bileşikler aynı zamanda vücutta çeşitli organlara ciddi zararlar vermektedirler. Antienflamatuar ilaçlar aktivitelerini vücutta Prostaglandin seviyesinde azaltma meydana getirerek sağlamaktadırlar ancak prostaglandin aynı zamanda mide mukozasını koruyucu etkiye sahiptir [17]. Bu nedenle bu ilaçların kullanımında mide hasarı oluşmaktadır. Diğer yan etkileri de karaciğer ve böbrek fonksiyonları üzerindeki etkileridir. Bu nedenlerden ötürü bitkisel ilaçlar dünya genelinde daha az yan etkili ve güvenilir olmaları nedeniyle tercih edilmektedir.

Lipoksijenazlar enflamasyon kaynaklı çeşitli hastalıklarla ilişkili olan enzimlerdir. Lipoksijenazlar (LOX'ler, linoleat: oksijen redüktaz), kükürt ve hem içermeyen büyük bir monomerik protein grubundan olup demir içeren dioksijenaz enzimleridir [18]. Enflamasyon oluşum yolağında araşidonik asidin çeşitli mediatörlere dönüştürülmesinde bu enzimin rolü vardır. Lipoksijenazlar çoklu doymamış yağ asitlerinin, hidroperoksi türevlerine oksijenlenmesini katalizleyen lipit-peroksidasyon enzimleri olarak sınıflandırılır ve bu reaksiyon oksidan etkilere yol açan radikal ara ürünlerin oluşumuna neden olur [19]. Yukarıdaki bilgiler ışığında, bu çalışmada lipoksijenaz enzim inhibisyonu ile *A. austriaca* bitkisinin metanol ekstresinin antienflamatuar aktivitesi test edilmiştir. Yapılan test sonucunda 121,8 µg/ml IC_{50} değeriyle metanol ekstresi orta derecede enzim inhibisyonu sağlamıştır. Ancak metanol ekstresinden elde edilen etil asetat fraksiyonu 32,1 µg/ml IC_{50} değeriyle metanol ekstresine göre ve diğer tüm fraksiyonlara göre daha iyi aktivite sergilemiştir. Çizelge 1'de verildiği üzere antioksidan deneyde antienflamatuar aktiviteye benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 1. *A. austriaca* bitkisinin metanol ekstresi ve metanol ekstresinden elde edilen fraksiyonların antioksidan ve antienflamatuar aktiviteleri

Ekstre* ve fraksiyonlar	Antioksidan Aktivite		Antienflamatuar aktivite
	DPPH radikal yakalayıcı aktivite IC_{50} (µg/ml)	ABTS radikal yakalayıcı aktivite IC_{50} (µg/ml)	5-LOX inhibe edici Aktivite IC_{50} (µg/ml)
AAM	82,4 ±0,8**	107,3 ± 2,2	121.8 ± 0.35

AAH	741,1 ± ,1,2	842,1 ± 1,5	598.9 ± 0.2
AAK	75,5 ± 2,3	83,1 ± 0,7	61,8± 0.2
AAEA	53,2±0,4 75	56,8±0,3 80,3	32,1±0,9 45
AASM	98,4 ± 0,9	123,7 ± 0,4	123,9 ±0,3
INDO***			20,3±0,4
AA***	17.6 ± 0.4	14.5 ± 0.3	
Trolox	14.54 ± 0.2	13.00 ± 0.2	

*AAM: *A. austriaca* metanol ekstresi, AAH: *A. austriaca* sulu hekzan fraksiyonu, AAK: *A. austriaca* kloroform fraksiyonu, AAEA: *A. austriaca* etil asetat fraksiyonu, AASM: *A. austriaca* sulu metanol fraksiyonu
** deneyler üç kez tekrarlanarak standart sapmaları hesaplanmıştır.
*** INDO;: indometazin, AA: Askorbik asit

Etil asetat fraksiyonunun daha aktif olmasının nedeni metanol ekstresinde bulunan fenolik yapıdaki bileşiklerin etil asetata geçmesinden kaynaklanmaktadır. Fenolik bileşiklerin daha önce yapılan deneyler sonucu antienflamatuar etkide oldukları bilinmektedir. Stanevaa vd. [20] tarafından yapılan bir çalışmada *A. austriaca*'nın toprak üstü kısımlarından kserantolid, taraksasterol asetat, taraksasterol, β-sitosterol, 1α-hidroksikserantolid, 6α-hidroksikserantolid, 10α-hidroksi-11β,13-dihidrokserantolid, 8α-hidroksikserantemolid ve kserantemolid gibi farklı triterpen bileşikler izole edilmiştir [20]. Flavonoidlerden ise kersetin, apigenin-7-O-(3″-O-asetil)-β-D-glukopiranosid, apigenin-7-O-(6″-O-asetil)-β-D-glukopiranosid, apigenin-7- O-β-D-glukopiranosid ve kersetin-7-O-β-D-glukopiranosid, *A. austriaca* dan daha önce gerçekleştirilen bir çalışmada izole edilmiştir [21]. Ayrıca *A. austriaca*'nın uçucu yağı elde edilerek bileşiminde bulunan maddeler de açığa çıkarılmıştır. Bu bileşiklerden majör olanları *is*-krisantenil asetat (%17,5–22,0), *β*-pinen (%8,6–13,2), ve 1,8-sineol (%7,2–10,4) dür [22].

Ilhan vd. [21] tarafından yürütülen bir çalışmada *A. austriaca*' nın hekzan, etil asetat ve metanol fraksiyonlarının sıçan endometriozis modelindeki potansiyel aktivitesi değerlendirilmiştir. Yapılan deneyde etil asetat ve metanol fraksiyonları aktif bulunmuştur ve bu fraksiyonlardan izolasyon çalışması yapılmıştır. Yapılan izolasyon sonucu 4-β-D-glukopiranosiloksi-6-metil-2H-piran-2-on, kersetin, apigenin-7-O-(3″-O-asetil)-β-D-glukopiranosid, apigenin-7-O-(6″-O-asetil)-β-D-glikopiranozit, apigenin-7-O-β-D-glukopiranosit, kersetin-7-O-β-D-glukopiranosit ve β-sitosterol-3-O-β-D-glukopiranosid bileşikleri elde edilmiştir. Sonuç olarak *A. austriaca* çiçeklerinden elde edilen metanol ekstresinin endometriozisin gerilemesine katkı sağladığı ve bitkideki flavonoidler ve sterollerin de aktiviteden sorumlu olası bileşikler olduğu tespit edilmiştir [21]. Kanser hastalığının da enflamasyon ve oksidasyon ile ilişkili olduğu bilinmektedir. İlhan vd. [21] tarafından yapılan çalışmada da görüldüğü gibi flavonoidce zengin fraksiyonun aktivitesi diğer fraksiyonlardan daha anlamlı olmuştur. Bu sonuçlar halihazırda gerçekleştirdiğimiz çalışmamızda elde ettiğimiz deney sonuçları ile uyuşmaktadır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada yapılan deneylerde *A. austriaca*'nın etil asetat fraksiyonunun antienflamatuar ve antioksidan aktivitesinin diğer fraksiyonlardan aktif olduğu görülmüştür. Antioksidan ve antienflamatuar aktiviteyi sağlayan bileşiklerin etil asetat fraksiyonunda bir arada bulunduğu elde edilen deney sonucuna göre anlaşılmıştır. *A. austriaca* dan daha önce yapılan izolasyon çalışmalarında antienflamatuar etkili fenolik bileşiklerin elde edildiği bildirilmiştir. Bitkinin geleneksel olarak halk tarafından çeşitli ağrı şikayetlerinde kullanılması, ağrı kaynağının enflamasyon kaynaklı olduğunun bilinmesi sebebiyle bitkinin antienflamatuar özelliğe sahip olduğu kanısına varılmıştır ve yapılan bu *in vitro* antienflamatuar aktivite deneyiyle de bu etki doğrulanmıştır. Ancak yapılan bu çalışma bir ön çalışma olup bu etkinin deney hayvanları üzerinde de denenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Grierson, A. J. C., & Yavin, Z., 70. Compositae. 7. Tribus Anthemideae. 42. Anthemis L., 1975.

[2] Vaverkova, S., Habán, M., & Eerna, K., Qualitative properties of Anthemis tinctoria and Anthemis nobilis (Chamaemelum nobile) under different environmental conditions, Ecophysiology of plant production processes in stress conditions, In Proceedings of the Fourth International Conference, Rackova Dolina, Slovakia (pp. 12-14), 2001.

[3] Mann, C., & Staba, E. J., Department of Medicinal Chemistry and Pharmacognosy, College of Pharmacy, University of Minnesota, Minneapolis, MN 55455, Herbs, Spices, and Medicinal Plants: Recent Advances in Botany, Horticulture, and Pharmacology, 1, 235, 1986.

[4] Honda, G., Yeşilada, E., Tabata, M., Sezik, E., Fujita, T., Takeda, Y., ... & Tanaka, T., Traditional medicine in Turkey VI, Folk medicine in West Anatolia: Afyon, Kütahya, Denizli, Muğla, Aydin provinces. Journal of Ethnopharmacology, 53(2), 75-87, 1996.

[5] Simsek, I., Aytekin, F., Yesilada, E., & Yildirimli, Ş., An ethnobotanical survey of the Beypazari, Ayas, and Güdül district towns of Ankara Province (Turkey), Economic botany, 58(4), 705-720, 2004.

[6] Kaval, I., Behçet, L., Cakilcioglu, U., Ethnobotanical study on medicinal plants in Geçitli and its surrounding (Hakkari-Turkey), Journal of ethnopharmacology, 155(1), 171-184, 2014.

[7] Tetik, F., Civelek, S., & Cakilcioglu, U., Traditional uses of some medicinal plants in Malatya (Turkey), Journal of ethnopharmacology, 146(1), 331-346, 2013.

[8] Uysal, I., Onar, S., Karabacak, E., Çelik, S., Ethnobotanical aspects of Kapıdağ Peninsula (Turkey) Biol. Divers. Conserv., 3, 15-22, 2010.

[9] Al-Snafi, A.E., Medical importance of Anthemis nobilis (Chamaemelum nobile)-A review. Asian J. Pharm. Sci. Techn., 6 (2), 89-95, 2016.

[10] Baltaci, S., Kolatan, H.E., Yilmaz, O., Kivcak B., Anti-inflammatory activity of Anthemis aciphylla var. aciphylla Boiss Turkish J. Biol., 35 (6), 757-762, 2011.

[11] Barbour, E. K., Al Sharif, M., Sagherian, V. K., Habre, A. N., Talhouk, R. S., & Talhouk, S. N., Screening of selected indigenous plants of Lebanon for antimicrobial activity, Journal of ethnopharmacology, 93(1), 1-7, 2004.

[12] Shahat, A. A., Ibrahim, A. Y., & Elsaid, M. S., Polyphenolic content and antioxidant activity of some wild Saudi Arabian asteraceae plants, Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, 7(7), 545-551, 2014.
[13] Carbone, C., Musumeci, T., Pignatello, R., Non-steroidal anti-inflammatory drugs, Drug-Biomembrane Interaction Studies, The Application of Calorimetric Techniques A volume in Woodhead Publishing Series in Biomedicine Book, 2013.
[14] Brubaker, L., Kendall, L., Reina, E., Multimodal analgesia: A systematic review of local NSAIDs for non-ophthalmologic postoperative pain management, International Journal of Surgery, 32, 158–166, 2016.
[15] Phosrithong, N., Nuchtavorn, N., Antioxidant and anti-inflammatory activites of Clerodendrum leaf extracts collected in Thailand, EuJIM, 8(3), 281-285, 2016.
[16] Zou, B., Wu, J., Yu, Y., Xiao, G., & Xu, Y., Evolution of the antioxidant capacity and phenolic contents of persimmon during fermentation, Food Science and Biotechnology, 26(3), 563-571, 2017.
[17] Scher, J. U., Pillinger, M. H., The anti-inflammatory effects of prostaglandins, Journal of Investigative Medicine, 57(6), 703-708, 2009.
[18] Sacan, O., & Turhan, E. Y., Lipoxygenase inhibitory activities of some plant extracts and chemical compounds, European Journal of Biology, 73(2), 47-52, 2014.
[19] Phosrithong, N., Nuchtavorn, N., Antioxidant and anti-inflammatory activites of Clerodendrum leaf extracts collected in Thailand, European Journal of Integrative Medicine, 8(3), 281-285, 2016.
[20] Stanevaa, J., Trendafilova-Savkova, A., Todorova, M. N., Evstatieva, L., & Vitkova, A., Terpenoids from Anthemis austriaca Jacq.,, Zeitschrift für Naturforschung C, 59(3-4), 161-165, 2004.
[21] Ilhan, M., Ali, Z., Khan, I. A., Taştan, H., & Akkol, E. K., Promising activity of Anthemis austriaca Jacq. on the endometriosis rat model and isolation of its active constituents, Saudi Pharmaceutical Journal, 27(6), 889-899, 2019.
[22] Pavlović, M., Lakušić, D., Kovačević, N., Tzakou, O., & Couladis, M., Comparative analysis of essential oils of six Anthemis taxa from Serbia and Montenegro, Chemistry & Biodiversity, 7(5), 1231-1244, 2010.

NEKROPTOZUN MOLEKÜLER MEKANİZMALARI VE HASTALIKLARDAKİ ROLÜ

Prof. Dr. SACİDE PEHLİVAN[1], M.Sc.Bio, YASEMİN OYACI[2]

[1] İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji AD., İstanbul, Türkiye

- ORCID ID: 0000-0003-1272-5845

[2] İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye,

- ORCID ID: 0000-0002-1338-0087

ÖZET

Uzun yıllar boyunca apoptozun düzenlenmiş hücre ölümünün tek şekli olduğu düşünülürken nekroz, düzenlenmemiş kazara hücre ölümü süreci olarak kabul edilmiştir. Bununla birlikte, artan sayıda çalışma, nekroptoz adı verilen programlanmış ve düzenlenmiş hücre ölümü olarak işlev gören başka bir nekroz biçimi tanımlamıştır. Nekroptoz, programlanmış nekrozun ana yoludur ve eritrositler, lökositler, kalp hücreleri ve nöronlar dahil olmak üzere çeşitli hücre tiplerinde meydana geldiği belgelenmiştir.

Nekroptoz, apoptoz veya nekrozdan farklı, tümör nekroz faktör reseptörü 1 (TNFR1), TNFR2 ve Fas gibi bir dizi ölüm reseptörü tarafından tetiklenen, programlanmış hücre ölümünün farklı bir türüdür. Esas olarak reseptör etkileşimli protein kinaz 1 ve 3 ile birlikte karışık soy kinaz alanı benzeri protein kompleksine (RIPK1/RIPK3/MLKL) bağlı olarak benzersiz bir kaspazdan bağımsız sinyal yolu ile aktive edilir. Nekroptoz süreci, hücrelerde, hücre zarı bütünlüğünün bozulmasına, organellerin şişmesine ve şiddetli enflamasyona yol açar.

Geçtiğimiz on yılda, nekroptozun insanların yaşam süreçlerinde yaygın olarak yer aldığı bulunmuştur. Nekroptoz regülasyonu, doku homeostazını sürdürmek ve inflamasyonu önlemek için çok önemlidir. Parkinson, Alzheimer, Amyotrofik lateral skleroz ve Multipl Skleroz gibi nörodejeneratif hastalıklarda, miyokard enfarktüs, aort anevrizması ve ateroskleroz gibi kardiyovasküler hastalıklarda, astım ve İdiyopatik pulmoner fibrozis gibi pulmoner hastalıklarda, karaciğer, böbrek ve eklem hastalıklarında, nekroptoz bileşenlerinin ekspresyon değişiklikleri ve bu hücre ölüm tipinin aktivasyonu görülmektedir. Nekroptozun kanserdeki rolü tartışmalı bir konumdadır, çünkü hem bir tümör baskılayıcı hem de bir tümör destekleyicisi olarak görev almaktadır.

Nekroptoz, anormal hücre ölümünü indükleyerek iyi bir prognoza yol açarken, aynı zamanda inflamasyon ve kanser metastazına da yol açabildiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Bakteriyel, viral ve parazitik enfeksiyonlarda da rol alan nekroptoz yolağı terapötik hedef olarak da görülmekte, bu yolağı inhibe eden ve aktive eden ilaçlar ve ajanlarla çeşitli denemeler gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada, nekroptozun moleküler mekanizmaları, homeostazın sağlanmasında ve çeşitli hastalıklardaki rolleri ile terapötik potansiyeli değerlendirilecektir.

Anahtar kelimeler: Nekroptoz, TNFR, RIPK, MLKL, Hücre ölümü, homeostaz

MOLECULAR MECHANISMS OF NECROPTOSIS AND ITS ROLE IN DISEASES

ABSTRACT

For many years, apoptosis was thought to be the only form of regulated cell death, while necrosis was considered the unregulated process of accidental cell death. However, a growing number of studies have identified another form of necrosis that functions as programmed and regulated cell death, called necroptosis. Necroptosis is the major pathway of programmed necrosis and has been documented to occur in a variety of cell types, including erythrocytes, leukocytes, cardiac cells, and neurons.

Necroptosis is a distinct type of programmed cell death, distinct from apoptosis or necrosis, that is triggered by a set of death receptors such as tumor necrosis factor receptor 1 (TNFR1), TNFR2, and Fas. It is activated by a unique caspase-independent signaling pathway, primarily dependent on the mixed lineage kinase domain-like protein complex (RIPK1/RIPK3/MLKL) together with receptor-interacting protein kinases 1 and 3. The process of necroptosis leads to disruption of cell membrane integrity, swelling of organelles, and severe inflammation in cells.

Over the past decade, necroptosis has been found to be widely involved in human life processes. Regulation of necroptosis is crucial for maintaining tissue homeostasis and preventing inflammation. In neurodegenerative diseases such as Parkinson's, Alzheimer's, Amyotrophic lateral sclerosis and Multiple Sclerosis, in cardiovascular diseases such as myocardial infarction, aortic aneurysm and atherosclerosis, in pulmonary diseases such as asthma and idiopathic pulmonary fibrosis, in liver, kidney and joint diseases, expression changes of necroptosis components and the effects of this type of cell death are observed. activation is seen. The role of necroptosis in cancer is controversial because it acts as both a tumor suppressor and a tumor promoter.

While necroptosis leads to a good prognosis by inducing abnormal cell death, it has been reported in studies that it can also lead to inflammation and cancer metastasis. The necroptosis pathway, which also plays a role in bacterial, viral and parasitic infections, is also seen as a therapeutic target, and various trials are carried out with drugs and agents that inhibit and activate this pathway.

In this study, the molecular mechanisms of necroptosis, its roles in maintaining homeostasis and in various diseases, and its therapeutic potential will be evaluated.

Keywords: Necroptosis, TNFR, RIPK, MLKL, Cell death, homeostasis

1. GİRİŞ

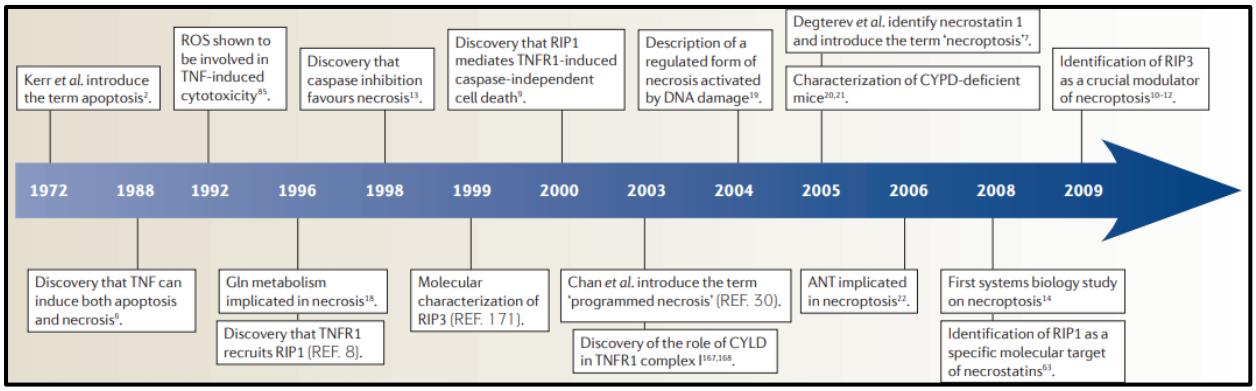
Hücre ölümü, normal hücre fizyolojisinin doğal bir son noktasıdır ve büyüme, bölünme ve metabolik homeostazis de dahil olmak üzere hücresel fonksiyonların geri döndürülemez şekilde sona ermesiyle sonuçlanır. Son keşifler, ökaryotik hücrelerin normal büyüme ve gelişme sırasında, fizyolojik hasara tepki olarak ve hastalığın ilerlemesi sırasında öldüğü karmaşık modlara ilişkin anlayışımızı yeniden şekillendirdi. Klasik terminoloji, hücre ölümü yöntemlerini genetik programlar tarafından düzenlenenler ve tesadüfi olan ancak genetik olarak düzenlenmeyenler olarak ayırmıştır (1-3). Geçmişte nekrozun, geleneksel moleküler olaylar yoluyla gerçekleştirilen aşırı sitotoksik hasar nedeniyle kaza sonucu ölüm olduğu düşünülürdü. Buna karşılık, apoptoz programlanmış hücre ölümü olarak tanımlanır. Daha sonraki keşifler, ek hücre ölümü yolaklarını aydınlattı ve bu, belirli hücre ölüm türlerinin morfolojik olarak nekrozla benzer olduğu ancak aynı zamanda altta yatan genetik programlar tarafından da düzenlenebildiğinin ortaya çıkmasına yol açtı (4,5). Bununla birlikte, artan sayıda çalışma, nekroptoz adı verilen programlanmış ve düzenlenmiş hücre ölümü olarak işlev gören başka bir nekroz biçimi tanımlamıştır.

Nekroptoz, programlanmış nekrozun ana yoludur ve eritrositler, lökositler, kalp hücreleri ile nöronlar dahil olmak üzere çeşitli hücre tiplerinde meydana geldiği belgelenmiştir. Bu yol, reseptör etkileşimli protein kinaz 1 (RIP1), RIP3 ve karışık soy kinaz alanı benzeri (MLKL) protein oluşan sitozolik nekrozom kompleksi tarafından yürütülür. Nekroptoz, organel şişmesi, plazma zarı yırtılması, hücre lizizi ve hücre içi bileşenlerin sızıntısı dahil olmak üzere çeşitli morfolojik özellikleri taşır ve bu da ikincil inflamatuar yanıtları arttırabilir (6-8).

2. TARİHÇE

Nekroptoz hakkındaki bilgilerimizin çoğu, tümör nekroz faktörü (TNF) sinyalleşmesi çalışmalarından gelmektedir. TNF, enfeksiyon veya doku hasarının neden olduğu inflamasyonda anahtar rolü olan bir pleiotropik sitokindir. TNF sinyali, esas olarak TNF reseptörü 1 (TNFR1) aracılığıyla, inflamasyonu düzenleyen birçok genin ekspresyonunu indükler, ancak bazı koşullar altında TNF aynı zamanda hücre ölümünün güçlü bir indükleyicisidir. Adına ve TNF'nin ayrıca RIPK1'i içeren bir mekanizma ile kaspazdan bağımsız hücre ölümünü indüklediğine dair erken kanıtlara rağmen, uzun yıllar boyunca TNF ile indüklenen hücre ölümünün çoğu çalışması apoptoza odaklandı. RIPK1'i hedefleyen nekroz inhibitörleri olarak nekrostatinlerin tanımlanması, TNF ile indüklenen nekrozun kinaz tarafından düzenlenen bir süreç olduğuna dair kanıt sağladı ve buna nekroptoz adı verildi.

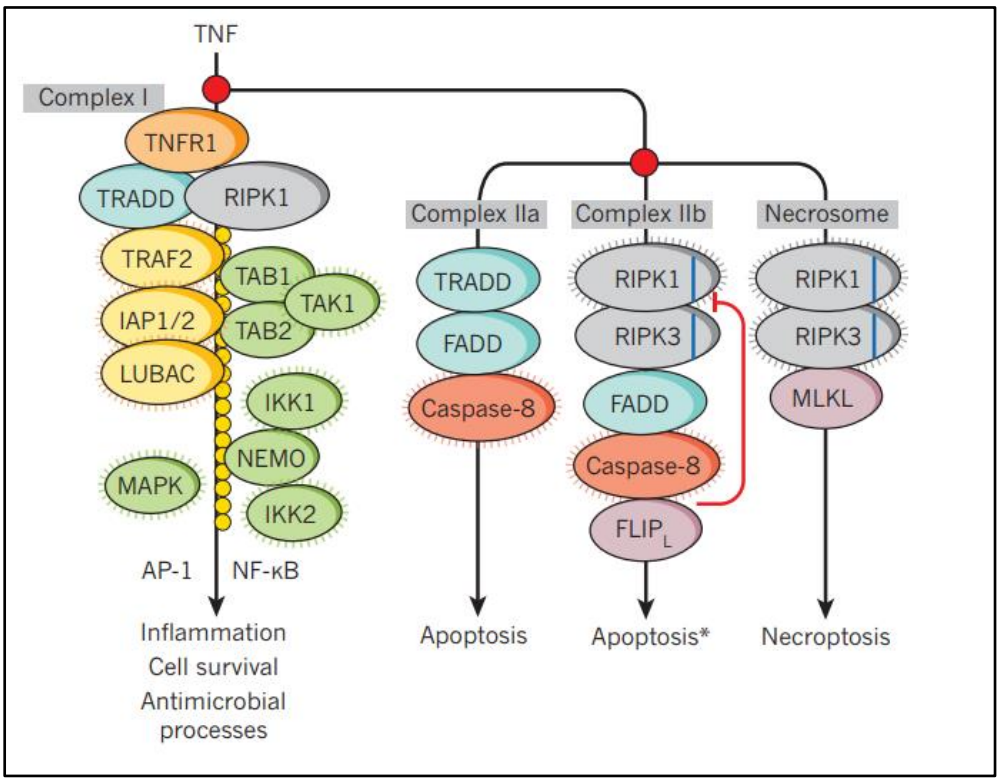
Nekroptoz ilk kez 1988'de Laster tarafından fark edildi. RIPK1, bu yolda bulunan ilk çekirdek moleküldü. Yeni hücre ölümüne 2005 yılında Degterev tarafından nekroptoz adı verildi. Nekroptoz yolunun çözülmesinde önemli bir adım, TNF ile indüklenen nekrozun temel bir düzenleyicisi olarak RIPK3'ün keşfiydi (9-11). (Görsel 1).



Görsel 1: Programlanmış nekroz kavramının tarihçesi (12).

3. NEKROPTOZUN MOLEKÜLER MEKANİZMASI

Nekroptoz, ölüm reseptörü tümör nekroz faktörleri (TNFR1, TNFR2 ve Fas gibi), ölüm reseptörü ligandlarına (TNF-α, FasL gibi) apoptotik yolda inhibisyon veya blokaj yaparak bağlandıklarında ortaya çıkar. Çoğu hücrede, TNFR1 stimülasyonu sitotoksik değildir ve zarla ilişkili bir protein kompleksinin (kompleks I) oluşumu yoluyla doğrudan proinflamatuar sinyalleşmeyi indükler. Duyarlılaştırılmış hücrelerde, TNFR1, sitozolik kompleksler IIa ve IIb yoluyla apoptozu indükler. FLIP L, kaspaz-8'i proteoliz yoluyla RIPK1 ve RIPK3 seviyelerini kontrol eden heteromerik bir kompleks içinde tutar. Kaspaz-8 inhibe edildiğinde, kompleks IIc veya nekrozom (RIPK1, RIPK3 ve MLKL'den oluşur) oluşur, bu da RIPK1 kinaz aktivitesini ve RIPK3-kinaz aktivitesine bağlı nekroptozu indükler (13,14). (Görsel 2).

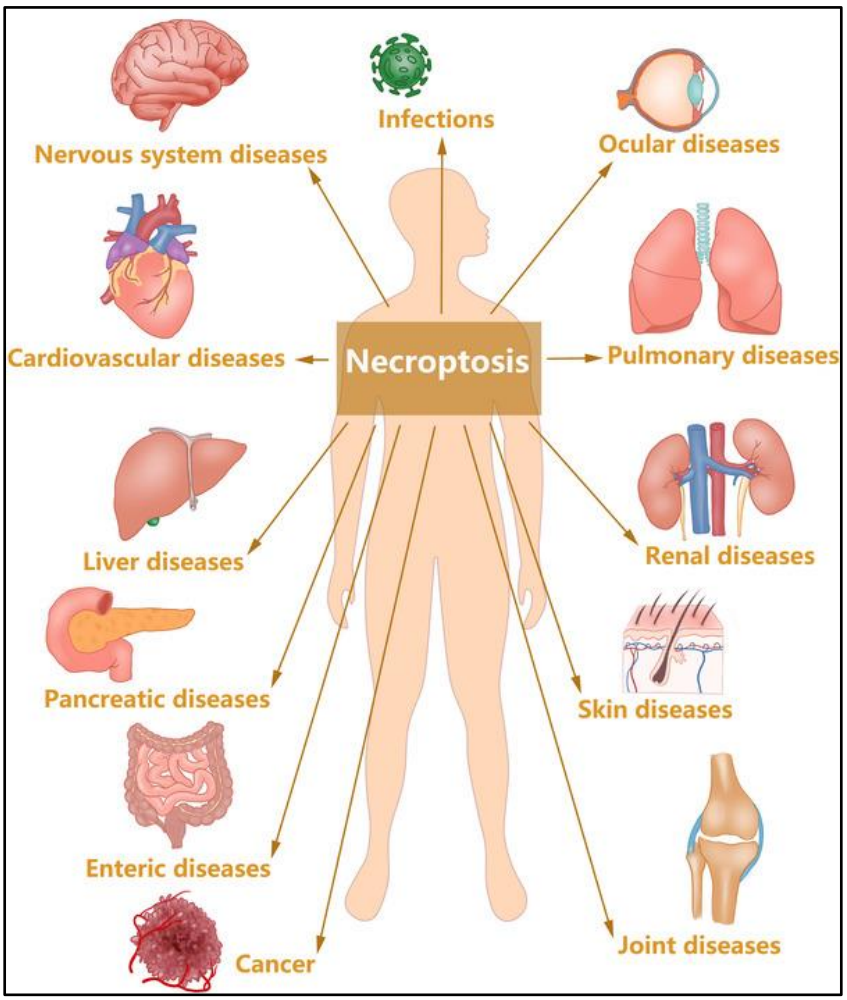


Görsel 2: TNF sinyali ile nekroptoz aktivasyonu (15).

4. HOMEOSTAZİ VE HASTALIKLARDA NEKROPTOZ

Nekroptoz regülasyonu, doku homeostazını sürdürmek ve inflamasyonu önlemek için çok önemlidir. Apoptoz yolundaki kaspaz-3, apaf-1, kaspaz-7 ve Bax/Bak gibi anahtar proteinlerin kaybı, embriyonik gelişim üzerinde minimal etkiye sahiptir. Bununla birlikte, kaspaz-8 ve FADD eksikliğinin, embriyonik hücreler için yaklaşık embriyonik başlangıcın 10.5/11. gününde ölüme neden olduğu bildirilmiştir. Bağışıklık sisteminde, kaspaz-8 ve FADD tarafından nekroptoz inhibisyonu, klonal genişleme sırasında T hücrelerinin hayatta kalmasını destekler. Daha önceki tüm araştırmalar, nekroptozun inhibe edilmesinin doku homeostazının sürdürülmesi ve inflamasyonun önlenmesi için önemli olduğunu göstermiştir (16). (Görsel 3).

Bağışıklık tepkisini, hücre ölümünü ve hücrenin hayatta kalmasını kontrol eden sinyal yolları, doku homeostazisinin ve inflamasyonun düzenlenmesinde çok önemli bir role sahiptir. FADD ve kaspaz-8, nekroptozu engelleyerek bağırsak iltihabını önler. FADD eksikliği, bağırsak bariyerinin tahribatına ve bakteriyel kaynaklı inflamasyona katkıda bulunan TNFR1 aracılı RIPK3'e bağımlı nekroptoza yol açar. Epitel hücrelerinin nekroptozu da kolite neden olabilir. RIPK3-MLKL'ye bağımlı nekroptozun ve FADD-kaspaz-8'e bağımlı hücre apoptozunun inhibisyonu, hayvan derisi lezyonlarının gelişimini tamamen önler. Nekroptoz yolundaki anahtar moleküllerin inhibisyonu periodontal hastalığın önlenmesine yardımcı olur (17).



Görsel 3: Nekroptozun rol aldığı hastalıklar (18).

4.1.Sinir Sistemi Hastalıklarında Nekroptozun Rolü

Nekroptoz yolu ve ilişkili nekroinflamasyonun, farmakolojik, genetik ve histolojik yaklaşımlarla MS, ALS, Parkinson ve Alzheimer hastalığı, omurilik yaralanması ve travmatik beyin hasarı gibi hastalıklar dahil olmak üzere nörodejeneratif ve santral sinir sistemi hastalıklarında rolü olduğu kanıtlanmıştır.

4.1.1. İskemik İnme

İskemik inme, genellikle serebrovasküler sistem içindeki trombüs/emboliden kaynaklanan yıkıcı bir beyin hasarıdır. Degterev ve ark. in vivo aktif nekrotik hücre ölümünün ilk örneğini sağladı ve orta serebral arter tıkanmasını takiben gecikmiş iskemik beyin hasarında nekroptozun anahtar rol oynadığını gösterdi. Ayrıca Nec-1 uygulamasından sonra enfarktüs hacmi önemli ölçüde azaldı (19). Ardından ilginç bir şekilde Newton ve meslektaşları, RIPK3 kaybının, majör serebral arter tıkanması felç modelinde hipoksi kaynaklı serebral ödem veya enfarktüs hacmi üzerinde hiçbir etkisi olmadığını doğruladılar (20). Ancak Zhang ve ark. nekroptozun akut iskemik felçte çok önemli bir rol oynadığını belirtti (21). Nekroptozun inhibisyonu hücre ölümünü azaltabilir, bu arada inflamatuar tepkiyi koruyucu bir reaksiyon haline getirebilir. Yang ve ark. iskeminin, RIPK3/MLKL yolu yoluyla nöron baskın bir nekroptoza neden olduğunu gösterdi (22).

4.1.2. Parkinson hastalığı

Parkinson hastalığı (PH), substantia nigradaki dopaminerjik nöronların ilerleyici dejenerasyonu ve striatumdaki dopamin salınımının tükenmesi ile ilişkili en önemli nörodejeneratif hastalıklardan biridir. Önceki çalışmalar, PH hastalarının ölüm sonrası beyin dokusunda ve toksin bazlı bir fare modelinde nekroptozun aktive edildiğini gösterdi. RIPK1, RIPK3 ve MLKL ekspresyonları, PH'den türetilmiş postmortem dokunun substantia nigra'sında yükselmişti (23). RIPK1'in inhibisyonu ve MLKL ile RIPK3'ün genetik ablasyonu, klinik öncesi Parkinson modellerinde dopaminerjik nöron dejenerasyonunu azaltabilir. Toplamda, bu çalışmalar nekroptozun PH'de aksonal dejenerasyonu önlemek için yeni bir hedef olabileceği fikrini desteklemektedir (24).

4.1.3. Alzheimer hastalığı

Alzheimer hastalığı (AH), şu ana kadar etkili bir tedavisi bulunmayan, yıkıcı bir nörodejeneratif hastalıktır. Önceki bir çalışma, RIPK1, MLKL ve pMLKL ifadelerinin, yaş uyumlu kontrol muadilleriyle karşılaştırıldığında insan AH'li beyinlerde önemli ölçüde arttığını bulmuştur. Buna göre fosforile RIPK1, RIPK3 ve MLKL seviyeleri AH'li sıçanlarda kontrol yavrularına kıyasla belirgin şekilde daha yüksekti. RIPK1 inhibitörü (Nec-1) ve MLKL inhibitörü (NSA) ile tedavi, AH'li beyinde nekroptozu baskılayabilir. Ayrıca nekroptozun AH'de nöron ölümüne yol açtığı doğrulanmıştır (25-27).

4.1.4. Amyotrofik Lateral skleroz

Amyotrofik lateral skleroz (ALS), beyin ve omurilikteki motor nöronların ilerleyici kaybıyla karakterize, kas güçsüzlüğüne ve sonunda felce yol açan, motor sisteminin ilerleyici bir nörodejeneratif hastalıktır. Araştırmacılar hem fare mutant SOD1 hem de insan ALS in vitro hastalık modellerinde nörodejenerasyon mekanizmasının nekroptozu içerdiğini doğruladılar. RIPK1'i hedef alan farmakolojik ve genetik müdahaleler, nekroptoz yolunun manipüle edilmesinin motor nöron ölümünü önleyebileceğini de doğruladı (28).

4.1.5. Multipl skleroz

Multipl skleroz (MS), merkezi sinir sisteminin (CNS) otoimmün demiyelinizan ve nörodejeneratif bir bozukluğudur. Bilinen bir tedavisi bulunmayan genç yetişkinlerde nörolojik sakatlığın önde gelen nedenidir. Ofengeim ve ark. insan MS patolojik numunelerinin kortikal lezyonlarında nekroptoz belirteçleri RIPK1, RIPK3 ve MLKL'nin aktive edildiğini buldu. RIPK1'in inhibisyonunun, MS hayvan modellerinde oligodendrosit hücre ölümüne karşı koruma sağlayabileceği ve demiyelinizasyonu azaltabileceği bildirilmiştir (29,30).

4.1.6 Yaşa bağlı işitme kaybı

Yaşa bağlı işitme kaybı (ARHL), yaşlılarda en sık görülen ilerleyici nörodejeneratif bozukluktur ve tedavi edilemez. Önceki çalışmalar, RIPK1, RIPK3 ve MLKL dahil olmak üzere nekroptoz belirteçlerinin seviyelerinin genç farelere kıyasla yaşlı farelerde önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Tüm bu kanıtlar göz önüne alındığında, nekroptozun in vivo koklear yaşlanmada çok önemli bir rol oynadığı görülmektedir (31).

4.2. Kardiyovasküler Hastalıklarda Nekroptozun Rolü

Nekroptozla ilişkili proteinlerin, kalp yetmezliği, miyokard hasarı, aort anevrizması, iskemik sinir hasarı ve felç dahil olmak üzere çeşitli kardiyovasküler hastalıklarda terapötik hedefler olarak kullanıldığı gösterilmiştir (32).

4.2.1. Miyokardiyal enfarktüs

Miyokardiyal enfarktüs (MI), koroner arterin tıkanmasından kaynaklanan hayatı tehdit eden bir acil durumdur. Miyokard enfarktüs fare kalplerinin iskemik bölümlerinde RIPK3 ekspresyonunun yükseldiği kanıtlandı. RIPK3 eksikliğinin de inflamatuar yanıtı ve enfarktüs boyutunu azaltabileceği, hatta uzun süreli kardiyoprotektif etki gösterebileceği bildirildi (33).

4.2.2. Aort anevrizmaları

Aort anevrizmaları Batı toplumlarında aortun herhangi bir bölümünü etkileyen yaygın bir damar hastalığıdır. Aort anevrizmaları, rüptür nedeniyle ölüm riskinin yüksek olduğu ilerleyici genişleme olarak kendini gösterir. Wang ve ark., insan abdominal aort anevrizmasında, özellikle medial düz kas hücrelerinde RIPK1 ve RIPK3 ekspresyonlarının yükseldiğini ve abdominal aort anevrizmasının fare modelinde RIPK3 seviyesinin de yükseldiğini gözlemledi (34). Çeşitli çalışmalar, nekroptoz inhibitörleri olan Nec-1 ve GSK074'ün, abdominal aort anevrizmasının fare modellerinde aort genişlemesini zayıflattığını bulmuştur (35,36). Bu nedenle, bu sonuçlar nekroptoz yolunun inhibe edilmesinin aort anevrizmalarının tedavisi için potansiyel bir stratejiyi temsil ettiğini göstermektedir.

4.2.3. Ateroskleroz

Ateroskleroz, arteriyel duvarın kronik inflamatuar bir hastalığı olup, akut trombüse ve ardından MI veya felce yol açar ve kardiyovasküler mortalitenin önde gelen nedenidir. Karunakaran ve ark. kararsız karotis aterosklerozu olan hastalarda RIPK3 ve MLKL düzeylerinin daha yüksek olduğunu doğruladı. Düşük yoğunluklu lipoprotein, RIPK3 ve MLKL transkripsiyonunu ve fosforilasyonunu destekler. Nec-1, fare modelinde lezyon boyutunu ve plak instabilitesinin belirteçlerini azaltabilir. Toplu olarak, bu bulgular nekroptozun kararsız aterosklerozun tedavisinde terapötik bir araç olarak hedef alınabileceğini göstermektedir (37).

4.2.4. Diyabetik kardiyomiyopati

Chen ve ark. diyabetik kardiyomiyopatide nekroptozun rol oynadığını gösterdi. RIPK3 eksikliğinin, diyabetik kardiyomiyopatili farelerde miyokard hasarını hafiflettiği, kalp fonksiyonunu iyileştirdiği gözlemlendi (38).

4.3. Pulmoner Hastalıklarda Nekroptozun Rolü

Hava yolu epitel hücrelerinde, endoplazmik retikulum şaperon proteini GRP78, nekroptozun ve NF-κB yolunun düzenlenmesi ile ilişkili olabilecek sigaranın neden olduğu inflamasyonu teşvik ettiği gösterildi. Nekroptoz, sigara dumanının neden olduğu makrofajların inflamatuar tepkisine aracılık eder (39). Kronik obstrüktif akciğer hastalığı, Akut solunum sıkıntısı sendromu ve astım gibi pulmoner hastalıklarda nekroptoz çalışmaları sıklıkla yapılmaktadır.

4.3.1. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı

Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), kalıcı solunum semptomları ve ilerleyici hava yolu tıkanıklığı ile karakterize, önemli morbidite ve mortalite ile ilişkili, her yıl dünya çapında 3 milyondan fazla insanın ölümüne neden olan, sigaraya bağlı kronik bir akciğer hastalığıdır (40). Mizumura ve ark. nekroptozun, RIPK3'ün aktivasyonu ve sigara dumanına maruz kalmanın neden olduğu mitofaji yoluyla KOAH patogenezine potansiyel olarak katkıda bulunabileceğini gösterdi. Ayrıca, RIPK3'ün yüksek ifadesinin insan KOAH akciğerinde olduğunu da keşfettiler. Benzer şekilde Lu ve ark. şiddetli KOAH hastalarında epitel ve makrofajlardaki toplam MLKL proteininin yanı sıra akciğer dokusundaki pRIPK3 ve pMLKL'nin yükseldiğini buldu (41).

4.3.2. Akut solunum sıkıntısı sendromu

Akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS), hızla ilerleyen dispne, takipne ve hipoksemi ile karakterize, kardiyojenik olmayan pulmoner ödemin neden olduğu bir akut solunum yetmezliği sendromudur. ARDS'nin, pulmoner veya ekstrapulmoner bir hasarın, inflamatuar medyatörlerin salınmasına neden olması, alveollerde inflamatuar hücre birikimini ve akciğerin mikrosirkülasyonunu teşvik etmesiyle ortaya çıktığı düşünülmektedir. Önceki çalışmalar, ARDS'nin sıçan modeline göre akciğer dokusunda RIPK1, RIPK3 ve MLKL ekspresyonlarının dikkate değer ölçüde arttığını göstermiştir (42,43). Wang ve ark. şiddetli ARDS modelinde RIPK3'ün anlamlı derecede arttığını, buna eşlik eden pRIPK3 ve MLKL'nin ise hafif ARDS grubunda arttığını göstermişti. RIPK3'ün devre dışı bırakılması hipotermi semptomunu hafifletti, akciğer dokusu hasarını iyileştirdi ve hayatta kalma oranını arttırdı (44).

4.3.3. Astım

Astım, kronik inflamasyon, hava yollarının yeniden şekillenmesi ve öksürük, hırıltı, nefes alma güçlükleri ve göğüste sıkışmaya yol açan hava yolu hiperreaktivitesi ile karakterize, alt solunum yollarının kronik, heterojen bir hastalığıdır. Çalışmalar, eozinofil sitolizinin, otofaji tarafından negatif olarak düzenlenebilen RIPK3-MLKL'ye bağlı nekroptoz yoluyla gerçekleştiğini göstermiştir (45). RIPK1 ve MLKL'nin inhibisyonu, farelerde viral bronşiyolitin şiddetini iyileştirebileceği ve daha sonra astıma ilerlemeyi önleyebileceği bildirilmiştir (46).

4.3.4. İdiyopatik pulmoner fibrozis

İdiyopatik pulmoner fibroz (IPF), akciğerlerin geniş alanlarını kapsayan anormal fibrotik yanıt ve sonuçta solunum yetmezliği ve ölümle karakterize, kronik ve ilerleyici idiyopatik interstisyel pnömonidir. Lee ve ark. insan IPF akciğerlerinde RIPK3 ve pMLKL düzeylerinin belirgin şekilde yükseldiğini gösterdi; bu da nekroptozun IPF gelişimine katkıda bulunabileceğini kanıtlamıştır (47).

4.4. Karaciğer Hastalıklarında Nekroptozun Rolü

Karaciğer hastalıkları, dünya çapında hepatit B, hepatit C, alkolik karaciğer hastalığı (ALD), alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı, hepatik fibroz, siroz, karaciğer yetmezliği ve HCC'ye kadar uzanan başlıca hastalık ve ölüm nedenleridir. Bilgilerimize göre hepatositlerde RIPK3 bulunmaması nedeniyle hepatositlerin nekroptoza duyarlı olmaması gerekir. Bununla birlikte,

belirli bir koşul altında MLKL, immün aracılı karaciğer hastalığında RIPK3'ten bağımsız bir şekilde karaciğer hücresi ölümünü indükleyebilir (48). Roychowdhury ve meslektaşları farklı karaciğer modellerinde nekroptozun etkisini araştırdılar. Çalışmalarının sonucunda, RIPK3 ekspresyonunun arttığını, RIPK1 ekspresyonunun ise hem ALD'li insanların hem de kronik beslenmeden sonra farelerin karaciğer dokularında herhangi bir değişiklik olmadığını buldular. RIPK3 -/- farelerde, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında daha az etanolün neden olduğu steatoz ve hepatosit hasarı vardı, ancak Nec-1 ile tedavi, etanolün neden olduğu hasara karşı koruma sağlamadı (49). Ayrıca yüksek yağlı diyetlere yanıt olarak karaciğer hasarında RIPK3 ve MLKL düzeylerinin daha yüksek olduğunu da gözlemlediler. İlginç bir şekilde, alkol modelinin aksine, RIPK3 eksikliği hepatik steatozu, inflamasyonu ve hepatosit hasarını kötüleştirebildiği bildirilmiştir (50).

4.5. Böbrek Hastalıklarında Nekroptozun Rolü

Hücre ölümü, özellikle de tübül epitel hücrelerinin ölümü, böbrek hastalığının patofizyolojisine kritik katkıda bulunur. Son 15 yılda biriken kanıtlar, nekroptoz olarak adlandırılan düzenlenmiş nekrozun belirli bir formuna, akut tübüler nekroza, nefron kaybına ve uyumsuz renal fibrogeneze merkezi bir patofizyolojik rol atfetmektedir. İmmünojenik olmayan bir süreç olan apoptozun aksine nekroptoz, hücresel içeriklerin ve sitokinlerin salınmasıyla sonuçlanır ve bu da komşu dokuda inflamatuar bir tepkiyi tetikler. Bu nekroinflamatuar ortam, ciddi organ fonksiyon bozukluklarına yol açarak böbrekte kalıcı doku hasarına neden olabilir. Nekroptoz ile çeşitli böbrek hastalıkları arasında bir bağlantı olduğuna dair kanıtlara rağmen, bu süreci hedef alacak herhangi bir tedavi seçeneği mevcut değildir (51).

4.5.1. Akut böbrek hasarı

Akut böbrek hasarı, serum kreatinin düzeyindeki artış, idrar çıkışında azalma ve metabolik toksinlerin birikmesiyle böbrek fonksiyonlarında ani bir azalma ile tanımlanır. RIPK3 eksikliğinin böbrek allogreftlerinin işlevini koruduğunu bulunmuştur (52). Benzer şekilde, MLKL eksikliğinin de intrinsik böbrek hasarına karşı koruyucu olduğu bildirilmiştir (20).

4.5.2. Kronik böbrek hastalığı

Nekroptoz aynı zamanda subtotal nefrektomize edilmiş sıçanların kronik böbrek hasarında da bulundu. Zhu ve ark. nekroptotik hücre ölümünün ve en yüksek RIPK1 ve RIPK3 seviyesinin subtotal nefrektomi ameliyatından 8 hafta sonra ortaya çıktığını buldu. Nec-1 uygulamasından sonra böbrek fonksiyonu ve böbrek patolojik değişiklikleri düzeldi ve RIPK1, RIPK3, MLKL'nin aşırı ekspresyonu azaldı (53).

4.6. Eklem Hastalıklarında Nekroptozun Rolü

Kıkırdak travmasının katabolik gen ekspresyonunun indüksiyonu, inflamasyon ve ilerleyici hücre ölümü ile sonuçlandığı bilinmektedir. Zhang ve arkadaşlarına göre nekroptoz, 4-7 gün boyunca tekrarlayan mekanik yükleme sırasında mandibular kıkırdak incelmesinde de rol oynayabilir ve bir sıçan modelinde gösterildiği gibi ROS üretimi tarafından yönlendirildiği düşünülmüştür (54).

4.6.1. Romatoid artrit

Romatoid artrit (RA), kronik ve sistemik inflamasyonla karakterize otoimmün bir hastalıktır. RA, eklem kıkırdağı ve kemik erozyonu, sinovit, eklem deformitesi, yaşam kalitesinin azalması

ve mortalitenin artmasıyla ilişkilidir. Nekroptoz, RA dahil sistemik inflamatuar yanıt sendromunda çok önemli bir rol oynar (55). Chen ve ark. RA modelinin eklem kondrositlerinde nekroptozun rolü olduğunu doğruladı. RIPK1, RIPK3 ve pMLKL'nin ekspresyonları hem in vivo adjuvan artritli sıçan eklem kıkırdağında hem de in vitro asitle indüklenen kondrositlerde belirgin şekilde yükselmiştir. Nec-1 ile tedavi, kondrosit nekroptozunu inhibe edebilir, eklem kıkırdağı hasarını önleyebilir ve proinflamatuar sitokin miktarını azaltabilir (56).

4.6.2. Osteoartrit

Eklem kıkırdağının tahrip olmasıyla karakterize edilen en yaygın dejeneratif hastalık olan Osteoartrit (OA), mekanik stres, anormal eklem mekaniği ve birçok risk faktöründen kaynaklanır. Son raporlara göre, OA kıkırdağında önemli miktarda oksidatif stres ve sitokin salınımı birikmesi, kıkırdak hasarı ile nekroptotik süreçler arasında karmaşık bir ilişkiye işaret etmektedir (57,58). Cheng ve ark. hem OA hastalarında hem de deneysel sıçan modellerinde OA kıkırdağında RIPK1 ekspresyonunun belirgin şekilde arttığını buldu. Eklem kıkırdağında RIPK1'in yukarı regülasyonu, sıçanlarda kıkırdakta yapısal ve fonksiyonel kusurlara neden olabilir; bu, RIPK1'in hücre dışı matriks metabolizması homeostazisini bozmada ve OA ilerlemesi sırasında kondrosit nekroptozunu düzenlemede hayati rolü olabileceğini gösterir. RIPK1 kinaz inhibitörü (Nec-1), sıçanlarda travmaya bağlı kıkırdak bozulmasını ve uzuv ağrısını güçlü bir şekilde önleyebilir (59). RIPK1 ile tutarlı olarak RIPK3 de OA patogenezinde önemli bir rol oynar. Jeon ve ark. RIPK3 ekspresyonunun, insan kıkırdağının OA'dan zarar görmüş bölgelerinde, hasarsız kıkırdak örneklerine göre belirgin şekilde daha yüksek olduğunu bulmuşlardır (60).

4.7. Kanserde Nekroptozun Rolü

Nekroptozun kanserdeki rolü tartışmalıdır, çünkü hem bir tümör baskılayıcı hem de bir tümör destekleyicisi olabilir. Nekroptoz, anormal hücre ölümünü indükleyerek iyi bir prognoza yol açarken, aynı zamanda inflamasyon ve kanser metastazına da yol açabilir. Birçok kanser türünde ana nekroptotik üyelerin yukarı ve aşağı regülasyonu gözlenmiştir. RIPK1'in ekspresyonu genellikle çeşitli kanserlerde normal bir seviyede korunur, ancak ekspresyonu, glioblastoma, akciğer kanseri ve MDS'de yukarı doğru (artışla) düzenlenir ve bu da kanser prognozu üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. RIPK1'e ek olarak RIPK3 ve MLKL ayrıca onkogenezde yer alır ve prognozla ilgilidir. Tümör hücreleri, metastazın erken evresinde uzak organları kolonize etmek için çoğunlukla dolaşım sistemi yoluyla yayılır. Bu süreçte, tümör hücreleri tarafından indüklenen endotelyal hücre nekroptozu, ekstravazasyonu ve metastazı teşvik edebilir (61-64).

5. NEKROPTOZU DÜZENLEYEN İLAÇLAR VE AJANLAR

Nekroptoz, hücre ölümünün çok önemli bir modelidir. Sadece organizma homeostazisinin korunmasında rol almaz, aynı zamanda hastalık oluşumunun ve gelişiminin düzenlenmesinde de hayati bir rol oynar. Nekroptoz, hastalıklarda ve gelişimlerinde iki ucu keskin bir kılıçtır. Araştırmalar, nekroptozun engellenmesinin iç homeostazı korumak ve inflamasyonu, iskemiyi ve toksik sendromları dizginlemek için anlamlı olduğunu göstermiştir. Bu arada, ilaçlar ve ajanların neden olduğu nekroptoz, birçok tümörün tedavisinde terapötik paradigmalar olarak kullanıldı. Bu nedenle, nekroptozu inhibe eden veya teşvik eden ilaçlar, insan hastalıkları için terapötik potansiyele sahip olabilir (65,66).

Birkaç küçük molekül inhibitörünün, seçici 6-fosfofrukto-2-kinaz (PFKFB3) inhibitörü PFK15, Smac mimetic BV6, Bcl-2 inhibitörü ABT737 ve Obatoclax dahil olmak üzere anahtar

nekroptoz moleküllerinin ekspresyonunu indüklediği rapor edilmiştir. İnterferonlar, etanol ve valproik asit gibi çok sayıda ilacın da nekroptozu tetiklediği kanıtlanmıştır. Karbon iyonunun nazofaringeal karsinomda MLKL ekspresyonunu indüklediği bulundu. Desitabin, 5-azasitidin, 5-florourasil, sisplatin, antrasiklinler ve oksaliplatin dahil olmak üzere kemoterapötik ilaçlar, nekroptozu indükleyerek kanser tedavisinde kritik öneme sahiptir. Ayrıca tanshinon, shikonin, emodin, bufalin, kurkumin ve resibufogenin gibi geleneksel Çin ilaçları da farklı tümörlerin tedavisinde nekroptoz indüksiyonunu hedefler (18).

Küçük molekül inhibitörleri, immünosüpresif ilaçlar, geleneksel Çin tıbbı ilaçları ve diğer ajanlar dahil olmak üzere çeşitli ilaçların nekroptozu azaltabildiği de belgelenmiştir. Klinik olarak kullanılan bir antikonvülsan olan fenitoin, epilepsi ve meme kanserinde RIPK1 aktivitesini inhibe edebilir. Dahası, geleneksel Çin tıbbı ilaçları, aucubin, wogonin, paçuli alkolü ve cassia auriculata yaprağı ekstresi gibi moleküller nekroptozu engelleyebilir. Sonuç olarak, nekroptozu veya RIPK1, RIPK3 ve MLKL ekspresyonunu inhibe eden ilaç ve ajanlar, insan hastalıkları için terapötik potansiyele sahip olabilir (67-69).

6. SONUÇ

Nekroptoz, hücre ölümünün benzersiz bir şekli biçiminde, kaspaz sinyal yolunun aktivasyonundan bağımsız olarak RIPK1/RIPK3/MLKL kompleksi tarafından yönetilir. Bu konudaki son araştırmalar, nekroptozun insanların ve hayvanların biyolojik aktivitelerinde yaygın olarak yer aldığını göstermektedir. Nekroptozun moleküler mekanizmasının ve hastalık ve doku homeostazındaki rolünün açıklığa kavuşturulması, hastalıklarla mücadele ve homeostazı sürdürmek için özelliklerinden yararlanmak için büyük önem taşımaktadır. Hayati biyolojik aktivitelerdeki önemli rolü nedeniyle, nekroptozun ve anahtar moleküllerinin düzenlenme mekanizmasının anlaşılması, sağlığın korunması ve hastalık tedavisi alanlarında geniş terapötik beklentilere yol açabilecektir. Bununla birlikte, bir endişe, nekroptoz üzerine ilaç araştırmalarının çoğunun in vitro deneyler veya hayvan modelleri yoluyla yapılmış olmasıdır, bu nedenle, bu bileşiklerin ve ilaçların klinik uygulanabilirliği henüz klinik deneylerde değerlendirilmemiştir.

7. KAYNAKLAR

1. Galluzzi, L., Vitale, I., Aaronson, S. A., Abrams, J. M., Adam, D., Agostinis, P., Alnemri, E. S., Altucci, L., Amelio, I., Andrews, D. W., Annicchiarico-Petruzzelli, M., Antonov, A. V., Arama, E., Baehrecke, E. H., Barlev, N. A., Bazan, N. G., Bernassola, F., Bertrand, M. J. M., Bianchi, K., Blagosklonny, M. V., … Kroemer, G. (2018). Molecular mechanisms of cell death: recommendations of the Nomenclature Committee on Cell Death 2018. *Cell death and differentiation*, *25*(3), 486–541.
2. Galluzzi, L., Maiuri, M. C., Vitale, I., Zischka, H., Castedo, M., Zitvogel, L., & Kroemer, G. (2007). Cell death modalities: classification and pathophysiological implications. *Cell death and differentiation*, *14*(7), 1237–1243.
3. Majno, G., & Joris, I. (1995). Apoptosis, oncosis, and necrosis. An overview of cell death. *The American journal of pathology*, *146*(1), 3–15.
4. Galluzzi, L., Kepp, O., Chan, F. K., & Kroemer, G. (2017). Necroptosis: Mechanisms and Relevance to Disease. *Annual review of pathology*, *12*, 103–130.
5. Weinlich, R., Oberst, A., Beere, H. M., & Green, D. R. (2017). Necroptosis in development, inflammation and disease. *Nature reviews. Molecular cell biology*, *18*(2), 127–136.

6. Linkermann, A., & Green, D. R. (2014). Necroptosis. *The New England journal of medicine*, *370*(5), 455–465.
7. Kaczmarek, A., Vandenabeele, P., & Krysko, D. V. (2013). Necroptosis: the release of damage-associated molecular patterns and its physiological relevance. *Immunity*, *38*(2), 209–223.
8. Tonnus, W., Meyer, C., Paliege, A., Belavgeni, A., von Mässenhausen, A., Bornstein, S. R., Hugo, C., Becker, J. U., & Linkermann, A. (2019). The pathological features of regulated necrosis. *The Journal of pathology*, *247*(5), 697–707.
9. Holler, N., Zaru, R., Micheau, O., Thome, M., Attinger, A., Valitutti, S., Bodmer, J. L., Schneider, P., Seed, B., & Tschopp, J. (2000). Fas triggers an alternative, caspase-8-independent cell death pathway using the kinase RIP as effector molecule. *Nature immunology*, *1*(6), 489–495.
10. Cho, Y. S., Challa, S., Moquin, D., Genga, R., Ray, T. D., Guildford, M., & Chan, F. K. (2009). Phosphorylation-driven assembly of the RIP1-RIP3 complex regulates programmed necrosis and virus-induced inflammation. *Cell*, *137*(6), 1112–1123.
11. Sun, L., Wang, H., Wang, Z., He, S., Chen, S., Liao, D., Wang, L., Yan, J., Liu, W., Lei, X., & Wang, X. (2012). Mixed lineage kinase domain-like protein mediates necrosis signaling downstream of RIP3 kinase. *Cell*, *148*(1-2), 213–227.
12. Vandenabeele, P., Galluzzi, L., Vanden Berghe, T., & Kroemer, G. (2010). Molecular mechanisms of necroptosis: an ordered cellular explosion. *Nature reviews. Molecular cell biology*, *11*(10), 700–714.
13. Mompeán, M., Li, W., Li, J., Laage, S., Siemer, A. B., Bozkurt, G., Wu, H., & McDermott, A. E. (2018). The Structure of the Necrosome RIPK1-RIPK3 Core, a Human Hetero-Amyloid Signaling Complex. *Cell*, *173*(5), 1244–1253.e10.
14. Kaiser, W. J., Sridharan, H., Huang, C., Mandal, P., Upton, J. W., Gough, P. J., Sehon, C. A., Marquis, R. W., Bertin, J., & Mocarski, E. S. (2013). Toll-like receptor 3-mediated necrosis via TRIF, RIP3, and MLKL. *The Journal of biological chemistry*, *288*(43), 31268–31279.
15. Pasparakis, M., & Vandenabeele, P. (2015). Necroptosis and its role in inflammation. *Nature*, *517*(7534), 311–320.
16. Zhou, W., & Yuan, J. (2014). Necroptosis in health and diseases. *Seminars in cell & developmental biology*, *35*, 14–23.
17. Li, J., Ke, X., Yan, F., Lei, L., & Li, H. (2018). Necroptosis in the periodontal homeostasis: Signals emanating from dying cells. *Oral diseases*, *24*(6), 900–907.
18. Liu, X., Xie, X., Ren, Y., Shao, Z., Zhang, N., Li, L., Ding, X., & Zhang, L. (2021). The role of necroptosis in disease and treatment. *MedComm*, *2*(4), 730–755.
19. Degterev, A., Huang, Z., Boyce, M., Li, Y., Jagtap, P., Mizushima, N., Cuny, G. D., Mitchison, T. J., Moskowitz, M. A., & Yuan, J. (2005). Chemical inhibitor of nonapoptotic cell death with therapeutic potential for ischemic brain injury. *Nature chemical biology*, *1*(2), 112–119.
20. Newton, K., Dugger, D. L., Maltzman, A., Greve, J. M., Hedehus, M., Martin-McNulty, B., Carano, R. A., Cao, T. C., van Bruggen, N., Bernstein, L., Lee, W. P., Wu, X., DeVoss, J., Zhang, J., Jeet, S., Peng, I., McKenzie, B. S., Roose-Girma, M., Caplazi, P., Diehl, L., … Vucic, D. (2016). RIPK3 deficiency or catalytically inactive RIPK1 provides greater benefit than MLKL deficiency in mouse models of inflammation and tissue injury. *Cell death and differentiation*, *23*(9), 1565–1576.

21. Zhang, Y., Li, M., Li, X., Zhang, H., Wang, L., Wu, X., Zhang, H., & Luo, Y. (2020). Catalytically inactive RIP1 and RIP3 deficiency protect against acute ischemic stroke by inhibiting necroptosis and neuroinflammation. *Cell death & disease*, *11*(7), 565.
22. Yang, J., Zhao, Y., Zhang, L., Fan, H., Qi, C., Zhang, K., Liu, X., Fei, L., Chen, S., Wang, M., Kuang, F., Wang, Y., & Wu, S. (2018). RIPK3/MLKL-Mediated Neuronal Necroptosis Modulates the M1/M2 Polarization of Microglia/Macrophages in the Ischemic Cortex. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)*, *28*(7), 2622–2635.
23. Iannielli, A., Bido, S., Folladori, L., Segnali, A., Cancellieri, C., Maresca, A., Massimino, L., Rubio, A., Morabito, G., Caporali, L., Tagliavini, F., Musumeci, O., Gregato, G., Bezard, E., Carelli, V., Tiranti, V., & Broccoli, V. (2018). Pharmacological Inhibition of Necroptosis Protects from Dopaminergic Neuronal Cell Death in Parkinson's Disease Models. *Cell reports*, *22*(8), 2066–2079.
24. Oñate, M., Catenaccio, A., Salvadores, N., Saquel, C., Martinez, A., Moreno-Gonzalez, I., Gamez, N., Soto, P., Soto, C., Hetz, C., & Court, F. A. (2020). The necroptosis machinery mediates axonal degeneration in a model of Parkinson disease. *Cell death and differentiation*, *27*(4), 1169–1185.
25. Caccamo, A., Branca, C., Piras, I. S., Ferreira, E., Huentelman, M. J., Liang, W. S., Readhead, B., Dudley, J. T., Spangenberg, E. E., Green, K. N., Belfiore, R., Winslow, W., & Oddo, S. (2017). Necroptosis activation in Alzheimer's disease. *Nature neuroscience*, *20*(9), 1236–1246.
26. Ofengeim, D., Mazzitelli, S., Ito, Y., DeWitt, J. P., Mifflin, L., Zou, C., Das, S., Adiconis, X., Chen, H., Zhu, H., Kelliher, M. A., Levin, J. Z., & Yuan, J. (2017). RIPK1 mediates a disease-associated microglial response in Alzheimer's disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *114*(41), E8788–E8797.
27. Motawi, T. M. K., Abdel-Nasser, Z. M., & Shahin, N. N. (2020). Ameliorative Effect of Necrosulfonamide in a Rat Model of Alzheimer's Disease: Targeting Mixed Lineage Kinase Domain-like Protein-Mediated Necroptosis. *ACS chemical neuroscience*, *11*(20), 3386–3397.
28. Re, D. B., Le Verche, V., Yu, C., Amoroso, M. W., Politi, K. A., Phani, S., Ikiz, B., Hoffmann, L., Koolen, M., Nagata, T., Papadimitriou, D., Nagy, P., Mitsumoto, H., Kariya, S., Wichterle, H., Henderson, C. E., & Przedborski, S. (2014). Necroptosis drives motor neuron death in models of both sporadic and familial ALS. *Neuron*, *81*(5), 1001–1008.
29. Ofengeim, D., Ito, Y., Najafov, A., Zhang, Y., Shan, B., DeWitt, J. P., Ye, J., Zhang, X., Chang, A., Vakifahmetoglu-Norberg, H., Geng, J., Py, B., Zhou, W., Amin, P., Berlink Lima, J., Qi, C., Yu, Q., Trapp, B., & Yuan, J. (2015). Activation of necroptosis in multiple sclerosis. *Cell reports*, *10*(11), 1836–1849.
30. Zhang, S., Su, Y., Ying, Z., Guo, D., Pan, C., Guo, J., Zou, Z., Wang, L., Zhang, Z., Jiang, Z., Zhang, Z., & Wang, X. (2019). RIP1 kinase inhibitor halts the progression of an immune-induced demyelination disease at the stage of monocyte elevation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *116*(12), 5675–5680.
31. Lyu, A. R., Kim, T. H., Park, S. J., Shin, S. A., Jeong, S. H., Yu, Y., Huh, Y. H., Je, A. R., Park, M. J., & Park, Y. H. (2020). Mitochondrial Damage and Necroptosis in Aging Cochlea. *International journal of molecular sciences*, *21*(7), 2505.

32. Jun-Long, H., Yi, L., Bao-Lian, Z., Jia-Si, L., Ning, Z., Zhou-Heng, Y., Xue-Jun, S., & Wen-Wu, L. (2018). Necroptosis Signaling Pathways in Stroke: From Mechanisms to Therapies. *Current neuropharmacology*, *16*(9), 1327–1339.
33. Luedde, M., Lutz, M., Carter, N., Sosna, J., Jacoby, C., Vucur, M., Gautheron, J., Roderburg, C., Borg, N., Reisinger, F., Hippe, H. J., Linkermann, A., Wolf, M. J., Rose-John, S., Lüllmann-Rauch, R., Adam, D., Flögel, U., Heikenwalder, M., Luedde, T., & Frey, N. (2014). RIP3, a kinase promoting necroptotic cell death, mediates adverse remodelling after myocardial infarction. *Cardiovascular research*, *103*(2), 206–216.
34. Wang, Q., Liu, Z., Ren, J., Morgan, S., Assa, C., & Liu, B. (2015). Receptor-interacting protein kinase 3 contributes to abdominal aortic aneurysms via smooth muscle cell necrosis and inflammation. *Circulation research*, *116*(4), 600–611.
35. Wang, Q., Zhou, T., Liu, Z., Ren, J., Phan, N., Gupta, K., Stewart, D. M., Morgan, S., Assa, C., Kent, K. C., & Liu, B. (2017). Inhibition of Receptor-Interacting Protein Kinase 1 with Necrostatin-1s ameliorates disease progression in elastase-induced mouse abdominal aortic aneurysm model. *Scientific reports*, *7*, 42159.
36. Zhou, T., Wang, Q., Phan, N., Ren, J., Yang, H., Feldman, C. C., Feltenberger, J. B., Ye, Z., Wildman, S. A., Tang, W., & Liu, B. (2019). Identification of a novel class of RIP1/RIP3 dual inhibitors that impede cell death and inflammation in mouse abdominal aortic aneurysm models. *Cell death & disease*, *10*(3), 226.
37. Karunakaran, D., Geoffrion, M., Wei, L., Gan, W., Richards, L., Shangari, P., DeKemp, E. M., Beanlands, R. A., Perisic, L., Maegdefessel, L., Hedin, U., Sad, S., Guo, L., Kolodgie, F. D., Virmani, R., Ruddy, T., & Rayner, K. J. (2016). Targeting macrophage necroptosis for therapeutic and diagnostic interventions in atherosclerosis. *Science advances*, *2*(7), e1600224.
38. Chen, Y., Li, X., Hua, Y., Ding, Y., Meng, G., & Zhang, W. (2021). RIPK3-Mediated Necroptosis in Diabetic Cardiomyopathy Requires CaMKII Activation. *Oxidative medicine and cellular longevity*, *2021*, 6617816.
39. Lu, Z., Van Eeckhoutte, H. P., Liu, G., Nair, P. M., Jones, B., Gillis, C. M., Nalkurthi, B. C., Verhamme, F., Buyle-Huybrecht, T., Vandenabeele, P., Vanden Berghe, T., Brusselle, G. G., Horvat, J. C., Murphy, J. M., Wark, P. A., Bracke, K. R., Fricker, M., & Hansbro, P. M. (2021). Necroptosis Signaling Promotes Inflammation, Airway Remodeling, and Emphysema in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *American journal of respiratory and critical care medicine*, *204*(6), 667–681.
40. Rabe, K. F., & Watz, H. (2017). Chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet (London, England)*, *389*(10082), 1931–1940.
41. Mizumura, K., Cloonan, S. M., Nakahira, K., Bhashyam, A. R., Cervo, M., Kitada, T., Glass, K., Owen, C. A., Mahmood, A., Washko, G. R., Hashimoto, S., Ryter, S. W., & Choi, A. M. (2014). Mitophagy-dependent necroptosis contributes to the pathogenesis of COPD. *The Journal of clinical investigation*, *124*(9), 3987–4003.
42. Pan, L., Yao, D. C., Yu, Y. Z., Chen, B. J., Li, S. J., Hu, G. H., Xi, C., Wang, Z. H., Li, J. H., Long, J., & Tu, Y. S. (2016). Activation of necroptosis in a rat model of acute respiratory distress syndrome induced by oleic acid. *Sheng li xue bao : [Acta physiologica Sinica]*, *68*(5), 661–668.
43. Pan, L., Yao, D. C., Yu, Y. Z., Li, S. J., Chen, B. J., Hu, G. H., Xi, C., Wang, Z. H., Wang, H. Y., Li, J. H., & Tu, Y. S. (2016). Necrostatin-1 protects against oleic acid-induced acute respiratory distress syndrome in rats. *Biochemical and biophysical research communications*, *478*(4), 1602–1608.

44. Wang, L., Wang, T., Li, H., Liu, Q., Zhang, Z., Xie, W., Feng, Y., Socorburam, T., Wu, G., Xia, Z., & Wu, Q. (2016). Receptor Interacting Protein 3-Mediated Necroptosis Promotes Lipopolysaccharide-Induced Inflammation and Acute Respiratory Distress Syndrome in Mice. *PloS one*, *11*(5), e0155723.
45. Radonjic-Hoesli, S., Wang, X., de Graauw, E., Stoeckle, C., Styp-Rekowska, B., Hlushchuk, R., Simon, D., Spaeth, P. J., Yousefi, S., & Simon, H. U. (2017). Adhesion-induced eosinophil cytolysis requires the receptor-interacting protein kinase 3 (RIPK3)-mixed lineage kinase-like (MLKL) signaling pathway, which is counterregulated by autophagy. *The Journal of allergy and clinical immunology*, *140*(6), 1632–1642.
46. Simpson, J., Loh, Z., Ullah, M. A., Lynch, J. P., Werder, R. B., Collinson, N., Zhang, V., Dondelinger, Y., Bertrand, M. J. M., Everard, M. L., Blyth, C. C., Hartel, G., Van Oosterhout, A. J., Gough, P. J., Bertin, J., Upham, J. W., Spann, K. M., & Phipps, S. (2020). Respiratory Syncytial Virus Infection Promotes Necroptosis and HMGB1 Release by Airway Epithelial Cells. *American journal of respiratory and critical care medicine*, *201*(11), 1358–1371.
47. Lee, J. M., Yoshida, M., Kim, M. S., Lee, J. H., Baek, A. R., Jang, A. S., Kim, D. J., Minagawa, S., Chin, S. S., Park, C. S., Kuwano, K., Park, S. W., & Araya, J. (2018). Involvement of Alveolar Epithelial Cell Necroptosis in Idiopathic Pulmonary Fibrosis Pathogenesis. *American journal of respiratory cell and molecular biology*, *59*(2), 215–224.
48. Dara, L., Liu, Z. X., & Kaplowitz, N. (2016). A murder mystery in the liver: who done it and how?. *The Journal of clinical investigation*, *126*(11), 4068–4071.
49. Roychowdhury, S., McMullen, M. R., Pisano, S. G., Liu, X., & Nagy, L. E. (2013). Absence of receptor interacting protein kinase 3 prevents ethanol-induced liver injury. *Hepatology (Baltimore, Md.)*, *57*(5), 1773–1783.
50. Roychowdhury, S., McCullough, R. L., Sanz-Garcia, C., Saikia, P., Alkhouri, N., Matloob, A., Pollard, K. A., McMullen, M. R., Croniger, C. M., & Nagy, L. E. (2016). Receptor interacting protein 3 protects mice from high-fat diet-induced liver injury. *Hepatology (Baltimore, Md.)*, *64*(5), 1518–1533.
51. Kolbrink, B., von Samson-Himmelstjerna, F. A., Murphy, J. M., & Krautwald, S. (2023). Role of necroptosis in kidney health and disease. *Nature reviews. Nephrology*, *19*(5), 300–314.
52. Lau, A., Wang, S., Jiang, J., Haig, A., Pavlosky, A., Linkermann, A., Zhang, Z. X., & Jevnikar, A. M. (2013). RIPK3-mediated necroptosis promotes donor kidney inflammatory injury and reduces allograft survival. *American journal of transplantation : official journal of the American Society of Transplantation and the American Society of Transplant Surgeons*, *13*(11), 2805–2818.
53. Zhu, Y., Cui, H., Gan, H., Xia, Y., Wang, L., Wang, Y., & Sun, Y. (2015). Necroptosis mediated by receptor interaction protein kinase 1 and 3 aggravates chronic kidney injury of subtotal nephrectomised rats. *Biochemical and biophysical research communications*, *461*(4), 575–581.
54. Zhang, C., Lin, S., Li, T., Jiang, Y., Huang, Z., Wen, J., Cheng, W., & Li, H. (2017). Mechanical force-mediated pathological cartilage thinning is regulated by necroptosis and apoptosis. *Osteoarthritis and cartilage*, *25*(8), 1324–1334.
55. Lee, S. H., Kwon, J. Y., Kim, S. Y., Jung, K., & Cho, M. L. (2017). Interferon-gamma regulates inflammatory cell death by targeting necroptosis in experimental autoimmune arthritis. *Scientific reports*, *7*(1), 10133.

56. Chen, Y., Zhu, C. J., Zhu, F., Dai, B. B., Song, S. J., Wang, Z. Q., Feng, Y. B., Ge, J. F., Zhou, R. P., & Chen, F. H. (2018). Necrostatin-1 ameliorates adjuvant arthritis rat articular chondrocyte injury via inhibiting ASIC1a-mediated necroptosis. *Biochemical and biophysical research communications*, *504*(4), 843–850.
57. Riegger, J., & Brenner, R. E. (2019). Evidence of necroptosis in osteoarthritic disease: investigation of blunt mechanical impact as possible trigger in regulated necrosis. *Cell death & disease*, *10*(10), 683.
58. Stolberg-Stolberg, J., Sambale, M., Hansen, U., Raschke, A. S. M., Bertrand, J., Pap, T., & Sherwood, J. (2020). Cartilage Trauma Induces Necroptotic Chondrocyte Death and Expulsion of Cellular Contents. *International journal of molecular sciences*, *21*(12), 4204.
59. Cheng, J., Duan, X., Fu, X., Jiang, Y., Yang, P., Cao, C., Li, Q., Zhang, J., Hu, X., Zhang, X., & Ao, Y. (2021). RIP1 Perturbation Induces Chondrocyte Necroptosis and Promotes Osteoarthritis Pathogenesis *via* Targeting BMP7. *Frontiers in cell and developmental biology*, *9*, 638382.
60. Jeon, J., Noh, H. J., Lee, H., Park, H. H., Ha, Y. J., Park, S. H., Lee, H., Kim, S. J., Kang, H. C., Eyun, S. I., Yang, S., & Kim, Y. S. (2020). TRIM24-RIP3 axis perturbation accelerates osteoarthritis pathogenesis. *Annals of the rheumatic diseases*, *79*(12), 1635–1643.
61. Ruan, J., Mei, L., Zhu, Q., Shi, G., & Wang, H. (2015). Mixed lineage kinase domain-like protein is a prognostic biomarker for cervical squamous cell cancer. *International journal of clinical and experimental pathology*, *8*(11), 15035–15038.
62. Nugues, A. L., El Bouazzati, H., Hétuin, D., Berthon, C., Loyens, A., Bertrand, E., Jouy, N., Idziorek, T., & Quesnel, B. (2014). RIP3 is downregulated in human myeloid leukemia cells and modulates apoptosis and caspase-mediated p65/RelA cleavage. *Cell death & disease*, *5*(8), e1384.
63. Höckendorf, U., Yabal, M., Herold, T., Munkhbaatar, E., Rott, S., Jilg, S., Kauschinger, J., Magnani, G., Reisinger, F., Heuser, M., Kreipe, H., Sotlar, K., Engleitner, T., Rad, R., Weichert, W., Peschel, C., Ruland, J., Heikenwalder, M., Spiekermann, K., Slotta-Huspenina, J., … Jost, P. J. (2016). RIPK3 Restricts Myeloid Leukemogenesis by Promoting Cell Death and Differentiation of Leukemia Initiating Cells. *Cancer cell*, *30*(1), 75–91.
64. Strilic, B., Yang, L., Albarrán-Juárez, J., Wachsmuth, L., Han, K., Müller, U. C., Pasparakis, M., & Offermanns, S. (2016). Tumour-cell-induced endothelial cell necroptosis via death receptor 6 promotes metastasis. *Nature*, *536*(7615), 215–218.
65. Kondylis, V., Kumari, S., Vlantis, K., & Pasparakis, M. (2017). The interplay of IKK, NF-κB and RIPK1 signaling in the regulation of cell death, tissue homeostasis and inflammation. *Immunological reviews*, *277*(1), 113–127.
66. Deng, X. X., Li, S. S., & Sun, F. Y. (2019). Necrostatin-1 Prevents Necroptosis in Brains after Ischemic Stroke via Inhibition of RIPK1-Mediated RIPK3/MLKL Signaling. *Aging and disease*, *10*(4), 807–817.
67. Wang, J., Li, Y., Huang, W. H., Zeng, X. C., Li, X. H., Li, J., Zhou, J., Xiao, J., Xiao, B., Ouyang, D. S., & Hu, K. (2017). The Protective Effect of Aucubin from Eucommia ulmoides Against Status Epilepticus by Inducing Autophagy and Inhibiting Necroptosis. *The American journal of Chinese medicine*, *45*(3), 557–573.
68. Meng, X. M., Li, H. D., Wu, W. F., Ming-Kuen Tang, P., Ren, G. L., Gao, L., Li, X. F., Yang, Y., Xu, T., Ma, T. T., Li, Z., Huang, C., Zhang, L., Lv, X. W., & Li, J. (2018).

Wogonin protects against cisplatin-induced acute kidney injury by targeting RIPK1-mediated necroptosis. *Laboratory investigation; a journal of technical methods and pathology*, *98*(1), 79–94.

69. Al Shahrani, M., Chandramoorthy, H. C., Alshahrani, M., Abohassan, M., Eid, R. A., Ravichandran, K., & Rajagopalan, P. (2021). Cassia auriculata leaf extract ameliorates diabetic nephropathy by attenuating autophagic necroptosis via RIP-1/RIP-3-p-p38MAPK signaling. *Journal of food biochemistry*, *45*(7), e13810.

OBEZ ERGENLERDE ADİPONEKTİN (rs266729 ve rs17300539) GEN VARYANTLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: ÖN ÇALIŞMA

M.Sc.Bio, YASEMİN OYACI[1], Doç. Dr. AYLİN YETİM ŞAHİN[2], M.Sc.Bio, SEVDE HASANOĞLU SAYIN[3], Dr. SHAHRİ KHUDİYEVA[4], Prof. Dr. SACİDE PEHLİVAN[5]

[1] İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye,

- ORCID ID: 0000-0002-1338-0087

[2] İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD., İstanbul, Türkiye, - 0000-0002-4059-1760

[3] İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye,

– ORCID ID: 0000 0003-2378-1535

[4] İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD., İstanbul, Türkiye, - ORCID ID: 0000-0002-5697-9217

[5] İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji AD., İstanbul, Türkiye

- ORCID ID: 0000-0003-1272-5845

ÖZET

Pediatrik popülasyonda obezite prevalansı son 40 yılda dört kattan fazla artmıştır. Obezitenin çocukluk veya ergenlik döneminde başladığı, ardından erişkin yaştan önce dislipidemi, hipertansiyon, koroner hastalıklar, diyabet ve depresyon riskini arttırdığı bilinmektedir. Obezite birbiriyle etkileşim halinde olan ve gelişimine katkıda bulunan genetik, epigenetik ve çevresel etkenlerle birlikte çok faktörlü bir durumdur. Adiponektin, adipositler tarafından üretilen bir adipokin olup 3q27 kromozomal bölgesinde bulunan *ADIPOQ* geni tarafından kodlanır. Lipid metabolizmasında, adipositokin seviyelerinin düzenlenmesinde ve inflamasyonda görev almaktadır. Bu çalışmada, *ADIPOQ* geninin fonksiyonel rolü bilinen 2 gen varyantının obez ergenlerde anlamlı bir rolünün bulunup bulunmadığı araştırılmıştır.

Çalışmaya obezite tanısı almış 85 ergen hasta ve 36 sağlıklı kontrol olmak üzere toplam 121 gönüllü birey dahil edilmiştir. Periferik kandan genomik DNA izole edilerek, *ADIPOQ* geninin rs266729 ve rs17300539 fonksiyonel varyantlarının PCR-RFLP yöntemiyle analizleri yapılmış, elde edilen genotip ve allel sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

ADIPOQ geninin 17300539 varyantı; obez ergenlerde GG genotipi %82,4, AG genotipi %15,2 ve AA genotipi ise %2,4 oranında, kontrol grubunda ise GG genotipi %86,1, AG genotipi %13,9 oranında bulunurken AA genotipine ise rastlanmamıştır. rs266729 varyantının; obez ergenlerde CC genotipinin %64,8, CG genotipinin %32,9 ve GG genotipinin %2,3 oranında kontrol grubunda ise CC genotipinin %58,3, CG genotipinin % 41,7 oranında olduğu gösterilirken GG genotipine rastlanmamıştır. Hastalar ve sağlıklı kontroller karşılaştırıldığında

iki varyantta da genotip ve allel frekansında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Araştırmamız obez ergenlerde bu varyantları inceleyen ilk çalışma olup bu varyantların Türk popülasyonunda ergen obezitesi ile ilişkili olmayabileceğini göstermektedir. Ancak, farklı etnik kökenlerde ve daha fazla sayıda örneklem gruplarıyla yapılacak çalışmalarla bu varyantlar ile obezite arasındaki ilişkinin daha detaylı aydınlatılması sağlanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Obezite, Adiponektin, ADIPOQ, PCR-RFLP

EVALUATION OF ADIPONECTIN (rs266729 and rs17300539) GENE VARIANTS IN OBESE ADOLESCENTS: A PRELIMINARY STUDY

ABSTRACT

The prevalence of obesity in the pediatric population has more than quadrupled in the last 40 years. It is known that obesity begins in childhood or adolescence, then increases the risk of dyslipidemia, hypertension, coronary diseases, diabetes and depression before adulthood. Obesity is a multifactorial condition, with genetic, epigenetic and environmental factors interacting with each other and contributing to its development. Adiponectin is an adipokine produced by adipocytes and is encoded by the ADIPOQ gene located in the chromosomal region 3q27. It plays a role in lipid metabolism, regulation of adipocytokine levels and inflammation. In this study, it was investigated whether 2 gene variants with known functional roles in the ADIPOQ gene have a significant role in obese adolescents.

A total of 121 volunteers, including 85 adolescent patients diagnosed with obesity and 36 healthy controls, were included in the study. Genomic DNA was isolated from peripheral blood and rs266729 and rs17300539 functional variants of the ADIPOQ gene were analyzed by PCR-RFLP method, and the genotype and allele results obtained were evaluated statistically.

17300539 variant of the ADIPOQ gene; In obese adolescents, the GG genotype was found in 82.4%, the AG genotype was found in 15.2% and the AA genotype was found in 2.4%. In the control group, the GG genotype was found in 86.1% and the AG genotype was found in 13.9%, while the AA genotype was not found. rs266729 variant; While it was shown that the CC genotype was 64.8%, the CG genotype was 32.9% and the GG genotype was 2.3% in obese adolescents, and the CC genotype was 58.3% and the CG genotype was 41.7% in the control group, the GG genotype was not found. When patients and healthy controls were compared, no statistically significant difference was detected in genotype and allele frequency in either variant.

Our study is the first to examine these variants in obese adolescents and shows that these variants may not be associated with adolescent obesity in the Turkish population. However, studies conducted in different ethnicities and with larger sample groups will be able to elucidate the relationship between these variants and obesity in more detail.

Keywords: Obesity, Adiponectin, ADIPOQ, PCR-RFLP

1. GİRİŞ

Obezite, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon ve bazı kanserler de dahil olmak üzere dünya çapındaki hastalık yükünün büyük bir kısmını oluşturan ciddi bir halk sağlığı tehdididir (1). Obezite, tüm yaş gruplarındaki çocukları etkileyen karmaşık bir sorundur. Obeziteye neden olan tek bir unsur yoktur. Ancak obezite biyolojik, gelişimsel, davranışsal, genetik ve çevresel faktörler arasındaki karmaşık etkileşimlerden kaynaklanmaktadır. Çocuklukta obezitenin artan prevalansı, kronik bulaşıcı olmayan hastalıkların yükünü artırarak önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır. Obezite çocuklarda erken ergenlik gelişme riskini, ergen kızlarda adet düzensizliklerini, uyku bozukluklarını, diyabet, hipertansiyon, metabolik sendrom ve kardiyovasküler hastalık risk faktörlerini artırır (2).

Yetişkinliğe kadar takip edilen obezite hastası çocukların kalp-damar ve sindirim sistemi hastalıklarına yakalanma olasılıklarının çok daha yüksek olduğu bilinmektedir. Vücut yağındaki artış aynı zamanda çocuklarda meme, kolon, yemek borusu, böbrek ve pankreas kanseri gibi çok sayıda kanser türüne yakalanma riskinin de artmasına neden olmaktadır (3). Genom çapında ilişkilendirme çalışmalarının (GWAS) ortaya çıkışıyla birlikte yaygın hastalıklara yönelik gen keşfi hızlanmıştır. Bugüne kadar yaklaşık 60 GWAS, bir dizi obezite özelliğiyle ilişkili 1.100'den fazla bağımsız lokus/gen tanımlanmıştır (1,4).

Adiponektin, yağ dokusundan sentezlenen ve salınan bir endokrin faktördür. Adiponektin, 30 kDa büyüklüğünde multimerik bir proteindir ve esas olarak beyaz yağ dokusu tarafından salgılanır, ancak diğer dokular da düşük düzeyde adiponektin eksprese etmektedir (5). Serum adiponektin seviyeleri obezite ile azalır ve insülin duyarlılığı ile pozitif olarak ilişkilidir. Obezitede yağ birikimi, adipokin üretiminin düzensizliğine neden olur ve bu da obezite ile ilişkili hastalıkların başlangıcına güçlü bir şekilde katkıda bulunur. Ayrıca kilo kaybı plazma adiponektin düzeylerini önemli ölçüde yükseltir. Adiponektin, 3q27 kromozomal bölgesinde bulunan ADIPOQ geni tarafından kodlanır. ADIPOQ 16 kb'lik bir alanı kaplar ve üç ekson içerir (6). Her ne kadar *ADIPOQ* geni esas olarak adipositlerde eksprese edilse de son çalışmalar adiponektin gen ekspresyonunun hepatositlerde, miyotüplerde ve iskelet kasında indüklenebileceğini bulmuştur. Adiponektin ekspresyonu aynı zamanda kemik oluşturan hücrelerde ve kardiyomiyositlerde de meydana gelmektedir (7). Adiponektin ve reseptörlerinin normal seviyeleri, kilo/yağ kaybı sonrasında yeniden oluşturulur. Bazı mekanizmalar öne sürülmesine rağmen hiçbiri adiponektin regülasyonunda geri bildirim mekanizmasını tam olarak açıklamamaktadır. Obezite, doğrudan adiponektin transkripsiyonunu inhibe ettiği bilinen IL6, IL8, TNFa ve leptin inflamatuar sitokinlerin seviyelerinde belirgin bir artışla karakterize edilen vücutta kronik inflamasyon durumudur. Ayrıca adiponektinin en önemli ve iyi anlaşılmış rolü iskelet kaslarında insülin duyarlılığını arttırmasıdır. İç organ yağ kütlesindeki artış, sistemik adiponektin düzeylerini düşürerek iskelet kasında insülin direnci yaratırken, gıda alımına yanıt olarak glikoz sinyali, dolaşımdaki düşük konsantrasyonları nedeniyle adiponektinin düzenleyici kontrolünden bağımsız pankreas tarafından yüksek insülin salgılanmasını uyarır.

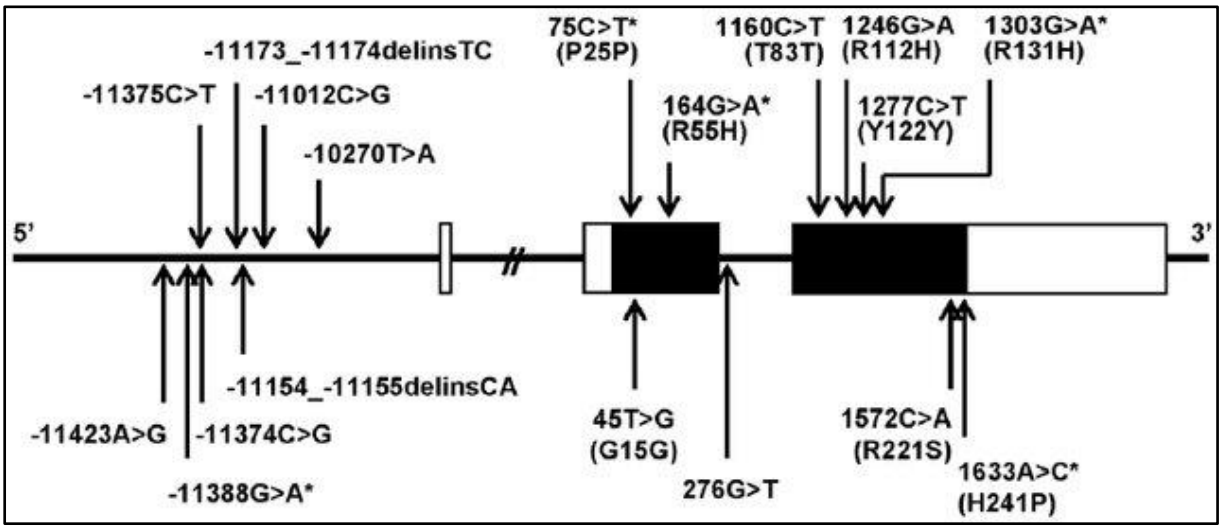
ADIPOQ geni rs266729 (-11377 C/G) ve rs17300539 (-11391 G/A) varyantları ADIPOQ geninin proksimal promotör bölgesinde yer almaktadır.

Input	Chromosome position	Variant name	Chromatin state	Related regulatory elements	Target genes	Extended variants	Associated traits
rs266729	chr3:186559474-186559475	rs266729	Enhancers Weak transcription	TF binding region Chromatin interactive region	5 gene(s)	LD-proxies of rSNP Overlapped rCNV	n/a

Input	Chromosome position	Variant name	Chromatin state	Related regulatory elements	Target genes	Extended variants	Associated traits
rs17300539	chr3:186559460-186559461	rs17300539	Enhancers Weak transcription	TF binding region Chromatin interactive region	5 gene(s)	LD-proxies of rSNP Overlapped rCNV	n/a

Görsel 1: rvarbase tabanında rs266729 ve rs17300539 varyantları (8).

Sonuç olarak, glikoz ve glikojenin yağlara dönüşümü artar ve bunlar daha sonra iskelet kasları tarafından alınır ve tip 2 diyabette tipik olan kas içi yağ birikimine yol açar. Artan yağlanmanın adiponektin seviyelerinde bir düşüşe neden olduğu ve bunun sonucunda kaslarda ve karaciğer gibi hayati organlarda yağ birikmesine yol açan ve adiponektin seviyelerini daha da düşürerek kardiyovasküler hastalıklara ve ateroskleroza yol açan bir kısır döngü başlatılır (9).



Görsel 2: ADIPOQ'un genomik yapısı ve bazı polimorfik varyantları (10).

Bu çalışmada, 85 obez tanısı konmuş ergen hasta ve 36 sağlıklı kontrolde ADIPOQ geninin rs266729 (-11377 C/G) ve rs17300539 (-11391 G/A) varyantlarının PCR-RFLP yöntemiyle analizleri yapılmış, genotip ve allel frekansları karşılaştırılarak aralarında anlamlı bir ilişkinin olup-olmadığının araştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve METOD

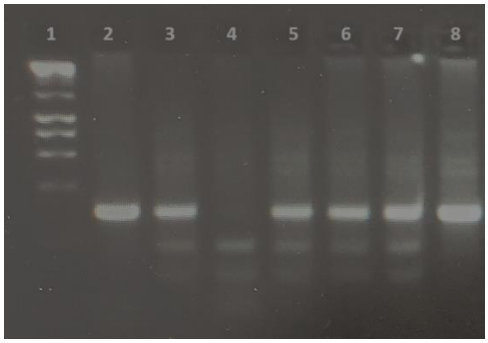
Çalışmaya katılan 121 bireyden (85 hasta ve 36 sağlıklı kontrol) onam alınarak toplanan kanlardan öncelikle lökosit izolasyonu gerçekleştirildi, elde edilen lökositlerden ticari kit ile üreticinin yönergeleri doğrultusunda genomik DNA izolasyonu yapıldı. (ELK Biotech DNA izolasyon kiti).

ADIPOQ geninin rs266729 ve rs17300539 varyantlarının PCR-RFLP yöntemiyle analizleri gerçekleştirildi. Analiz edilecek olan varyantlar için uygun PCR koşullarında DNA örnekleri çoğaltıldı. rs266729 varyantı için HhaI enzimi ve rs17300539 varyantı için MspI enzimi kullanılarak çoğaltılan bölgelerin enzim kesimleri gerçekleştirildi. Ardından örnekler jel elektroforezinde yürütülerek, UV ışık altında genotiplemeleri yapıldı. rs266729 varyantı CC genotipi 296 bp, GC genotipi 113, 183 ve 296 bp, GG genotipi ise 113 ve 183 bp uzunluklarında, rs17300539 varyantında ise AA genotipi 296 bp, GA genotipi 129, 167 ve 296 bp, GG genotipi ise 129 ve 167 bp uzunluklarında bantlar göstermiştir (11).

3. BULGULAR

ADIPOQ rs266729 ve rs17300539 promotör bölge varyantlarının genotip analizi sonuçları Görsel 3'te gösterilmiştir.

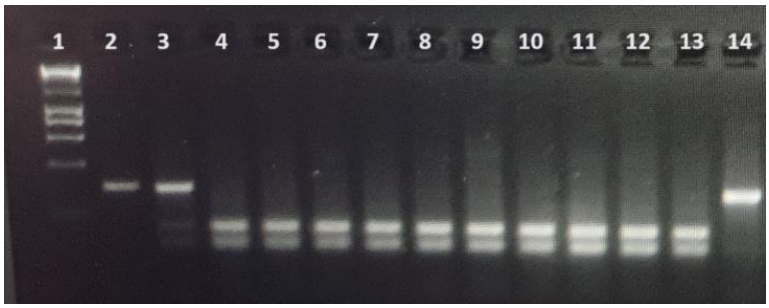
A.



1: Ladder, 2: Non-digest PCR Product, 3,5,6,7: CG, 4: GG, 8: CC

ADIPOQ rs266729 Genotip Analizi

B.



1: Ladder, 2: Non-digest PCR Product, 3: AG, 4-13:GG, 14: AA

ADIPOQ rs17300539 Genotip Analizi

Görsel 3: (A) *ADIPOQ* rs266729 ve (B) rs17300539 promotör bölge varyantlarının genotip analizi agaroz jel görüntüleri

Hastalar ve sağlıklı kontroller karşılaştırıldığında ADIPOQ geninin iki varyantında da genotip ve allel frekansında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. 2 varyantta da hem hasta hem de sağlıklı kontrol gruplarında HWE'den (Hardy-Weinberg Equilibrium) sapma bulunmamaktadır. (Çizelge 1).

Çizelge 1: Hasta ve sağlıklı kontroller karşılaştırıldığında *ADIPOQ* gen varyantlarının genotip ve allel frekanslarının karşılaştırılması

rs17300539 **Genotip**	**Obez Ergen** **n: 85 (%)**	**Sağlıklı Kontrol** **n: 36 (%)**	**P**
AA	2 (% 2,4)	0 (% 0)	0,6302
AG	13 (% 15,2)	5 (% 13,9)	
GG	70 (% 82,4)	31 (% 86,1)	
Allel			
A	17 (% 10)	5 (% 6,9)	0,4497
G	153 (% 90)	67 (% 93,1)	
Hwe	0.165764	0.654326	
rs266729 **Genotip**	**Obez Ergen** **n: 85 (%)**	**Sağlıklı Kontrol** **n: 36 (%)**	
CC	55 (%64,8)	21 (%58,3)	0,4602
CG	28 (% 32,9)	15 (%41,7)	
GG	2 (% 2,3)	0 (%0)	
Allel			
C	138 (% 81,2)	57 (%79,2)	0,7179
G	32 (%18,8)	15 (%20,8)	
Hwe	0.472641	0.114348	

4. TARTIŞMA

Çocuklarda ve ergenlerde obezitenin başlamasına çeşitli etiyolojik nedenler katkıda bulunabilir. Obez çocukların, obez yetişkinlere dönüşme ve kısa vadede daha ciddi hastalık komplikasyonlarına maruz kalma riski daha yüksektir. Çalışmamızda obez ergenlerde ADIPOQ geninin rs266729 (-11377 C/G) ve rs17300539 (-11391 G/A) promotör bölge varyantlarının analizlerini gerçekleştirdik. 2 varyantın hem genotip hem de allel frekanslarında hasta ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel bir anlam saptanmadı.

Tayvanlı 1047 obez bireyde yapılan çalışmada rs266729 varyantı ve obezite arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (13). Polonyalı obez çocuk ve ergenlerde yapılan bir çalışmada ise rs266729 (−11377C/G) varyantı incelenmiş genotipler arası istatiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamakla birlikte en düşük ekspresyon düzeyi GG genotipli hastalarda gözlemlenmiştir (14). Meksika popülasyonunda rs266729 varyantı ile Metabolik sendrom (MetS) arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada G alelinin, MetS gelişimi için bir risk faktörü oluşturduğu gösterilmiştir (15). Çinli ergenlerde yapılan bir çalışmada rs266729 (−11377C/G) varyantı metabolik sendrom ile ilişkilendirmiş fakat alel ve genotip frekansları açısından istatiksel olarak anlamlı bir sonuç bulunamamıştır (12). MetS prevalansı 30'lu yaşlara

kadar düştüğünden obez ergenlerde ileri yaşlarda özellikle dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Brezilyalı 104 obez çocuk ve ergenlerde yapılan çalışmada rs17300539 varyantı obezite ile ilişkilendirilmiştir. AA/AG adiponektin genotiplerine sahip hastaların serum adiponektin konsantrasyonu, GG genotipine kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bu polimorfizmin, adipokinlerin serum düzeylerini değiştirerek bireyleri obeziteye yatkın hale getirdiği belirtilmiştir (16). Obezitesi olan 180 İspanyol hasta üzerinde yapılan bir çalışma, rs17300539 A alelinin taşınmasının yeniden kilo alımına karşı koruma sağladığı bildirilmiştir (17). Avrupa kökenli geniş bir kohortta yapılan çalışmada ise rs17300539 varyantının A alelinin obezite riskiyle ilişkili olduğu bulunmuştur. ADIPOQ rs17300539 A allelinin, dolaşımdaki adiponektin düzeylerini kesin olarak artırmasına rağmen çocuklarda kayda değer herhangi bir koruyucu metabolik etki göstermediği belirtilmiştir (18). Çalışmamızda obez ergenlerde ADIPOQ geninin rs266729 (-11377 C/G) ve rs17300539 (-11391 G/A) promotör bölge varyantlarının analizlerini gerçekleştirdik. 2 varyantın hem genotip hem de allel frekanslarında hasta ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel bir anlam saptanmadı. Literatürdeki bu farklılıklar etnik kökenlerin farklı olmasıyla açıklanabilir. Adiponektin varyantları üzerine yapılan popülasyon bazlı çalışmaların tamamı, adiponektindeki varyantların farklı popülasyonlarda oldukça değişken olduğunu olduğunu ortaya çıkarmıştır.

5. SONUÇ

Dünya çapındaki obezite salgını sadece yetişkinleri değil çocukları da etkilemektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün son verilerine göre beş yaş altı aşırı kilolu ve obez çocukların sayısının 39 milyona yakın olduğu tahmin edilmektedir. Obezite oluşumu çevresel koşullardan yüksek oranda etkilense de genetik alt yapısı yadsınamaz. Araştırmamız obez ergenlerde ADIPOQ geninin rs266729 (-11377 C/G) ve rs17300539 (-11391 G/A) promotör bölge varyantlarını inceleyen ilk çalışma olup Türk popülasyonunda bu varyantların ergen obezitesi ile ilişkili olmayabileceğini göstermektedir. Ancak, farklı etnik kökenlerde ve daha fazla sayıda örneklem gruplarıyla yapılacak çalışmalarla bu varyantlar ile obezite arasındaki ilişkinin daha detaylı aydınlatılması sağlanabilecektir.

6. KAYNAKLAR

1. Loos, R. J. F., & Yeo, G. S. H. (2022). The genetics of obesity: from discovery to biology. Nature reviews. Genetics, 23(2), 120–133.
2. Kansra, A. R., Lakkunarajah, S., & Jay, M. S. (2021). Childhood and Adolescent Obesity: A Review. Frontiers in pediatrics, 8, 581461.
3. Sanyaolu, A., Okorie, C., Qi, X., Locke, J., & Rehman, S. (2019). Childhood and Adolescent Obesity in the United States: A Public Health Concern. Global pediatric health, 6, 2333794X19891305.
4. Buniello, A., MacArthur, J. A. L., Cerezo, M., Harris, L. W., Hayhurst, J., Malangone, C., McMahon, A., Morales, J., Mountjoy, E., Sollis, E., Suveges, D., Vrousgou, O., Whetzel, P. L., Amode, R., Guillen, J. A., Riat, H. S., Trevanion, S.

J., Hall, P., Junkins, H., Flicek, P., … Parkinson, H. (2019). The NHGRI-EBI GWAS Catalog of published genome-wide association studies, targeted arrays and summary statistics 2019. Nucleic acids research, 47(D1), D1005–D1012.

5. Achari, A. E., & Jain, S. K. (2017). Adiponectin, a Therapeutic Target for Obesity, Diabetes, and Endothelial Dysfunction. International journal of molecular sciences, 18(6), 1321.
6. Hivert, M. F., Manning, A. K., McAteer, J. B., Florez, J. C., Dupuis, J., Fox, C. S., O'Donnell, C. J., Cupples, L. A., & Meigs, J. B. (2008). Common variants in the adiponectin gene (ADIPOQ) associated with plasma adiponectin levels, type 2 diabetes, and diabetes-related quantitative traits: the Framingham Offspring Study. Diabetes, 57(12), 3353–3359.
7. Yadav, A., Kataria, M. A., Saini, V., & Yadav, A. (2013). Role of leptin and adiponectin in insulin resistance. Clinica chimica acta; international journal of clinical chemistry, 417, 80–84.
8. 25.11.2023 tarihinde http://rv.psych.ac.cn/ adresinden alınmıştır.
9. Parida, S., Siddharth, S., & Sharma, D. (2019). Adiponectin, Obesity, and Cancer: Clash of the Bigwigs in Health and Disease. International journal of molecular sciences, 20(10), 2519. https://doi.org/10.3390/ijms20102519
10. Jungtrakoon, P., Plengvidhya, N., Tangjittipokin, W., Chimnaronk, S., Salaemae, W., Chongjaroen, N., Chanprasert, K., Sujjitjoon, J., Srisawat, C., & Yenchitsomanus, P. T. (2011). Novel adiponectin variants identified in type 2 diabetic patients reveal multimerization and secretion defects. PloS one, 6(10), e26792.
11. Karimi, H., Nezhadali, M., & Hedayati, M. (2018). Association between adiponectin rs17300539 and rs266729 gene polymorphisms with serum adiponectin level in an Iranian diabetic/pre-diabetic population. Endocrine regulations, 52(4), 176–184.
12. Hsiao, T. J., & Lin, E. (2016). A Validation Study of Adiponectin rs266729 Gene Variant with Type 2 Diabetes, Obesity, and Metabolic Phenotypes in a Taiwanese Population. Biochemical genetics, 54(6), 830–841.
13. Cieslak, J., Bartz, M., Stachowiak, M., Skowronska, B., Majewska, K. A., Harasymczuk, J., Stankiewicz, W., Fichna, P., & Switonski, M. (2012). Effect of three common SNPs in 5'-flanking region of LEP and ADIPOQ genes on their expression in Polish obese children and adolescents. Molecular biology reports, 39(4), 3951–3955.
14. Garcia Robles, M. J., Camarillo Alba, J., Valenzuela Gurrola, M. J., López, J. A., & Ramírez-De Los Santos, S. (2021). ADIPQ gene polymorphism rs266729 (-11377 C>G) and metabolic syndrome risk in a Mexican population of western Mexico. El polimorfismo rs266729 (-11377 C>G) del gen ADIPOQ y el riesgo de síndrome metabólico en una población mexicana del occidente de México. Nutricion hospitalaria, 38(1), 67–72.
15. Li, P., Jiang, R., Li, L., Liu, C., Yang, F., & Qiu, Y. (2015). Correlation of serum adiponectin and adiponectin gene polymorphism with metabolic syndrome in Chinese adolescents. European journal of clinical nutrition, 69(1), 62–67.

16. Menezes, C. A., Alves Junior, E. R., Costa, G. N. O., Dombroski, T. C. D., Mattos, R. T., Gomes, J. A. S., & Rios-Santos, F. (2022). Genetic polymorphisms and plasma concentrations of leptin (rs7799039) and adiponectin (rs17300539) are associated with obesity in children and adolescents. Revista paulista de pediatria : orgao oficial da Sociedade de Pediatria de Sao Paulo, 40, e2021030.
17. Goyenechea, E., Collins, L. J., Parra, D., Abete, I., Crujeiras, A. B., O'Dell, S. D., & Martínez, J. A. (2009). The - 11391 G/A polymorphism of the adiponectin gene promoter is associated with metabolic syndrome traits and the outcome of an energy-restricted diet in obese subjects. Hormone and metabolic research = Hormon- und Stoffwechselforschung = Hormones et metabolisme, 41(1), 55–61.
18. Morandi, A., Maffeis, C., Lobbens, S., Bouatia-Naji, N., Heude, B., Pinelli, L., Meyre, D., & Froguel, P. (2010). Early detrimental metabolic outcomes of rs17300539-A allele of ADIPOQ gene despite higher adiponectinemia. Obesity (Silver Spring, Md.), 18(7), 1469–1473.

KÜÇÜK RUMİNANTLARDA KARACİĞER KELEBEKLERİNE KARŞI OLUŞAN KARACİĞER HASARINDA SİNDEKAN-1 SALINIMININ İMMUNOHİSTOKİMYASAL DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr, NİHAT YUMUŞAK[1], Dr, Kursat FİLİKÇİ[2]
[1] Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Patoloji Anabilim Dalı,
- ORCID: 0000-0002-9299-2902
[2] Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Patoloji Anabilim Dalı,
- ORCID: 0000-0001-9710-9480

ÖZET
Bu çalışmada karaciğer kelebekleri ile enfekte olan küçük ruminantlara ait karaciğer dokularında meydana gelen hasarın patolomorfoloji ve bu hasarda sindekan-1 proteinin rolü araştırıldı. Çalışma amacıyla karaciğer kelebeği tespit edilen 62 ruminanta ait karaciğer doku örneği kullanıldı. Dokular histopatolojik inceleme amacıyla hematoksilen eosin ile boyandı. Sindekan-1 proteinin belirlenmesi amacıyla streptavidin-biotin-peroksidaz (ABC) yöntemi uygulandı. Makroskobik olarak enfekte karaciğerlerde konjesyon, kanama, nekroz ve fibrozis görüldü. Mikroskobik olarak ise şiddetli karaciğer kesitlerinde kanama, inflamasyon, dejenerasyon, nekroz ve safra kanallarında hiperplazi gözlendi. İmmunohistokimyasal olarak enfekte karaciğer dokularında sindekan-1 proteinin şiddetli immunopozitif reaksiyon verdiği tespit edildi. Bu çalışma sonucunda karaciğer kelebeklerinin neden olduğu karaciğer hasarında sindekan-1 proteinin salınımın arttığı belirlenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Ruminant, karaciğer kelebekleri, sindekan-1

1. GİRİŞ
Karaciğer kelebek enfeksiyonları dünyada birçok türde yaygın olarak görülen ve fasiolozis ya da disomatossis olarak adlandırılan parazitik zoonoz hastalıktır. Ruminantlarda kilo kaybına, süt veriminde azalmaya, bakteriyel hastalıklara yatkınlığa, özellikle morbiditiye ve mortaliteye neden olması nedeniyle önemli ekonomik kayıplara neden olur (1, 2, 3). Hastalık gastrointestinal trematodlardan Fasciola spp (Fasciola hepatica, Fasciola gigantica) ve Dicrocoelium dendriticum (D. Dentriticum) tarafından oluşturulur (4, 5). Enfeksiyon karaciğer ve safra kanallarındaki bu parazitler göç sırasında karaciğerde şiddetli kanamaya, nekroza ve fibrozise neden olurlar (6, 7, 8). Sindekan 1, bir heparan sülfat proteoglikanı (HSPG) olup başlıca karaciğer hücrelerinin basolateral yüzeyinden salınır ve karaciğerde triacylglycerolrich lipoproteins (TRLs)'in reseptörü olarak görev yapar (9). Son yıllarda yapılan çalışmalarda karaciğer sirozunda, kronik kholestatic karaciğer hastalığında ve hepatoselüler karsinom gibi karaciğer patolojilerinde rol aldıkları belirlenmiştir (9, 12-14). Bu çalışmada ruminantlarda yaygın olarak görülen karaciğer kelebeklerinin neden olduğu karaciğer hasarında Sindekan-1 geninin rolü araştırılması amaçlanmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR
Bu çalışmada karaciğer kelebeği tespit edilen toplam 62 ruminanta ait karaciğer dokusu kullanıldı. Alınan karaciğer dokularında histopatolojik ve immunohistokimyasal çalışmalar

amacıyla doku örnekleri nötral (Ph-7.0) formaldehitte fikse edildi. Kontrol amacıyla kesimhaneden alınan sağlıklı karaciğer dokuları kullanıldı.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Parazit tespit edilen karaciğer dokularında; geniş kanama alanlarının olduğu dikkati çekti. Bu kanama alanları etrafında çok sayıda nökrofil lökosit, eozinofil, lenfosit ve makrofajlardan oluşan yangısal hücre reaksiyonları görüldü. Ayrıca bu hücreler arasında çok çekirdekli dev hücreleri görüldü. Bazı makrofaj sitoplazmaları içerisinde ise hemosiderin pigmenti belirlendi. Remark kordonlarının genişlemiş oldukları ve içlerinin eritrositle dolu oldukları, şekillerinin ise düzensiz olduğu görüldü. İmmunohistokimyasal olarak, kanamanın olduğu parazit göç yolllarının çevresindeki hepatositlerde sinedekan-1 hafif sitoplazmik reaksiyon verdiği görüldü. Benzer şekilde dejenerasyon ve nekroz görülen hepatositlerin hafif pozitif oldukları belirlendi. Buna karşılık kontrol grubu olarak kullanılan sağlıklı hayvanlardan elde edilen karaciğer dokularının ise hafif şiddette reaksiyon verdiği belirlendi.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Karaciğer kelebek parazitleri yapılan çalışmalarda dünyanın birçok bölgesinde özellikle ruminnatlarda yaygın olarak görülmektedir. Bu parazitle mücadelede ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Özellikle bu parazitlerin karaciğere yerleşerek bu organda mekanik ve toksik hasara neden olması ile hayati fonksiyonların aksamasına neden olurlar (1-4). Dar ve ark. (10) yaptıkları çalışmada faciolozise bağlı oluşan karaciğer dokularında şiddetli nekrozis ve fibrozisin olduğunu belirlemişlerdir. Mendes ve ark. (11) yaptıkları çalışmada akut kanama ve aktif granulomatöz alanlarda nekrozun varlığını belirlemişlerdir. Belina ve ark. (6) yaptıkları çalışmada histopatolojik olarak karaciğer dokularında yağ nekrozu, multifokal nekrozis, safra kanallarında infalmasyon, kolangitis, pyogranulasyon, portal alanlarda fibrozis ve sirozisin şekillendiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışma bulguları daha önce yapılan ve bahsedilen çalışmalarla benzerlik gösterdi. Özellikle erken faz enfeksiyonda akut inflamasyona ve kanamaya ait patolojik bulgularla karşılaşıldı. Geç dönem enfeksiyon aşamasında ise kronik yangıya ait bulgularla birlikte fizbrozisn belirgin olduğu görüldü. Sindekan-1, başta hepatositler olmak üzere birçok epitel hücresinden salınırak hücre-hücre ve hücre-makriks etkileşimini sağlar. Enfeksiyöz, fibrotik ve diabetes gibi metabolik hastalıkların seyrinde bu genlerin varlığı tespit edilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda karaciğer sirozunda, enfeksiyöz hastalıklarında ve çeşitli karaciğer kanserleri gibi karaciğer patolojisindeki rollerinin olduğu belirlenmiştir. Li ve ark. (12) ratlarda deneysel olarak oluşturdukları hepatik iskemi-reperfüzyon modelinde karaciğer dokusunda iskemi-reperfüzyona bağlı oluşan karaciğer hasarında syndekan-1 salınımında yükselmenin olduğunu gözlemlemişlerdir. Zvibel ve ark. (13, özellikle hepatitisle birlikte sirozun seyrettiği hastalarda sindekan-1 seviyesinin sağlıklı kişilere oranla belirgin olarak yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Roskams ve ark. (14), kronik kolestatik karaciğer hastalığında sindekan-1 pozitifliğinin olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada, karaciğer kelebeklerine bağlı oluşan karaciğer hasarında özellikle geçdönem bulguların şeklillendiği fibrozis ve safra kanalı proliferasyonunun gözlendiği olgularda sindekan-1 salınımın şiddetli olduğu görüldü. Buna karşılık şiddetli kanamanın ve nekrozun olduğu alanlarda ise sindekan-1 pozitifliğinin zayıf olduğu dikkati çekti.

Bu çalışma bulguları ile karaciğer kelebeklerine bağlı oluşan karaciğer hasarında sindekan-1 salınımın artmış olması bu hasarda bu proteinlerin rolunün olabileceği kanısına varılmıştır.

KAYNAKÇA

[1] Kaplan, R.M., Fasciola hepatica: a review of the economic impact in cattle and considerations for control. Vet Ther, 2, 2001.

[2] Mas-Coma, S., Valero, M.A., Bargues, M.D., Fasciola, lymnaeids and human fascioliasis, with a global overview on disease transmission, epidemiology, evolutionary genetics, molecular epidemiology and control. Adv Parasitol, 69, 2009.

[3] Slifko, T.R., Smith, H.V., Rose, J.B., Emerging parasite zoonoses associated with water and food. Int J Parasitol, 30, 2000.

[4] Boray, J.C., Liver fluke disease in sheep and cattle. Primefact 446. In: Hutchinson, G.W., Love, S. (Eds.), NSW Depart Prim Indust, 2017.

[5] Schweizer, G., Braun, U., Deplazes, P., Torgerson, P.R., Estimating the financial losses due to bovine fasciolosis in Switzerland. Vet Rec, 157, 2005.

[6] Belina, D., Demissie, T., Ashenafi, H., Tadesse, A., 2015: Comparative pathological study of liver fluke infection in ruminants. Indian J Vet Pathol, 39, 2, 2015.

[7] Okoye, I.C., Egbu, F.M.I., Ubachukwu, P.O., Obiezue, N.R., Liver histopathology in bovine Fascioliasis. Afr J Biotechnol, 14, 33, 2015.

[8] Rahko, T., The pathology of natural Fasciola hepatica infection in cattle. Pathol Vet, 6, 3, 1969.

[9] Regos, E., Karászi, K., Reszegi, A., Kiss, A., Schaff, Z., Baghy, K., Kovalszky, I., Syndecan-1 in liver diseases. Pathol Oncol Res, 26, 2, 2020.

[10] Dar, J.S., Tak, I.R., Ganai, B.A., Shahardar, .RA., Gazanfar, K., Gross pathological and histopathological changes in the liver and bile duct of Sheep with acute and chronic fasciolosis. Int J Adv Res Sci Engg, 7, 4, 2018.

[11] Mendes, E.A., Vasconcelos, A.C., Lima, W.D.S., Histopathology of Fasciola hepatica infection in Merionesunguiculatus. Rev Patol Trop, 41, 1, 2012.

[12] Li, J., Yuan, T., Zhao, X., Lv, G.Y., Liu, H.Q., 2016. Protective effects of sevoflurane in hepatic ischemia-reperfusion injury. Int J Immunopathol Pharmacol, 29 (2), 300-307.

[13] Zvibel, I., Halfon, P., Fishman, S., Penaranda, G., Leshno, M., Or, A.B., Halpern, Z., Oren, R., Syndecan 1 (CD138) serum levels: a novel biomarker in predicting liver fibrosis stage in patients with hepatitis C. Liver Int, 29, 2009.

[14] Roskams, T., Rosenbaum, J., De Vos, R., David, G., Desmet, V., Heparan sulfate proteoglycan expression in chronic cholestatic human liver diseases. Hepatology, 24 3, 1996.

RAT MODELİNDE DİYABETİK NEFROPATİNİN PATOMORFOLOJİSİ

Dr, NİHAT YUMUŞAK[1]

[1] Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Patoloji Anabilim Dalı,

- ORCID: 0000-0002-9299-2902

ÖZET

Bu çalışmada diyabetik nefropatiye bağlı oluşan böbrek hasarında histopatolojik ve apoptotik bulguların değerlendirilmesi amaçlandı. Çalışmada 16 rat rastgele olarak kontrol (n=8) ve üç gün arayla iki kez streptozisinle (60 mg/kg, i.p) uyarılmış diyabet (n=8) olmak üzere iki gruba ayrıldılar. Son uygulamayı takip eden 90. günde ratlar uyutularak böbrekleri patolojik incelemeler amacıyla alındı. Dokulara histopatolojik olarak hematoksilen-eozin ve immunohistokimyasal olarak kaspas-3, kaspas-8, kaspas-9 ve TUNEL işaretlemeleri yapıldı. Histopatolojik olarak, tubullerde dilatasyon, atrofi, dejenerasyon, nekroz, glomeruluslarda ise hipertrofi ve vasküler değişikler görüldü. İntersitisyel alanlarda ise yer yer peritubuler, perivasküler ve periglomeruler fibrozis ve inflamasyonlar gözlendi. İmmunohistokimyasal olarak, kaspas-3'ün birçok tubulde pozitif olduğu ayrıca glomerullerde ve intersitisyumda tek tük pozitif hücre ile karşılaşıldı. Kaspas-8 ve kaspas-9 antikorlarının ise birçok tubulde reaktif oldukları belirlendi. TUNEL boyamalarında ise yaygın pozitiflik tubulerde, yer yer intersitisyumda ve glomeruluslarda belirlenmiştir. Sonuç olarak, diyabete bağlı oluşan nefropatide bütün böbrek dokusunda hasarın şekillendiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Diyabetik nefropati, Patomorfoloji, Apoptozis.

1. GİRİŞ

Diyabetes mellitus (DM), yeterli insülin salgılanamaması veya salgılanan insülinin etkisiz kalması sonucu oluşan, hiperglisemi ile seyreden karbonhidrat, yağ ve protein metobolizmasında bozulmalara neden olan kronik seyirli bir hastalıktır (1, 2). Diyabetli hastaların %44'ünde görülen ve klinik bir bulgu olarak kabul edilen diyabetik nefropatinin (DN) ilk evrelerinde belirgin bir bulgunun görülmemesi çoğu hasta tarafından gözardı edilir. Böbrek fonksiyonlarına ait klinik semptomların başladığı ve histopatolojik hasarın şekillendiği kronik dönem ise son dönem böbrek yetersizliği olarak tanımlanır ve hasta diyalize bağımlı olur (3-5). DM'sa bağlı oluşan hiperglisemi ve glukoz toksikasyonu da nefropatnin patogenezinde rol alır (6). Kronik hiperglisemi arteriyel endotelde yangısal mediyatörlerin ve nitrik oksit salınımının arttırılmasına neden olarak glomerulosklerozisin oluşumuna sebep olur (7, 8). Bu çalışma ile, diyabetik nefropatide görülen patolomorfolojik değişikliklerin ve apoptozisin belirlenmesi amaçlandı.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışma öncesi ratlar rastgele olarak; herhangi bir işlem uygulanmayan Grup I (Kontrol grubu (n=8)) ve 3 gün aralıklarla iki kez intraperitonel olarak streptozotocin (STZ, 60 mg/kg) uygulanan Grup II (diyabetik grup (n=8)) olmak üzere ikiye ayrıldılar. STZ uygulamayı takip

eden 48. saatlerde kan glukoz ölçümü yapıldı. Son STZ uygulamasını takip eden 90. günde ratlar uyutuldu ardından uygun yöntemlerle böbrek dokuları alınarak histopatolojik ve immunohistokimyasal incelemeler yapıldı. Yapılan deneysel çalışmalar deney hayvanları ünitesinde deney hayvanları etik kurul onayı ve gözetimi altında yapıldı (Onay No: 2017/03). Histopatolojik çalışmalar amacıyla hazırlanan doku örnekleri hematoksilen eozin (HE) ile boyandı. İmmunohistokimyasal boyamalar primer antikorların protokolü doğrultusunda Caspase-3 (1:200, Invitrogen, PA5-16335), Caspase-8 (1:50, Abcam, ab4052) and Caspase-9 (1:100, Abcam, ab52298) primer antikorları ve TUNEL (Terminal Deoxynucleotidyl Transferasemediated Deoxyuridine Triphosphate Nick end Labeling) ile yapıldı

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Histopatolojik olarak, glomeruluslarda belirgin hiperemi ile mezengiyal hücre proliferasyonu belirlendi. Glomerular vasküler kalınlaşma ile kimi alanlarda sklerozis ile karşılaşıldı. Ayrıca bowman kapsülünde kalınlaşma gözlendi. Kimi glomeruler yapıların atrofik olduğu; yer yer çevrelerinde hücresel infiltrasyonların olduğu belirlendi. İmmunohistokimyasal olarak ise, Kaspas-3, Kaspas-8, Kaspas-9 ve TUNEL boyamalarında; DN oluşturulmuş böbreklerde belirgin ve yaygın immunopozitiflik dikkati çekti. Özellikle Kaspas-3 antikoruna karşı tubul epitel hücrelerinin yoğun pozitif reaksiyon gösterdiği belirlendi. Kaspas-8 ve kaspas-9 ile yapılan boyamalarda ise özellikle proksimal tubullerde pozitif reaksiyonun yaygın olduğu gözlemlendi. TUNEL boyamasında dokunun hemen hemen her alandaki tubul epitelerinin ve vasküler endotelin yaygın pozitif oldukları, bununla birlikte birçok glomerulusta ve intersitisyel hücrelerde de immunopozitif reaksiyonların olduğu görüldü.

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

DM karbonhidrat metabolizması bozukluğu sonucu şekillenen ve hiperglisemi ile seyreden, kronik seyirli bir metabolizma bozukluğu olup birçok organ ve dokuda hasara neden. Diyabetik nefropatinin etiyopatogenezi henüz tam olarak açıklanmış olmasa da genel kanı hiperglisemi ve glikotoksisiteye bağlı dokularda artan sitokin, kemokin ve serbest radikaller gibi yangı tetikliyici faktörlerin artması ile oluşan mikrovasküler hasar sonucu şekillendiğidir (1, 2, 9. 10). Serbest radikallerin artması ve sitokinlerin salgılanması damar endotelinde hasara neden olurken tromboz ve pıhtılaşmayı tetikler. Bununla birlikte son dönem nefritis olarak kabul edilmesi nedeniyle böbrek biyopsisinde daha çok kronik bulgular ile karşılaşılır.

Sıklıkla glomeruler hipertrofi ile birlikte tubulointersitsiyel dokudaki değişiklikler gözlemlenir. Glomeruler yapıdaki sklerozis noduler yapıya dönüşebilir. Glomeruler kapsülde kalınlaşmalar oldukça belirginleşir. Kimi olgularda ise vasküler hyalinizasyonlarla karşılaşılabilir. Tubulointerstisyel alanlarda ise belirgin fibrozis olgusu dikkati çeker. Tubuler bazal membranda kalınlaşmalar ile tubullerde dilatasyon ve atrofiler belirgindir (5, 7, 9-13). Yapılan bu çalışmadaki patomorfolojik bulguların literatür verileri ile benzer olduğu dikkati çekmektedir. Özellikle uzun dönem hiperglisemiye maruz bırakılan ratların glomeruler yapısındaki hasar belirgin şekilde gözlemlenmiştir. Diyabetik nefropatide oluşan vasküler iskemi ve artan serbest radikaller inflamasyona, apoptozise ve nekroze neden olur. Bu çalışmada, özellikle tubuler epitelde kaspas-3 reaksiyonun belirgin şekilde pozitif olduğu dikkati çekti. Buna karşılık kaspas-8 ve kaspas-9'un fokal alanlar halinde tubuler

immunopozitif oldukları görüldü. Ayrıca yapılan TUNEL işaretlemede çekirdek pozitifliğinin kaspas boyamalarına oranla daha yoğun olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, diyabetik nefropatide kaspas yolaklarının rolünün immunohistokimyasal olarak belirlenmiş olması ve TUNEL işaretlemelerinde çekirdek hasarının görülmesi böbreklerde ilerleyen ve geri dönüşümsüz hasarın varlığını göstermektedir.

KAYNAKÇA

[1] Jones, R.K., Hamton, D., O'Sullivan, D.J., et al., Diabetes and renal disease. Clin Med, 13, 2013.

[2] Krolewski, A.S., Warram, J.H., Freire, M.B., Epidemiology of late diabetic complications. A basis for the development and evaluation of preventive programs. Endocrinol Metab Clin North Am, 25, 1996.

[3] Van Dijk, C., Beri, T., Pathogenesis of diabetic nephropathy. Rev Endocr Metab Disord, 5, 2004.

[4] Friedman, E.A., Renal syndromes in diabetes. Endocrinol Metab Clin North Am, 25, 1996.

[5] Duran-Salgado, M.B., Rubio-Guerra, A.F., Diabetic nephropathy and inflammation. World J Diabetes, 5, 2014.

[6] Estacio, R.O., Jeffers, B.W., Gifford, N., Schrier, R.W., Effect of blood pressure control on diabetic microvascular complications in patients with hypertension and type 2 diabetes. Diab Care, 23, 2000.

[7] Kumar, D., Zimpelmann, J., Robertson, S., Burns, K.D., Tubular and interstitial cell apoptosis in the streptozotocin-diabetic rat kidney. Nephron Exp Nephrol, 96, 2004.

[8] Ortiz, A., Ziyadeh, F.N., Neilson, E.G., Expression of apoptosis-regulatory genes in renal proximal tubular epithelial cells exposed to high ambient glucose and in diabetic kidneys. J Investig Med, 45, 1997.

[9] Ozougwu, J.C., Obimba, K.C., Belonwu, C.D., Unakalamba, C.B., The pathogenesis and pathophysiology of type 1 and type 2 diabetes mellitus. J Physiol Pathophysiol, 4, 2013.

[10] Phillips, A.O., Steadman, R., Diabetic nephropathy: The central role of renal proximal tubular cells in tubulointerstitial injury. Histol Histopathol, 17, 2002.

[11] Strippoli, G.F., Di Paolo, S., Cincione, R., et al., Clinical and therapeutic aspects of diabetic nephropathy. J Nephrol, 16, 2003.

[12] Tunçdemir, M., Mirzataş E.B., Uzun, H., Renoprotective potential of quercetin in experimental diabetic nephropathy: assesing antiapoptotic and antioxidant effects. Arch Clin Exp Med, 3, 2018.

[13] Zhang, G., Khanna, P., Chan, L.L., et al., Diabetes-induced apoptosis in rat kidney. Biochem Mol Med, 61, 1997.

TÜRKİYE'DEKİ SU SAMURU (*Lutra lutra*) POPÜLASYONLARININ ÖNEMİ VE KORUMA STRATEJİLERİ.

Bedirhan EKER[1], Aytekin SARIŞAHİN[2], Doç. Dr Yasin ÜNAL[3]

[1] Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 000-0002-2517-0108

[2] Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

- 0000-0002-1745-0054

[3] Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi,–0000 0001-7180-133X

ÖZET

Avrasya su samuru (*Lutra lutra)* Dünya'da yayılış gösteren 13 su samuru türünün en yaygın olanıdır. Sansargiller (*Mustalidae*) familyasına mensup yarı sucul tek türümüz ve nokturnal bir tür olarak bilinmektedir. Bugün ki yayılış haritası birçok ülkeyi ve bölgeyi kapsamaktadır. IUCN (Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği) kriterlerine göre 2000'li yılların başında "Vulnerable (duyarlı: neslinin doğada tükenme riski yüksek olan)" statüsündeyken, 2004 yılından itibaren "Near Threatened (tehdite yakın: yakın gelecekte tehdit altında olarak tanımlanma olasılığı olan)" olarak değiştirilmiştir. Ülkemizde de bu tür Near Threatened (NT), yani tehdide yakın kategorisinde yer almaktadır. Ekolojik gösterge türü olarak da bilinen su samurunun biyolojik çeşitlilik içerisindeki yerini koruyarak geleceğe aktarılması önemlidir. Su samuru, BERN Sözleşmesi Kesin koruma altına alınan fauna türleri listesinde yer almaktadır. Mevcut popülasyonlar yaygın olmasına rağmen, özellikle Avrupa'da, Avrasya su samuru sayısı çevre kirliliği ve habitat kaybı gibi nedenlerden dolayı büyük düşüş göstermektedir. Yaban hayatı, bir ekosistemin durumu hakkında bilgi sağlayan önemli bir ekolojik göstergedir ve bir alanda yaban hayatının varlığı, bir alandaki yapısal eksiklikler, temizlik ve kirlilik hakkında bilgi verirken, ekosistem başarısını ortaya koyar. Teknoloji, nüfus artışı, hava ve su sistemlerinin kirlenmesi, orman yangınlarının çıkması, tarımsal amaçlı kullanılan su zengini alanların kuruması, kullanılan tarım ilaçlarının kimyasal etkileri ve bunların neden olduğu kirlilik orman ekosistemlerini ve su sulak oldukça olumsuz etkilemektedir. Bu faktörlerin su samuru, türleri ve habitatları üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek için gerekli tüm önlemler alınmalıdır. Bu bildiride IUCN Kriterlerine nesli tehlike altında bulunan Avrasya su samuru popülasyonunun ekolojik önemi, karşılaştığı tehlikeler üzerine elde edilen bulgular ve koruma stratejileri paylaşılacaktır. Su samuru ve sulak alanların sürdürülebilir olması için, dünya çapında kabul görmüş entegre kontrol faaliyetinin desteklenmesi için halkın ve gerekli kamu kuruluşlarının bilinçlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Su samuru, *Lutra lutra*, Sulak alanlar, Ekolojik önem, Koruma stratejileri.

1. GİRİŞ

Biyoçeşitlilik kavramı, canlıların tüm özelliklerini, canlıların bireyselliğini ve değişkenliğini, içinde yaşadıkları karma ekolojik yapıları, türler arasındaki ve içindeki benzer ve farklı habitat

türlerini kapsayan bir kavram olarak ifade edilmektedir. (Dangerfield ve Pik,1999). Nüfus artışı, tarımsal ve ekonomik gelişme nedeniyle yüzyıllar boyunca insan yaşamının devamında vazgeçilmez rol oynayan canlı ve cansız kaynakların bilinçsiz kullanımı, binlerce yılda şekillenen ekolojik dengenin giderek bozulmasına ve çok sayıda türün yok olmasına yol açmıştır. 1600 yılından bu yana, bilinçsiz avcılık ve doğanın bilinçsizce sömürülmesinden dolayı, 170 kuş türünü ve 255 memeli türünü yok olmuştur (Kiziroğlu, 1979). Yaban hayatı türleri önemli bir ekolojik göstergedir çünkü ekosistemin mevcut durumu hakkında bilgi sağlar. Bir bölgede yaban hayatının varlığı o bölgenin yapısal bozuklukları, temizliği ve kirliliği hakkında bilgi verirken aynı zamanda ekosistemin başarısını da gösterir (Woodward ve diğerleri, 2011). Habitattaki gıdanın azlığı veya kalitesiz gıda, yabani hayvanların aç kalmasına, zayıflamasına ve üreme şanslarının azalmasına neden olur. Bunun sonucunda yaban hayatı popülasyonu giderek azalacak ve bu durum devam ederse yaban hayatı yaşam alanlarını terk ederek uygun yaşam alanları arayacaktır (Morrison ve diğerleri, 2012; Fryxell ve diğerleri, 2014). Sanayi Devrimi'nden sonra ulusların zenginliği ve yaşam kalitesi artmış, sanayinin gelişmesiyle birlikte insanların çevresel ihtiyaçları da artmıştır. Bu iki durum, insanların yaşadığı ekosistemin olağanüstü bir şekilde tüketilmesine yol açmış ve doğal olmayan olayların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Fosil yakıtların tüketimi, bilinçsiz toprak kullanımı, orman alanlarının tahrip edilmesi gibi ekosistemlerin tahrip edilmesi. Bu durum sürdürülebilir bir ekosistemin temeli olan, medeniyet gelişiminin temel göstergesi olan, birçok ülkenin ekonomik kalkınmasını olumlu yönde etkileyen ve sürdürülebilir bir geleceğin garantisi olan biyoçeşitliliği olumsuz yönde etkilemektedir (Derman vd., 2011). 2013). Avrupa ülkelerinde 200'e yakın memeli türü bulunurken, ülkemizde 170'e yakın memeli türü bulunmaktadır (Eken ve ark., 2006). Ülkemiz üç ayrı bölgesi (Akdeniz, Avrupa-Sibirya ve İran-Turan) sayesinde yakın çevresine ve dünyadaki birçok ülkeye göre daha zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahiptir. Biyolojik zenginlik olarak algılanan biyolojik çeşitliliğin en önemli itici güçlerinden biri yaban hayatıdır (Keten, 2012). Teknolojik gelişme, nüfus artışı, hava ve su kirliliği, orman yangınları, yeraltı sularının tarımsal amaçlı drenajı, tarım ilaçlarının kimyasal etkileri ve taşıdıkları kirleticiler orman ekosistemi üzerinde oldukça olumsuz etkilere neden olmaktadır (Bengis vd., 2014). Tür içi genetik erozyon, türlerin yok olması, habitat tahribatı, ekosistem süreçlerinin bozulması gibi nedenlerle biyolojik çeşitlilik tehdit altındadır (Bilir ve Özbaş 2017). Bu faktörlerin su samurları, yaban hayatı ve habitatları üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek için gerekli tüm önlemler alınmalıdır. Gerçekleştirilen bu çalışmada, IUCN kriterlerine göre nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan Avrasya su samuru (Lutra lutra) popülasyonlarının önemi, karşı karşıya kaldığı tehditler ve çözüm önerileri sunulacaktır. Su samuru popülasyonlarını sınırlayan faktörler iki ana gruba ayrılabilir: biyotik faktörler ve abiyotik faktörler. Biyotik faktörlere örnek olarak yırtıcılar, iklim koşulları, depremler vb. verilebilir. İnsan kaynaklı faktörler arasında nüfus artışı, pestisitler ve endüstriyel atıklar, sulak alanlara müdahaleler, aşırı ve yoğun madencilik, akarsu ve göllerdeki yoğun tahkimatlar ve doğal kaynakların azalması örnekleri verilebilir. Bu sınırlayıcı faktörlerin su samuru, yaban hayatı ve habitatları üzerindeki olumsuz etkisini en aza indirmek için gerekli tüm önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu önlemler; Tarım ve Orman Bakanlığı ile biyolojik ve biyoteknolojik mücadele yöntemlerinin uygulanması, Türkiye'de pestisit kullanımının azaltılmasına yönelik araştırmalar yapılması ve Biyoçeşitlilik Günü gibi özel günlerde; kitap, broşür, gazete ve televizyon dahil her türlü imkân kullanılarak ortak hareket edilmeli, sulak alanların önemi, işlevi ve değeri hakkında farkındalık oluşturulmalıdır.

2.BULGULAR

Su samuru popülasyonlarının Türkiye'de yaygın olarak var olduğu bilinmektedir. Tüm nehirlerde, derelerde, göllerde, sulak alanlarda ve acı sularda yaşadığı tahmin edilmektedir. Ancak su samuru popülasyonlarına yönelik saha çalışmaları yetersizdir. Bitki örtüsünün ortadan kaldırılması, çeşitli düzenlemeler, baraj ve yol yapımı, nehir havzalarında yaşam alanlarının önemli ölçüde değişmesine veya yok olmasına sebep olmuştur. Balık popülasyonunda meydana gelen düşüş, bu hayvanların yiyecek bulmasını oldukça zorlaştırmaktadır. Son dönemde ülkemizin çeşitli bölgelerindeki akarsularda ve sulak alanlarda özel kuruluşlar tarafından çok sayıda gölet oluşturulmuştur. Su samurları, geceleri balık tutmak için geldikleri göletlerin içinde veya yakınında giderek daha fazla görülmektedir. Bu alanlardaki su samuru popülasyonlarına ilişkin sağlıklı bir bilgi bulunmadığı ve göletlere gelen su samurlarının öldürülmesinin önemli bir azalmaya yol açabileceği için bir endişe söz konusudur. Diğer bazı ülkelerde ise su samurlarının karşılaştığı en büyük sorunlardan biri haline geldiği bilinmektedir. Türkiye'de son 20-30 yıl içerisinde, yeni yolların açılması veya genişletilmesi sonucu büyük miktardaki molozun havzalara doldurulması nedeni ile, belli bir büyüklüğün üzerindeki hemen hemen tüm nehir havzalarında önemli bozulmalar meydana gelmiştir. Bu ağın yok edilmesi, mevcut balık stoklarının yanı sıra su samurlarının varlığını ve yaşam alanlarını da önemli ölçüde tehlikeye atmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmalar su samuru popülasyonlarını yapay göletlerde beslenmeye zorlamaktadır ve tür bu alanlarda daha büyük tehlikelere maruz kalmaktadır. Bazı ülkelerde balık havuzlarının oluşturulmasıyla birlikte samur popülasyonlarında artış yaşanmıştır. Ancak çoğu ülkede, tıpkı bizimki gibi, su samurları göletlerde balık yakalamaya çalışırken öldürüldüğü tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu türün bulunduğu tüm nehir ve sulak alanlardaki durumunun ve karşılaştığı temel tehditlerin diğer ülkelerdeki durumdan farklı olmadığını görülmektedir. Su samuru popülasyonlarının temel besin kaynaklarından birini balıklar oluşturur. Nehir bitki örtüsünün kaybı balık stoklarını da etkilemektedir. Bitki örtüsünün gölgeleme etkisi sıcaklık ve oksijen seviyelerini korur ve su altındaki kökler balıklar için barınak ve beslenme alanları sağlar. Tünemek ve üremek için barınak gerektiren ve bölgeye göre farklı habitat özellikleri gerektiren, akarsu kenarlarındaki çok yoğun çalılarını barınma alanı olarak tercih ettikleri tespit edilmiştir. Avrupa'da pek çok ülkede nehir kenarındaki ağaçlar genellikle arazi ıslahı ve taşkın kontrolü gibi amaçlarla kesilerek yok edilmektedir. İyi bitki örtüsüne sahip nehirlerde su samuru aktivitesinin, kıyıları yenilenmiş ve ağaçsız nehirlere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Nehir bitki örtüsünün insan kaynaklı tahribatı ve su akışındaki değişiklik su samuru popülasyonlarını olumsuz etkilemektedir. Nehir yataklarından kum ve çakılın alınması aynı zamanda yüksek düzeyde askıda katı madde oluşumuna neden olmakta ve bu da balık ve kabuklu deniz ürünleri popülasyonlarında önemli düşüşlere yol açmaktadır. Arazi yapısı engebeli ülkelerde hidroelektrik santraller ve barajlar oldukça yaygındır. Bu şekilde yapay su kaynakları suda avlanmayı tercih eden su samurları için çoğu zaman uygun yaşam alanları oluşturmaz. Aynı zamanda akarsu yataklarından su alınması, Akdeniz ülkelerinde su samurları için gün geçtikçe büyüyen bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer bir problem ise ormansızlaşma ve aşırı otlatmadan kaynaklanan düzensiz akışlar ve yağışlardır. Organik kirleticiler su ortamlarındaki balık popülasyonlarını öldürebilir ve su samurlarını besin kaynaklarından mahrum bırakabilir. Bu tür kirlilik, çok büyük su kalitesi sorunlarına neden olan tarımsal faaliyetlerden ve yoğun hayvancılıktan ya da genellikle zehirli atıklarla karıştırılan, işlenmemiş sanayi atıklarından kaynaklandığı bilinmektedir. İnsan etkileri, habitatın sunduğu güvenlik düzeyini olumsuz yönde etkilemektedir. Su samuru popülasyonları trafik kazaları, tel çitler, nehirlerde gerçekleştirilen drenaj çalışmaları, köpekler ve diğer

hayvanlar tarafından öldürülmektedirler. Bununla birlikte, misk sıçanı kapanları su samuru ölümlerine neden olmaktadır.

3.KORUMA STRATEJİLERİ

Bir koruma stratejisi geliştirilmeden önce, var olan popülasyonlarının dağılımı ve büyüklüğü açıkça anlaşılmalıdır. Su samurunun yayılışı makul ölçülerde gayet iyi bilinmekte, ancak bilgiler değişken nitelikte olmaktadır. Bu tür üzerinde ulusal yayılış alanındaki değişiklikleri değerlendirmek için aralıklarla tekrarlı çalışmalar yürütülmelidir. Ekolojisi ve etkili bir koruma stratejisi için gerekli gereksinimler hakkında çok az bilgi mevcuttur.

Bu hayvanın diyetinin çeşitliliği kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır, ancak popülasyonun günlük besin alımını veya besin kaynaklarını karşılayabilecek minimum av miktarı bilinmemektedir. Pek çok Avrupa ülkesinde dağılımı ile kullandığı habitatlar arasındaki ilişki incelenmiştir. Ancak türün çeşitli bölgelerde ihtiyaçları esnek olabilir. Bir su samuru popülasyonunu desteklemek için minimum habitat gereksinimlerinin ne olduğu belirsizdir. Üreme yerleri, üreme mevsimleri, doğumlar ve ölümler hakkındaki bilgiler olsa da yeterli değildir.

Kirleticilerin rolü birçok ülkede araştırılmıştır ve kirleticilerin besin zinciri boyunca iletildiği mekanizmalar hala araştırılmayı beklemektedir. Koruma stratejilerini desteklemek için hedefe yönelik araştırmalara ve daha etkili uluslararası iş birliğine ihtiyaç vardır.

Eğitim, bütün yaban hayvanı popülasyonlarının koruması için temel olduğu gibi su samuru popülasyonlarının korunması içinde temeli oluşturmaktadır. Su samuru çok iyi saklanan bir tür olduğu için, insanların büyük çoğunluğu bu hayvanların kendi yerel ortamlarında yaşadıklarından habersizdir ve tür hakkında çok az bilgiye sahiptir. Çoğunlukla soğukkanlı hayvanları avladıkları için bilinçli insanlar onları diğer yırtıcı hayvanlar ve kuşlar gibi acımasız yırtıcı hayvanlar olarak görmezler. Bu ancak eğitim yolu ile mümkün olacaktır.

Mevcut su samuru popülasyonlarının yaşam alanlarının korunması ve restorasyon çalışmalarının yanı sıra, balık havuzları oluşturularak su samuru için yerel besin kaynağının arttırılması da mümkündür. Macaristan'daki doğa koruma kuruluşlarının su samuru barınağı olarak balık havuzları kurabileceğini öne sürmektedir. Bu havuzlar sadece besleme istasyonu olarak değil aynı zamanda balığın satıldığı ticari havuzlar olarak da kurulabilmek mümkündür.

Tipik olarak, belirli bir bölgedeki su samuru popülasyonundaki düşüş, habitat tahribatından, kentleşme ve yoğun tarımsal faaliyetten kaynaklanan kirlilikten kaynaklanmaktadır. Su samuru popülasyonları, doğal besin kaynaklarının azalması ile oluşturulan havuzları hayatta kalma şanslarını artırabileceği için yönelmektedir, bu durum türün avlanarak yok olma riskini artırmaktadır. Ancak gerçekleştirilecek habitat restorasyonları türün çoğalması ve yayılması için cazip bir çözüm olabilir.

Su samuru popülasyon durumunun değerlendirildiği neredeyse tüm bölgelerde su kalitesini korumaya yönelik yasa ve düzenlemeler olmasına rağmen bunlara çoğu zaman uyulmamaktadır. Bu sebeple gerçekleştirilen analizler sonucunda su samuru vücudunda ve besin zincirinde birçok kirletici madde bulunabilir. Kirleticilerin büyük çoğunluğunda bulunan PCB'ler (poliklorlu bifenil) yaygın olarak en büyük tehdit olarak kabul edilmektedir.

Su samuru, dinlenme ve üreme için, el değmemiş bir besin kaynağının yanı sıra yeterli bitki örtüsüne de ihtiyaç duymaktadır. Batı Palearktik'in büyük bölümünde bu temel ihtiyaçlar artık karşılayamamaktadır. Su samuru sulak alan sağlığının gösterge türlerinden birisi olmasına rağmen sulak alanları korumaya yönelik çabalar ne yazık ki asgari düzeyde kalmıştır. Su samuru, insanların ihtiyaç duyduğu su kaynaklarının ve su ortamından getirdikleri besinlerin durumunun temel göstergesi olduğu vurgulanmalıdır. Amerika Birleşik Devletleri'nin Büyük Göller bölgesinde, düzenli olarak az miktarda deniz balığı tüketen kadınların çocukları, PCB'lerin anneden çocuğa bulaşmasıyla ilişkili davranış ve öğrenme bozukluklarından mustarip olduğu bilinmektedir. (Fein vd., 1984). Bu önemli olabilir çünkü su samuru bir süre önce bu bölgede yok olmuştur.

Çoğu Avrupa ülkesinde su kalitesi ve habitat restorasyonu çalışmalarının uzun sürdüğü ve maliyetli bir süreç olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla habitat restorasyonu durumuna pek de iyimser bir durumda değildir. Yaşayabilir popülasyonların hâlâ mevcut olduğu ve dolayısıyla eski dağılım alanlarına doğru yeniden genişlemenin başlangıcını temsil eden ülke ve bölgelerdeki su samuru habitatları tavizsiz bir şekilde korunmalıdır. Bu bağlamda Türkiye, geri dönüş senaryolarına olanak sağlayan potansiyel bir ülkeyi ve araştırma ortamını temsil etmektedir. Bu durumun uluslararası alanda iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Türün alanlarının korunması, türün artan popülasyonunu destekleyebilecek bir duruma getirilmelidir. Su samuru ve insanların sağlıklı sulak alanlara ihtiyaç duyduğu ve iki türün özelliklerinin yakından bağlantılı olduğu açıklanmaya çalışılmalıdır.

4.TARTIŞMA ve SONUÇ

Ülkemizde Avrasya su samuru ve yaban hayvanları popülasyonlarını arttırmak ve yaşam alanlarını koruyabilmeleri için Tarım ve Orman Bakanlığı ile ortaklaşa hareket edilmeli ve tüm araştırmaların yaban hayvanı popülasyonları göz önüne alınarak planlanması gerekmektedir. Koruma stratejilerinin geliştirileceği çok sayıda araştırmaya ve koruma stratejilerine altlık oluşturacak daha verimli uluslararası iş birliklerine ihtiyacımız vardır. Bu bağlamda, yaban hayvanı türleri ve habitatlarının sınırlayıcı faktörlerinin en aza indirilmesine yönelik aşağıdaki önerilerin dikkate alınmasında fayda vardır. Bitkisel ürünlere zarar veren zararlı organizmaların kontrolü için dünya çapında kabul görmüş entegre kontrol faaliyetinin yaygınlaştırılması, alternatif kontrol yöntemlerinden biri olan biyolojik ve biyoteknolojik kontrol yöntemleri de dahil olmak üzere hasat öncesi pestisit araştırmalarının yapılması, yayın çalışmalarının desteklenmesi ve odaklanılması gerekmektedir. Orman Bakanlığı Türkiye'de pestisit kullanımını azaltmaya yönelik tedbirleri hızlandırmalıdır. Sektörel politikaların, özellikle su ve arazi kullanım politikalarının, Ramsar Sözleşmesi'nin akılcı kullanım konsepti ile uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. Sulak alanların korunması, geliştirilmesi ve akılcı kullanımını gerektiren mevzuat güçlendirilmelidir. Eğitim, bu kadar yaygın bir omurgalı için koruma stratejisinin bel kemiğidir. Sulak alanların kaybolmasının ana nedenlerinden biri, sulak alanları kullanan halkın hala sulak alanların önemini tam olarak anlamamış olmalarıdır. Bu durumu değiştirmek için Biyoçeşitlilik Günü gibi özel günlerde kitap, broşür, gazete, televizyon başta olmak üzere tüm araçlarla paydaşları Sulak alanların önemi, işlevi ve değeri hakkında bilgilendirmek amacıyla seminer ve konferanslar düzenlenmelidir. Sulak alanların korunması için birçok önlem alınabilir. Öncelikle, ilgili kurumlar Ramsar Sözleşmesi Sulak Alan Yönetimi Planlama Rehberi'ni benimsemeli ve Ramsar alanları başta olmak üzere öncelikli alanlar için yönetim planları geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Bu yönetim planları, sulak alanlarda yaşayan ve bunlardan yararlananlar da dahil olmak üzere tüm tarafların mümkün olan en geniş katılımını

ve girdisini sağlamalıdır. Ayrıca, kanunda öngörülen tedbirlerin uygulanması için daha etkin kontrol mekanizmaları geliştirilmelidir. Sulak alanların ekolojik yapısındaki olası değişiklikleri tespit etmek ve gerekli tedbirleri zamanında uygulamak için izleme programları geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Daha önce korunan veya çeşitli nedenlerle zayıflatılan ekolojik karakteri yeniden kazandırmak ve eski haline getirmek için ilgili alanlarda eylem planları hazırlanmalı ve uygulanmalıdır. Mevcut Avrasya su samuru habitatlarının korunmasına ve restorasyon gayretlerine ek olarak, yerel olarak, balık havuzlarının düzenlenmesi ile su samurlarının besin kaynağı artırılabilir.

Kaynakçalar

Dangerfield, J. M., & Pik, A. J. (1999). The educational value of an all taxa biodiversity inventory. Journal of Biological Education, 33 (2), 76-83

Kiziroğlu, İ. (1979) Türkiye'de Yaban Hayatı Yaşam Ortamlarının Korunması ve Ekolojık Dengenin Bozulması Nedenleri, Tabiat ve İnsan, 13: 4, 3- 8.

Woodward, J., Strong, N., Coe, F. C., Cloughesy, M., 2011. Wildlife in Managed Forests Oregon Forests as Habitat, Oregon Forest Resources Institute, Oregon

Morrison, M.L., Marcot, B., Mannan, W., 2012, Wildlife-Habitat Relationships: Concepts And Applications. Island Press

Fryxell, J.M., Sinclair, A.R., Caughley, G., 2014, Wildlife Ecology, Conservation, and Management. John Wiley & Sons

Derman, M., Çakmak, M., Gürbüz, H., 2013b, Biyoçeşitlilik Okuryazarlığı Ölçeği: Geliştirme, Geçerlik ve Güvenirliği, Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi, Cilt:2, Sayı:3(77-91)

Eken, G. Bozdoğan, M. İsfendiyaroğlu, S. Kılıç, D. T. Lise, Y., 2006, Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları Kitabı, Doğa Derneği, Ankara.

Keten, A., 2012, Düzce İli Kuş ve Memeli Türlerinin Tespiti, Düzce Ünv., BAP

Bengis, R.G., Kock, R.A., Fischer, S., 2002, Infectious animal diseases: The wildlife/livestock ınterface. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz, 21(1): 53-65.

Bilir A. ve ÖzbaĢ S., 2017, Lise Öğrencilerinin Küresel ve Yerel Biyolojik Çeşitlilik Kaybına Yönelik Problem Algısı, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Mart 2017 21(1): 97-108

FEİN, G.G., JACOBSON, J.L., JACOBSON, S.W., SCHWARTZ, P.M., DOWLER, J.K. 1984: Prenatal exposure to polychlorinaated biphenyls: effects on birth size and gestational age. Journal Pediatr. 105: 315- 320.

ANADOLU PARSI (*Panthera pardus tulliana*)'nın POPÜLASYON EKOLOJİSİ

AYTEKİN SARIŞAHİN [1], MEVLÜT ZENBİLCİ [2], Dr. Öğr. Üyesi, AHMET KOCA [3], Doç. Dr., YASİN ÜNAL[4]

[1] Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, ORCID ID 0000-0002-1745-0054

[2]Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mail Adresi- ORCID ID 0000-0002-9329-0419

[3]Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz Meslek Yüksekokulu, ORCID ID 0000-0002-9567-6542

[4]Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, ORCID ID 0000-0001-7180-133X

ÖZET

Anadolu parsı (*Panthera pardus tulliana*), Türkiye'de yayılış gösteren Felidae familyası içerisinde bulunan 5 kedi türünün en büyüğü ve önemli bir yırtıcı türdür. Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN)'e göre hassas "EN- Tehlikede" kategorisinde olan bir tür olarak kabul edilmektedir. Türkiye'deki türün popülasyonunun büyüklüğünün 5'ten az olduğu düşünülmektedir. Dünyada Pars türünün alttürlerine ilişkin çalışmalar devam etmekle birlikte yapılan son genetik çalışmalara göre 8 alttürde toplanmıştır. Besin piramidinin tepesinde yer alan, koruma çalışmalarında hem şemsiye hem anahtar hem de bayrak tür olabilecek Pars hakkında Türkiye'de bugüne kadar yapılan çalışmalar yok denecek kadar azdır. Parsın 1974 yılında Ankara ili Beypazarı ilçesi ile Aydın ili Seferler ve Asar Köylerinde avlanan bireylerinden sonra Akdeniz Bölgesi'nde 2019 yılında ilk bilimsel kaydına Antalya sınırları içerisinde rastlanmıştır. 2019 yılında Orta ve Batı Anadolu'daki durumu ile ilgili yapılan ön araştırmalar sonucunda, ilk fotokapan görüntüsü 2019 Ağustos ayında, ilk net fotokapan videosu ise 2019 Ekim ayında elde edilebilmiştir. Parsın 45 yıl sonra varlığının yeniden Antalya'da sağlam kanıtlarla tespit edilmesi Türkiye'nin biyoçeşitliliği açısından çok önemli bir gelişmedir. Fotokapan görüntülerinden elde edilen sonuçlara göre pars hem gece hem gündüz aktif olarak hareket etmektedir. Parsın günün bütün saatlerinde aktif olması insanlarla etkileşim ihtimalini her geçen gün endişe verici düzeyde artırmaktadır.

Türkiye'de dahil birçok dünya ülkesinde kentleşmenin artmasıyla birlikte insan nüfusu artmakta, doğa kirlenmekte, çayır, mera, orman ve tarım arazileri azalmakta ve yaban hayvanlarının yaşam alanları giderek sınırlı hale gelmektedir. Yaşam alanlarındaki daralma, yaban hayvanlarının gerek göç etme gerekse yemek arayışı nedeniyle insan yaşam alanlarına girmelerine sebep olmaktadır. Bu bildiride Anadolu parsı (*Panthera pardus tulliana*) popülasyonunun yaşam alanları, habitat tercihleri, av tüketimi ve çevresel değişkenlerle ilişkileri ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Anadolu parsı, *Panthera pardus tulliana*, popülasyon ekolojisi, yaban hayatı, Türkiye,

1. GİRİŞ

Pars (*Panthera pardus*), Felidae ailesinin dünyadaki 41 adet kedi türü içerisinde en geniş yayılışa sahip olan kedi türüdür (Wilson ve Reader, 2005). Besin piramidinde yaşadığı bölgeye göre en üstte yer almakta, yaşadığı alana iyi uyum sağlayabilmektedir (Nowell ve Jackson, 1996; Ripple vd., 2014). Dünya genelinde Pars türünün alttürleri üzerine yapılan çalışmalar devam etmektedir. Ancak, son genetik araştırmalar ışığında, bu tür 8 alttürde sınıflandırılmıştır. Türkiye'nin sınırları içinde rastlanan alttür ise *Panthera pardus tulliana* (Anadolu parsı)'dır. (Valenciennes, 1856; Kumerloeve 1976, 1978; Ulrich, 1994; Lukarevsky, vd., 2007, IUCN, 2018; Kitchener vd., 2017)).

Panthera pardus tulliana, Türkiye'nin sınırları içinde neslini sürdürebilen en büyük kedi türüdür. Türkçeleştirildiğinde "Anadolu parsı" olarak adlandırılan bu tür, ismini ünlü Romalı devlet adamı Marcus Tullius Cicero'dan almıştır. Cicero, M.Ö. 51-50 yılları arasında Kilikia Valisi olarak görev yaptığı dönemde gladyatör savaşlarında kullanılmak üzere günümüz Türkiye sınırları içinde bulunan Antalya, Burdur ve Denizli illeri arasındaki Kibyratis Bölgesi'nden pars getirtmiştir. Cicero'nun parsların özellikleri hakkında tuttuğu notlardan esinlenen modern araştırmacılar, Anadolu'da yaşayan pars türlerine "Tulliana" ismini vermişlerdir (Erön, 2020; Tozan, 2016; Dillon ve Garland, 2005).

Parsın ilk bilimsel tanımı, 1856 yılında Fransız zoolog Valenciennes tarafından "Felis tulliana" olarak yapılmıştır (Valenciennes, 1856). Geçmişten günümüze kadar bu alt tür, Türkçe'de yöreden yöreye farklı isimlerle anılmıştır; panter, leopar, dağ aslanı, kaplan, pelenk, böbür, tekir ve alacanavar gibi çeşitli adlandırmalarla bilinir.

Anadolu'nun tarihi, kültürel ve biyolojik zenginliklerinden biri olan Pars'a dair bilgiler, çok eski dönemlere dayanmaktadır. Bu türün Anadolu'daki varlığına dair en eski kanıtlardan biri, Konya yakınlarındaki Çatalhöyük'te bulunan ve 9000 yıl öncesine tarihlenen Pars Tapınağı (Leopard Shrine) üzerindeki duvar kabartmalarıdır. MÖ 7.-6. yüzyıl arasında, bu buluntulardaki artış dikkat çekicidir. Pars betimlemeleri, mimari parçalar, heykel buluntuları, seramikler, fildişi eserler ve sikkeler üzerinde çeşitli biçimlerde karşımıza çıkmaktadır (Akkurnaz, 2013).

Ionia Bölgesi'nin önemli yerleşimlerinden biri olan Aydın ve İzmir illerini kapsayan Smyrna kazılarında, MÖ 6. yüzyılın ortalarına tarihlenen pyxis kapağı parçaları üzerinde Pars betimlemelerine rastlanmıştır (Erön, 2020; Cook, 1965). Daha yakın bir döneme ait başka bir tarihi belirleyici ise Büyük İskender'in M.Ö. 4. yüzyıla ait mezarındaki Pars avını gösteren resimlerdir. Ayrıca, Anadolu Şelçuklu hükümdarı 2. Gıyaseddin Keyhüsrev dönemine ait sikkelerin üzerinde de Pars figürleri bulunmaktadır.

Türkiye'deki varlığı, hangi bölgelerde yaşadığı, yaşam alanlarını nasıl kullandığı ve popülasyonundaki bireylerin sayısı gibi konular, son yılların en önemli tartışma konularından biridir. Besin piramidinin tepesinde yer alan, koruma çalışmalarında hem şemsiye hem anahtar hem de bayrak tür olabilecek Anadolu parsı hakkında bugüne kadar yapılan çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bununla birlikte Borner (1977)'e göre, Parsın Orta ve Batı Anadolu'daki

durumu ile ilgili araştırmalar yapmış ve çalışmasında 1974 yılında Ankara ili Beypazarı ilçesi ile Aydın ili Seferler ve Asar Köyleri'nde avlanan bireylerden bahsetmiştir. Bu çalışmadan sonra Anadolu'da yayılışına dair çeşitli araştırmalar bulunmasına rağmen, canlı tespitine yönelik bilimsel kanıt niteliğinde çalışmaya rastlanmamıştı.

Parsın 1974 yılında Ankara ili Beypazarı ilçesi ile Aydın ili Seferler ve Asar Köylerinde avlanan bireylerinden sonra Akdeniz Bölgesi'nde 2019 yılında ilk bilimsel kaydına Antalya sınırları içerisinde rastlanmıştır. 2019 yılında Orta ve Batı Anadolu'daki durumu ile ilgili yapılan ön araştırmalar sonucunda, ilk fotokapan görüntüsü 2019 Ağustos ayında, ilk net Fotokapan videosu ise 2019 Ekim ayında elde edilebilmiştir. Anadolu parsının 45 yıl sonra varlığının yeniden Antalya'da sağlam kanıtlarla tespit edilmesi Türkiye'nin biyoçeşitliliği açısından çok önemli bir gelişmedir. Buna rağmen, sadece bir gelişmedir. Parsın hem gece hem gündüz yayılış göstermesi sebebiyle insanlarla etkileşim ihtimali her geçen gün endişe verici düzeyde artmaktadır.

2. POPÜLASYON EKOLOJİSİ

2.1. Habitat Tercihleri

Parslar, genellikle eğimli alanların yakınlarında ve yüzeye çıkmış kayalık bölgelerde yaşayan, nadiren 3000 metre yüksekliğin üzerinde gözlemlenen bir türdür (Heptner ve Sludskij, 1972). Bu vahşi hayvanlar çoğunlukla gececil ve bölgesel olarak yaşayan canlılardır, ancak üreme dönemleri ve yavrularını büyüttükleri dönemlerde gruplar halinde görülebilirler (Hamilton, 1976). Besin sıkıntısı yaşamayan yetişkin bir pars, yaşadığı bölgeye bağlı olarak hem dar alanlarda yayılabilir hem de besin aramak için daha geniş bölgeleri dolaşabilir.

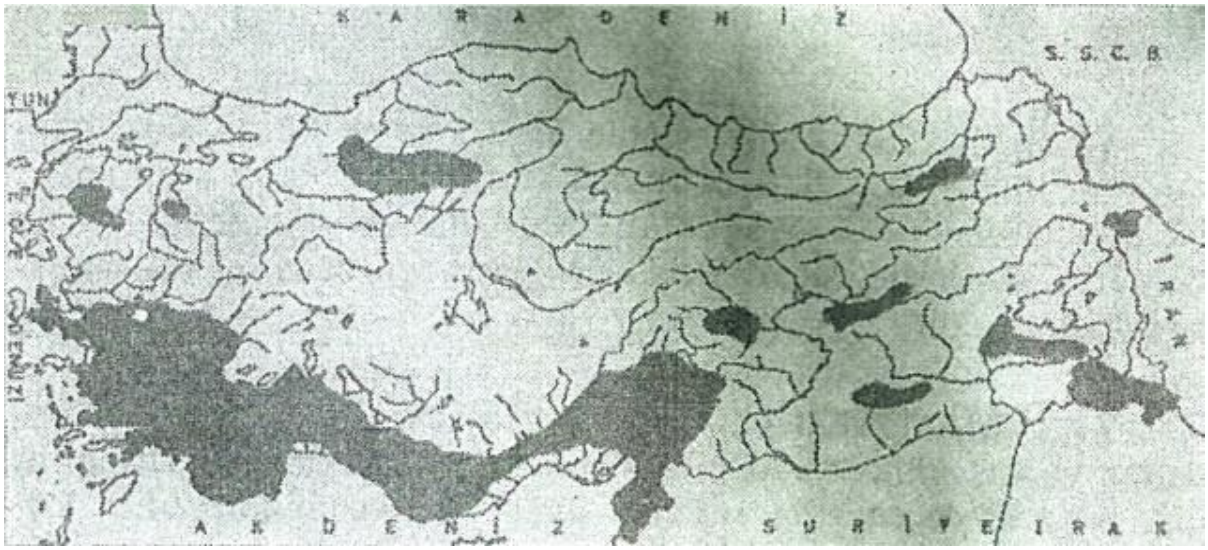
Marker ve Dickman (2005)'ın belirttiğine göre, bir dişi parsın yaşam alanı 8.400 km²'ye kadar çıkabilirken, erkek bireyler için bu alanın genişleyerek 10.600 km²'ye kadar çıkabildiği gözlemlenmiştir. Erkek bireyler, özellikle üreme dönemlerinde, yaşam alanlarını her 3-4 haftada bir tamamen dolaşarak çeşitli işaretler bırakırlar. Bu işaretler arasında dışkı bırakma, arka ayakları ile 35-50 cm uzunluğunda eşinme, ağaçları tırmalama ve ağaç veya kayalıklara sürtünerek koku bırakma gibi davranışlar yer almaktadır (Kleiman ve Eisenberg, 1973; Verberne ve De Boer, 1976; Green, 1991; Sunquist ve Sunquist, 2002).

Erkek pars, bölgesinde birden fazla dişi bulundurabilir ve üreme dönemlerinde dişileri aramak için bu işaretleri kullanabilir. Green (1991)'e göre, erkek bir pars bir gecede 25-75 km arası mesafe kat edebilir. Bu davranışlar, türün üreme stratejilerini ve sosyal yapısını anlamamıza yardımcı olurken, aynı zamanda pars popülasyonlarının genetik çeşitliliğini ve coğrafi dağılımını da etkileyebilir.

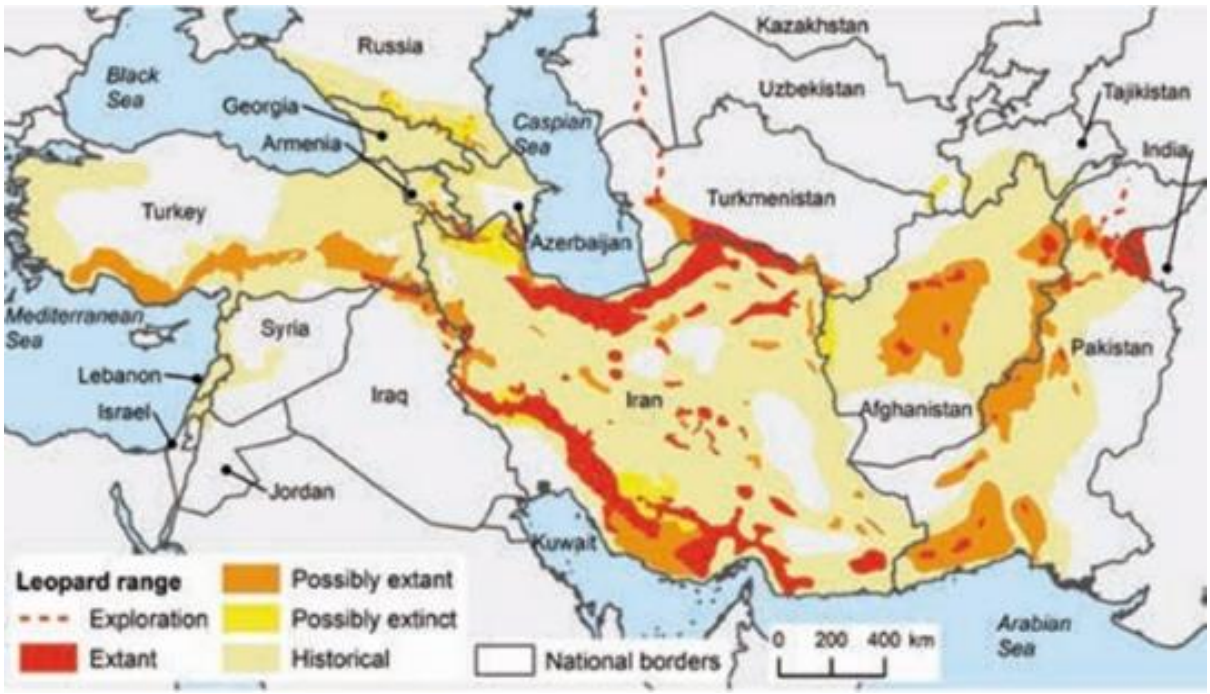
2.2. Yayılış Gösterdiği Alanlar

Anadolu parsının mevcut yayılışı hakkında kesin bilgiler olmamakla birlikte, Tarım ve Orman Bakanlığı ile üniversiteler tarafından yürütülen araştırmalar bu konuda önemli bir rol

oynamaktadır. Anadolu coğrafyasındaki bu nadir türün dağılımıyla ilgili güncel veriler, doğal yaşam alanlarının izlenmesi ve araştırılması yoluyla elde edilmeye çalışılmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı, Anadolu parsının ekolojik durumunu değerlendirmek ve koruma stratejilerini belirlemek amacıyla aktif bir rol üstlenmektedir. Üniversitelerin katılımıyla gerçekleştirilen araştırmalar, bu önemli türün yaşam alanları, nüfus yoğunluğu ve tehdit faktörleri üzerine derinlemesine bilgi sağlamayı hedeflemektedir. Anadolu parsının habitatını koruma çabaları, biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir ve bu doğal varlığın geleceğini güvence altına almak için devam etmektedir.



Görsel 1. Turan (1984) ve Demirsoy (1996)'a göre Pars (*Panthrera pardus*)'ın Türkiye yayılışı



Görsel 2. Bleyhl vd., 2022'ye göre pars (*P. p. tulliana*)'nın Türkiye ve Dünya'daki yayılışı

Anadolu parsının yaşam alanları, diğer hayvan türlerinin varlığı ve av kaynaklarına bağlı olarak belirlenir. Bu tür, genellikle dağlık bölgelerde ve ormanlık alanlarda avlanır. Ayrıca, sığır ve keçi gibi tarım hayvanlarının bulunduğu bölgelerde de görülebilir. Bu nedenle, Anadolu parsının yaşam alanlarının korunması ve sürdürülebilirliği hem türün hem de diğer ekosistem bileşenlerinin korunması açısından büyük öneme sahiptir.

2.3. Beslenmesi

Parsın besini farklı coğrafik bölgelerde geniş bir yelpazede çeşitlenir. Avlarını büyük çift toynaklılar, orta boy memeliler, küçük memeliler, av kuşları ve hatta evcil hayvanlar oluşturmaktadır (Heptner ve Sludskij 1972; Mallon vd., 2007). Günlük 1,6 kg ile 4.9 kg arasında et tükettiği, ortalama 5 günde bir beslendiği bilinmektedir (Bothma ve le Riche, 1986;). Yaşadığı habitat yapısına ve alanın av türüne göre değişmekle birlikte 20 kg ile 60 kg arasındaki çift toynaklıları avlayabilmektedir (Seidensticker, 1991; Bailey, 1993; Arpacık, 2018). Türkiye'de Yaban keçisi (Capra aegagrus), Alageyik (Dama dama), Karaca (Capreolus capreolus) ve Yaban domuzu (Sus scrofa) gibi geniş bir av çeşitliliğine sahip olduğu düşünülmektedir.

Besin tercihleri, Anadolu parsının yaşadığı bölgelerdeki av kaynaklarının mevcudiyetine bağlı olarak değişir. Örneğin, ormanlık alanlarda daha fazla geyik ve tavşan bulunurken, dağlık bölgelerde yaban domuzu ve kuşlar daha yaygındır. Bu tür, avlanma ve beslenme alışkanlıklarını çevresel değişkenlere uyum sağlayarak geliştirmiştir.





Görsel 3-4. Antalya'da 2019 yılında aynı fotokapan istasyonunda Yaban keçisi (*C. aegagrus*) ve Pars (*P.p. tulliana*) (Not: Fotokapanlar ISUBÜ Orman Fakültesi ambarına kayıtlıdır).

2019 yılında aynı fotokapan istasyonunda Yaban keçisi (C.aegagrus)'nin tespitinden bir gün sonra Parsın görüntülenmesi bu tezi doğrulamaktadır (Bk. Görsel 3-4 (Yaban keçisi 10 Ekim 2019 da, Pars ise 11 Ekim 2019 da aynı fotokapan istasyonuna gelmiştir.

2.4. Çevresel Değişkenlerle İlişkileri

Anadolu parsının popülasyon ekolojisi, türün nüfus büyüklüğü, dağılımı ve yaşam alanları gibi faktörleri içerir. Popülasyon düzeyleri, avladıkları diğer hayvanlardan daha düşük olup geniş

alanlara yayılmaktadır. Pars, ekonomik zarara yol açabilen ve hastalık yayma potansiyeli olan daha küçük ve sayıca daha çok hayvanın popülasyon dengesini sağlamada önemli bir rol oynar. Ancak, ekolojik yapısı gereği yalnız dolaşan ve çekingen bir yapıya sahip olan bu tür, günümüzde insan nüfusundaki artışa bağlı olarak ortaya çıkan sanayileşme, orman yangınları, turizm faaliyetleri gibi habitat tahribatı etkenleri ile aşırı avlanma ve kaçak avcılık gibi kısıtlayıcı (mortalite) faktörlerin etkisi altında ciddi problemlerle karşı karşıyadır (Ripple vd., 2014; Linnell vd., 2001; Ray vd., 2005; Sarı, 2018; Sarı vd., 2020). Türkiye'deki Anadolu parsı popülasyonu, diğer pars türlerine göre daha küçük ve izole bir popülasyondur.
Çevresel değişkenler, Anadolu parsının popülasyon ekolojisi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İklim değişiklikleri, habitat kaybı, av kaynaklarının azalması ve insan etkisi gibi faktörler, türün popülasyon büyüklüğünü ve dağılımını etkileyebilir. Bu nedenle, Anadolu parsının korunması için çevresel faktörlerin dikkate alınması ve uygun koruma stratejilerinin uygulanması önemlidir.

İnsan-Pars Etkileşimi

Pars popülasyonlarına yönelik tehditlerin ve bu tehditlerin düzeylerinin henüz tam olarak anlaşılamamış olduğu mevcut durum, bu vahşi türün geleceği açısından endişe verici bir tabloyu ortaya koymaktadır. Parslar, genellikle yalnız dolaşan ve günlük aktivitelerini insanların yoğun olduğu alanlarda sürdüren canlılardır. Ancak, sanayileşme, kaçak avcılık, orman yangınları ve turizm faaliyetleri gibi habitat tahribatına neden olan kısıtlayıcı faktörler, pars popülasyonlarını ciddi şekilde tehdit etmektedir.

Özellikle, mortalite etkisi altında kalan pars nüfusları, sanayileşmenin getirdiği çevresel değişikliklere karşı dirençsiz hale gelmiştir. Orman yangınları, pars habitatlarının azalmasına ve bu türün dağılmasına neden olmuştur. Turizm faaliyetleri ise, doğal yaşam alanlarına insan müdahalesini artırarak, parsların doğal davranışlarını bozmakta ve yaşamlarını tehlikeye sokmaktadır.

Parsın hem gece hem de gündüz aktif olması, insanlarla etkileşim olasılığını artırmaktadır. Bu durum, insanlarla yaşadıkları çevreler arasında giderek artan bir çatışma potansiyeli doğurmaktadır. Parsların insanlarla karşılaşma olasılığındaki bu artış hem insan güvenliğini hem de pars popülasyonlarının sürdürülebilirliğini tehlikeye atmaktadır. Bu nedenle, pars popülasyonlarının korunması için acil tedbirlerin alınması ve habitatlarının korunması önem arz etmektedir.

Koruma Çabaları, Habitat Kaybı ve Değişimi

Anadolu parsı, varlığını sürdürme mücadelesi veren bir tür olarak, en büyük tehditlerden biri olan habitat kaybı ve değişimi ile karşı karşıyadır. Bu vahşi tür, habitat kaybı, kaçak avlanma ve artan insan-pars etkileşimi gibi çeşitli tehditlere maruz kalmaktadır. Özellikle tarım faaliyetlerinin ve yerleşim alanlarının genişlemesinin etkisiyle, Anadolu parsının yaşam alanları daralmakta ve izole edilmektedir. Bu durum, türün doğal davranışlarını ve popülasyonun genetik çeşitliliğini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, avlanma faaliyetlerinin odaklandığı büyük memeli popülasyonlarının azalması, Anadolu parsının beslenme kaynaklarını da ciddi şekilde tehdit etmektedir.

Anadolu parsının korunması için bir dizi çaba devam etmektedir. Hem yerel hem de uluslararası kuruluşlar, bu önemli türün yaşam alanlarını korumak, kaçak avlanmayı önlemek ve toplumları bilinçlendirmek amacıyla çeşitli projeler yürütmektedir. Bu çabalar, sadece Anadolu parsının doğal yaşam alanlarını korumakla kalmayıp aynı zamanda yerel topluluklarla iş birliği yaparak sürdürülebilir çözümler geliştirmeyi de hedeflemektedir. Türün korunması için avlanmanın sıkı bir şekilde denetlenmesi, doğal habitatların korunması ve insan etkileşimini en aza indirme çabaları, Anadolu parsının neslinin devamı için kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, bilimsel araştırmalar ve topluluklar arası iş birliği, bu önemli türün sürdürülebilirliği için temel unsurları oluşturmaktadır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Anadolu parsının popülasyon ekolojisinin ayrıntılı bir biçimde anlaşılması, bu vahşi türün korunması ve ekosistem sağlığı açısından kritik bir öneme sahiptir. Popülasyon ekolojisi, türün yaşam alanları, habitat tercihleri, av tüketimi ve çevresel değişkenlerle olan ilişkisini inceleyerek, koruma stratejilerinin etkili bir şekilde tasarlanmasına ve uygulanmasına olanak tanır. Bu kapsamlı bilgiler, habitat yönetimi için temel bir altyapı oluştururken, Anadolu parsının ekosistem içindeki rolünü daha iyi anlamamıza da yardımcı olur.

Anadolu parsının popülasyon ekolojisinin detaylı bir şekilde araştırılması, türün nesli tehlike altında olan faktörlerle karşı karşıya olduğunu açığa çıkarmaktadır. Habitat kaybı, kaçak avcılık ve insan etkileri, bu türün varlığını tehdit eden başlıca etkenlerdir. Bu nedenle, Anadolu parsının korunması için yaşam alanlarının korunması, avlanmanın sıkı bir şekilde denetlenmesi ve insan-pars etkileşiminin bilinçli bir şekilde yönetilmesi hayati bir öneme sahiptir.

Anadolu parsının beslenme alışkanlıkları ve tükettiği yaban hayvanı türlerinin korunması, ekosistem dengesinin sağlanması açısından önem arz etmektedir. Bu çerçevede, kaçak avcılıkla mücadele edilmesi ve Anadolu parsının doğal av kaynaklarına erişiminin korunması, türün neslinin sürdürülebilirliği için önemlidir.

Koruma çabalarının artırılması ve bilinçlendirme çalışmalarının yapılması, Anadolu parsının hayatta kalması için kritik bir faktördür. Toplumda türün önemine dair farkındalık yaratmak, koruma çabalarına daha fazla destek ve ilgi çekilmesine katkı sağlar. Ayrıca, küresel tehditlerle mücadele etmek amacıyla çevre dostu politikaların uygulanması, özellikle iklim değişikliği gibi faktörlerin Anadolu parsı ve diğer yaban hayatı türleri üzerindeki etkilerini en aza indirebilir.

Sonuç olarak, Anadolu parsının popülasyon ekolojisinin ayrıntılı bir şekilde arazi çalışmaları ile incelenmesi, biyoçeşitliliğin korunması ve ekosistem dengesine katkı sağlamak adına büyük bir öneme sahiptir. Ancak, bu çabaların başarılı olabilmesi için çoklu disiplinli bir yaklaşım benimsemek ve uzun vadeli sürdürülebilirlik stratejileri geliştirmek gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 222O013 proje numarası ile desteklenmiştir. Ayrıca, destek sağlayan Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar 6. Bölge Müdürlüğü ve personeline teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Wilson, D. E., Reeder, D. M. (Eds.)., Mammal Species of The World, A Taxanomic and Georaphic Reference. Third Edition, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1: 1-743. 2005

Nowell, K., Jackson, P. (Eds.)., Wild cats: status survey and conservation action plan (Vol. 382). Gland: IUCN 1996

Ripple, W. J., Estes, J. A., Beschta, R. L., Wilmers, C. C., Ritchie, E. G., Hebblewhite, M., Berger, J., Elmhagen, B., Letnic, M., Nelson, M. P., Schmitz, O. J., Smith, D. W., Wallach, A. D., Schmitz, O. J., "Status and ecological effects of the world's largest carnivores.", Science, 343(6167), 1241484 2014

Valenciennes, M. A., "Sur une nouvelles espece de Panthere tuée par M. Tchihatcheff à Ninfi, village situé à huit lieues est de Smyrne.", Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. 42, 1035-1039. 1856

Kumerloeve, H., Zur Verbreitung des Leoparden (Panthera pardus L.) in Anotolien. Der Zoologische Garten, Leipzig, N.F. 22, 154-162 1956

Kumerloeve, H., Leoparden Panthera pardus tulliana (Valenciennes, 1856) in Zentralanatolien. Säugetierkundliche Mitteilungen 24, 46-48. 1976

Kumerloeve, H., Türkiye"nin Memeli Hayvanları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 28, 178-204. 1978

Ullrich, B., "Neue Gefahren für die letzten Leoparden der Türkei", Zoologische Gesellscheft Für Arten- und Populationsschutz e.V., Mitteilungen, 10 Jahrgang, Heft,1,14-15. 1994

Lukarevsky, V., Akkiev, M., Askerov, E., Agili, A., Can, E., Guriedlidze, Z., Kudaktin, A. N., Malkhasyan, A. and Yarovenko, Y. A., "Status of the Leopard in The Caucasus", Cat News, Special Issue No. 2, ISSN 1027-2992. 2007.

Kitchener, A. C., Breitenmoser-Würsten, C., Eizirik, E., Gentry, A., Werdelin, L., Wilting, A., Tobe, S., "A revised taxonomy of the Felidae: The final report of the Cat Classification Task Force of the IUCN Cat Specialist Group.", Cat News 2017.

Erön, A., "Tralleis Hamam-Gymnasion Latrinası'ndan Bir Grup Korinth Plaster Başlığı", Amisos, 5/8, 51-74. Amisos, 5(8), 51-74. 2020

Tozan, M., "Cicero'nun Cilicia Valiliği.", Cedrus, 4, 105-126. 2016

Dillon, M., Garland, L., "Ancient Greece: Social and Historical Documents From Archaic Times to the Death of Socrates, c. 800-399BC, London, New York: Routledge. 2005.

Borner, M., "Leopards in Western Turkey", Oryx, London, 14, 26-30. 1977

Gavashelishvili, A., Lukarevskiy, V., “Modelling the habitat requirements of leopard Panthera pardus in west and central Asia.”, Journal of applied ecology, 45(2), 579-588. 2008

Karataş, A., Bulut, Ş., Akbaba, B., “Camera trap records confirm the survival of the Leopard (Panthera pardus L., 1758) in eastern Turkey (Mammalia: Felidae).”, Zoology in the Middle East, 1-8. 2021.

Linnell, J. D. C., Swenson, J. E., Andersen, R., “Predators and people: conservation of large carnivores is possible at high human densities if management policy is favourable.”, Animal Conservation 4: 345-349. 2001.

Ray, J. C., Hunter, L., Zigouris, J., Setting conservation and research priorities for larger African carnivores (Vol. 24, pp. 1-203). New York: Wildlife Conservation Society, 2005.

Sarı, A., Gündoğdu, E., Başkaya, Ş., Arpacık, A., “Habitat preference by the Anatolian leopard (Panthera pardus tulliana Valenciennes, 1856) in North-eastern Anatolia, Turkey.”, Belgian Journal of Zoology, 150(1). 2020.

Sari, A., Pars (Panthera pardus)'ın Kuzeydoğu Anadolu'daki yaşam alanı kullanımı / Habitat use of leopard (Panthera pardus) in Northeastern Anatolia, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 122s. 2018.

Heptner, V. G., Sludskij, A. A., Mammals of the Soviet Union. Vol. II part 2. Carnivora (Hyenas and Cats), Vysshaya Shkola, Moscow. 1972.

Heptner, V. G., Sludskij, A. A., Mammals of the Soviet Union. Vol. 2, part 2. Carnivora (Hyaenas and Cats). Smithsonian Institution Libraries and the National Science Foundation, Washington, D.C. 1992.

Hamilton, P. H. 1976. The Movements of Leopards in Tsavo National Park, Kenya, as Determined by Radio-Tracking, MSc thesis, University of Nairobi

Marker, L. L., Dickman, A. J., “Factors Affecting Leopard (Panthera pardus) Spatial Ecology, with Particular Reference to Namibian Farmlands.”, South African Journal of Wildlife Research, 35, 105-115. 2005.

Kleiman, D. G., Eisenberg, F. F., Comparisions of Canid and Felid Social System from an Evolutionary Perspective. Animal Behavior 21, 637-659. 1973.

Verberne, G., De Boer, J., “Chemo-communication Among Domestic Cats, Mediated by the Olfactory and Vumeronasal Senses.”, Zeitschrift für Tierpsycholologie 42, 86-109. 1976.

Green, R., Wild Cat Species of the World, Pub. by Basset Publications, Devon, 163. 1991.

Sunquist, M. E., Sunquist, F., Wild Cats of the World. University of Chicago Press, London, 318-343. 2002.

Turan, N., Türkiye"nin Av ve Yaban Hayvanları - Memeliler, O.G.M. I. Baskı, I.Cilt, Ongun Kardeşler Matbaacılık Sanayii, Ankara, 178 1984.

Demirsoy, A., Türkiye Omurgalıları-Memeliler. Çevre Bakanlığı: Proje No: 90 K 1000: 90. 1996.

Bleyhl, B., Gerngross, Askerov, E., Farhadinia, M. S., Ghoddousi, A., Heidelberg, A., Khorozyan, I., Manvelyan, K., Mengüllüoğlu, D., Ostrowski, S., Rosen, T., Rozhnov, V. V., Soofi, M., Yachmennikova, A., Kuemmerle, T., ‘‘Mapping the distribution and habitat of Persian leopard across its historical range”, CATnews Special İssue, ISSN 1027-2992. 2022.

Mallon, D., Weinberg, P., Kopoliani, N., “Status of the Prey Species of the Leopard in the Caucasus.”, Cat News. Special Issue No. 2, ISSN 1027-2992. 2007.

Bothma, J. D. P., Le Riche, E. A. N., “Prey Preference and Hunting Efficiency of the Kalahari Desert Leopard.”, In Cats of the world: Biology, Conservation and Management, 381–414. 1986.

Bailey, T. N., “The African Leopard. Ecology and Behavior of a Solitary Field”, Colombia University Press, New York. 1993.

Arpacık, A. “Pars (Panthera pardus)’ın Doğu Karadeniz Dağlarındaki Üreme Durumu ve Beslenmesi”, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 100s. 2018.

Akkurnaz, S., “Hacıbayram Arkaik Dönem Mimari Terrakottaları”, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi. 2013.

Erön, A., “Tralleis Hamam-Gymnasion Latrinası'ndan Bir Grup Korinth Plaster Başlığı”, Amisos, 5/8, 51-74. Amisos, 5(8), 51-74. 2020.

Cook, N. G., “The failure of rock.”, In International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, Pergamon Vol. 2, No. 4, pp. 389-403. 1965.

KETOZİSLİ İNEKLERDE TÜMÖR NEKROSİS FAKTÖR-ALFA, KOLESTEROL, BHBA, NEFA VE ASETİLKOLİNESTERAZ DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Uzman Veteriner Hekim YÜCEL YENİLMEZ[1], Prof. Dr. İSMAİL AYTEKİN[1]

[1]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Laboratuvar Hayvanları Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0001-8590-3548

[1]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Laboratuvar Hayvanları Anabilim Dalı, , ORCID: 0000-0001-6794-5453

ÖZET

Bu araştırmada ketozisli ineklerde serum tümör nekroz faktör-α, asetilkolinesteraz, beta hidroksi bütirik asit, nonesterifie fatty acids, glikoz, total protein, kolesterol ve trigliserit düzeyleri araştırıldı.

Araştırmanın materyalini 3-7 yaş aralığında 10 adet ketozisli ve 10 adet sağlıklı olmak üzere toplam 20 adet holstein ırkı inek oluşturdu. Ketozisli ve sağlıklı gruptaki ineklerde serum beta hidroksi bütirik asit, nonesterifie fatty acids, aspartat aminotransferaz, tümör nekroz faktör-α, asetilkolinesteraz, glikoz, total protein, trigliserit ve kolesterol düzeyleri ölçüldü. Ketozisli ineklerde glikoz, trigliserit, nonesterifie fatty acids, tümör nekroz faktör-α ve asetilkolinesteraz düzeyleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli çıkmadığı, ketozisli ineklerde beta hidroksi bütirik asit ve aspartat aminotransferaz seviyeleri artarken total protein ve kolesterol düzeyleri sağlıklı ineklere göre düşük çıktığı belirlendi.

Sonuç olarak ketozisli ineklerde tümör nekroz faktör-α ve asetilkolinesteraz düzeylerinin araştırılması hastalığın biyokimyasal bulgularına faydalı olabileceği kanaatine varıldı.

Anahtar Kelimeler: İnek, ketozis, asetilkolinesteraz, beta hidroksi bütirik asit, tümör nekrosis faktör-alfa

EVALUATION OF TUMOR NECROSIS FACTOR-ALFA, CHOLESTEROL, BHBA, NEFA AND ACETHYLCHOLINESTERASE LEVELS IN COWS WITH KETOSIS

ABSTRACT

In this study were investigated serum tumor necrosis factor-α, acetylcholinesterase, beta hydroxybutyric acid, nonesterifie fatty acids, glucose, total protein, cholesterol and triglyceride in cows with ketosis.

This study material consisted 10 control and 10 group with ketosis, total 20 holstein dairy cows at aged between 3-7 years. In this study serum concentration was measured beta hydroxybutyric

acid, nonesterified fatty acids, tumor necrosis factor-α, acetylcholinesterase, aspartate aminotransferase, glucose, triglyceride, total protein, cholesterol in healthy group and cows with ketosis. Serum nonesterified fatty acids, glucose, triglyceride, tumor necrosis factor-α, acetylcholinesterase did not differ statistically significant between two groups, beta hydroxybutyric acid and aspartate aminotransferase increased statistic that total protein and cholesterol concentration decreased in ketosis cows compared with healthy cows.

Consequently, tumor necrosis factor-α ve acetylcholinesterase concentration researched may prove beneficial biochemical findings in cows with ketosis.

Keywords: Cow, ketosis, acetylcholinesterase, beta hydroxybutyric acid, tumor necrosis factor-alfa.

1.GİRİŞ

Ketozis hastalığı, özellikle süt verimi yüksek olan ineklerde süt veriminin başlangıcı itibariyle 1-2. aylarında negatif enerji dengesi sonucu kan glikoz miktarının düşmesi, karaciğerde depolanmış olarak bulunan glikojen ve glikoz miktarının tükenmesi ve karaciğerde yağ dejenerasyonu şekillenmesi sonucunda kan, idrar ve sütte keton cisimciklerinin oluşumu ve solunum havasında aseton kokusunun oluşumu ile karakterize metabolik bir hastalıktır (Bremmer, 2021).

Kolinesteraz memelilerde 2 farklı formda bulunur, bunlar asetilkolinesteraz ve psödokolinesterazdır. Asetilkolinesteraz karaciğerde üretilir, karaciğer hastalıkları, karaciğer dejenerasyonlarında kanda seviyesinin azaldığı bildirilmektedir (Stojevic vd., 2005). Psödokolinesteraz çoğunlukla karaciğerde sentezlenir ve serumda bulunur, fizyolojisi tam olarak aydınlatılamamıştır (Kaplay, 1976). İnsanlarda psödokolinesterazın insülin direnci, serum lipid profili ve obezite ile direk ilişkili olduğu belirlenmiştir (Iwasaki vd., 2007). İnsanlarda karaciğer hastalıklarında serum psödokolinesteraz düzeyinin düştüğü, iyileşme sürecinde karaciğer psödokolinesterazın yükseldiği tespit edilmiş, düşük psödokolinesteraz seviyelerinin sebebini ise karaciğer fonksiyonlarının azalmasına bağlı olabileceği bildirilmiştir (Ogunkeye ve Roluga, 2006).
Tümör nekrosis faktör alfa (TNF-α), birçok tümör ve normal hücrelerde, bakteriler, virüsler, parazitler, sitokinler olmak üzere çok çeşitli stimuluslarla üretilir, farklı hücre ve dokularda biyolojik aktiviteye sahiptirler, kaşeksi ve neoplastik doku yıkımlanması olmak üzere tümöre bağlı sistemik ve lokal etkilerden sorumludur (Çömez, 2006). Kuru madde tüketiminin azalmasına bağlı olarak, rumendeki gram negatif bakterilerin hücre duvarlarında bulunan, hastalığın gelişmesine bağlı bakterinin gelişmesi ve parçalanması sırasında ortaya çıkan, konak için zehirli nitelikteki bir lipopolisakkarit olan iç zehir, yangısal prosesleri uyararak sitokinlerin ortaya çıkmasını sağlar. Bu sitokinlerin (TNF-α, IL-1, IL-6) ortaya çıkmasıyla kuru madde tüketiminde azalma meydana gelir. Gebe ineklerde doğuma üç hafta kala anne karnındaki fetüsün gelişimi için besin maddesi gereksinimi fazla olmaktadır. Kuru maddenin azalmasına bağlı olarak da bu süreçte gelişen fetüsün rumen hacmini daraltması ve plasentadan salgılanan IL-8 ve IL-1β da sorumlu olmaktadır. Bunun sonucunda TNF-α, SAA1 ve haptoglobulin

salınımının karaciğerde fazlalaşmasıyla gıda alınımının düzenini sağlayan nörofizyolojik mekanizmayı olumsuz etkilemektedir. Ortaya çıkan bu sitokinler, lipolizis gelişmesi sonucu NEFA ve BHBA yükselmesine sebep olabilmektedir (Goff ve Horst 1997; Ingvartsen, 2006; Lacetera vd., 2005; Sevinç ve Başoğlu, 2011).

Bu araştırmada, ketozisli ve sağlıklı ineklerde BHBA, NEFA, TNF-α, ACHE, kolesterol, glikoz, total protein, trigliserit düzeyleri ölçülerek aralarındaki ilişki değerlendirildi.

2.MATERYAL METOD

Hayvan materyalini Balıkesir ili, Bigadiç ilçesinde bulunan 70 başlık süt sığırı işletmesinde laktasyonun ilk 4 haftasında bulunan 3-7 yaş aralığındaki 10 adet klinik ketozis hastalığı teşhis edilen ve 10 adet sağlıklı ineğin kontrol grubuna alınmasıyla toplam 20 adet holstein ırkı süt ineği araştırma grubuna dahil edilmiştir. Çalışma ve kontrol grubundaki hayvanların tamamı işletmenin erken laktasyon grubunda aynı besleme, bakım ve çevre şartlarında barındırıldılar. Hayvanların sağlıklı ve hasta grupları, yaş ortalamaları birbirine yakın olan ve doğum sonrası 1-4 hafta arasında bulunan inekler çalışmaya alınmıştır. Araştırmaya dahil edilen ketozisli ve sağlıklı ineklerin klinik muayeneleri ayrıntılı şekilde yapılmıştır. İşletmede erken laktasyon döneminde karşılaşılan süt humması, mastitis, abomasum deplasmanı, metritis, RPT ve retensiyo sekundinarum veya benzeri hastalıkları bulunan ineklerde sekunder ketozis gelişebileceği ihtimaline karşı hasta olan inekler çalışmaya alınmadı. İşletmede doğumdan sonraki ilk 4 haftada vücut kondisyon skoru 0.5 den daha fazla düşen ineklerin süt verimleri ölçüldü ve takibe alındı. İneklerde doğumu takiben süt veriminde ani azalma ve iştahsızlık görülenlerin klinik muayeneleri yapıldıktan sonra idrar stripleriyle ketonüri kontrolü yapıldı ve daha sonra kan alınıp BHBA düzeyleri ölçüldü. BHBA düzeyi 1.5 mmol/L'den daha yüksek ve idrarda pozitif ketonüri olan inekler ketozisli hasta kabul edilerek çalışmaya alındı. İşletmede yem tüketimi ve süt verimi iyi olan, vücut kondisyon skoru 0.5 ten fazla düşmeyen, genel klinik muayenelerinde hastalığı olmayan sağlıklı inekler çalışmaya alındı. Klinik muayeneleri yapıldıktan sonra ineklerde BHBA değerleri ölçüldü; 1.0 mmol/L'nin altında çıkan inekler sağlıklı kontrol grubuna dahil edildi.

Bu araştırma, Balıkesir Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu (HADYEK) tarafından onaylanmıştır (Karar no: 2021/8-5).
Çalışmadaki serum biyokimyasal parametreler arasındaki ilişki, istatistik analizler Windows SPSS 20 programı kullanılarak, t testi ile yapıldı. $P<0.05$ istatistiksel olarak önemli kabul edildi.

3.BULGULAR

3.1.Klinik Ketozisli İneklerin Bulguları

Çalışmaya alınan klinik ketozisli hayvanların beden sıcaklığı, kalp frekansı, solunum sayıları ortalama değerlerde olduğu belirlendi. Ketozisli ineklerde iştahsızlık, süt veriminde azalma,

depresyon, konstipasyon, diş gıcırdatma, sert dışkı yapısı, konsantre yeme karşı isteksizlik, yem tüketiminde azalma, bazı ineklerde solunum havasında aseton kokusu ve kondisyon kaybı gözlenmiştir.

3.2.Serum Biyokimyasal Parametrelerin Değerlendirilmesi

Çalışmaya katılan ketozisli ve sağlıklı ineklerden elde edilen kan serum örnekleri üzerinde yapılan serum biyokimyasal analizleri Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de verilmiştir

Araştırmada serum örneklerinde yapılan analizler sonucunda ketozisli ineklerde TNF-α ve ACHE düzeyleri sağlıklı ineklere göre önemli çıkmadığı tespit edildi.

Tablo 3.1. Ketozisli ve sağlıklı ineklerde ACHE, TNF-α değerleri.

Parametreler	Sağlıklı İnekler(n=10)	Ketozisli İnekler (n=10)	P Değeri
TNF-α µg/ml	31.50±17.47	33.76±12.58	NS
ACHE ng/ml	6.33±5.73	7.06±3.67	NS

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001, NS- Not Significant

Çalışmada serum örneklerinden yapılan analizler sonucunda ketozisli ineklerde BHBA düzeylerinin sağlıklı ineklere göre yüksek çıktığı tespit edilmiştir (P<0.001). Araştırmada ketozisli ineklerde serum glikoz düzeyi düşük çıkmasına rağmen kontrol grubuna göre önemli çıkmamıştır. Çalışmada ketozisli ineklerde serum AST düzeyleri kontrol grubundaki ineklere göre yüksek çıktığı belirlenmiştir (P<0.05). Araştırmada ketozis grubundaki ineklerde serum kolesterol düzeyinin sağlıklı ineklere göre daha düşük çıktığı tespit edildi (P<0.01). Çalışmada sağlıklı ve ketozisli gruplar arasındaki serumlarda NEFA ve trigliserit düzeylerinde önemli bir farkın olmadığı görüldü.

Tablo 3.2. Ketozisli ve sağlıklı ineklerde biyokimyasal parametreler.

Parametreler	Sağlıklı İnekler (n=10)	Ketozisli İnekler (n=10)	P Değeri
BHBA mmol/L	0.77±0.41	2.54±0.61	P<0.001
Glikoz mg/dL	35.3±11.61	28.20±11.42	NS
Kolesterol mg/dL	61.80±13.51	44.80±8.57	P<0.01
Trigliserit mg/dL	12.10±7.63	11.50±5.21	NS
NEFA mmol/L	0.98±0.78	0.88±0.25	NS

Total protein g/dL	6.87±0.50	5.68±0.75	P<0.001
AST U/L	109.70±8.87	167.20±72.34	P<0.05

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001, NS- Not Significant

4.TARTIŞMA

İneklerde klinik ketoziste iştahsızlık, süt veriminde azalma, depresyon, yem tüketiminde azalma, konsantre yeme karşı isteksizlik, kaba yem tüketiminde artış, dışkıda kuruma, rumen hareketlerinde azalma, solunum havasında aseton kokusu, kondisyon kaybı görülür (Herdt, 2000; Herdt, 2005; Oetzel, 2007). Bu araştırmaya dahil edilen inekler, muayene edilerek sekunder ketozisin neden olduğu hasta inekler çalışmadan çıkarılmış, doğum sonrası ilk 4 hafta içerisinde olan ketozisli inekler çalışmaya alınmıştır. Bu çalışmada klinik ketozisli ineklerde iştahsızlık, süt veriminde azalma, depresyon, konstipasyon, diş gıcırdatma, sert dışkı yapısı, depresyon, konsantre yeme karşı isteksizlik, yem tüketiminde azalma, bazı ineklerde solunum havasında aseton kokusu, kondisyon kaybı gözlenmiştir.

Hayvanlarda karaciğer hastalıkları, subklinik ketozis, klinik ketozis, hepatobiliyer hastalıklar, akut ve kronik hepatitis, karaciğer hasarları, hepatik lipidozis, safra hastalıkları ve kas dokusu hasarlarında AST enzim düzeylerinde artış olabilir (Civelek, 2011; Sevinc ve Başoğlu, 2011; Steen, 2001; Zhanga vd., 2018). Karaciğerde yağlanma sonucu AST düzeyinin yükseldiğini (Bogin vd., 1988; Cebra vd., 1997), karaciğer hasarlarında AST ve GGT seviyesinde artış olduğunu bildirmişlerdir (Civelek, 2011; Sevinc ve Başoğlu, 2011; Steen, 2001). Klinik ketozisli ineklerde AST, GGT, ALP, ALT düzeylerinin yüksek çıktığını (Zhanga vd., 2018), subklinik ketozis ve klinik ketozisli ineklerde AST enzim düzeyinin arttığını (Li vd., 2016), ketozisli ineklerde AST değerlerinin sağlıklı gruba göre yükseldiğini bildirmişlerdir (Cao vd., 2017). Bu çalışmada klinik ketozisli ineklerde AST düzeyleri sağlıklı ineklere göre yüksek çıkmıştır.

Hayvanlarda karaciğerde hasar sonucunda albumin seviyesinin azaldığını (West, 1990), ineklerde karaciğer yağlanmasında total protein düzeyinin düştüğünü (Radostits vd., 2006; Turgut, 2000), ketozisli ineklerde serum albumin düzeyinin vücut rezervlerinin kullanılması sonucunda azaldığını bildirmişlerdir (Austin ve Wilde, 1985). Doğum sonrası dönemdeki ineklerde üre düzeyinin azaldığını bu dönemdeki yağ infiltrasyonu sebebiyle protein anabolizmasındaki azalmaya bağlı olabileceğini, ketozisli ineklerde total protein düzeyinin düşük çıkmasını karaciğerde meydana gelebilecek hasara ve protein anabolizmasındaki düşüşe bağlı olabileceğini bildirmişlerdir (Elitok vd., 2006). Klinik ketozisli ve subklinik ketozisli ineklerde albumin ve BUN değerlerinin normal çıktığını, subklinik ve klinik ketozisli ineklerde albumin düzeylerinin normal çıktığını tespit etmişlerdir (Akgül vd., 2018). Sağlıklı ineklere göre subklinik ve klinik ketozisli ineklerde total protein değerlerinin normal sınırlar içerisinde olduğunu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmediğini bildirmişlerdir (Çatık, 2015). Subklinik ketozis ve klinik ketozisli ineklerde total protein düzeyleri sağlıklı

gruba göre önemli çıkmamıştır (Li vd., 2016). Bu çalışmada ketozisli ineklerde total protein değerleri sağlıklı ineklere göre biraz düşük çıkmasına rağmen önemli bulunmamıştır.

İneklerde erken laktasyon döneminde insülin üretimi azaldığından dolayı yağ ve kas dokusunda glikozdan yararlanma azalır, glikoz üretimi için alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç duyar, öncelikli olarak vücut yağları mobilize olur ve bunun sonucunda NEFA düzeyi yükselir (Drackley, 1999). Kan glikozu gün içerisinde birçok çevresel ve hormonal nedenlere bağlı olarak dalgalanma gösterdiği için ketozis tanısında yalnız başına güvenilir bir parametre değildir. Postpartum dönemdeki ineklerde kan glikoz düzeyinin düşük olması negatif enerji dengesi ya da ketozis olasılığını göstermektedir (LeBlanc, 2010). İneklerde klinik ketozis hastalığının teşhis edilmesinde glikoz düzeyi belirlenmesinin önemli olduğunu bildirmişlerdir (Kelly, 1977). Ketozisli hayvanlarda BHBA düzeyinin arttığı dönemde glikoz seviyesinin azaldığını tespit etmişlerdir (Andre vd., 1987). İneklerde doğum sonrası dönemde ketozisin teşhisinde glikoz seviyesinin BHBA seviyesine göre daha az önemli olduğunu bildirmişlerdir (Herdt vd., 1981). Karaciğer yağlanması bulunan sığırlarda kan glikoz düzeyinin düştüğünü (Gilbert vd., 1998; Katoh, 2002), ketozis ve karaciğer yağlanması bulunan hayvanlarda glikoz seviyesinin azaldığını tespit etmişlerdir (Gilbert vd., 1998; Katoh, 2002; LeBlanc, 2010). Hem subklinik ketozis hem de klinik ketozisli ineklerde glikoz düzeyleri sağlıklı ineklere göre düşük çıkmıştır (Li vd., 2016). Klinik ketozis grubuyla sağlıklı grup arasında glikoz düzeylerinde önemli bir farkın çıkmadığı tespit edilmiştir (Akgül vd., 2018). Subklinik ketozis ve sağlıklı ineklerde serum glikoz düzeyleri arasında önemli bir fark gözlenmediğini bildirmişlerdir (Çatık, 2015). Bu çalışmada klinik ketozisli ineklerde kan glikoz düzeyi düşmesine rağmen sağlıklı grup ile arasında önemli bir farkın olmadığı belirlendi.

Walsh vd. (2007) nin yapmış olduğu bir araştırmada BHBA düzeyi 1≤1.4 mmol/L arasını subklinik ketozis olarak değerlendirmiş, (Duffield, 2000) ise bu aralığı 1.2 ≤ 1.4 mmol/L arasında kabul etmiştir. Klinik ketozisli hayvanların BHBA düzeyini 1.4≤ mmol/L aldığını, ketozisli gruplar oluşturulurken BHBA düzeyi, klinik bulgular ve idrarda ketonüri bulunup bulunmamasına göre grupların oluşturduğu bildirilmiştir (Akgül, 2014). Klinik ketozisli ineklerde BHBA düzeyi subklinik ketozis ve sağlıklı ineklerle karşılaştırıldığında, klinik ketozisli ineklerin BHBA düzeylerini daha yüksek bulmuşlardır. Subklinik ketozisli ineklerin BHBA düzeyleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha yüksek çıkmıştır (Akgül, 2014). Sağlıklı ineklere göre klinik ketozisli ve subklinik ketozisli ineklerde BHBA değerleri karşılaştırıldığında arttığı, klinik ketozisli ineklerde BHBA düzeylerinin sağlıklı ve subklinik ketozisli ineklere göre daha yüksek çıktığını bildirmişlerdir (Çatık, 2015). Ketozisli ineklerde BHBA düzeyleri sağlıklı gruba göre arttığı belirlenmiştir (Sun vd., 2015, Xia vd., 2012). Hem subklinik ketozis hem de klinik ketozisde BHBA düzeyleri sağlıklı ineklere göre artmıştır (Li vd., 2016). Ketozisli ineklerde BHBA düzeyleri sağlıklı gruba göre yükseldiğini (Cao vd., 2017), ketozisli ineklerde BHBA düzeylerinin sağlıklı gruba göre arttığını (Zhang vd., 2012), ketozisli ineklerde BHBA seviyelerinin sağlıklı gruba göre yükseldiğini (El Deep vd., 2017), sağlıklı gruba göre BHBA düzeylerinin hem tip 1 ketozisli hem de tip 2 ketozisli ineklerde arttığını bildirmişlerdir (Shen vd., 2020). Bu araştırmada ketozis grubuna primer ketozis bulguları gösteren ve idrarda ketonüri pozitif olanlar ve BHBA aralığı 1.5≤ mmol/ L üzerinde

olan inekler çalışmaya dahil edildi. Bu çalışmada klinik ketozisli ineklerde BHBA düzeyleri sağlıklı gruptaki ineklere göre daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda doğum sonrası postpartum dönemde daha çok hastalığın görüldüğü NEFA düzeyinin 0.70 ile 1.0 mEq/L arasında değiştiği belirtilmiştir. Ketozisli ineklerde serum NEFA düzeyinin genellikle 0.7 mEq/L'nin üzerinde bulunmasına rağmen daha düşük düzeylerde de ketozis olabileceğini bildirmişlerdir (Chapinal vd., 2011; LeBlanc, 2010; Ospina vd., 2010b). Klinik ketozisli ineklerde NEFA düzeylerini sağlıklı ineklere göre daha yüksek çıktığını (Li vd., 2016), ketozisli ineklerde NEFA düzeylerinin sağlıklı ineklere göre arttığı belirlenmiştir (Cao vd., 2017; Sun vd., 2015; Xia vd., 2012). Zhang vd. (2012) yaptıkları çalışmada subklinik ketozisli hayvanlarda NEFA düzeyinin kontrol grubuna göre yüksek çıktığını bildirmişlerdir. NEFA düzeyleri hem subklinik ketozis hem de klinik ketozisli ineklerde sağlıklı gruba göre artmıştır (Li vd., 2016). Tip 1 ketozisli ve Tip 2 ketozisli ineklerle NEFA düzeyleri karşılaştırdığında tip 2 ketozisli ineklerde NEFA değerleri tip1 ketozisli ineklere göre hafif düştüğü ancak önemli çıkmadığını belirlemişlerdir (Shen vd., 2020). Subklinik ketozis grubunda NEFA ortalamasının sağlıklı hayvanlardan daha yüksek olduğunu, klinik ketozisli ineklerde NEFA düzeylerinin subklinik ketozis grubuna göre yüksek çıkmasına rağmen arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir (Akgül vd., 2018). Subklinik ketozis ve klinik ketozis grubundaki ineklerde NEFA ortalamasının sağlıklı ineklere göre daha yüksek çıktığını, klinik ketozisli ineklerde NEFA düzeylerinin subklinik ketozis grubuna göre biraz düşük çıkmasına rağmen arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir (Çatık, 2015). Klinik ketozis grubunda NEFA'nın subklinik ketozis grubuna göre daha düşük olması NEFA'nın uzun süre enerji eksikliği bulunan durumlarda TCA siklusunda enerji kaynağı olarak kullanılması olabileceğini bildirmişlerdir (Adewuyi vd., 2005; Çatık, 2015; Mohri vd., 1992; Van Den Top vd., 2005). Subklinik ketozis ve klinik ketozisli inekler arasında herhangi bir istatistiksel farkın bulunmaması ketozisli ineklerde karaciğerin yağlanmaya başlamadığını gösterebileceği ya da NEFA ve trigliseridin özellikle karaciğer yağlanması vakalarında patolojik artışların olması, karaciğer yağlanmasının bulunmadığı subklinik ve klinik ketozis vakalarında ise NEFA' dan daha çok BHBA düzeyi artışlarının önemli olmasıyla açıklanabileceğini bildirmişlerdir (Akgül vd., 2018, Akgül, 2014). Bu çalışmada klinik ketozisli ineklerde NEFA düzeyleri sağlıklı ineklere göre önemli çıkmadığı belirlendi.

Ketozisli ineklerde total kolesterol düzeyini sağlıklı ineklere göre yüksek bulmuşlardır (Simonov ve Vlizlo, 2015). Negatif enerji dengesi gelişen sığırlarda karaciğer yağlanmasına bağlı olarak kolesterol düzeyi düşmesi beklenirken subklinik ketozis grubunda normal sınırlar içerisinde olmakla birlikte yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durumun subklinik ketozis sırasında artan metabolik stres ve kortizol ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür (Turgut, 2000; Quiroz-Rocha vd., 2009, Nakagava ve Katoh, 1998). İneklerde yapılan çalışmada kolesterol düzeyinin tüm gruplarda normal referans aralıklarında olmasıyla birlikte subklinik ketozisli ineklerde kontrol grubuna göre kolesterol düzeyi artarken klinik ketozisli ineklerde önemli çıkmadığını, klinik ketozisli ineklerde kolesterol düzeyleri subklinik ketozis grubuna göre düşük çıktığını bildirmişlerdir (Çatık, 2015). Klinik ketozisli hayvanlarda sağlıklı gruba göre serum kolesterol düzeyinin düştüğünü belirtmişlerdir (Nakagava ve Katoh, 1998). Total kolesterol düzeyleri hem

subklinik ketozis hem de klinik ketozisli ineklerde sağlıklı gruba göre azalmıştır (Li vd., 2016). Bu çalışmada klinik ketozisli ineklerde kolesterol düzeyleri sağlıklı gruptaki ineklere göre düşük çıktığı belirlendi.

Negatif enerji dengesindeki sığırlarda kan dolaşımında serbest yağ asitleri artar, karaciğerde trigliserit düzeyinin artmasına neden olur. Trigliseritlerin birazı karaciğerde depolanırken bir kısmı da VLDL'lere bağlanarak taşınır. Karaciğerde trigliserit sentezi VLDL sentezinden daha çoksa biriken trigliseritler karaciğer yağlanmasına yol açar (Kennerman, 2011). Karaciğer yağlanması ketozis, abomasum deplasmanlarına neden olabilir, bundan dolayı ketozis hastalığında genellikle trigliserit düzeyi azalır (Katoh, 2002; Kennerman, 2011; Quiroz-Rocha vd., 2009). Doğumdan sonra ilk 1 haftada trigliserit düzeyinin önemli düzeyde düşük olduğunu, postpartum birinci haftadan sonra trigliserit düzeyinin yükseldiğini bildirmişlerdir (Kessler vd., 2014). Klinik ve subklinik ketozis gruplarındaki ineklerde genellikle laktasyonun birinci haftasından daha ileriki dönemlerde serum trigliserit ortalamalarının yüksek çıkabileceğini belirtmişlerdir (Turgut, 2000). Ketozisli ineklerde trigliserit düzeyini sağlıklı ineklere göre yüksek bulmuşlardır (Simonov ve Vlizlo, 2015). Sağlıklı ineklere göre subklinik ve klinik ketozisli ineklerde trigliserit değerlerinin normal sınırlar içerisinde çıktığını gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmediğini bildirmişlerdir (Çatık, 2015). Trigliserit düzeyleri hem subklinik hem de klinik ketozisli ineklerde sağlıklı gruba göre önemli çıkmamıştır (Li vd., 2016). Bu araştırmada klinik ketozisli ineklerde trigliserit düzeyleri sağlıklı gruptaki ineklere göre önemli çıkmadığı tespit edilmiştir.

Diabetik ketoasidozis vücutta artmış ise oksidatif strese neden olduğu, diabetik ketoasidozis olan insanlarda ise serum psödokolinesteraz düzeyleri düşük çıkmıştır (Omu vd., 2010). Obez köpeklerde yapılan çalışmalar sonucunda psödokolinesteraz, HDL ve LDL arasında pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Şiddetli lipid mobilizasyonunda karaciğer tepki olarak daha yüksek dozda psödokolinesteraz salgıladığı ortaya konmuştur (Cuauianu vd., 2002). Kırk adet Nubian keçisinde psödokolinesteraz düzeyleri belirlendikten sonra topikal olarak fenthion uygulandığında psödokolinesteraz düzeylerinin düştüğü saptanmıştır (Fuentes ve Fuentes vd., 2006). Sığır, keçi, koyun, deve plazmalarında üç farklı çeşit kolinesteraz ölçüldüğünde en yüksek kolinesteraz düzeyinin keçilerde, en düşük ise develerde olduğu bildirilmiştir (Qarawi ve Ali, 2003). Klinik ketozisli ineklerde asetilkolinesteraz düzeylerini kontrol grubuna göre düşük çıktığını (Simonov ve Vlizlo, 2015), ketozisli ineklerde yapılan çalışmada kolinesteraz seviyelerini sağlıklı gruba göre düşük bulmuşlar (Sun vd., 2015), klinik ketozisli ineklerde ise kolinesteraz düzeylerinin kontrol grubuna göre yükseldiğini bildirmişlerdir (Xia vd., 2012). Bu çalışmada klinik ketozisli ineklerde asetilkolinesteraz düzeyleri sağlıklı gruptaki hayvanlara göre önemli çıkmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan bazı çalışmalarda ketozisli ineklerin TNF-α, SAA, IL-6 ve laktat konsantrasyonlarının sağlıklı olanlara göre doğum öncesi 4-8 haftalık dönemde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Oetzel, 2004; Oetzel 2007; Tehrani vd., 2011; Zhang vd., 2016; Zhang ve Ametaj 2020). Ketozisli ineklerde TNF-α değerlerini sağlıklı hayvanlara göre yüksek bulmuşlardır (El-Deep ve El-Bahr, 2017). Klinik ketozisli ineklerde TNF-α düzeylerini sağlıklı gruba göre arttığını tespit etmişlerdir (Zhanga vd., 2018). Sağlıklı hayvanlara göre subklinik ketozisli ineklerde TNF-α düzeylerinin arttığını, klinik ketozisli hayvanlarda ise TNF-α düzeylerinin normal

çıktığını bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada subklinik ketozisli hayvanlarda TNF-α düzeylerinin kontrol grubuna göre normal çıktığını belirtmişlerdir (Brodzki vd., 2021; Zhang vd., 2012). Bu çalışmada klinik ketozisli ineklerde TNF-α düzeyleri hafif yükselmesine rağmen sağlıklı gruptakilere göre önemli çıkmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada ketozisli ve sağlıklı ineklerde beta hidroksi bütirik asit, nonesterified fatty acids, aspartat aminotransferaz, tümör nekrosis faktör-alfa, asetilkolinesteraz, glikoz, total protein, trigliserit, kolesterol düzeyleri belirlendiğinden, hastalığın biyokimyasal tanısına katkı sağlamıştır. Ketozis hastalığı teşhis edilen ineklerde, yapılan araştırmalarda kolinesteraz enzimleri ve tümör nekrosis faktör-alfa arasındaki ilişki çok sınırlı olduğundan dolayı daha detaylı çalışmaların yapılması kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

Adewuyi, A.A., Gruys, E. and Van Eerdenburg F. J. C. M. (2005). Nonesterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle: A review. *Veterinary Quarterly, 27*(3), 117-126.

Akgül, G. (2014). Subklinik ve klinik ketozisli ineklerde adiponektin düzeyinin ölçülmesi, NEFA, BHBA ve adiponektin düzeyleri aralarındaki ilişkinin belirlenmesi. http://hdl.handle.net/11452/2264

Akgül, G., Mecitoglu. Z., Kücüksen, D. U. and Şentürk, S. (2018), Comparison of adiponectin levels and some metabolic parameters in dairy cows with subclinical and clinical ketosis. *Medycyna Weterynaryjna, 74* (3), 182-186.

Andre, E., Bazin, S. and Siliart, B. (1987). Interest and limits of blood chemistry in high producing cows. *Israel Journal of Veterinary Medicine, 43,* 110- 116.

Austin, A. R. and Wilde, R. M. (1985). The effect of Sodium Monensin on Pregnant Ewes. *British Veterinary Journal, 141*, 628- 634.

Bogin, E., Avidar, Y., Merom, M., Sobacks, S. and Brenner, G. (1988). Biochemical changes associated with the fatty liver syndrome in cows. *Journal of Comparative Pathology, 98*(3), 337-347.

Bremmer, D. (2021). Monitoring subclinical ketosis in transition dairy cows. https://www.heberex.nl/docs/product/attachments/Bremmer (Erişim tarihi 18/10/2021).

Brodzki, P., Marczuk, J., Lisiecka, U., Szczubia, M., Brodzki, A., Gorzkos, H. and Kulpa, K. (2021). Comparative evaluation of cytokine and acute-phase protein concentrations in sera of dairy cows with subclinical and clinical ketosis as a different view of the causes of the disease. *Veterinary World, 14*(6), 1572-1578.

Cao, Y., Zhang, J., Yang, W., Xia, C., Zhang, H. Y., Wang, Y. H. and Xu, C. (2017). Predictive value of plasma parameters in the risk of postpartum ketosis in dairy cows. *Journal of Veterinary Research (Poland), 61*(1), 6191-6195.

Cebra, C. K., Garry, F. B., Getzy, D. M and Fettman, J. (1997). Hepatic lipidosis in anorectic, lactating holstein cattle: A retrospective study of serum biochemical abnormalities. *Journal of Veterinary Internal Medicine, 11*, 231-237.

Chapinal, N., Carson, M., Duffield, T.F., Capel, M., Godden, S., Overton, M. ve LebLanc, S.J. (2011). The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. *Journal of Dairy Science, 94*, 4897–4903.
Civelek, T. (2011). Süt sığırlarında periparturient dönem hastalıklar ve karaciğer fonksiyonu üzerine etkileri. *Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri, 2*, 131-139

Cuauianu, M., Nistor, T., Hancu, N., Orbai, P., Muscurel, C. and Stoian, I. (2002). Serum cholinesterase activity is correlates with serum insulin, C- peptide and free fatty acids levels in patients in with type 2 diabetes. *Romanian Journal of Internal Medicine, 40,* 43-51.

Çatık, S. (2015). *Negatif enerji dengesindeki süt sığırlarında serum osteokalsin düzeyinin değerlendirilmesi; serum esterleşmemiş yağ asiti (NEFA), beta hidroksibütirik asit (BHBA), glukoz ve osteokalsin düzeyleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi.* Yayımlanmamış doktora tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi.

Çömez, Y. İ. (2006) *Prostat adeno kanseri tanısı ile takip edilen hastalarda TNF-alfa-308 A/G polimorfizim sıklığının belirlenmesi ve belirli parametreler ile ilişkisinin belirlenmesi*. Uzmanlık tezi, İstanbul: Sağlık Bakanlığı Kartal Dr. Lütfi Kırdar Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1. Üroloji Kliniği.

Drackley, J.K. (1999). Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *Journal of Dairy Science, 82*, 2259-2273.

Duffield, T.F. (2000). Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *Veterinary Clinics North, America Food Animal Practice, 16,* 231- 253.

Elitok, B., Kabu, M. and Elitok O. M. (2006). Evaluation of liver function test in cows during periparturient period. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 20*, 205- 209.

El-Deeb, W. M. and El-Bahr, S. M. (2017). Biomarkers of ketosis in dairy cows at postparturient period: acute phase proteins and pro-inflammatory cytokines. *Veterınarskı Arhıv, 87*(4), 431-440.

Fuentes, V.O. and Fuentes, P.I. 2006. Butyrlcholinesterase levels in nubian and saanen goats in the highlands of Mexico: Effect of organophosphate fenthion after topical application. *Journal of Veterinary and Animal Advances, 11,* 278-881.

Gilbert, O.R., Gyles, C.L. and Perry, T.W. (1998). Metabolic disorders, 8th edition, TheVeterinary Merck Manual, USA, page 723-747.

Goff, J. P. and Horst R.L. (1997). Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science 80,* 1260-1268.

Herdt, H.T., Steven, B.J., Olson, G.W. and Larson V. (1981). Blood concentration of β hydroxybutyrate in clinical normal holstein freisian herds and in those with a high prevalance of clinical ketosis. *American Journal of Veterinary Research, 42*, 503- 506.

Herdt, H.T. (2000). Ruminant adaptation to negative energy balance: Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice, 16*(2), 215-229.

Herdt, H. T. (2005). *Ketosis in cattle. The merck veterinary manual*. 9 th. Editation. NJ: Merck & Co Inc., Whitehouse Station, 830-832.

Ingvartsen, K.L. (2006). Feding and management related diseases in the transition cow. Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Animal Feed Science and Technology,126,* 175-213.

Iwasaki, T., Yoneda, M., Nakajima, A. and Terauchi, Y. (2007). Serum butyrlcholinesterase is strongly associated with adiposity, the serum lipid profile and insulin resistance. *Internal Medicine, 46,* 1633-1639.

Kaplay, S.S. (1976). Acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase of developing human brain. *Biology of the Neonate, 28*, 65–73.

Katoh, N. (2002). Relevance of apolipoproteins in thedevelopment of fatty liver and fatty liver related peripartum diseases in dairy cows. *Journal of Veterinary Medical Science, 64*, 293-307.

Kelly, J. M. (1977). Changes in serum β hydroxybutyrate concentration in dairy cows kept under commercial farm conditions. *Veterinary Record, 101*, 409- 502.

Kennerman, E. (2011). Süt sığırlarında metabolik profil test. *Türkiye Klinikleri Journal Veterinary Science, 2*, 96-101.

Kessler, C., Gross, J. J., Bruckmaier, R. M. and Albrecht, C. (2014). Cholesterol metabolism, transport, and hepatic regulation in dairy cows during transition and early lactation. *Journal of Dairy Science, 97*, 5481–5490.

Lacetera, N., Scalia, D., Bernabucci, U., Ronchi, B., Pirazzi, D. and Nardone, A. (2005). Lymphocyte Functions in Overconditioned Cows Around Parturition. *Journal of Dairy Science, 88,* 2010-2016.

LeBlanc, S.J. (2010). Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *Journal of Reproduction and Development, 56,* 29-35.

Li, Y., Ding, H.Y., Wang, X.C., Feng, S.B., Li, X.B., Wang, Z… Li, X.W. (2016). An association between the level of oxidative stress and the concentrations of NEFA and BHBA in the plasma of ketotic dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 100,* 844–851.

Mohri, S., Farquhar, C.F., Somerville, R.A., Jeffrey, M., Foster, J. and Hope, J. (1992). Immunodetection of a disease specific PrP fraction in Scrapie affected sheep and BSEaffeated cattle. *Veterinary Record, 131,* 537- 539.

Nakagava, H. and Katoh, N. (1998). Reduced activity of lecithin: cholesterol acyltransferase in the serum of cows with ketosis and left displacement of the abomasum. *Veterinary Research Communication, 22,* 517-524.

Oetzel, G.R. (2004). Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Veterinary Clinics Food Animal Practice, 20,* 651-671.

Oetzel, G.R. (2007). *Herd-level ketosis–diagnosis and risk factors.* American Association of Bovine Practitioners. In Proceedings of the 40th Canada: Annual Conference, Vancouver, BC.

Ogunkeye, O. O. and Roluga, A. I. (2006). Serum cholinesterase activity helps to distinguish between liver and non liver disease aberration in liver function tests. *Pathophysiology, 13,* 91-93.

Omu, A.E., Al-Azemi, M.K., Omu, F.E., Fatinikun, T., Abraham, S., George, S. and Mahnazhath, N. (2010). Butyrylcholinesterase activity in women with diabetes mellitus in pregnancy: Correlation with antioxidant activit. *Journal of Obstetrics and Gynaecology, 30,* 122–126.

Ospina, P.A., Nydam, D.V., Stokol, T. and Overton, T.R. (2010 b). Evaluation of nonesterified fatty acids and β-hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *Journal of Dairy Science, 93,* 546-554.

Qarawi, A. A. and Ali, B. H. (2003). Variation in the normal activity of esterases in plasma and liver of camels (Camelus dromedarius), Cattle (Bos indicus), Sheep (Ovis aries) and Goats (Capra hircus). *Journal of Veterinary Medicine A, 50,* 201-203.

Quiroz-Rocha, G.F., LeBlanc, S.J., Duffield, T., Wood, D., Leslie, K.E. and Jacobs, R.M. (2009). Evaluation of prepartum serum cholesterol and fatty acids concentrations aspredictors of postpartum retention of the placenta in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association, 234*, 790-793.

Radostits, O.M., Gay, C.C., Hınchcliff, K.W. and Constable, P.D. (2006) *Veterinary medicine a textbook of the diseases of catte, sheep, goats.* London: Pigs and Horses. Saunders Ltd. 1661-1668.

Sevinc, M. ve Başoğlu, A. (2011). Sütçü sığırlarda ketozis ve karaciğer yağlanmasının etiyopatogenezi ve abomazum deplasmanları ile ilişkisi. *Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri, 2*, 123-130.

Shen, L., Zhu, Y., Xiao, J., Qian, B., You, L., Zhang, Y...Cao, S. (2020). Serum adipokines play different roles in type I and II ketosis. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 33*(12), 1930-1939.

Simonov, M. and Vlizlo, V. (2015). Some blood markers of the functional state of liver in dairy cows with clinical ketosis. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine, 18*(1), 74-82

Steen, A. (2001). Field Study of Dairy Cows with Reduced Appetite in Early Lactation: Clinical Examinations, Blood and Rumen Fluid Analyses. *Acta Veterinaria Scandinavica, 42*, 219-228.

Stojević, Z., Piršljin, J., Milinković-Tur, S., Zdelar-Tuk, M. and Ljubić, B. (2005). Clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Veterinarski Arhiv, 75*, 67–73.

Sun, Y., Wang, B., Shu, S., Zhang, H., Xu, C., Wu, L. and Zia, C. (2015). Critical thresolds of liver functions parameter for prediction in dairy cows using receiver operating characteristic (ROC) analysis. *Veterinary Quarterly, 35*(3), 159-164.

Tehrani S. M., Hadadi, M., Noughabi, H.H., Mohammadi, A., Rostami, F. and Sharifi, H. (2011). Bovine subclinicalketosis in dairy herds in Nishaboor, Iran. *Comp. Clin Pathol., 21*, 1637–1641.

Turgut, K. (2000) Veteriner Klinik Laboratuvar Teşhis, 2. baskı, Bahcıvanlar Basım Sanayi Anonim Şirketi, Konya, sayfa 339-350.

Van Den Top, A., Van Tol, A., Jansen, H., Geelen, M. and Beynen, A. (2005). Fatty liver in dairy cows post partum is associated with decreased concentration of plasma triacylglycerols and decreased activity of lipoprotein lipase in adipocytes. *Journal of Dairy Research, 72*, 129-137.

Walsh, R. B., Walton, J. S., Kelton, D. F., LebLanc, S. J., Leslie, K. E. and Duffield, T. F. (2007). The effect of sub-clinical ketosis in early lactation on reproductive performance of post-partum dairy cows. *Journal of Dairy Science, 90*, 2788–2796.

West, H. (1990). Effect on liver function of acetonemia and the fat cow syndrome cattle. *Research in Veterinary Science, 48*, 221- 227.

Xia, C., Wang, Z., Xu, C. and Zhang, H. Y. (2012). Concentrations of Plasma Metabolites, Hormones, and mRNA Abundance of Adipose Leptin and Hormone-Sensitive Lipase in Ketotic and Nonketotic Dairy Cows. *Journal of Veterinary Internal Medicine, 26*, 415–417.

Zhang, G. and Ametaj, B. N. (2020). Ketosis an old story under a new approach. *Dairy 2, 1*, 42–60.

Zhang, Z. G., Xue, J. D., Gao, R. F., Liu, J. Y., Wang, J. G., Yao, C. Y…Wang, Z. (2012). Evaluation of the Difference of L-selectin, Tumor Necrosis Factor-α and Sialic Acid Concentration in Dairy Cows with Subclinical Ketosis and without Subclinical Ketosis. *Pakistan Veterinary Journal, 33*(2), 225-228.

Zhang, G., Hailemariam, D., Dervishi, E., Deng, Q., Goldansaz, S.A., Dunn, S.M. and Ametaj, B.N. (2016). Dairy cows affected by ketosis show alterations in innate immunity and lipid and carbohydrate metabolism during the dry off period and postpartum. *Research in Veterinary Science, 107*, 246–256.

Zhanga, Y., Lia, X., Zhang, H., Zhaoa, Z., Penga, Z., Wanga, Z… Lia, X. (2018). Non Esterified Fatty Acids Over-Activate the TLR2/4-NF-Kb Signaling Pathway to Increase Inflammatory Cytokine Synthesis in Neutrophils from Ketotic Cows. *Cell Physiol Biochem, 48*, 827-837.

ITS1 (INTERNAL TRANSCRIBED SPACER 1) BÖLGESİ İKİNCİL YAPISININ BAZI ASYNEUMA GRİSEB. & SCHENK (CAMPANULACEAE) TÜRLERİNDE KARAKTERİZASYONU VE TAKSONOMİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doçent Dr. Kurtuluş ÖZGİŞİ

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, - 0000-0002-7344-6666

ÖZET

Ribozomal RNA dizilerinin dâhili kopyalanmış aralayıcıları (ITS, Internal Transcribed Spacer) organizmalar arasındaki filogenetik ilişkileri belirlemek için sıklıkla kullanılan genetik belirteçlerden bir tanesidir. Ribozomal RNA gen kümesi yedi farklı bileşenden oluşmaktadır ve bunlardan iki tanesi olan ITS1 ve ITS2, dizi olarak oldukça değişken olmasına rağmen, rRNA gen transkriptlerinin işlenmesinde anahtar bir işlevi olan korunmuş yapılara sahiptirler. Böyle korunmuş bir motifin belirlenmesi, organizmalar arasındaki ilişkilerin tanımlanmasına yardımcı olabilmektedir. ITS2'nin aksine, olası ITS1 ikincil yapılarının değişken sayısı, bu bölgeyi organizmalar arasındaki ilişkileri tespit etme açısından ITS2'ye oranla daha az kullanılmasına neden olmaktadır. Bunun en baş nedeni olarak ITS1'in ikincil yapısının kompakt bir formasyon halinde katlanmamasına karşılık ITS2'nin ITS1'e göre daha sıkı katlandığının gösterilmiş olmasıdır. Ancak ITS1 ikincil yapısının farklı taksonomik aşamalardaki faydası farklı çalışmalarla test edilmiş ve farklı grupları ayırmak için yararlı bir araç olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, *Asyneuma* (Campanulaceae) cinsine ait altı farklı taksonun ITS1 ikincil yapıları belirlenmiştir. ITS1'de Telafi Edici Baz Değişiklikleri (Compensatory Base Changes, CBC's) olarak adlandırılan eşleşmiş baz çiftlerinin her iki tarafındaki nükleotid değişiklikleri türler arasındaki ilişkileri tespit etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada ITS1 ikincil yapısının sahip olduğu Telafi Edici Baz Değişiklikleri ve bunların taksonomik açıdan kullanılabilirliği de test edilmiştir. Analizler, ikincil yapıların bazı taksonlar da korunmuş; bazı taksonlarda ise yapısal olarak farklı olduğunu göstermektedir. İncelenen türlerden *Asyneuma trichocalycinum* türünde üç; *Asyneuma canescens* ve *Asyneuma pichleri* subsp. *pichleri* taksonlarında altı; *Asyneuma limoniifolium* subsp. *limoniifolium taksonunda* yedi*; Asyneuma campanuloides* ve *Asyneuma comosiforme* türlerinde ise sekiz parmaklı ITS1 sekonder yapılarının bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca taksonlar arasında tespit edilen Telefi Edici Baz Değişiklikleri (CBC)'nin taksonları birbirinden ayırmada taksonomik olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: ITS1, Internal Transcribed Spacer, Sekonder yapı, *Asyneuma*.

1. GİRİŞ

Moleküler biyoloji alanındaki teknolojik gelişmeler sistematik çalışmalara yeni bakış açıları sağlamaktadır. Organizmaların filogenetik ilişkilerini anlamak için sınırlı sayıda ortolog gen bölgesi canlılar arsındaki filogenetik ilişkiyi belirlemek adına yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu moleküler belirteçlerden bir tanesi olan çekirdek DNA'sının (nrDNA) ITS (Internal Transcribed Spacer) bölgesi birçok organizmada bulunması; yeterli sinapomorfik karakter barındırması ve düşük maliyetlerle tespit edilebilmesi gibi nedenlerden ötürü filogenetik çalışmalarda sıklıkla kullanılan bir moleküler belirteçtir [1].

Ribozomal RNA gen kümesi yedi farklı bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan üçü (18S, 5.8S ve 26S), RNA'ları üretmek için işlenen rRNA gen bölgeleridir. Bu yüksek oranda korunmuş rDNA

ekzonlarından önce bir harici kopyalanmış aralayıcı gelir ve her bir gen sırasıyla iki dâhili kopyalanmış aralayıcı (ITS1 ve ITS2) ile birbirinden ayrılmaktadır [2].

Sitoplazma içerisindeki ribozomlar her ne kadar ITS bölgelerini içermese de, ITS bölgeleri rRNA'nın oluşturulmasında önemli rol almaktadır. Örneğin, 40S alt birimlerinin oluşumunun engellenmesi, ITS1'in merkezi kısmının delesyonlarına bağlıdır. Ayrıca ITS2'nin 5'-terminal bölgesindeki delesyonlar, 26S rRNA'nın oluşmasını bloke eder. Bu süreçler, ITS1 ve ITS2 bölgelerinin özel olarak ikincil katlanmaları ile yüksek oranda ilişkilidir ve ribozomal alt birimlerin oluşması için ITS bölgelerinin korunmuş bir ikincil yapısı gereklidir. ITS bölgeleri, nokta mutasyonları ve indeller nedeniyle yüksek bir mutasyon oranına sahip olsa da, bu ikincil yapının korunması rRNA'nın oluşması için kritik öneme sahiptir [3, 4, 5, 6]

ITS bölgelerinin korunan ikincil yapıları ve bu yapıların sahip olduğu özellikler, türlerin sınırlarını anlamak için de kullanılmaktadır. ITS2'de Telafi Edici Baz Değişiklikleri (Compensatory Base Changes, CBC's) olarak adlandırılan eşleşmiş baz çiftlerinin her iki tarafındaki nükleotid değişiklikleri türler arasındaki ilişkileri tespit etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır [7].

ITS2'nin aksine, olası ITS1 ikincil yapılarının sayısının yüksek olması, bu bölgeyi organizmalar arasındaki ilişkileri tespit etme açısından ITS2'den daha az bilgilendirici olduğu gerçekleştirilen çalışmalar ile gösterilmiştir. Nues vd. [8], ITS1 ikincil yapısının kompakt bir formasyon halinde katlanmadığını, oysa ITS2'nin ITS1'e göre daha sıkı katlandığını göstermiştir. Ancak ITS1 ikincil yapısının farklı taksonomik aşamalardaki faydası farklı çalışmalarla test edilmiş ve farklı grupları ayırmak için yararlı bir araç olarak değerlendirilmiştir [9, 10].

Coleman ve Vacquier [11]'in gerçekleştirdiği çalışmaya göre ITS2 ikincil yapısının korunan pozisyonlarındaki telafi edici bazlarda meydana gelen bir baz değişikliği bile taksonlar arasında melezleme/çaprazlamayı bloke etmektedir. Coleman ve Vacquier [11] 'in tespit ettiği bu bulgu biyolojik tür kavramı ile uyumlu olduğu için ITS2 ikincil yapısındaki baz değişimleri (CBC'ler) birçok araştırmacı tarafından tür sınırlandırma aracı olarak kullanılmaktadır [3, 4, 5, 6].

Bu çalışmada sistematik anlamda tür sınırları netleştirilememiş bazı *Asyneuma* (Campanulaceae) türlerinin ITS1 ikincil yapısı karakterize edilerek bu yapının tür sınırlamadaki etkinliğinin test edilmesi amaçlanmış ve altı farklı türün ITS1 sekonder yapıları oluşturularak bu yapıların taksonomik açıdan kullanılabilirliği test edilmiştir.

2. UYGULAMALAR

Bu çalışmada kapsamında *Asyneuma* cinse ait farklı taksonların ITS bölgesine ait sekans dizileri NCBI Gen Bankasından (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/) alınmıştır (Çizelge 1).

Çalışılan taksonlara ait ITS sekansları öncelikle ITS2 Veritabanı V (ITS2 database V) [12]'de bulunan Hidden Markov Model (HMM) tabanlı lokus belirleme aracı kullanılarak analizlere tabi tutulmuş ve her taksonun ITS1 sekans dizileri tespit edilmiştir.

ITS bölgesinin 18S ve 5.8S arasında konumlanan ITS1 dizilerinin konum belirleme işlemi sonrası her taksona ait ITS1 ikincil yapıları RNA Katlanması Tahmin Aracı olan Mfold [13]'da 2.3 Enerji Kuralı ve 37 °C katlanma sıcaklığı opsiyonları kullanılarak tespit edilmiştir.

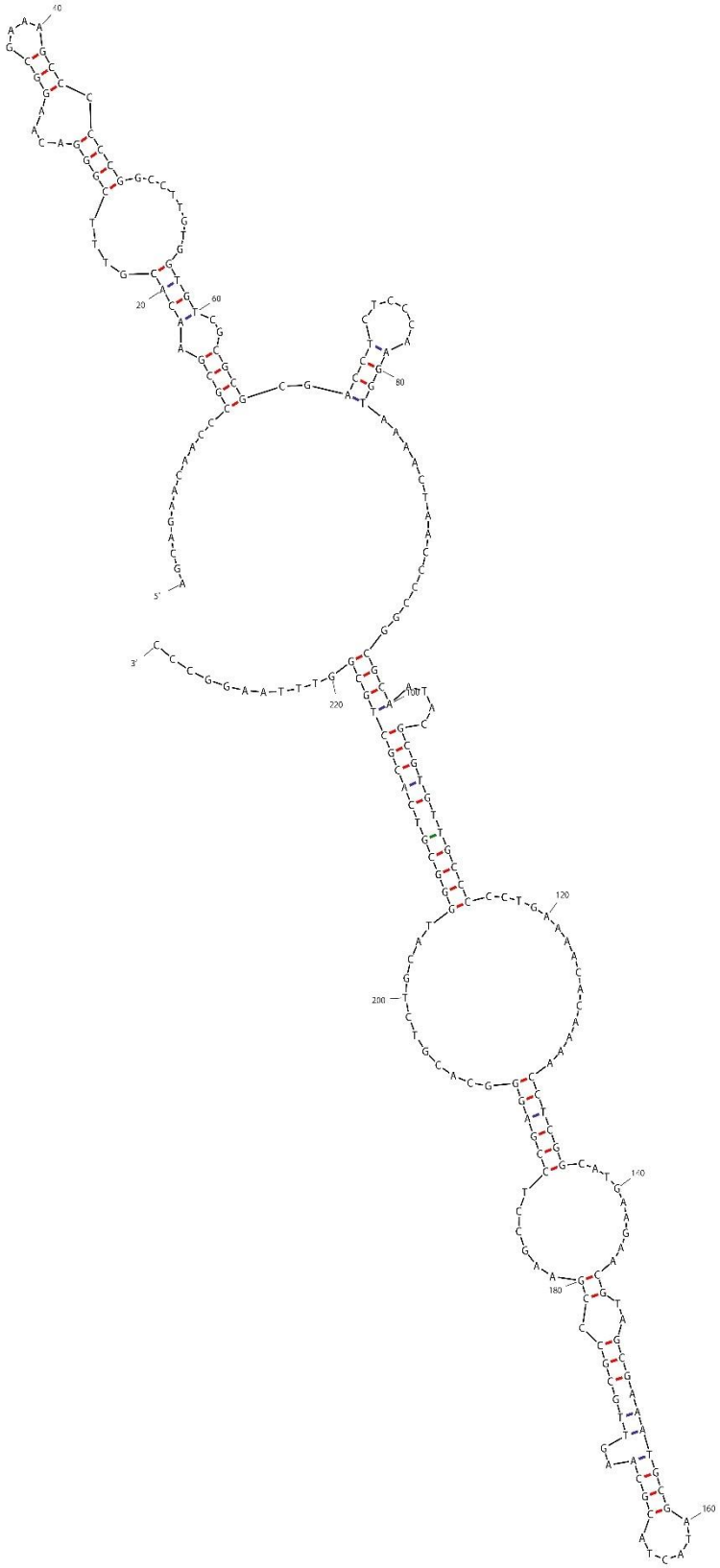
Çizelge 1. Çalışma kapsamında kullanılan *Asyneuma* türlerinin ve NCBI erişim numaraları.

Tür	GenBank Erişim Kodu
Asyneuma canescens	KC455546
Asyneuma pichleri subsp. *pichleri*	KC455542
Asyneuma limoniifolium subsp. *limoniifolium*	DQ304587
Asyneuma campanuloides	DQ304586
Asyneuma comosiforme	FJ426592
Asyneuma trichocalycinum	KC455544

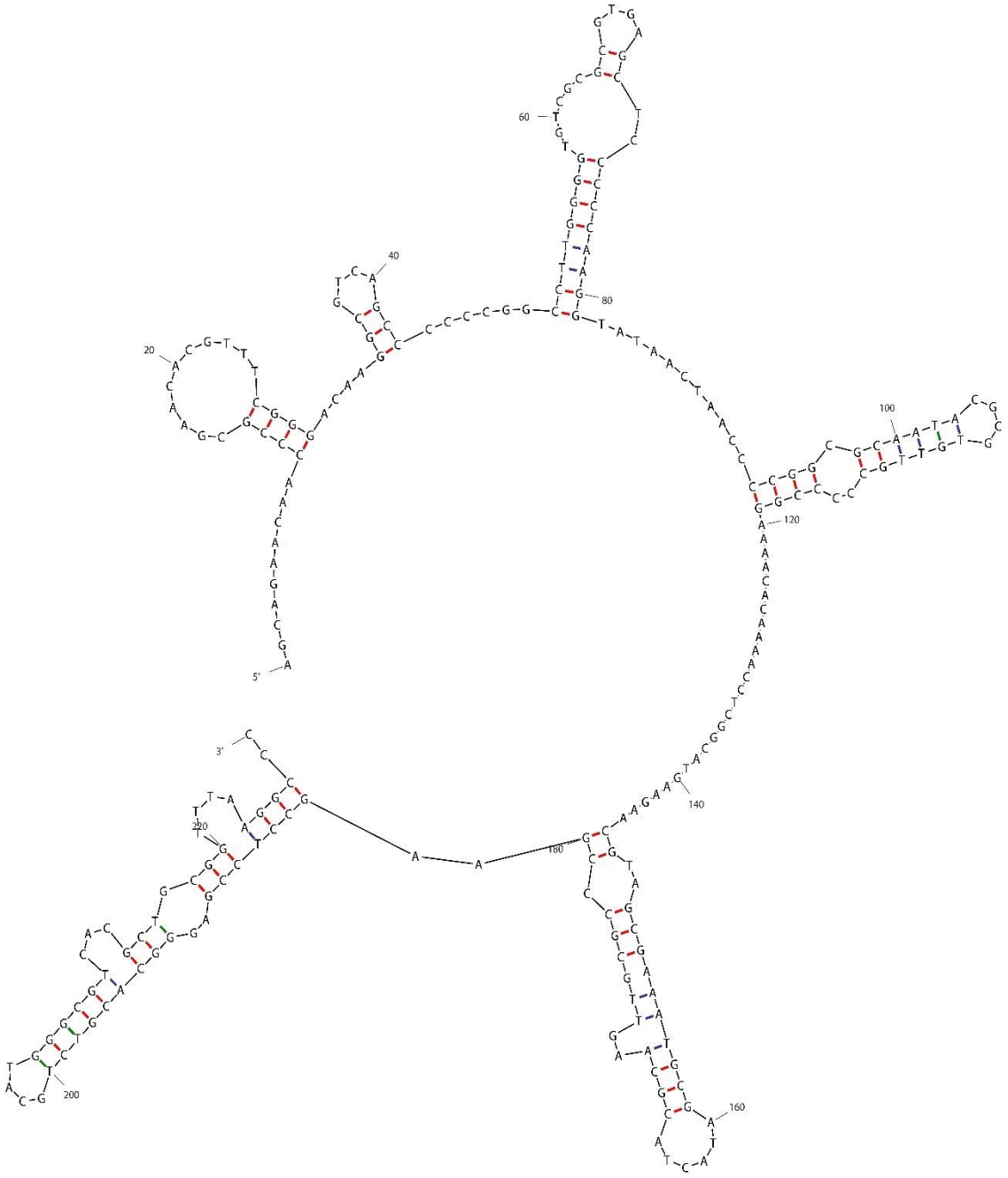
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma kapsamında incelenen *Asyneuma* türlerinin ITS1 bölgesinin 230 bp uzunluğunda olduğu tespit edilmiştir. Taksonlara ait ortalama ITS1 ikincil yapı sayısı ortalama 4.5 olup ITS1 sekanslarının ortalama GC içeriği %55.91'dir.

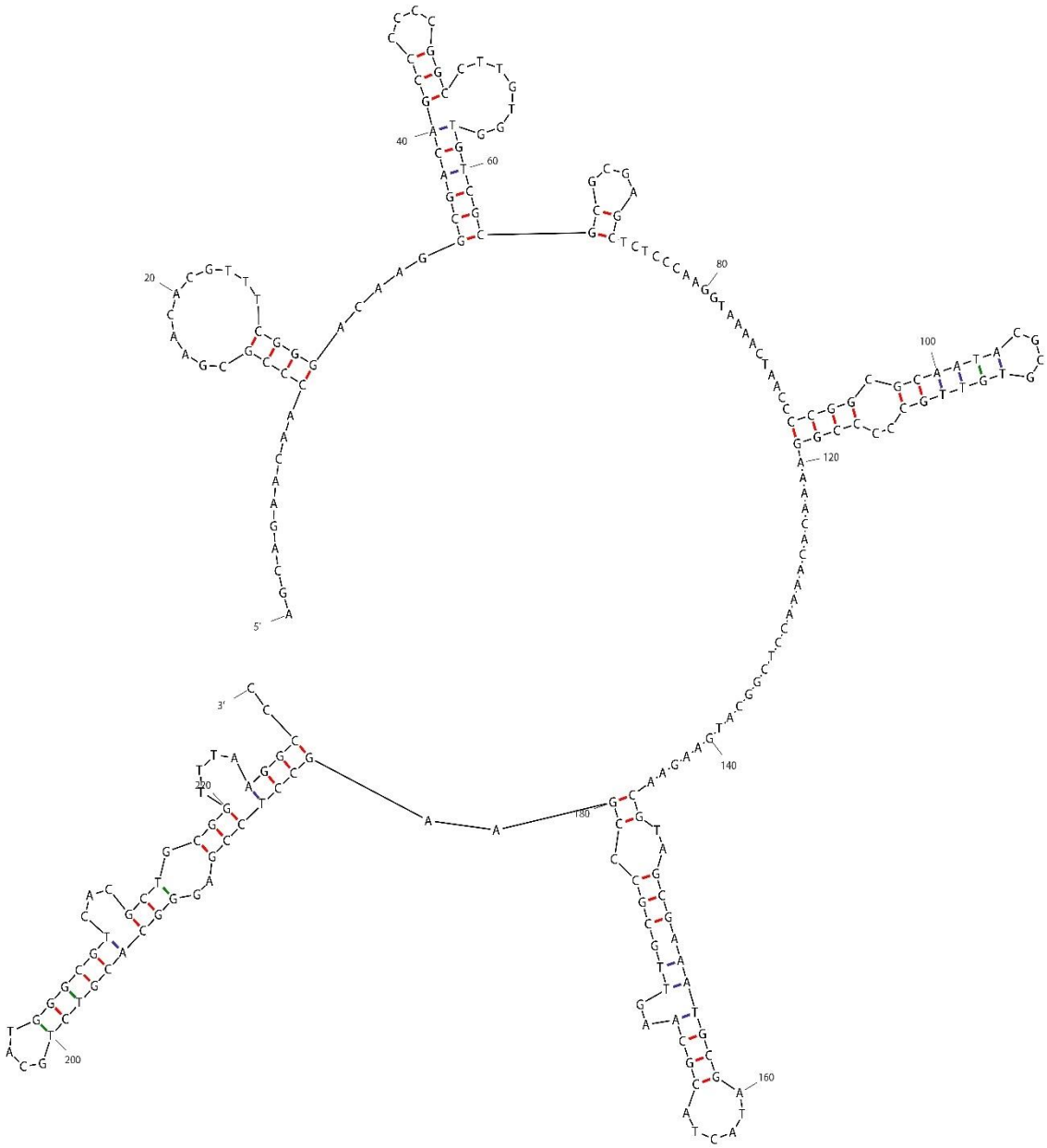
İncelenen türlerden *Asyneuma trichocalycinum* türünde üç; *Asyneuma canescens* ve *Asyneuma pichleri* subsp. *pichleri* taksonlarında altı; *Asyneuma limoniifolium* subsp. *limoniifolium* taksonunda yedi; *Asyneuma campanuloides* ve *Asyneuma comosiforme* türlerinde ise sekiz parmaklı ITS1 sekonder yapılarının bulunduğu tespit edilmiştir. (Görsel 1-6).



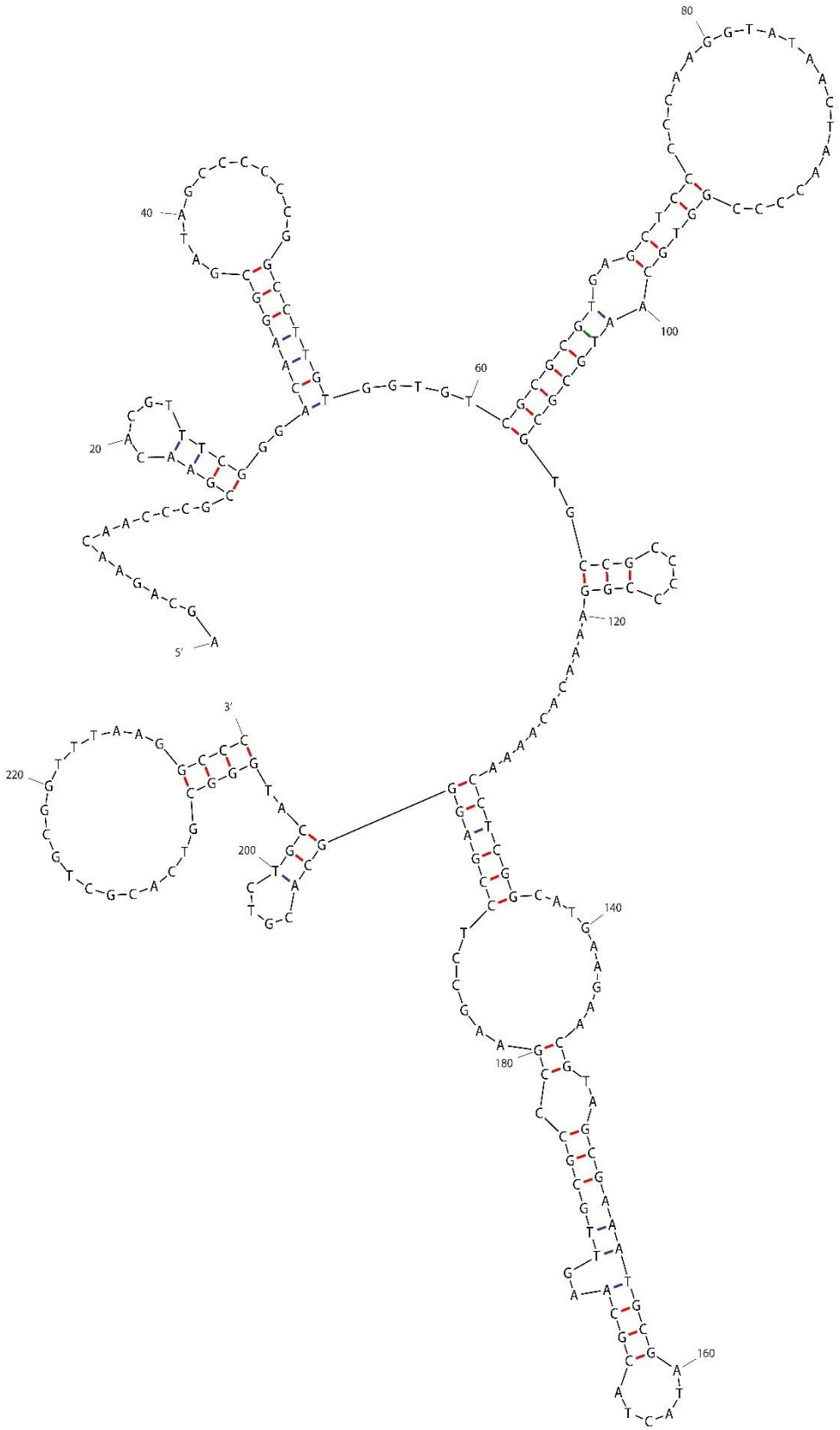
Görsel 1. *A. trichocalycinum* türünde 3-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı



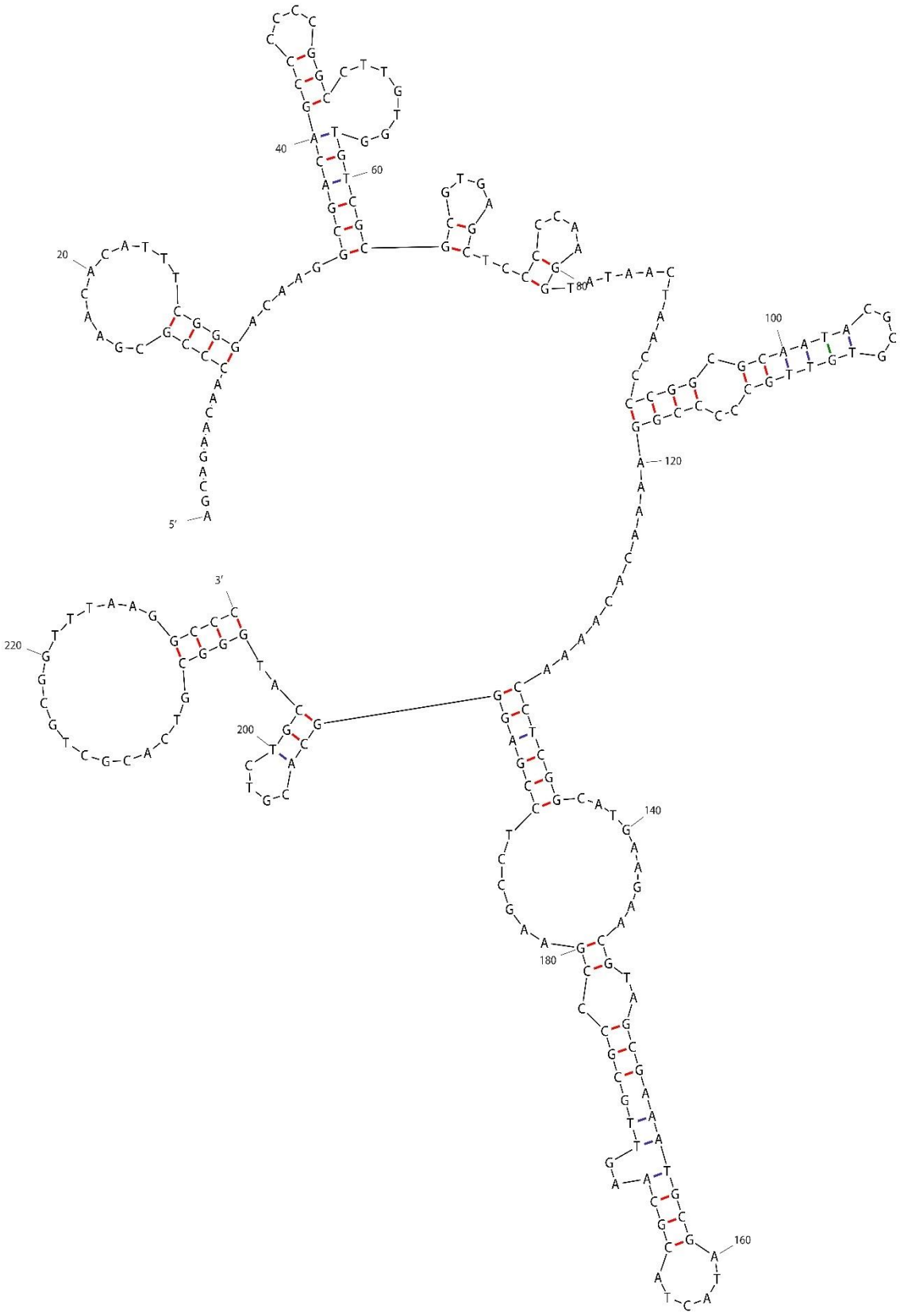
Görsel 2. *A. canescens* türünde 6-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı



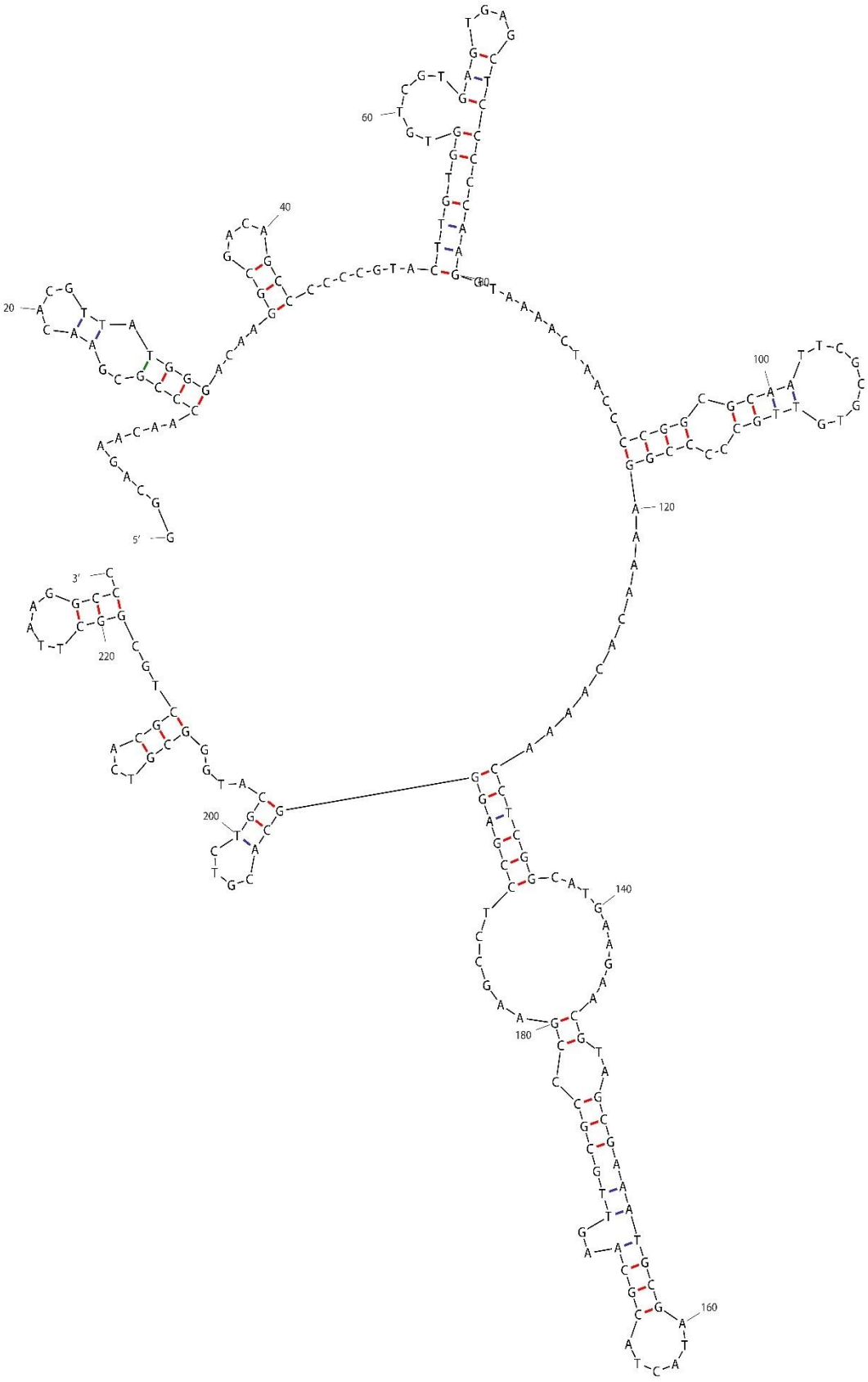
Görsel 3. *A. pichleri* subsp. *pichleri* taksonunda 6-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı



Görsel 4. *Asyneuma limoniifolium subsp. limoniifolium* taksonunda 7-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı



Görsel 5. *A. campanuloides* türünde 8-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı



Görsel 6. *A. comosiforme* türünde 8-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

İncelenen taksonlardan *Asyneuma trichocalycinum* türü sahip olduğu 3-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı nedeniyle diğer taksonlardan ayrılmaktadır (Görsel 1). *Asyneuma limoniifolium* subsp. *limoniifolium* taksonunda ise 7-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı ilgili taksonu diğer taksonlardan ayıran bir seconder yapı niteliğindedir. Bu taksonda en karakteristik özellik 1. Heliks öncesinde türünde ekstra bir katlanma eğiliminin olduğu ancak bu katlanmanın tamamlanamadığı görülmektedir (Görsel 4).

6-Parmaklı ITS1 sekonder yapısına sahip olan *A. pichleri* subsp. *pichleri* taksonu ve *A. canescens* türü karşılaştırıldığında ilgili taksonların ikinci ve üçüncü heliks yapılarının birbirinden farklı olduğu görülmektedir (Görsel 2, 3). *A. canescens* türünde ikinci heliks merkezi bir katlanma (loop) ile sonlanırken *A. pichleri* subsp. *pichleri* taksonunda ikinci helikste merkezi katlanmanın yanı sıra ekstra bir katlanma yapısının olduğu ancak bu katlanmanın da tamamlanmamış olduğu görülmektedir (Görsel 2, 3). Benzer şekilde *A. canescens* türünün üçüncü heliksinde terminal katlanmanın yanı sıra ekstra ikinci bir katlanma gözlemlenirken *A. pichleri* subsp. *pichleri* taksonunda sadece merkezi bir katlanma (loop) mevcuttur (Görsel 2, 3).

8-Parmaklı ITS1 sekonder yapısına sahip olan *A. campanuloides* ve *A. comosiforme* türleri karşılaştırıldığında bütün heliks yapılarının birbirlerinden farklı oldukları görülmektedir (Görsel 5, 6). *A. campanuloides* türünde birinci heliks merkezi bir katlanma ile sonlanırken *A. comosiforme* türünde birinci helikste iki tane katlanma görülmektedir. Ayrıca *A. comosiforme* türünde birinci heliks öncesi tamamlanmamış bir heliks yapısı mevcutken *A. campanuloides* türünde tamamlanmamış bu katlanmanın dördüncü ve beşinci heliks arasında konumlandığı görülmektedir (Görsel 5,6).

Bu çalışma ile incelenen *Asyneuma* taksonlarının ITS1 ikincil yapısının birbirilerinden farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Her ne kadar Coleman ve Vacquier'in [11] çalışmalarında belirttiği ITS yapısal farklılığı taksonları ayırmada öncemli bir karakter gibi görünse de mevcut cinsin bütün üyelerini içeren geniş kapsamlı bir çalışma ile ITS1 sekonder yapısının taksonomik anlamda etkinliği test edilmelidir. Ayrıca mevcut bilgilerin yanı sıra taksonomik anlamda kullanılabilecek bütün karakter ve yöntemlerin bir arada kullanıldığı bütünleşik taksonomik yaklaşım neticesinde bir karara varmak daha güvenilir olacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Warwick, S. I., Mummenhoff, K., Sauder, C. A., Koch, M. A., & Al-Shehbaz, I. A. Closing the gaps: phylogenetic relationships in the Brassicaceae based on DNA sequence data of nuclear ribosomal ITS region, Plant Systematics and Evolution, 285(3), 209-232, 2010.

[2] Baldwin, B. G., Sanderson, M. J., Porter, J. M., Wojciechowski, M. F., Campbell, C. S., & Donoghue, M. J. The ITS region of nuclear ribosomal DNA: a valuable source of evidence on angiosperm phylogeny, Annals of the Missouri botanical garden, 247-277, 1995.

[3] Musters, W., Boon, K., Van der Sande, C. A., van Heerikhuizen, H., & Planta, R. J. Functional analysis of transcribed spacers of yeast ribosomal DNA, The EMBO journal, 9(12), 3989-3996, 1990.

[4] Mai, J. C., & Coleman, A. W. The internal transcribed spacer 2 exhibits a common secondary structure in green algae and flowering plants, Journal of Molecular Evolution, 44(3), 258-271, 1997

[5] Saha, P. S., Sengupta, M., & Jha, S. Ribosomal DNA ITS1, 5.8 S and ITS2 secondary structure, nuclear DNA content and phytochemical analyses reveal distinctive characteristics of four subclades of Protasparagus, Journal of Systematics and Evolution, 55(1), 54-70, 2017

[6] Karpenko N, Martyniuk V, Tyshchenko O, Tarieiev A, Tekpinar A. Resolving the position of Astragalus borysthenicus Klokov within the Astragalus L. species, Turkish Journal of Botany, 42 (5): 623-635, 2018.

[7] Mullineux T, Hausner G. Evolution of rDNA ITS1 and ITS2 sequences and RNA secondary structures within members of the fungal genera Grosmannia and Leptographium, Fungal Genetics and Biology, 46 (11): 855-867, 2009.

[8] Nues, R. W., Rientjes, J. M., van der Sande, C. A., Zerp, S. F., Sluiter, C., Venema, J., Planta, R. J., RauØ, H. A., Separate structural elements within internal transcribed spacer 1 of Saccharomyces cerevisiae precursor ribosomal RNA direct the formation of 17S and 26S rRNA, Nucleic acids research, 22(6), 912-919, 1994.

[9] Liu, J. S., Schardl, C. L., A conserved sequence in internal transcribed spacer 1 of plant nuclear rRNA genes, Plant molecular biology, 26(2), 775-778, 1994.

[10] Rampersad, S. N., ITS1, 5.8 S and ITS2 secondary structure modelling for intra-specific differentiation among species of the Colletotrichum gloeosporioides sensu lato species complex, Springer Plus 3(1), 684, 1994.

[11] Coleman, A. W., & Vacquier, V. D. Exploring the phylogenetic utility of ITS sequences for animals: a test case for abalone (Haliotis), Journal of molecular evolution, 54(2), 246-257 2002.

[12] Ankenbrand, M. J., Keller, A., Wolf, M., Schultz, J., & Förster, F. ITS2 database V: Twice as much, Molecular Biology and Evolution, 32(11), 3030-3032, 2015.

[13] Zuker, M. Mfold web server for nucleic acid folding and hybridization prediction, Nucleic acids research, 31(13), 3406-3415. 2003.

BAZI AETHIONEMA W.T.AITON (BRASSICACEAE) TÜRLERİNDE ITS1 (INTERNAL TRANSCRIBED SPACER 1) BÖLGESİNİN İKİNCİL YAPISININ KARAKTERİZASYONU VE TAKSONOMİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doçent Dr. Kurtuluş ÖZGİŞİ

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, - 0000-0002-7344-6666

ÖZET

Ribozomal RNA dizilerinin dâhili kopyalanmış aralayıcıları (ITS, Internal Transcribed Spacer) organizmalar arasındaki filogenetik ilişkileri belirlemek için sıklıkla kullanılan genetik belirteçlerden bir tanesidir. Ribozomal RNA gen kümesi yedi farklı bileşenden oluşmaktadır ve bunlardan iki tanesi olan ITS1 ve ITS2, dizi olarak oldukça değişken olmasına rağmen, rRNA gen transkriptlerinin işlenmesinde anahtar bir işlevi olan korunmuş yapılara sahiptirler. Böyle korunmuş bir motifin belirlenmesi, organizmalar arasındaki ilişkilerin tanımlanmasına yardımcı olabilmektedir. ITS2'nin aksine, olası ITS1 ikincil yapılarının değişken sayısı, bu bölgeyi organizmalar arasındaki ilişkileri tespit etme açısından ITS2'ye oranla daha az kullanılmasına neden olmaktadır. Bunun en baş nedeni olarak ITS1'in ikincil yapısının kompakt bir formasyon halinde katlanmamasına karşılık ITS2'nin ITS1'e göre daha sıkı katlandığının gösterilmiş olmasıdır. Ancak ITS1 ikincil yapısının farklı taksonomik aşamalardaki faydası farklı çalışmalarla test edilmiş ve farklı grupları ayırmak için yararlı bir araç olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, *Aethionema* (Brassicaceae) cinsine ait beş farklı taksonun ITS1 ikincil yapıları belirlenmiştir. ITS1'de Telafi Edici Baz Değişiklikleri (Compensatory Base Changes, CBC's) olarak adlandırılan eşleşmiş baz çiftlerinin her iki tarafındaki nükleotid değişiklikleri türler arasındaki ilişkileri tespit etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada ITS1 ikincil yapısının sahip olduğu Telafi Edici Baz Değişiklikleri ve bunların taksonomik açıdan kullanılabilirliği de test edilmiştir. Analizler, ikincil yapıların bazı taksonlar da korunmuş; bazı taksonlarda ise yapısal olarak farklı olduğunu göstermektedir. İncelenen türlerden *Aethionema armenum*'da dört*; Aethionema* dumanii'de beş; *Aethionema arabicum*'da altı ve *Aethionema thomasianum, Aethionema huber-morathii* ve *Aethionema coridifolium* türlerinde yedi parmaklı ITS1 sekonder yapılarının bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca taksonlar arasında tespit edilen Telefi Edici Baz Değişiklikleri (CBC)'nin taksonları birbirinden ayırmada taksonomik olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: ITS1, Internal Transcribed Spacer, Sekonder yapı, *Aethionema*.

1. GİRİŞ

Bir organizmanın doğru tanımlanması, yalnızca biyolojik çeşitliliğin değerlendirilmesi ve korunması açısından değil, aynı zamanda diğer biyolojik disiplinler (örneğin evrimsel biyoloji, fizyoloji vb.) için de çok önemlidir. İyi bir tür sınırlama sürecinin ardından tanımlanan türler biyolojik disiplinler arasındaki uyumsuzluğu giderdiği gibi bir taksonun ve akrabalarının evrimsel süreçlerinin anlaşılmasına katkıda bulunur. Ancak birçok farklı tür kavramı içersinden uygun tür sınırlama yöntemini seçmek zordur. Moleküler biyoloji alanındaki teknolojik gelişmeler sistematik çalışmalara yeni bakış açıları sağlamaktadır. Organizmaların filogenetik ilişkilerini anlamak için sınırlı sayıda ortolog gen bölgesi canlılar arsındaki filogenetik ilişkiyi belirlemek adına yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu moleküler belirteçlerden bir tanesi olan çekirdek DNA'sının (nrDNA) ITS (Internal Transcribed Spacer) bölgesi birçok organizmada

bulunması; yeterli sinapomorfik karakter barındırması ve düşük maliyetlerle tespit edilebilmesi gibi nedenlerden ötürü filogenetik çalışmalarda sıklıkla kullanılan bir moleküler belirteçtir [1].

Ribozomal RNA gen kümesi yedi farklı bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan üçü (18S, 5.8S ve 26S), RNA'ları üretmek için işlenen rRNA gen bölgeleridir. Bu yüksek oranda korunmuş rDNA ekzonlarından önce bir harici kopyalanmış aralayıcı gelir ve her bir gen sırasıyla iki dâhili kopyalanmış aralayıcı (ITS1 ve ITS2) ile birbirinden ayrılmaktadır [2].

Sitoplazma içerisindeki ribozomlar her ne kadar ITS bölgelerini içermese de, ITS bölgeleri rRNA'nın oluşturulmasında önemli rol almaktadır. Örneğin, 40S alt birimlerinin oluşumunun engellenmesi, ITS1'in merkezi kısmının delesyonlarına bağlıdır. Ayrıca ITS2'nin 5'-terminal bölgesindeki delesyonlar, 26S rRNA'nın oluşmasını bloke eder. Bu süreçler, ITS1 ve ITS2 bölgelerinin özel olarak ikincil katlanmaları ile yüksek oranda ilişkilidir ve ribozomal alt birimlerin oluşması için ITS bölgelerinin korunmuş bir ikincil yapısı gereklidir. ITS bölgeleri, nokta mutasyonları ve indeller nedeniyle yüksek bir mutasyon oranına sahip olsa da, bu ikincil yapının korunması rRNA'nın oluşması için kritik öneme sahiptir [3, 4, 5, 6]

ITS bölgelerinin korunan ikincil yapıları ve bu yapıların sahip olduğu özellikler, türlerin sınırlarını anlamak için de kullanılmaktadır. ITS2'de Telafi Edici Baz Değişiklikleri (Compensatory Base Changes, CBC's) olarak adlandırılan eşleşmiş baz çiftlerinin her iki tarafındaki nükleotid değişiklikleri türler arasındaki ilişkileri tespit etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır [7].

ITS2'nin aksine, olası ITS1 ikincil yapılarının sayısının yüksek olması, bu bölgeyi organizmalar arasındaki ilişkileri tespit etme açısından ITS2'den daha az bilgilendirici olduğu gerçekleştirilen çalışmalar ile gösterilmiştir. Nues vd. [8], ITS1 ikincil yapısının kompakt bir formasyon halinde katlanmadığını, oysa ITS2'nin ITS1'e göre daha sıkı katlandığını göstermiştir. Ancak ITS1 ikincil yapısının farklı taksonomik aşamalardaki faydası farklı çalışmalarla test edilmiş ve farklı grupları ayırmak için yararlı bir araç olarak değerlendirilmiştir [9, 10].

Coleman ve Vacquier [11]'in gerçekleştirdiği çalışmaya göre ITS2 ikincil yapısının korunan pozisyonlarındaki telafi edici bazlarda meydana gelen bir baz değişikliği bile taksonlar arasında melezleme/çaprazlamayı bloke etmektedir. Coleman ve Vacquier [11] 'in tespit ettiği bu bulgu biyolojik tür kavramı ile uyumlu olduğu için ITS2 ikincil yapısındaki baz değişimleri (CBC'ler) birçok araştırmacı tarafından tür sınırlandırma aracı olarak kullanılmaktadır [3, 4, 5, 6].

Bu çalışmada sistematik anlamda tür sınırları netleştirilememiş bazı *Aethionema* (Brassicaceae) türlerinin ITS1 ikincil yapısı karakterize edilerek bu yapının tür sınırlamadaki etkinliğinin test edilmesi amaçlanmış ve altı farklı türün ITS1 sekonder yapıları oluşturularak bu yapıların taksonomik açıdan kullanılabilirliği test edilmiştir.

2. UYGULAMALAR

Bu çalışmada kapsamında *Aethionema* cinse ait farklı taksonların ITS bölgesine ait sekans dizileri NCBI Gen Bankasından (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/) alınmıştır (Çizelge 1).

Çalışılan taksonlara ait ITS sekansları öncelikle ITS2 Veritabanı V (ITS2 database V) [12]'de bulunan Hidden Markov Model (HMM) tabanlı lokus belirleme aracı kullanılarak analizlere tabi tutulmuş ve her taksonun ITS1 sekans dizileri tespit edilmiştir.

ITS bölgesinin 18S ve 5.8S arasında konumlanan ITS1 dizilerinin konum belirleme işlemi sonrası her taksona ait ITS1 ikincil yapıları RNA Katlanması Tahmin Aracı olan Mfold [13]'da 2.3 Enerji Kuralı ve 37 °C katlanma sıcaklığı opsiyonları kullanılarak tespit edilmiştir.

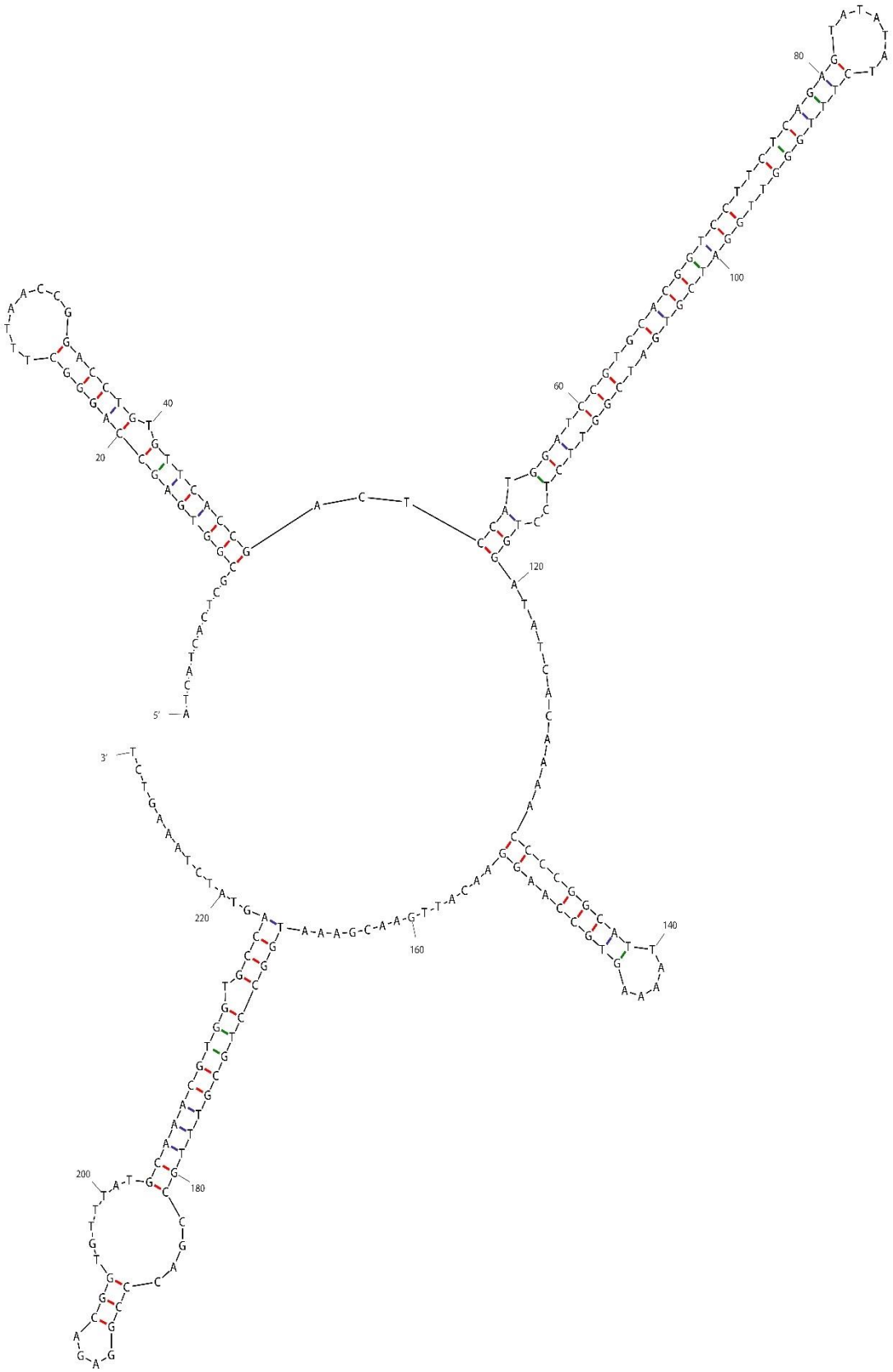
Çizelge 1. Çalışma kapsamında kullanılan *Aethionema* türlerinin ve NCBI erişim numaraları.

Tür	GenBank Erişim Kodu
Aethionema arabicum (L.) Andrz. ex DC.	AY254539
Aethionema armenum Boiss.	MT799721
Aethionema coridifolium Hort. ex Boiss.	MT799725
Aethionema dumanii Vural & Adıgüzel	MT799719
Aethionema huber-morathii P.H.Davis & Hedge	MT799726
Aethionema thomasianum J.Gay	MF543740

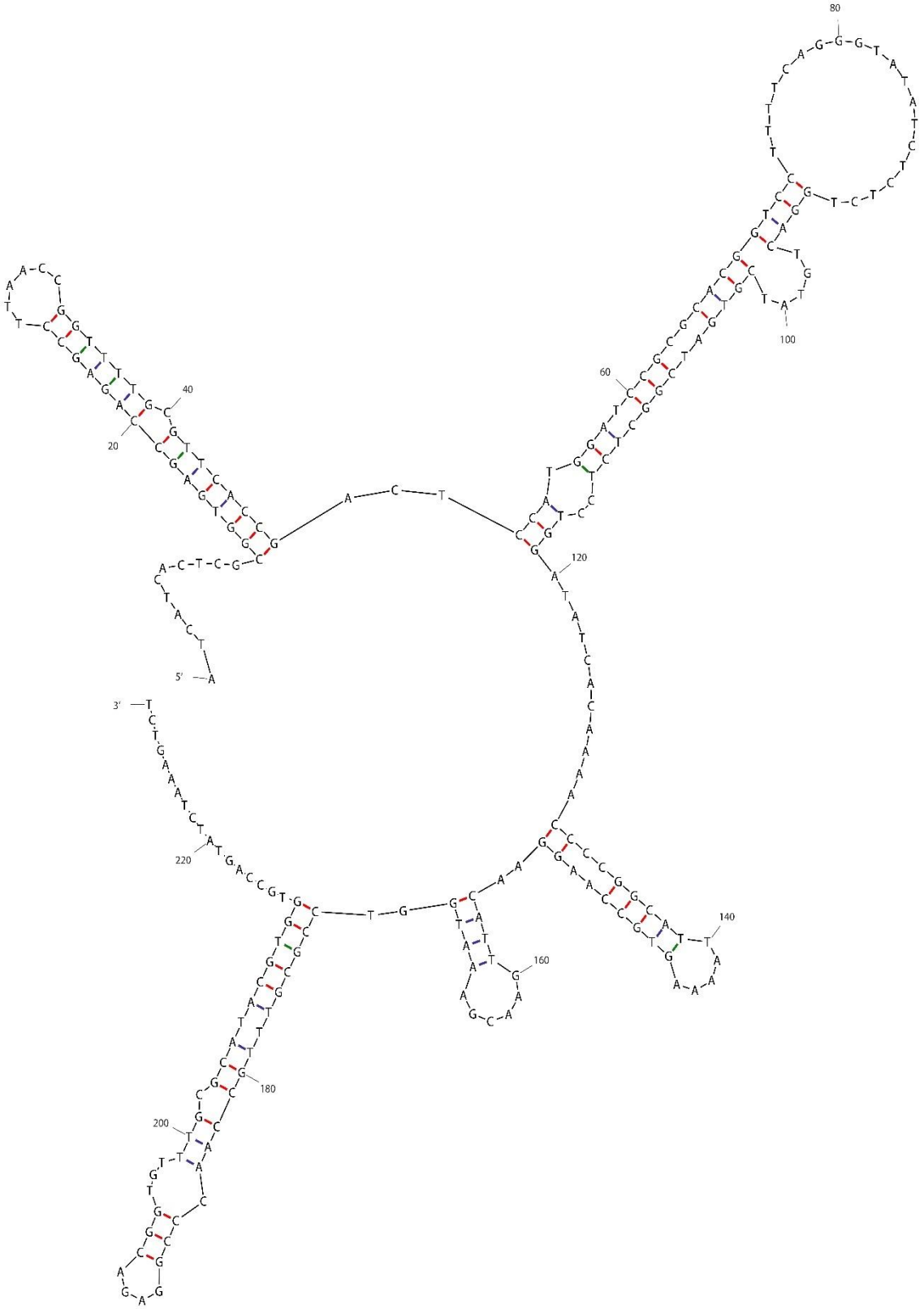
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma kapsamında incelenen *Aethionema* türlerinin ITS1 bölgesinin 230 bp uzunluğunda olduğu tespit edilmiştir. Taksonlara ait ortalama ITS1 ikincil yapı sayısı ortalama 3.5 olup ITS1 sekanslarının ortalama GC içeriği %50.45'dir.

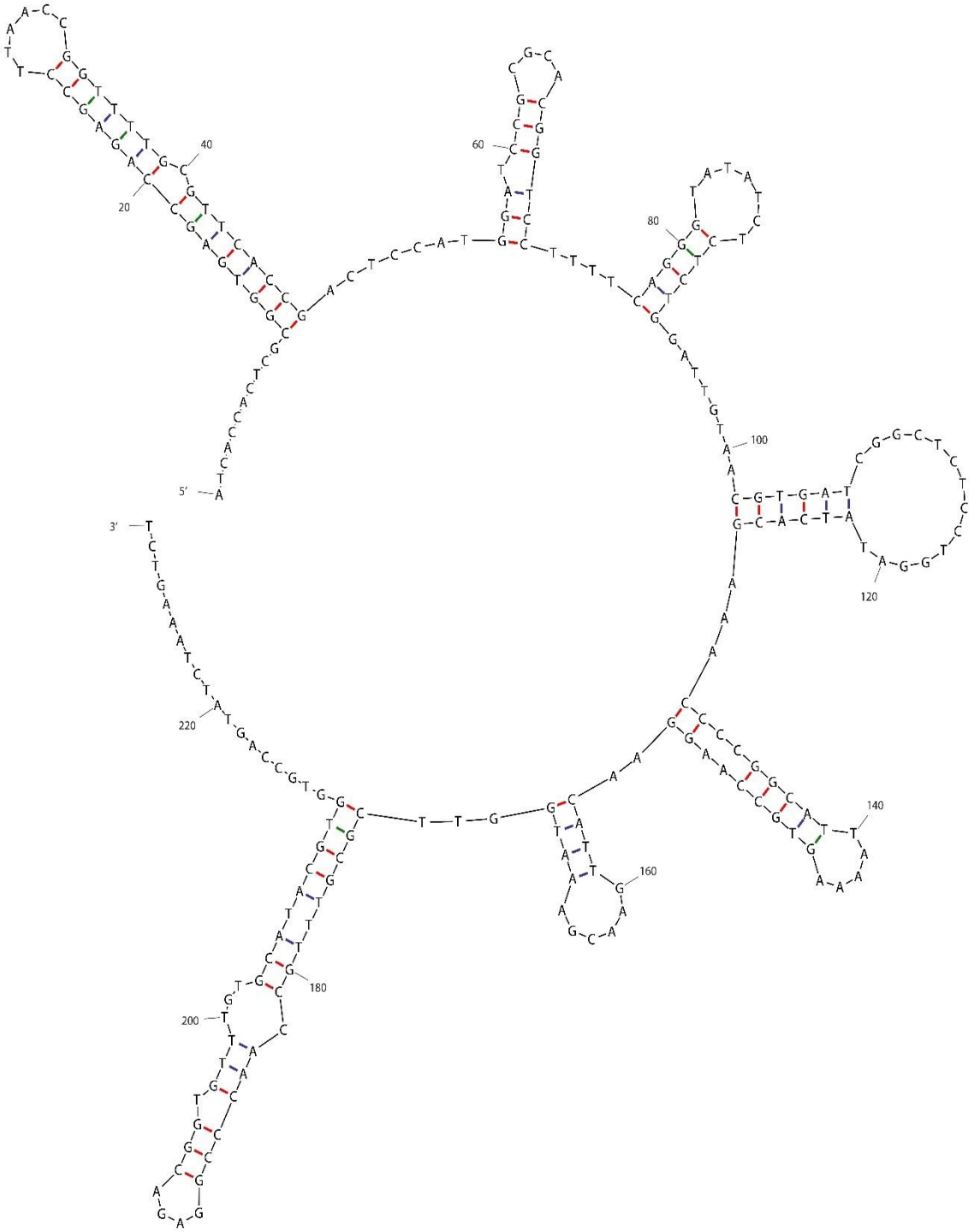
İncelenen bütün *Aethionema* türlerinden *Ae. armenum* türünde 4 parmaklı; *Ae. dumanii* türünde 5; *Ae. arabicum,, Ae. coridifolium, Ae. thomasii* ve *Ae. huber-morathii* türlerinin 7 parmaklı ITS1 ikincil yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir (Görsel 1-6).



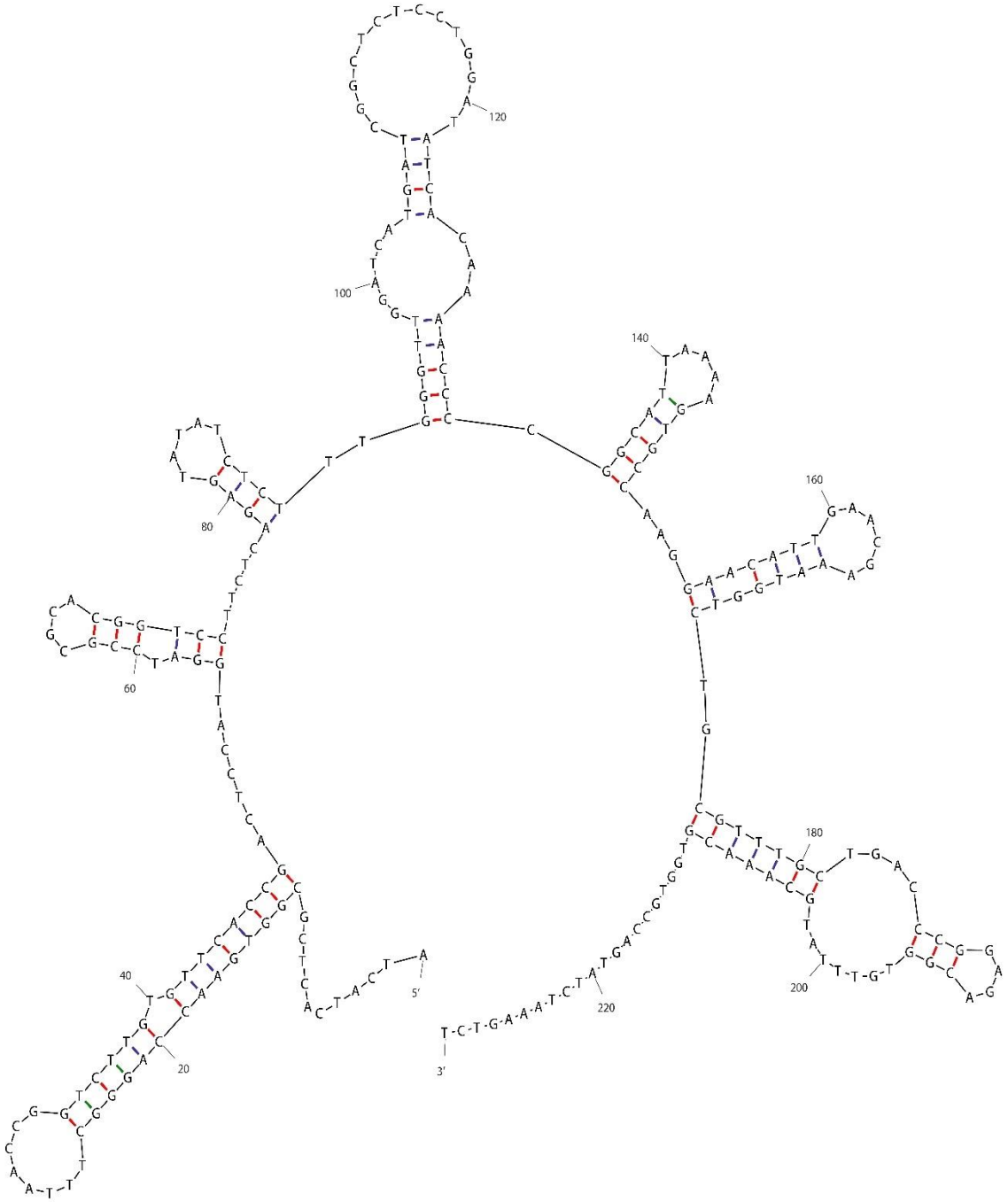
Görsel 1. *Ae. armenum* türünde 4-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı



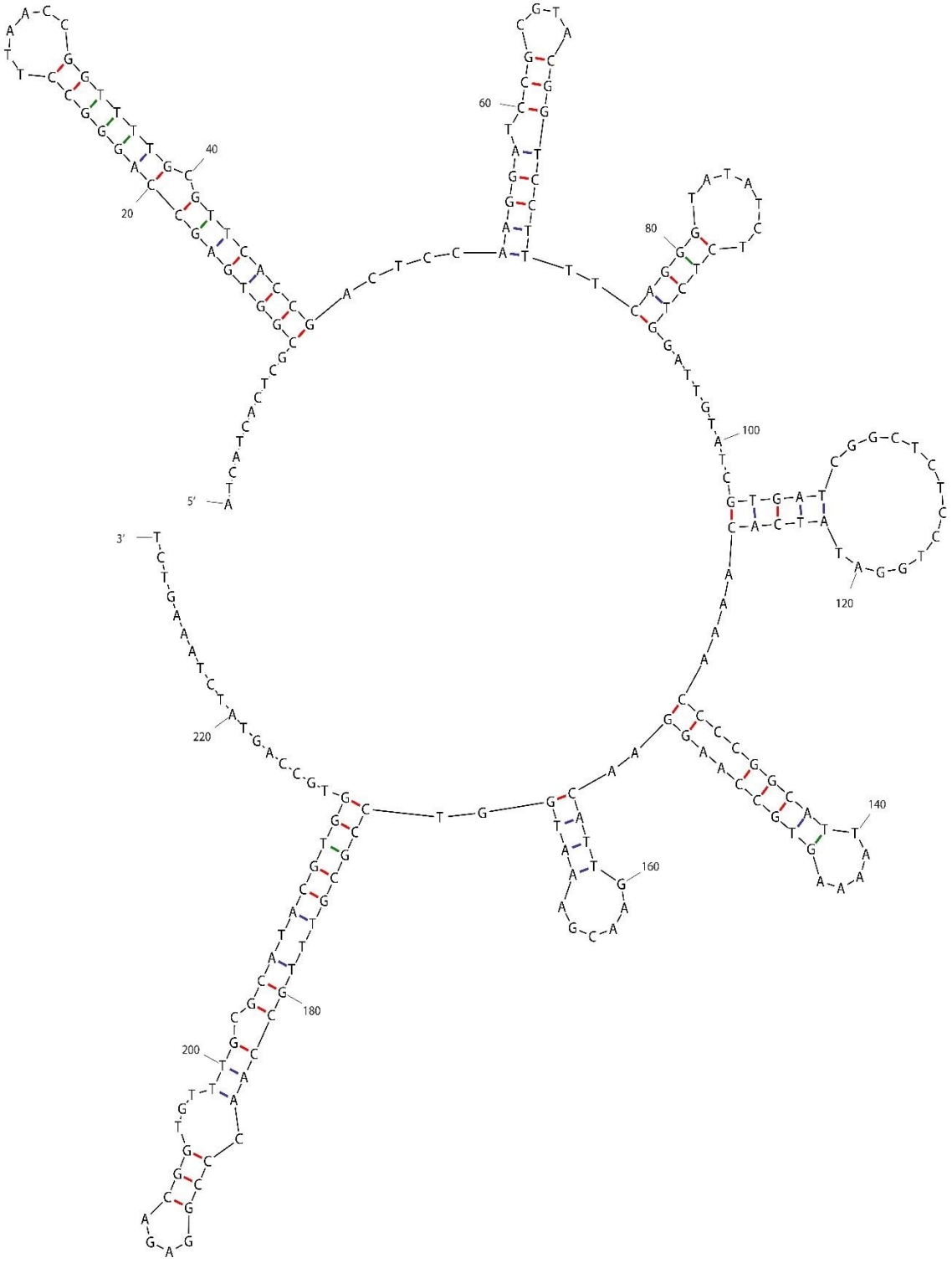
Görsel 2. *Ae. dumanii* türünde 5-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı



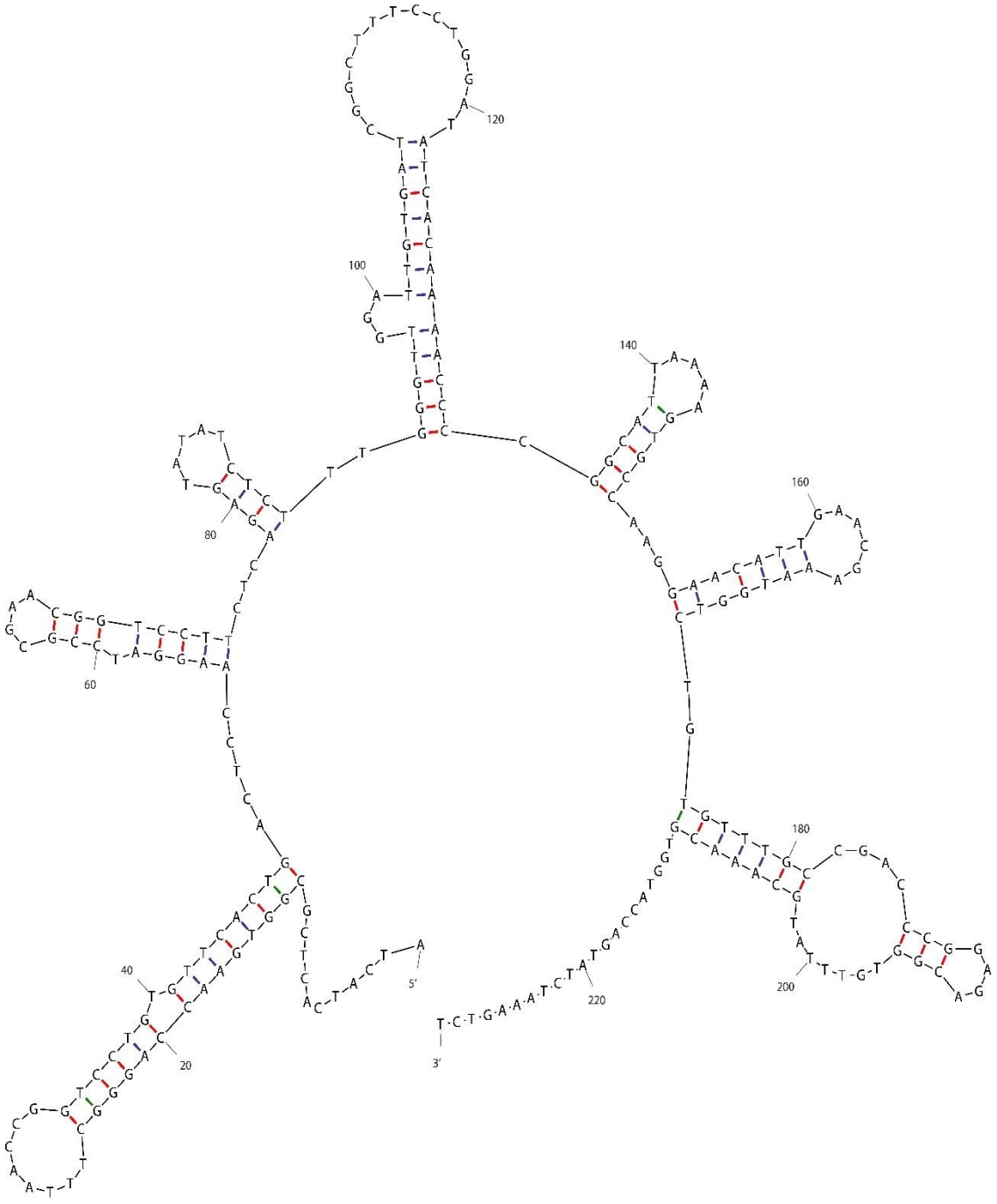
Görsel 3. *Ae. arabicum* türünde 7-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı



Görsel 4. *Ae. coridifolium* türünde 7-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı



Görsel 5. *Ae. thomasii* türünde 7-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı



Görsel 6. *Ae. huber-morathii* türünde 7-Parmaklı ITS1 Sekonder Yapısı

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

İncelenen *Aethionema* türlerinden *Ae. armenum* (4 parmaklı ITS1 ikincil yapısı) ve *Ae. dumanii* (5 parmaklı ITS1 ikincil yapısı) sahip oldukukları ITS1 sekonder yapısı nedeniyle incelenen diğer taksonlardan farklılık göstermektedir (Görsel 1; 2). İncelenen diğer taksonların ITS1 sekonder yapıları incelendiğinde ise bu taksonların 7 parmaklı ITS1 ikincil yapısına sahip oldukları görülmektedir (Görsel 3-6).

Ancak 7 parmaklı ITS1 yapısına sahip olan *Aethionema* taksonlarının ITS1 sekonder yapıları incelendiğinde bu yapıların birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Örneğin *Ae. coridifolium* türünün ITS1 sekonder yapısında 4. Heliks yapısında diğer türlerde bulunmayan ekstra bir katlanma (loop) olduğu görülmektedir (Görsel 4). ITS1 sekonder yapısının 4. Heliksi ele alındığında *Ae. huber-morathii* türünde ekstra bir katlanma eğiliminin olduğu ancak bu katlanmanın tamamlanamadığı görülmektedir (Görsel 6).

7 parmaklı ITS1 yapısına sahip olan *Ae. arabicum* ve *Ae. thomasii* türlerinin taksonlarının ITS1 sekonder yapıları karşılaştırıldığında ise *Ae. arabicum* türünün 7. Heliksinde terminal katlanma ve merkezi katlanma arasında bir katlanma eğiliminin olduğu ancak bu katlanmanın tamamlanamadığı görülmektedir (Görsel 3). Ancak *Ae. thomasii* türünün 7. Heliksinde terminal katlanma ve merkezi katlanma arasında herhangi bir katlanmanın olmadığı görülmektedir (Görsel 5).

Bu çalışma ile incelenen *Aethionema* türlerinin ITS1 ikincil yapısının birbirilerinden farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Coleman ve Vacquier'in [11] çalışmalarında belirttiği ITS yapısal farklılığının ve taksonlar arasında tespit edilen bir adet telafi baz değişikliğinin (CBC) taksonları ayırmada önemli bir kriter kabul edilmesi, çalışma kapsamında ITS1 sekonder yapısı birbirinden farklı olan *Ae. arabicum*; *Ae. armenum*; *Ae. coridifolium*; *Ae. dumani, Ae. thomasii* ve *Ae. huber-morathii* türlerinin birbirlerinden farklı birer tür olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

[1] Warwick, S. I., Mummenhoff, K., Sauder, C. A., Koch, M. A., & Al-Shehbaz, I. A. Closing the gaps: phylogenetic relationships in the Brassicaceae based on DNA sequence data of nuclear ribosomal ITS region, Plant Systematics and Evolution, 285(3), 209-232, 2010.

[2] Baldwin, B. G., Sanderson, M. J., Porter, J. M., Wojciechowski, M. F., Campbell, C. S., & Donoghue, M. J. The ITS region of nuclear ribosomal DNA: a valuable source of evidence on angiosperm phylogeny, Annals of the Missouri botanical garden, 247-277, 1995.

[3] Musters, W., Boon, K., Van der Sande, C. A., van Heerikhuizen, H., & Planta, R. J. Functional analysis of transcribed spacers of yeast ribosomal DNA, The EMBO journal, 9(12), 3989-3996, 1990.

[4] Mai, J. C., & Coleman, A. W. The internal transcribed spacer 2 exhibits a common secondary structure in green algae and flowering plants, Journal of Molecular Evolution, 44(3), 258-271, 1997

[5] Saha, P. S., Sengupta, M., & Jha, S. Ribosomal DNA ITS1, 5.8 S and ITS2 secondary structure, nuclear DNA content and phytochemical analyses reveal distinctive characteristics of four subclades of Protasparagus, Journal of Systematics and Evolution, 55(1), 54-70, 2017

[6] Karpenko N, Martyniuk V, Tyshchenko O, Tarieiev A, Tekpinar A. Resolving the position of Astragalus borysthenicus Klokov within the Astragalus L. species, Turkish Journal of Botany, 42 (5): 623-635, 2018.

[7] Mullineux T, Hausner G. Evolution of rDNA ITS1 and ITS2 sequences and RNA secondary structures within members of the fungal genera Grosmannia and Leptographium, Fungal Genetics and Biology, 46 (11): 855-867, 2009.

[8] Nues, R. W., Rientjes, J. M., van der Sande, C. A., Zerp, S. F., Sluiter, C., Venema, J., Planta, R. J., RauØ, H. A., Separate structural elements within internal transcribed spacer 1 of Saccharomyces cerevisiae precursor ribosomal RNA direct the formation of 17S and 26S rRNA, Nucleic acids research, 22(6), 912-919, 1994.

[9] Liu, J. S., Schardl, C. L., A conserved sequence in internal transcribed spacer 1 of plant nuclear rRNA genes, Plant molecular biology, 26(2), 775-778, 1994.

[10] Rampersad, S. N., ITS1, 5.8 S and ITS2 secondary structure modelling for intra-specific differentiation among species of the Colletotrichum gloeosporioides sensu lato species complex, Springer Plus 3(1), 684, 1994.

[11] Coleman, A. W., & Vacquier, V. D. Exploring the phylogenetic utility of ITS sequences for animals: a test case for abalone (Haliotis), Journal of molecular evolution, 54(2), 246-257 2002.

[12] Ankenbrand, M. J., Keller, A., Wolf, M., Schultz, J., & Förster, F. ITS2 database V: Twice as much, Molecular Biology and Evolution, 32(11), 3030-3032, 2015.

[13] Zuker, M. Mfold web server for nucleic acid folding and hybridization prediction, Nucleic acids research, 31(13), 3406-3415. 2003.

YAPILMASI PLANLANAN TERMİK SANTRALİN KÜL VE ALÇITAŞI DEPOLAMA, KÖMÜR HAZIRLAMA TESİSİ-1 VE KÖMÜR HAZIRLAMA TESİSİ-2 SAHALARI ŞEV KAYALARININ KİNEMATİK ANALİZİ VE ŞEV DÜZENLEME ÇALIŞMASI.

İbrahim Feda ARAL* **Zeki Ünal YÜMİN****

*Department of Civil Engineering, Çorlu Faculty of Engineering, Tekirdağ Namık Kemal University, Tekirdağ, Turkey ORCID:0000-0002-5526-472X
**Department of Environmental Engineering, Çorlu Faculty of Engineering, Tekirdağ Namık Kemal University, Tekirdağ, Turkey ORCID: 0000-0003-0658-0416

ÖZET

Bu çalışmada yapılması Planlanan Termik Santral "Kül ve Alçıtaşı Depolama, Kömür Hazırlama Tesisi-1 ve Kömür Hazırlama Tesisi-2" Alanlarının kinematik analizi ve şev stabilitesi analizlerinin yapılması gerçekleştirilmiştir. Saha tabanı ve atık depolama yükseklikleri 10 m'den fazla olduğu için her 10 m. yükseklikte 4 m palye bırakılmak suretiyle tasarım yapılmıştır. Bölgenin topoğrafik yapısı sarp ve eğimlerin 1/2 (düşey/yatay) olacak şekilde tasarlayıp analiz etmek üzere bu çalışma yapılmıştır. Bu Kapsamda; Kül ve Alçıtaşı Depolama, Kömür Hazırlama Tesisi-1 ve Kömür Hazırlama Tesisi-2, tesisleri için kinematik analizler yapılarak şev güvenliği ve şev eğimleri değerlendirilmiştir. Proje kapsamında güvenli olarak görülmeyen şevler için uygun kesitler hazırlanarak güvenli eğimler verilmiştir. Kinematik analizler için ilk olarak araziden çatlak (eklem), şev ve katman ölçüleri alınmış ve arazide kayma açısı deneyleri yapılmıştır. Her bir sahadan örnekler alınarak temel kayaların kayma dayanımı parametreleri belirlenmiştir. Elde edilen tüm veriler kullanılarak Slide programı ile Kinematik Analizler Yapılmıştır. Bu çalışmada kinematik analiz sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelime: Şev Stabilitesi, Kinematik Analiz, Eklem Doğrultu ve Eğimi

KINEMATIC ANALYSIS OF SLOPE ROCKS AND SLOPE REGULATION STUDY OF THE PLANNED THERMAL POWER PLANT, ASH AND GYPSUM STORAGE, COAL PREPARATION FACILITY-1 AND COAL PREPARATION FACILITY-2 AREAS.

ABSTRACT

In this study, kinematic analysis and slope stability analysis of the planned Thermal Power Plant "Ash and Gypsum Storage, Coal Preparation Facility-1 and Coal Preparation Facility-2" Areas were carried out. Since the field base and waste storage heights are more than 10 m, every 10 m. The design was made by leaving a 4 m height berm. This study was carried out to design and analyze the topographic structure of the region in a way that it is steep and the slopes are 1/2 (vertical/horizontal). In this scope; Slope safety and slope slopes were

evaluated by kinematic analyzes for the Ash and Gypsum Storage, Coal Preparation Facility-1 and Coal Preparation Facility-2 facilities. Within the scope of the project, appropriate sections were prepared for slopes that were not considered safe and safe slopes were given. For kinematic analyses, first crack (joint), slope and layer measurements were taken from the field and slip angle experiments were carried out in the field. The shear strength parameters of the bedrock were determined by taking samples from each site. Kinematic Analyzes were carried out using the Slide program using all the data obtained. In this study, the data obtained as a result of kinematic analysis were evaluated.
Key Words: Slope Stability, Kinematic Analysis, Joint Direction and Dip

1.GİRİŞ

Yapılması planlanan Termik Santralin, Kül ve Alçıtaşı Depolama, Kömür Hazırlama Tesisi-1 ve Kömür Hazırlama Tesisi-2 tesisleri için kinematik analizler yapılarak şev güvenliği ve şev eğimleri değerlendirilmiştir. Şevlerin duraylılığı, kinematik, analitik ve nümerik yöntemlerle incelenebilir. Kinematik analiz yöntemi, duraylılığın süreksizlik sistemleri tarafından denetlendiği kaya kütlelerinde duraylı veya duraysız olabilecek şevlerin ayırt edilmesi amacıyla yapılan bir yöntemdir. Bu yöntemde düzlemsel, kama ve devrilme türü duraysızlıklar incelenir (Ulusay, 2001). Burada;

a) Süreksizliklerin yönelimleri
b) Şevin yönelimi
c) Süreksizlik yüzeylerinin sürtünme açıları dikkate alınır.

Bu durumda Şevlerde 4 tür duyarsızlığa bağlı kaymalar oluşmaktadır. Şevlerde meydana gelen kaymalar; Dairesel kayma, Düzlemsel kayma, Kama türü kayma ve Devrilme türü kaymadır.

2. KÜL VE ALÇITAŞI DEPOLAMA SAHASI (KADS) KİNEMATİK ANALİZİ VE ŞEV DÜZENLEME ÇALIŞMALARI

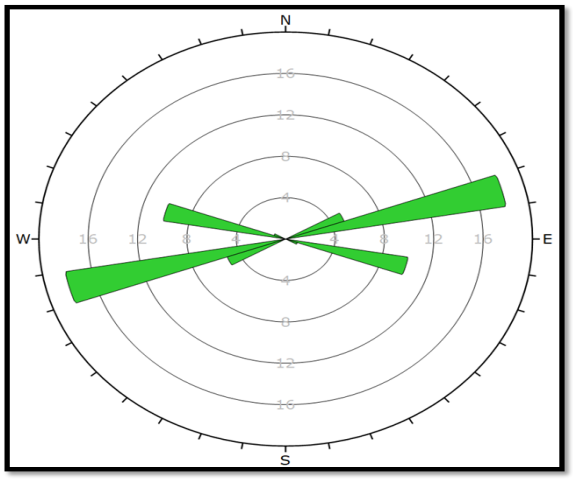
Kül ve Alçıtaşı Depolama Sahası'nda ölçülen Eklem Açıklığı: 2-10 mm, Eklem Aralığı: 30 cm - 50 cm olarak ölçülmüştür. Sahanın eklem takımlarını gösteren gül diyagramı şekil 32'de verilmiştir. Sahada üç şev durumu ve üç eklem takımı durumları ölçülmüştür (Tablo 1). Elde edilen ölçümler kullanılarak kama türü kayma için kinematik analiz yapılmıştır. Yapılan analizlere şev eğimlerinin 35^0'nin altına düşürülmesi durumunda kayma riski olmayacaktır.

Tablo 1: Kül ve Alçıtaşı Depolama Sahası'nda ölçülen Şev ve Eklem Durumları

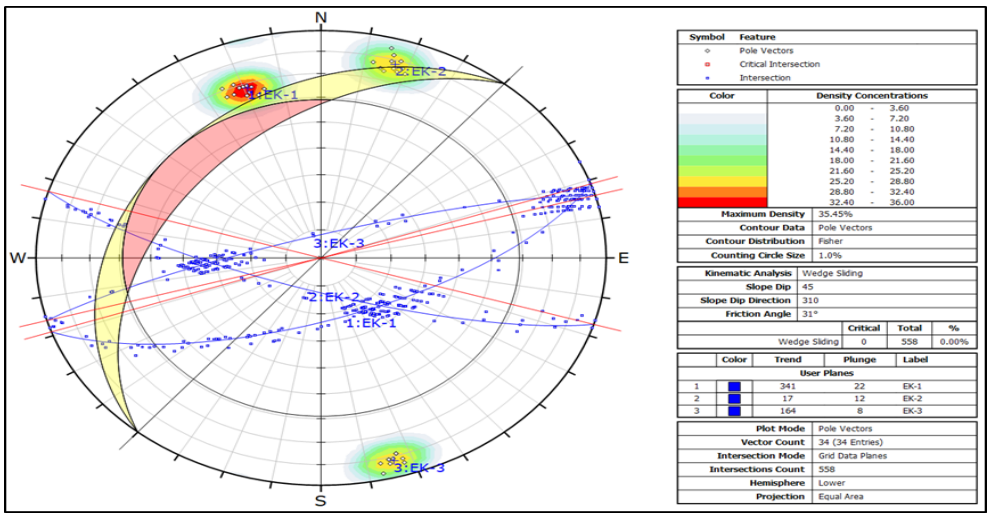
SÜREKSİZLİK NO	SÜREKSİZLİK DURUMU KLASİK	Dips	Dips Drections	AÇIKLAMA
ŞEV YÜZEY EĞİMİ	K40D, 27KB K30B, 25KD K63B, 26GB	45 40 26	310 60 203	
KATMAN				
2	K70D/65GD	65	160	EKLEM TAKIMI-1
3		66	161	"
4		64	163	"
5		66	165	"

6		68	162	“
7		66	165	“
8		71	158	“
9		69	159	“
10		71	155	“
11		69	161	“
12		69	160	“
13		67	157	“
14		67	155	“
15	K70B/75GB	75	200	EKLEM TAKIMI-2
16	K75B/85GB	85	195	“
17		75	194	“
18		77	192	“
19		74	195	“
20		75	198	“
21		79	196	“
22		80	198	“
23		77	199	“
24		76	197	“
25		82	196	“
26	K75D/83KB	83	345	EKLEM TAKIMI-3
27		84	342	“
28		81	344	“
29		79	343	“
30		81	345	“
31		82	342	“
32		87	347	“
33		79	343	“
34		81	345	“
35		82	347	“

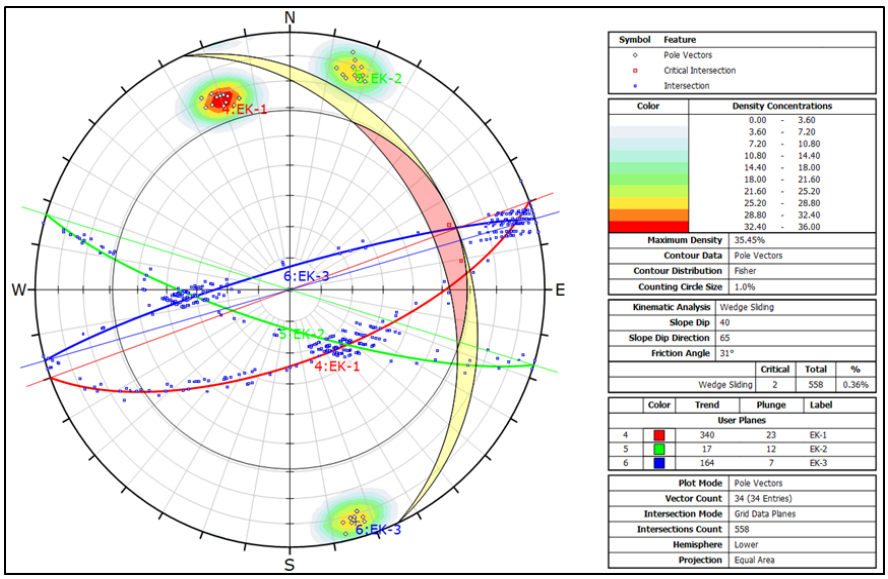
Kül ve Alçıtaşı Sahasında ölçülen eklem takımları Şekil 1’de verilen gül diyagramda gösterilmiştir. Kinematik analizi sonuçlarına göre santral sahasındaki Şev-1, 2 ve 3 için şev açıları sırayla 45, 40 ve 26 derece olması durumunda kayma olasılığı görülememiştir (Şekil 2, 3 ve 4). Önlem olması açısından şevlerin 35^0 nin altına düşürülmesinde yarar vardır. Bu durumda yönetmeliklerin önerdiği 1D/2Y (26.7^0) olacak şekilde şevlerin düzenlenmesinde bir sakınca görülmemektedir.



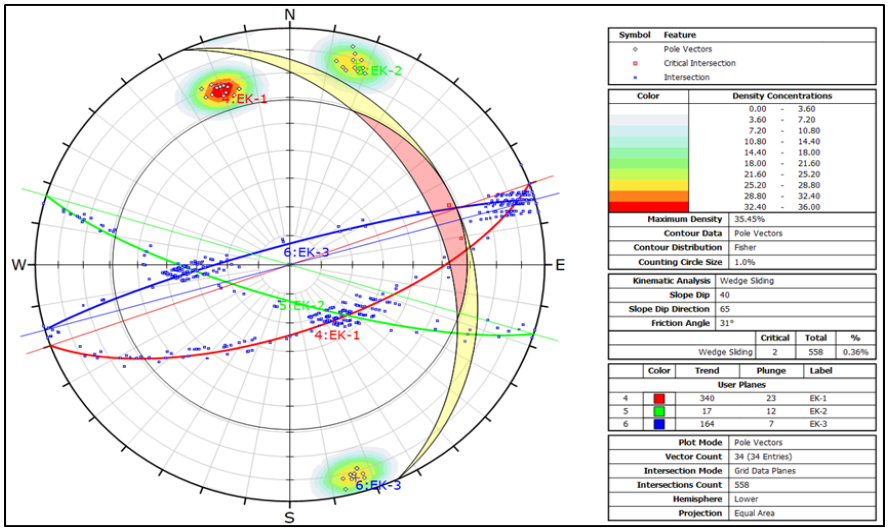
Şekil 1: Kül ve Alçıtaşı Depolama Alanında Ölçülen Eklem Takımlarının Gül Diyagramı



Şekil 2: Kül ve Alçıtaşı Depolama Alanının 1. Şev Durumunda Kinematik Analizi



Şekil 3: Kül ve Alçıtaşı Depolama Alanının 2. Şev Durumunda Kinematik Analizi



Şekil 4: Kül ve Alçıtaşı Depolama Alanının 3. Şev Durumunda Kinematik Analizi

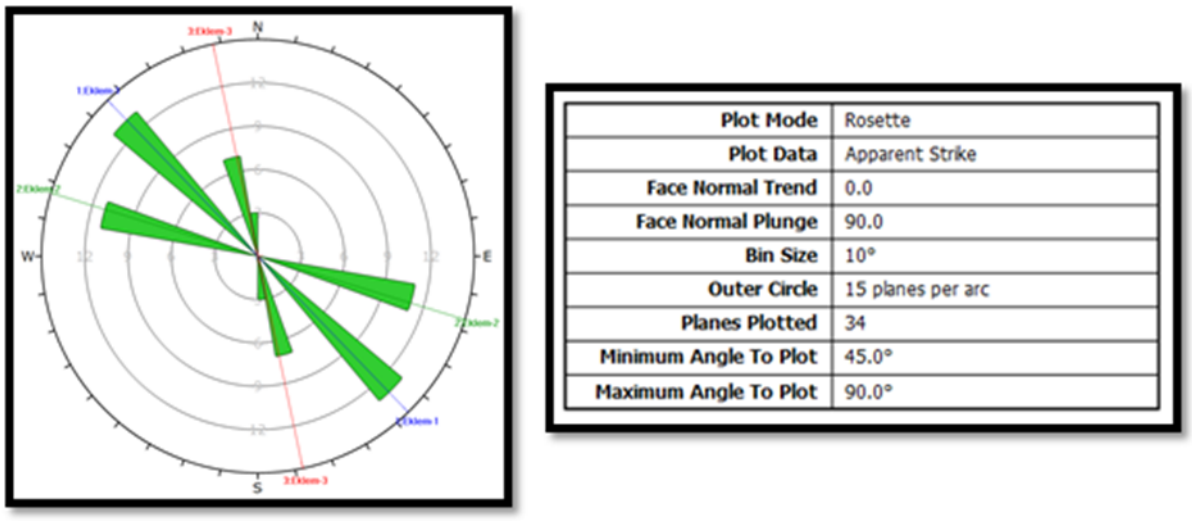
3. KÖMÜR HAZIRLAMA TESİSİ-1 (KHT-1) KİNEMATİK ANALİZİ VE ŞEV DÜZENLEME ÇALIŞMALARI

Kömür Hazırlama Tesisi Sahası'nda ölçülen Eklem Açıklığı: 5-15 mm, Eklem Aralığı: 25 cm - 50 cm olarak ölçülmüştür (Tablo 2). Sahanın eklem takımlarını gösteren gül diyagramı Şekil 5'te verilmiştir. Sahada iki şev durumu ve üç eklem takımı durumları ölçülmüştür. Elde edilen ölçümler kullanılarak kama türü kayma için kinematik analiz yapılmıştır. Yapılan analizlere şev eğimlerinin 35^0'nin altına düşürülmesi durumunda kayma riski olmayacaktır.

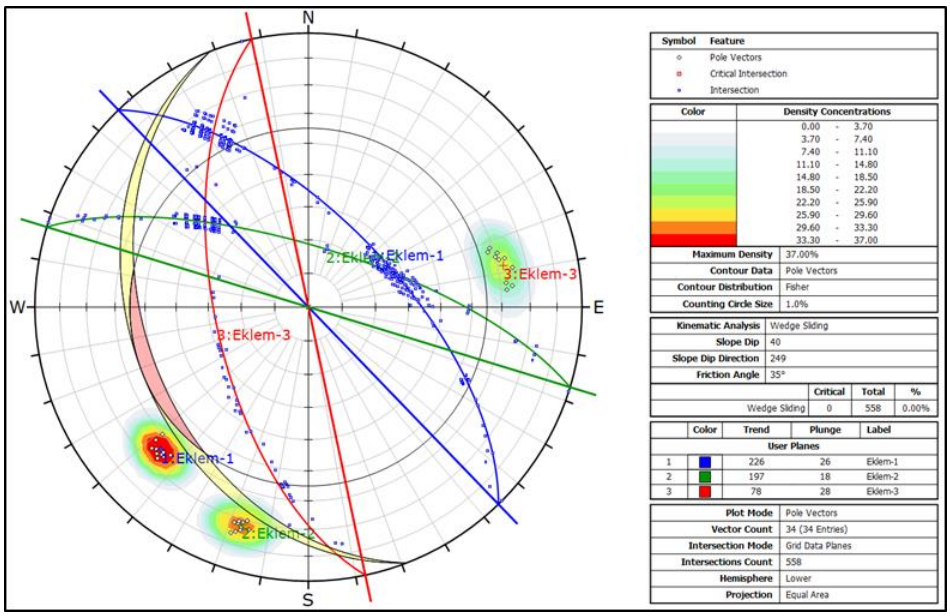
Tablo 2: Kömür Hazırlama Tesisi-1 Sahası'nda ölçülen Şev ve Eklem Durumları

Süreksizlik No	Süreksizlik Durumu Klasik	Dips	Dips Drections	Açıklama
ŞEV EĞİMİ	K21B,30GB K57D,30KB	40 40	249 327	
KATMAN ÖLÇÜM	K55D/20GD			
5	K05B/62GB	62	265	EKLEM TAKIMI-1
6	K17B/58GB	58	253	"
7		59	252	"
8		60	255	"
9		61	256	"
10		63	256	"
11		61	254	"
12		65	259	"
13		64	264	"
14		62	263	"
15	K41B/60KD	60	49	EKLEM TAKIMI-2
16	K45B/65KD	65	45	"
17		64	45	"
18		65	44	"
19		63	43	"
20		66	48	"
21		65	47	"
22		64	45	"

23		63	49	“
24		65	47	“
25		66	46	“
26		64	46	“
27		67	45	“
28	K72B/72KD	72	18	EKLEM TAKIMI-3
29		71	17	“
30		73	15	“
31		70	16	“
32		72	19	“
33		71	18	“
34		73	17	“
35		70	16	“
36		74	17	“
37		75	18	“
38		76	19	“

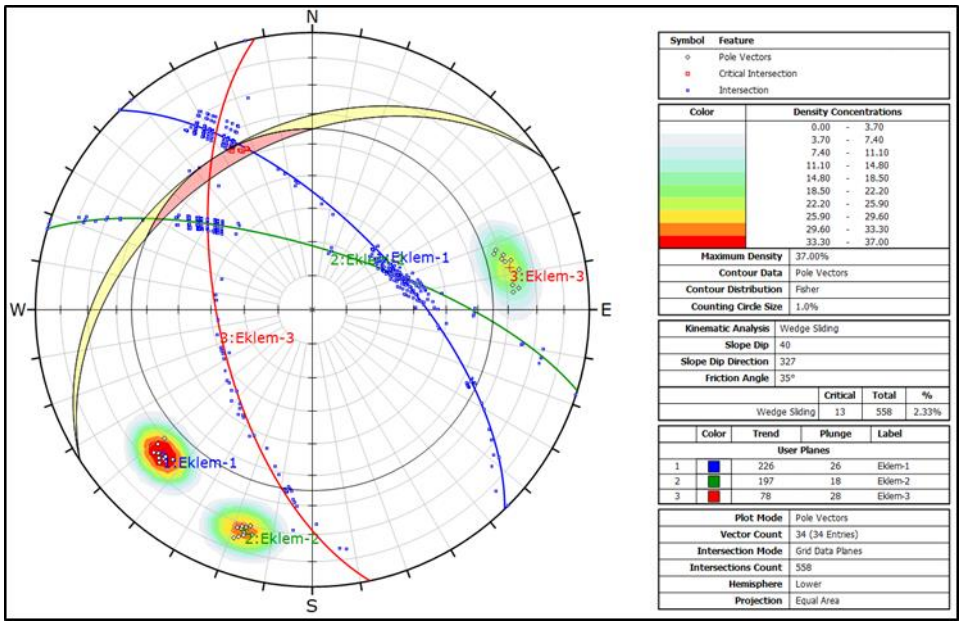


Şekil 5: Kömür Hazırlama Tesisi-1 Eklem Durumlarını Gösterir Gül Diyagramı



Şekil 6: Kömür Hazırlama Tesisi-1 1. Şev Durumunda Kinematik Analiz

Kömür Hazırlama Tesisi-1, Sahasında ölçülen eklem takımları Şekil 5'da verilen gül diyagramda gösterilmiştir. Kinematik analizi sonuçlarına göre santral sahasındaki Şev-1 ve 2 için şev açıları 40 derece olması durumunda kayma olasılığı görülememiştir (Şekil 6 ve 7). Önlem olması açısından şevlerin 35^0 nin altına düşürülmesinde yarar vardır. Bu durumda yönetmeliklerin önerdiği 1D/2Y (26.7^0) olacak şekilde şevlerin düzenlenmesinde bir sakınca görülmemektedir.



Şekil 7: Kömür Hazırlama Tesisi-1, 2. Şev Durumunda Kinematik Analiz

4. KÖMÜR HAZIRLAMA TESİSİ-2 (KHT-2) KİNEMATİK ANALİZİ VE ŞEV DÜZENLEME ÇALIŞMALARI

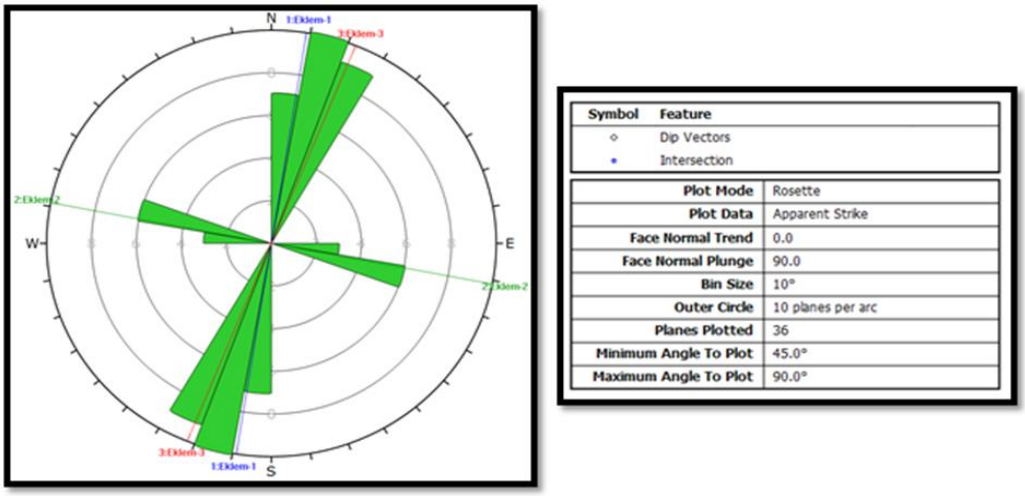
Kömür Hazırlama Tesisi Sahası'nda ölçülen Eklem Açıklığı: 2-10 mm, Eklem Aralığı: 25 cm - 50 cm olarak ölçülmüştür (Tablo 3). Sahanın eklem takımlarını gösteren gül diyagramı Şekil 8 de verilmiştir. Sahada bir şev durumu ve üç eklem takımı durumları ölçülmüştür. Elde edilen ölçümler kullanılarak kama türü kayma için kinematik analiz yapılmıştır. Yapılan analizlere şev eğimlerinin 35^0'nin altına düşürülmesi durumunda kayma riski olmayacaktır.

Tablo 3: Kömür Hazırlama Tesisi-2, Sahası'nda ölçülen Şev ve Eklem Durumları

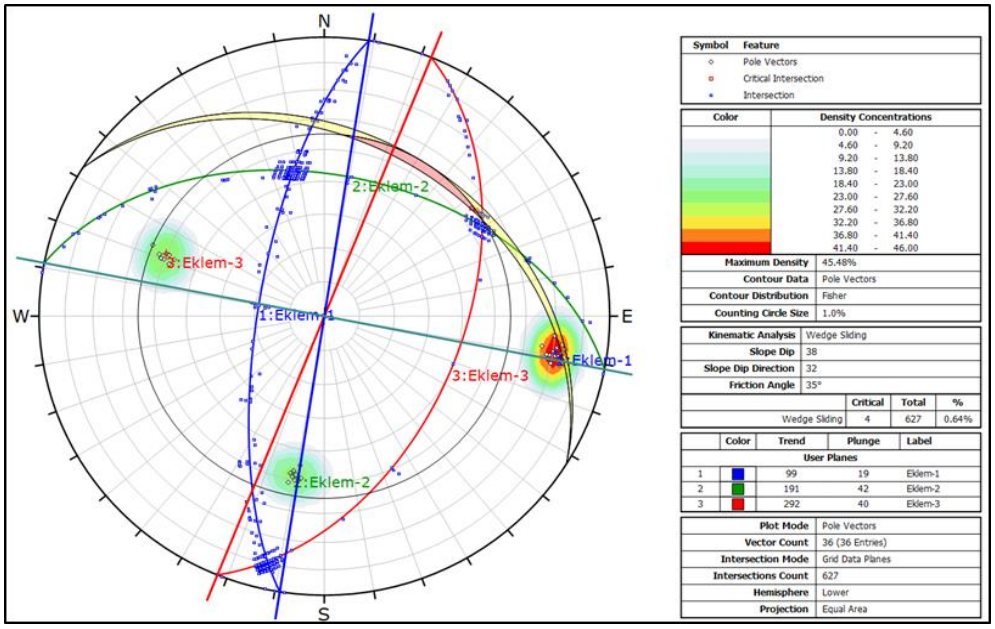
Süreksizlik No	Süreksizlik Durumu Klasik	Dips	Dips Drections	Açıklama
ŞEV YÜZDY EĞİMİ	K58B, 38KD	38	32	
1	K20D/50GD	50	110	EKLEM TAKIMI-1
2		52	111	"
3		49	112	"
4		48	109	"
5		51	110	"
6		50	112	"
7		47	111	"
8		55	113	"
9		51	110	"
10		50	112	"
11	K80B/48KD	48	10	EKLEM TAKIMI-2

13		47	11	“
14		45	9	“
15		49	11	“
16		50	10	“
17		51	12	“
18		50	9	“
19		49	8	“
20		48	12	“
21	K10D/72KB	72	280	EKLEM EKLEM-3
22		71	281	“
23		73	282	“
24		69	280	“
25		70	279	“
26		71	278	“
27		68	280	“
28		70	275	“
29		69	281	“
30		71	280	“
31		70	282	“
32		68	280	“
33		66	278	“
34		73	279	“
35		74	280	“
36		73	277	“
37		74	278	“

Kömür Hazırlama Tesisi-1, Sahasında ölçülen eklem takımları Şekil 8 de verilen gül diyagramda gösterilmiştir. Kinematik analizi sonuçlarına göre santral sahasındaki Şev-1 için şev açısı 38 derece olması durumunda kayma olasılığı görülememiştir (Şekil 9). Önlem olması açısından şevlerin 35^0 nin altına düşürülmesinde yarar vardır. Bu durumda yönetmeliklerin önerdiği 1D/2Y (26.7^0) olacak şekilde şevlerin düzenlenmesinde bir sakınca görülmemektedir.



Şekil 8: Kömür Hazırlama Tesisi-2, Eklem Durumlarını Gösterir Gül Diyagramı



Şekil 9: Kömür Hazırlama Tesisi-2, 1. Şev Durumunda Kinematik Analizi.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Yapılması Planlanan Termik Santral, Kül ve Alçıtaşı Depolama, Kömür Hazırlama Tesisi-1 ve Kömür Hazırlama Tesisi-2 kapsamında yapılacak "Kül ve Alçıtaşı Depo Sahası; Kömür Hazırlama Tesisi-1 ve Kömür Hazırlama Tesisi-2" Alanlarının Kaza ve Afet Durumlarında, Çevredeki Yerleşim Birimlerinin Olumsuz Yönde Etkilenebilirliği değerlendirilmiştir.

Kül ve Alçıtaşı Depolama, Kömür Hazırlama Tesisi-1 ve Kömür Hazırlama Tesisi-2 alanlarında bulunan şevlerde kinematik analizi el ile ve Slide programı (Kayma Şev Stabilitesi Programı) ile yapılmıştır. Şevlerin hakim doğrultu, eğim yönü ve eğim miktarları dikkate alınarak çalışma yapılmıştır. Bu durumda;

1. Kül ve Alçıtaşı Depolama Sahasında üç şev durumu ve üç eklem takımı durumları ölçülmüştür. Elde edilen ölçümler kullanılarak kama türü kayma için kinematik analiz yapılmıştır. Yapılan analizlere şev eğimlerinin 35^0'nin altına düşürülmesi durumunda kayma riski olmayacaktır.
2. Kömür Hazırlama Tesisi-1 Sahası'nda iki şev durumu ve üç eklem takımı durumları ölçülmüştür. Elde edilen ölçümler kullanılarak kama türü kayma için kinematik analiz yapılmıştır. Yapılan analizlere şev eğimlerinin 35^0'nin altına düşürülmesi durumunda kayma riski olmayacaktır.
3. Kömür Hazırlama Tesisi-2 Sahası'nda bir şev durumu ve üç eklem takımı durumları ölçülmüştür. Elde edilen ölçümler kullanılarak kama türü kayma için kinematik analiz yapılmıştır. Yapılan analizlere şev eğimlerinin 35^0'nin altına düşürülmesi durumunda kayma riski olmayacaktır.

KAYNAKLAR

Albers JP, Kalafatçıoğlu A (1969). Bartın-Amasra earthquake, Turkey, Sept. 3, 1968. USGS Proje raporu (IR) TU-5.

Atık Yönetimi Yönetmeliği. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Tarih: 02.04.2015, Sayı: 29314.

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik. Çevre ve Orman Bakanlığı. Tarih: 26.03.2016, Sayı: 27533.

Alptekin Ö, Nabelek JL, Toksöz MN (1986). Source mechanism of the Bartın earthquake of September 3, 1968 in northwesternTurkey: Evidence for active thrust faulting at the southern Black Sea margin. Tectonophysics, 122, 73-88.

Akbaş, B., Altun, İ.E., Aksay, A., 2002. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Zonguldak E28 Paftası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Ketin İ, Abdüsselamoğlu Ş (1969). Bartın depreminin etkileri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, cilt 12, sayı 1-2, 66-76.

Kuşçu İ, Parke JR, White RS, McKenzie D, Anderson GA., Minshull A, McKenzie D, McKenzie D (1984). Active tectonics of the Alpine - Himalayan belt between western Turkey and Pakistan. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 77, 185-264.

McKenzie D (1972). Active tectonics of the Mediterranean region. Geophysical Journal of the Astronomical Society, 30, 109-185.

Maden Atıkları Yönetmeliği. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Tarih: 15.07.2015, Sayı: 29471.

Ulusay, R., (2001). Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler. JMO Yayınları. Yayın No:38, Genişletilmiş 4. Baskı.

Yalçın, T., (2012). Geological and Hydrogeological Features of The Region in The Southwest of Amasra, Survey Report on the Site and Surrounding of Hema Power Plant.

YAPILMASI PLANLANAN TERMİK SANTRALİN "DOLGU ALANI İLE RIHTIM ENTEGRE PROJESİ" ALANLARININ KİNEMATİK ANALİZİ VE ŞEV STABİLİTESİ

İbrahim Feda ARAL* **Zeki Ünal YÜMİN****

*Department of Civil Engineering, Çorlu Faculty of Engineering, Tekirdağ Namık Kemal University, Tekirdağ, Turkey.ORCID:0000-0002-5526-472X
**Department of Environmental Engineering, Çorlu Faculty of Engineering, Tekirdağ Namık Kemal University, Tekirdağ, TurkeyORCID: 0000-0003-0658-0416

ÖZET

Bu çalışmada yapılması Planlanan Termik Santral "Dolgu Alanı İle Rıhtım Entegre Projesi" Alanlarının kinematik analizi ve şev stabilitesi analizlerinin yapılması gerçekleştirilmiştir. Saha tabanı ve atık depolama yükseklikleri 10 m'den fazla olduğu için her 10 m. yükseklikte 4 m palye bırakılmak suretiyle tasarım yapılmıştır. Bölgenin topoğrafik yapısı sarp ve eğimlerin 1/2 (düşey/yatay) olacak şekilde tasarlanabilirliğini analiz etmek üzere bu çalışma yapılmıştır. Bu Kapsamda; Kazı Fazlası Malzeme Depolama Sahası, Liman Alanı, tesisleri için kinematik analizler yapılarak şev güvenliği ve şev eğimleri değerlendirilmiştir. Proje kapsamında güvenli olarak görülmeyen şevler için uygun kesitler hazırlanarak güvenli eğimler verilmiştir. Kinematik analizler için ilk olarak araziden çatlak (eklem), şev ve katman ölçüleri alınmış ve arazide kayma açısı deneyleri yapılmıştır. Her bir sahadan örnekler alınarak temel kayaların kayma dayanımı parametreleri belirlenmiştir. Elde edilen tüm veriler kullanılarak Dips programı ile Kinematik Analizler Yapılmıştır. Bu çalışmada daha kinematik analiz sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelime: Şev Stabilitesi, Kinematik Analiz, Eklem Doğrultu ve Eğimi

KINEMATIC ANALYSIS AND SLOPE STABILITY OF THE "FILLING AREA AND DOCK INTEGRATED PROJECT" AREAS OF THE PLANNED THERMAL POWER PLANT

ABSTRACT

In this study, kinematic analysis and slope stability analysis of the planned Thermal Power Plant "Filling Area and Dock Integrated Project" Areas were carried out. Since the field base and waste storage heights are more than 10 m, the design was made by leaving 4 m berms for every 10 m height. This study was carried out to analyze whether the topographic structure of the region is steep and the slopes can be designed to be 1/2 (vertical/horizontal). In this scope; Slope safety and slope slopes were evaluated by kinematic analyzes for the Excess Excavation Material Storage Area and Port Area facilities. Within the scope of the project, appropriate sections were prepared for slopes that were not considered safe and safe slopes were given. For kinematic analyses, first crack (joint), slope and layer measurements

were taken from the field and slip angle experiments were carried out in the field. The shear strength parameters of the bedrock were determined by taking samples from each site. Kinematic Analyzes were carried out with the Dips program using all the data obtained. In this study, the data obtained as a result of more kinematic analysis were evaluated.
Keywords: Slope Stability, Kinematic Analysis, Joint Direction and Dip

1.GİRİŞ

Yapılması planlanan Termik Santralin, Kazı Fazlası Malzeme Depolama Sahası, Liman Alanı, Rıhtım Entegre tesisleri için kinematik analizler yapılarak şev güvenliği ve şev eğimleri değerlendirilmiştir. Şevlerin duraylılığı, kinematik, analitik ve nümerik yöntemlerle incelenebilir. Kinematik analiz yöntemi, duraylılığın süreksizlik sistemleri tarafından denetlendiği kaya kütlelerinde duraylı veya duraysız olabilecek şevlerin ayırt edilmesi amacıyla yapılan bir yöntemdir. Bu yöntemde düzlemsel, kama ve devrilme türü duraysızlıklar incelenir (Ulusay, 2001). Burada;

d) Süreksizliklerin yönelimleri
e) Şevin yönelimi
f) Süreksizlik yüzeylerinin sürtünme açıları dikkate alınır.

Bu durumda Şevlerde 4 tür duyarsızlığa bağlı kaymalar oluşmaktadır. Şevlerde meydana gelen kaymalar; Dairesel kayma, Düzlemsel kayma, Kama türü kayma ve Devrilme türü kaymadır.

II. KİNEMATİK ANALİZ TEORİSİ VE UYGUN ANALİZ YÖNTEMİNİN SEÇİMİ

İnceleme alanında orta- kalın katmanlı ve seyrek eklemli kayalar bulunmaktadır. Bu nedenle dairesel tür bir kayma olasılığı beklenmemektedir. Arazi çalışmalarından elde edilen eklem ve şev ölçümlerin değerlendirilmesi sonucunda çalışma konusu olan Entegre Tesis Sahalarında Devrilme Türü Yenilme olmayacağı saptanmıştır. Düzlemsel yenilmenin olması için eklem doğrultusu şev doğrultusuna yakın veya paralel olmalı ve eklem açısı şev açısından küçük olmalıdır. *Şev Eğimi > Süreksizlik Düzlemi Eğimi > Düzlemin İçsel Sürtünme Açısı* (yf> yp>f). Bu çalışmada şev doğrultusu ile eklem doğrultuları biri birine paralel olmadığı için düzlemsel kayma beklenmemektedir. Çalışma sahasında biri birini kesen en az iki eklem takımı bulunmakta ve bu eklem takımları iki farklı doğrultuya sahip şev ile kesilmektedir. Şevlerin ve eklem takımlarının durumları incelendiğinde sahada kama türü kayma olasılığının olduğu görülmektedir. Bu nedenle Şevler 1. ve 2. şev durumlarının ilk durumu ve gerekli durumlarda ikinci durumları (iyileştirme sonrası) için Kinematik analizler yapılmıştır.

Kinematik analizlerde DİPS 6.0 Bilgisayar programı kullanılmış olup, bu yöntem tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır.

II.1. Saha Çalışmalarında Alınan Örneklerin Geoteknik Analizleri

Sahada yapılmış SAK-6 ve SAK-7 sondajlarından örnekler alınarak yetkilendirilmiş Zemin ve Kaya Laboratuvarında geoteknik analizleri yapılmıştır (Tablo 1, 2 ve 3).

Tablo 1: SAK-5 ve SAK-6 Sondaj Karot Numunelerinin Geoteknik Analiz Sonuçları.

Sondaj No Boring No	**Derinlik (m)** Depth	γ_n	**Kayada Tek Eks.Sıkışma** Unconfin.Stren.for Rock		**Kayada Üç Eks.Sıkışma** Triaxial Comp. for Rock		Es	v
			F	q_u	c	Φ		
		gr/cm^3	(kN)	(MPa)	(MPa)	(°)	GPa	[ ]
SAK-5	**1.50**	**2.198**	**86.41**	**30.56**			**7.41**	**0.35**
SAK-5	**6,50-7,50**	**2.149**	**68.67**	**24.29**			**6.33**	**0.35**
SAK-6	**6,00-7,00**	**2.156**			**1.88**	**31.44**		
SAK-6	**10.00**	**2.418**	**138.49**	**48.98**			**10.35**	**0.33**

Tablo 2: Sondajlardan alınan karot örneklerinin laboratuar analizleri sonucu (Elastisite Modülü-Poisson Oranı)

Sondaj No	Derinlik (m)	Elastisite Modülü ε Gpa	Poisson Oranı V	Num. Ağırlık (g)	Doğal Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	Numune Kesit Alanı (cm^2)	Yenilme Yükü P (kg)	Tek Eksenli Basınç Deneyi q_u (kg/cm^2)
SK-2	0,00-10,00	4.80	0.341	398.09	23.95	17.35	4875	281
SK-4	0,00-10,00	5.52	0.324	409.25	24.36	17.35	5639	325

Tablo 3: Sondajlardan alınan karot örneklerinin laboratuar analizleri sonucu (Üç Eksenli Basma Dayanımı)

Sondaj No	Derinlik (m)	Doğal Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	Üç Eksenli Basınç Deneyi	
			Kohezyon c (kgf/cm^2)	İçsel Sürtünme Açısı Φ (o)
AÇ-2	0,00-10,00	23.97	62.2	39
AÇ-4	0,00-10,00	24.37	68.6	41

Sahadan alınan blok numunelerinin ve araştırma çukuru örselenmemiş zemin örneklerinin (UD) geoteknik analizleri yapılmıştır(Tablo 4, 5). Kazı Fazlası Toprak Depolama Sahasının temel jeolojik yapıyı ve geoteknik özellikleri ortaya koymak amacıyla 4 adet araştırma çukuru açılarak zemin numuneleri alınmıştır. Alınan örneklerin laboratuvar analizlerinde elde edilen indeks özellikleri Tablo 6, Zemin numunelerinin kayma dayanımı parametreleri Tablo 7'da verilmiştir.

Tablo 4: Araştırma Çukurlarından alınan blok numune karotlarının laboratuvar analiz sonucu (Kayada Kesme Kutusu Deneyi)

Sondaj No	Derinlik (m)	Doğal Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	Kesme Kutusu Basınç Deneyi	
			Kohezyon c (kgf/cm^2)	İçsel Sürtünme Açısı Φ (o)
AÇ-1	1,00	23,01	37	34
AÇ-2	1,00	22,00	35	35
AÇ-3	1,00	22,14	34,5	37
AÇ-4	1,00	21,55	36	34

Tablo5: Araştırma Çukurlarından alınan örselenmemiş (UD) numunelerinin kesme kutusu deneyi sonuçları

Sondaj No	Derinlik (m)	Su İçeriği %	Doğal Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)	Üç Eksenli Basınç Deneyi	
				Kohezyon c (kgf/cm^2)	İçsel Sürtünme Açısı Φ (o)
AÇ-1	0,00-0,50	15,23	19,92	0,45	28
AÇ-2	0,00-0,50	15,45	19,32	0,50	32
AÇ-3	0,00-0,50	16,20	19,35	0,65	31
AÇ-4	0,00-0,50	14,58	19,55	0,52	29

Tablo 6: Kazı Fazlası Toprak Sahası Araştırma Çukuru Numunelerinin İndeks Özellikleri

Sondaj No Boring No	**Numune No** Sample No	**Derinlik (m)** Depth	**ÇAKIL /** Gravel	**KUM /** Sand	**SİLT /** Silt	**KİL /** Clay	**Atterberg limitleri** Atterberg Limits			W_n	γ_n	γ_k	**SINIFLAMA** Classification
							LL	PL	PI				
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	gr/cm^3	gr/cm^3	
AÇ-1	**Num-1**	**1.00**	**14.24**	**22.84**	**27.80**	**35.12**	**37.3**	**19.5**	**17.8**	**23.0**	**1.875**	**1.530**	**CI**
AÇ-2	**Num-2**	**1.00**	**10.50**	**19.36**	**33.94**	**36.20**	**43.2**	**22.6**	**20.6**	**23.5**	**1.914**	**1.547**	**CI**
AÇ-3	**Num-3**	**1.00**	**9.48**	**31.76**	**26.40**	**32.36**	**34.5**	**18.5**	**16.0**	**19.7**	**1.869**	**1.567**	**CI**
AÇ-4	**Num-4**	**1.00**	**15.54**	**24.28**	**27.46**	**32.72**	**33.7**	**15.6**	**18.1**	**17.4**	**1.888**	**1.613**	**CL**

Firma tarafından kireçtaşı arazisinden karotlu sondajlar yapılmıştır. Yapılan sondajlarda elde edilen karotlardan kayaların indeks ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla örnekler alınmıştır. Alınan örnekler akredite laboratuvara gönderilerek gerekli deneyler yaptırılmıştır (Tablo 8).

Tablo 7: Kazı Fazlası Toprak Sahası Araştırma Çukuru Numunelerinin Kayma Dayanımı Parametreleri.

Sondaj No Boring No	**Numune No** Sample No	**Derinlik (m)** Depth	**Zeminde Üç Eks.Sıkışma** Triaxial Comp.		**Şişme Basıncı** Swell Pressure	**Şişme Yüzdesi** Swelling Ratio
			c	Φ		
			(kPa)	(°)	(kg/cm^2)	(%)
AÇ-1	**Num-1**	**1.00**	**62.09**	**4.21**	**0.148**	**0.89**
AÇ-2	**Num-2**	**1.00**	**80.15**	**3.07**	**0.17**	**1.23**
AÇ-3	**Num-3**	**1.00**	**60.15**	**5.18**	**0.128**	**0.60**
AÇ-4	**Num-4**	**1.00**	**74.86**	**4.37**	**0.102**	**0.34**

Tablo 8: Laboratuvar analizleri özeti

Sondaj No (Drilling Number)	**Kayada Serbest Basınç Dayanımı** (Unconfined Compressive Strength in Rock)		**Kayada Üç Eksenli Sıkışma Dayanımı** (Triaxial Compression Strength in Rock)		**Elastisite Modülü** (Elasticity Modulus)	**Poisson Oranı** (Poisson's Ratio)
	F (kN)	qu (kPa)	C (MPa)	Φ (Derece)	Gpa	ν
SK-1			2,93	61,55	1,37	0,68
SK-1	55,83	18492,86				
SK-1	87,19	28881,09				
SK-1	43,59	14438,92				

III. LİMAN (DOLGU ALANI VE RIHTIM) PROJESİ ŞEV KİNEMATİK ANALİZİ VE ŞEV DÜZENLEME ÇALIŞMASI

III.1. Süreksizlik Durumlarının Ölçülmesi

Şevin topografik yapısı (şevin doğrultu, eğim yönü ve eğim miktarı) (Tablo 9) ölçülerek şev geometrisi elde edilmiştir. Ayrıca temelde yer alan kireçtaşlarında gelişmiş kayma düzlemleri, eklem ve tabakalanma durumları (doğrultu, eğim yönü ve eğim miktarı) (Tablo 10) ve ölçüm noktalarının GPS ölçümleri alınmıştır. Çalışmanın konusunu oluşturan şevlerden süreksizliklere (tabaka yüzeyi ve eklem) ait ölçümler (Doğrultu, eğim ve eğim yönleri) alınarak Tablo 10 de verilmiştir.

Tablo 9: İnceleme alanında ölçülen şevlerin durumları (doğrultu, eğim yönü ve eğim miktarı)

ÖLÇÜ NO	KLASİK GÖSTERİM	EĞİM	EĞİM YÖNÜ	SÜREKSİZLİK TÜRÜ
1	K47B, 80 KB	80	227	1. ŞEV
2	K24D, 80 KB	80	294	2. ŞEV
3	K30B, 80 GB	80	210	3. ŞEV

Tablo 10: Eklem takımlarını oluşturan ölçümler

ÖLÇÜ NO	1. EKLEM TAKIMI		2. EKLEM TAKIMI		3. EKLEM 4. TAKIMI	
	EĞİM	EĞİM YÖNÜ	EĞİM	EĞİM YÖNÜ	EĞİM	EĞİM YÖNÜ
1	76	275	80	313	70	110
2	79	277	80	315	71	111
3	75	276	78	311	72	115
4	80	276	79	313	73	110
5	78	277	82	314	69	112
6	74	274	83	315		
7	75	275	78	315		
8	76	278	79	314		
9	78	275	79	317		
10	76	276	79	311		

Alınan ölçümlerin genel eğilimleri dikkate alınarak eklem takımlarından her birini temsil eden durumlar elde edilmiştir. Bunlar;

1. Eklem takımlarının ortalama durumu: K05D, 76KB
2. Eklem takımlarının ortalama durumu: K45D, 80KB
3. Eklem takımlarının ortalama durumu: K20D, 70GD

Burada 1. ve 2. Eklem takımının şevlerin doğrultuları birbirini kesmekte ve eğim yönleri de aynı yönü göstermektedir. Bu iki eklem takımının kestiği şev yüzeylerinde **kama türü kaymaya** neden olabilme durumları araştırılmıştır. 3. Eklem takımı ise şevlerle zıt yönlü bir eğime sahip olduğu için **devrilme türü kayma** olasılıkları araştırılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1: Santral Sahasında Ölçülen Eklem Durumlarının Görünümleri

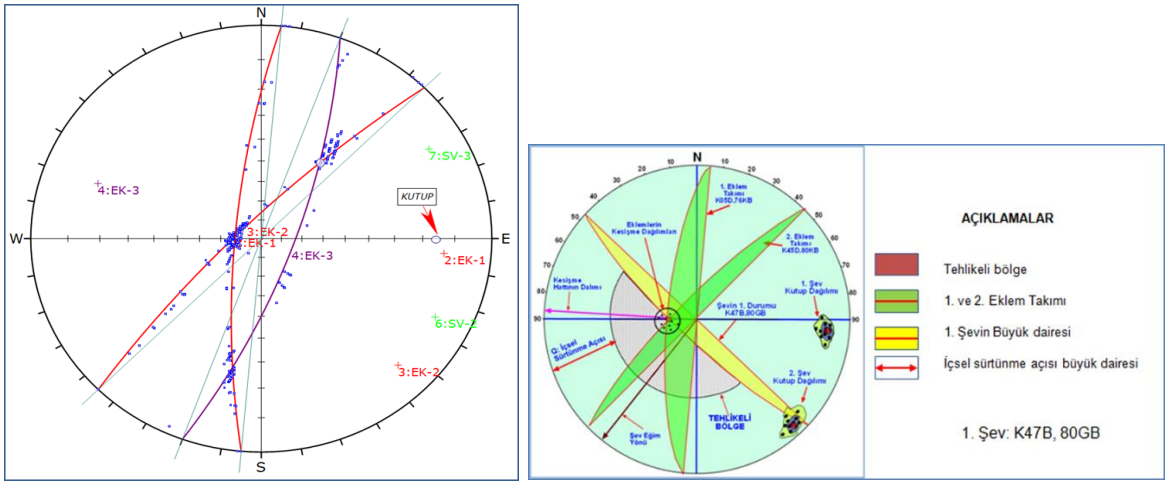
III.2. İnceleme Alanında Bulunan Şevlerin Kama Türü Kayma Olasılığı İçin Yapılan Kinematik Analiz

Arazide bulunan şevlerin doğrultuları K47B, K24D ile K30B olmak üzere üç hakim doğrultu sunmaktadır. Bu nedenle her bir doğrultu numaralandırılarak 3 farklı şev doğrultusu için kama türü kaymayı kontrol eden kinematik analiz yapılmıştır (Tablo 11). Şevlerin ortalama durumları (Doğrultu, Eğim ve Eğim Yönleri);

Tablo 11: Liman ve Rıhtım Bölgesinden Alınan Şev Durumları

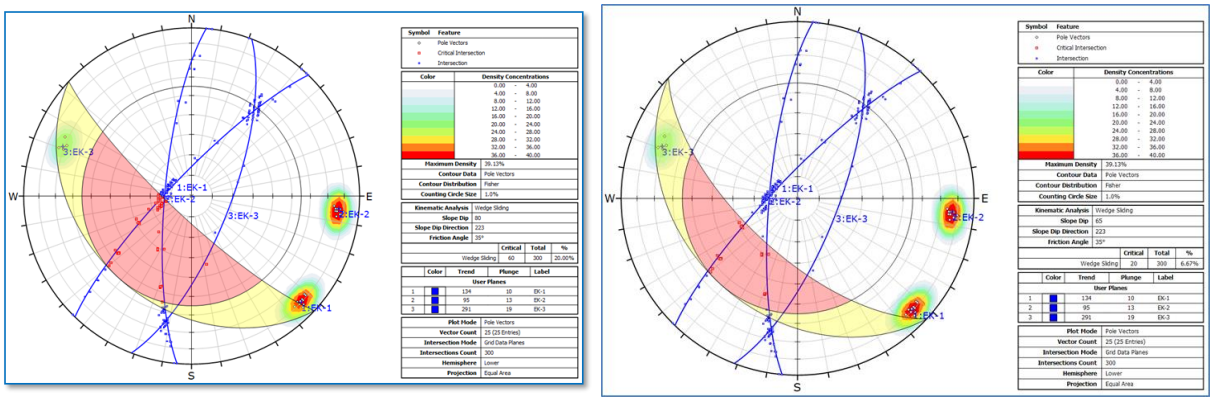
Şev Durumları (Klasik Gösterim)	Eğim	Eğim Yönü
1. Şev: K47B, 80 GB	80	223
2. Şev: K24D, 80 KB	80	294
3. Şev: K30B, 80 GB	80	240

Burada şevlerin doğrultuları biri birini kesmekte ve eğim yönleri de aynı yönü göstermektedir. Şevin eğim yönü de KB ve GB olduğu için kama türü kayma oluşma olasılığı üzerinde durulmuştur. Burada araziden alınan ölçümlere göre kama türü kaymayı kontrol eden kinematik analiz yapılmıştır. Analiz hem el hesabı hem de bilgisayarda DİPS 6.0 (Kaya şevlerinde duraylılık analizinde başarılı sonuçlar veren bilgisayar programı) ile tekrarlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2: Çalışma sahasında ölçülen eklemlerin stereonet üzerinde gösterimi, el ile çözümlemesi.

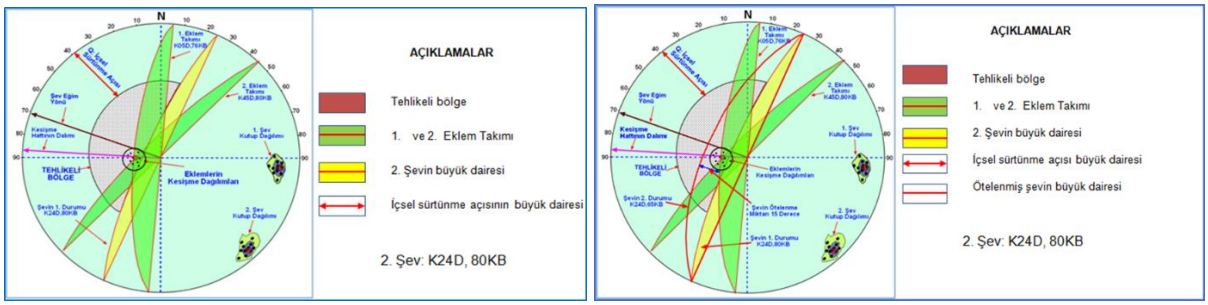
1. ve 2. Eklem takımlarının kesişme noktası, kayma açısı ile denetlenen tehlikeli bölgeye düştüğü gözlenmiştir. Bu durumda 1. Şevde kayma olasılığı görülmektedir.



Şekil 3: 1 Nolu Şev İçin Dips Program Çözümü (Şevin ilk durumu) ve akabinde 1 Nolu Şev İçin (Şevin yatırıldıktan sonraki durumu)

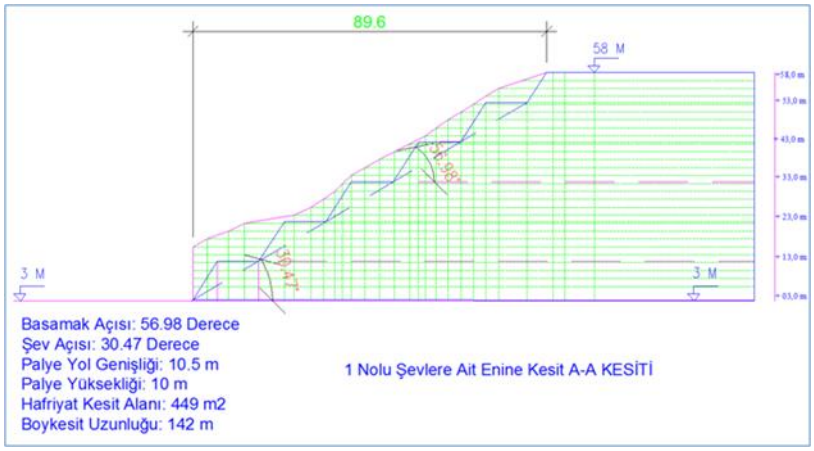
Şekil 2 de ki el ile çözümü ile Şekil 3'deki bilgisayar çözümü sonuçları benzer olduğu görülmektedir. Bu durumda 1. Şevin şev açısının 65 derecenin altına düşürülmesi gerekmektedir.

İkinci Şev (K24D, 80KB) İçin Kama Türü Kinematik Analizleri Şekil 4 de verilmektedir. Ortalama doğrultusu K24D, ortalama eğim açısı 80 derece olan 2. şevin kinematik analizi el çözümü olarak ve bilgisayarda (DİPS) çözümü yapılmış ve eklem takımları ile şevin ilk durumu belirlenmiştir. Son Durumda şevin eğim yönü ve açısı K24D, 65KB olarak elde edilmiştir. Üçüncü Şev (K30B, 80 GB) için Kama Türü Kinematik Analizleri belirlenmiş, doğrultusu K30B, ortalama eğim açısı 80 derece olan şevin kinematik analizi yapılmış ve eklem takımları ile şevin ilk durumu belirlenmiştir. Burada eklem takımlarının kesişme noktaları kayma olasılığını temsil eden "tehlikeli bölge" ye düşmektedir. Bu durumda şevde kama türü kayma olasılığı vardır. Bu nedenle, şevin eğim açısı 15 derece indirilerek 65 dereceye düşürülmüştür. Son Durumda şevin eğim yönü ve açısı K30B, 65GB olarak elde edilmiştir.



Şekil 4: İkinci şev ve araziden ölçülen 1. ve 2. Eklem takımlarının ilk durumu ve Dips Program Çözümü (Şevin yatırıldıktan sonraki durumu)

Bilgisayarda yapılan çözüm yönteminde de 3. Şevin açısının 65 derecenin altına düşürülmesi gerektiği belirlenmiştir. Şevler palyeli olarak dizayn edilecek olup, palye genişlikleri mevcut topografik yapıya bağlı olarak 10,5 metre olacak şekilde dizayn edilecektir. Palye genişliğine bağlı olarak şevin genel açısı 30-33 derece arasında değişim gösterecektir. Şev ve palyelerin durumları vaziyet planı ve Şekil 5, 6, 7 de ki kesitte verilmiştir.

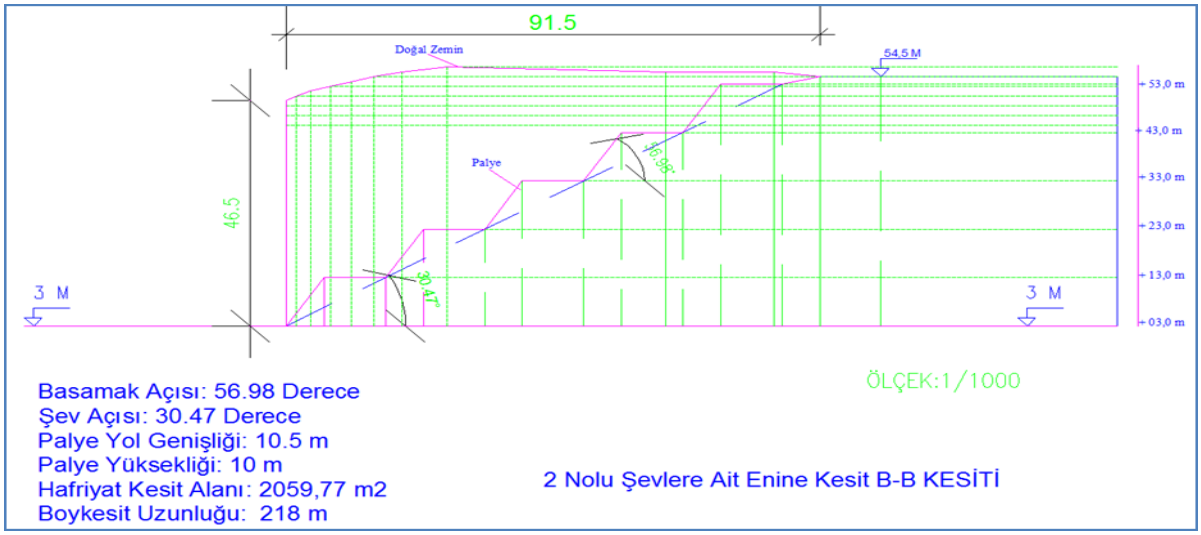


Şekil 5: 1 Nolu şevin enine kesiti .

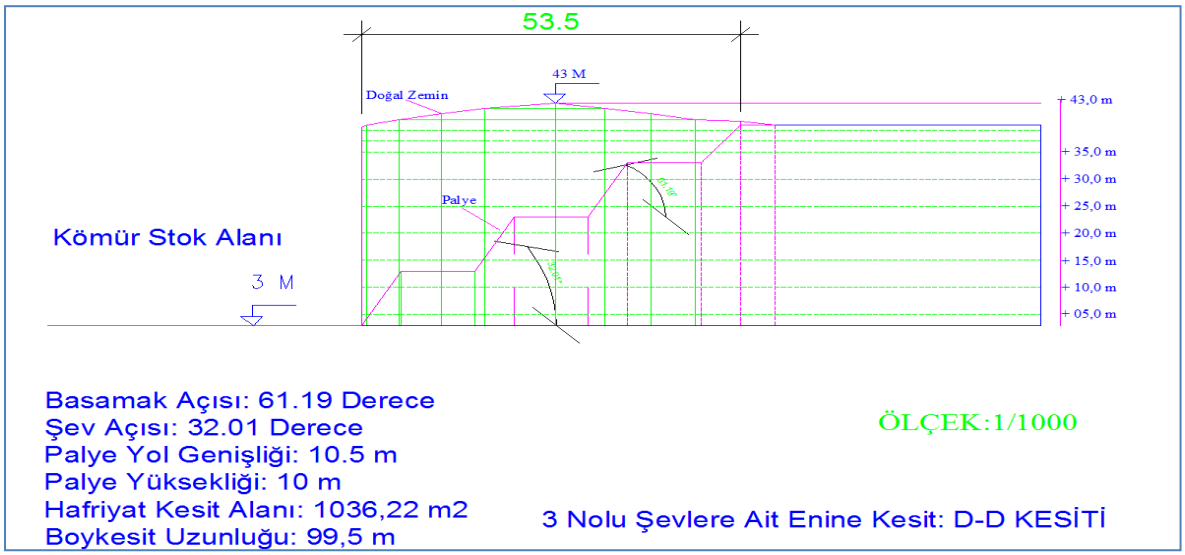
1 Nolu şev bölgesi için tasarlanan geometrik yapıda; Basamak Açısı: 56.98 Derece, Şev Açısı: 30.47 Derece, Palye Yol Genişliği: 10.5 m ve Palye Yüksekliği: 10 m. Basamak sayısı: 6 dir. Elde edilen palye ve şevlerin açı değerleri Liman Sahasının bitişinden şevin bitiş noktasına kadar olan yatay mesafe ve kot farkları kombinasyonları ile belirlenmektedir. Bu durum her üç şev içinde geçerlidir.

2 Nolu şev bölgesi için tasarlanan geometrik yapıda; Basamak Açısı: 56.98 Derece, Şev Açısı: 30.47 Derece, Palye Yol Genişliği: 10.5 m ve Palye Yüksekliği: 10 m. Basamak sayısı: 5 dir. Elde edilen palye ve şevlerin açı değerleri Liman Sahasının bitişinden şevin bitiş noktasına kadar olan yatay mesafe ve kot farkları kombinasyonları ile belirlenmektedir.

3 Nolu şev bölgesi için tasarlanan geometrik yapıda; Kesitinde Basamak Açısı: 61.19 Derece, Şev Açısı: 32.01 Derece, C-C Kesitinde Basamak Açısı: 61.19 Derece, Şev Açısı: 21.88 Derece, Palye Yol Genişliği: 10.5 m, Palye Yüksekliği: 10 m, basamak sayısı D-D Kesiti bölgesinde 4, C-C Kesiti bölgesinde ise 3 tür (Şekil 7).



Şekil 6: 2 Nolu şevin enine kesiti



Şekil 7: 3 Nolu şevin enine kesiti .

IV. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Yapılması Planlanan Termik Santral, Dolgu Alanı İle Rıhtım Entegre Projesi kapsamında yapılacak "Kül ve Alçıtaşı Depo Sahası; 3 adet Lavvar Atık Depolama Tesisi ve Kazı Fazlası Malzeme Depolama Sahası" Alanlarının Kaza ve Afet Durumlarında, Çevredeki Yerleşim Birimlerinin Olumsuz Yönde Etkilenebilirliği değerlendirilmiştir.

Liman Dolgu Alanı ve Rıhtım Entegre Projesi alanlarında bulunan şevlerde kinematik analizi el ile ve DİPS 6,0 programı (Kayma Şev Stabilitesi Programı) ile yapılmıştır. Şevlerin hakim doğrultu, eğim yönü ve eğim miktarları dikkate alınarak çalışma yapılmıştır. Bu durumda;

4. 1 nolu şevin şev açısının duraylı kalabilmesi için 65^{o} lik eğim açısının altında bir değere düşürülmesi gerektiği belirlenmiştir.
5. 2 nolu şevin 80^{o} olan eğimin kinematik analizi el ile ve DİPS 6,0 programı ile çözümlemesi yapılmış, mevcut şevlerde kama türü kaymalar oluşabileceği bu nedenle

şev eğimlerinin 65^{o} nin altında bir değere düşürülmesi ile kayma olasılığını ortadan kaldıracağı tespit edilmiştir.

6. 3 nolu şevinde 80^{o} nin üzerinde eğime sahip olduğunu, kama türü kayma gerçekleşebileceği, bu nedenle şev eğiminin 65^{o} nin altına düşürülmesi ile kayma olasılığının ortadan kaldırılmış olacağı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Albers JP, Kalafatçıoğlu A (1969). Bartın-Amasra earthquake, Turkey, Sept. 3, 1968. USGS Proje raporu (IR) TU-5.

Alptekin Ö, Nabelek JL, Toksöz MN (1986). Source mechanism of the Bartın earthquake of September 3, 1968 in northwesternTurkey: Evidence for active thrust faulting at the southern Black Sea margin. Tectonophysics, 122, 73-88.

Akbaş, B., Altun, İ.E., Aksay, A., 2002. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Zonguldak E28 Paftası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Ketin İ, Abdüsselamoğlu Ş (1969). Bartın depreminin etkileri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, cilt 12, sayı 1-2, 66-76.

Kuşçu İ, Parke JR, White RS, McKenzie D, Anderson GA., Minshull A, McKenzie D, McKenzie D (1984). Active tectonics of the Alpine - Himalayan belt between western Turkey and Pakistan. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 77, 185-264.

McKenzie D (1972). Active tectonics of the Mediterranean region. Geophysical Journal of the Astronomical Society, 30, 109-185.

Ulusay, R., (2001). Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler. JMO Yayınları. Yayın No:38, Genişletilmiş 4. Baskı.

Yalçin, T, (2012). Geological And Hydrogeological Features Of The Region In The Southwest Of Amasra, Survey Report On The Site And Surrounding Of Hema Power Plant

1- Atık Yönetimi Yönetmeliği. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Tarih: 02.04.2015, Sayı: 29314

2- Maden Atıkları Yönetmeliği. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Tarih: 15.07.2015, Sayı: 29471

3- Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik. Çevre ve Orman Bakanlığı. Tarih: 26.03.2016, Sayı: 27533.

DETERMINATION OF GOODWILL RIGHT THROUGH THE PLAN IN PLOT DISTRIBUTION

[1]Selim Taşkaya

[*1]Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye. [*]Orcid No: https://orcid.org/0000-0002-4290-3684

Abstract

One of the most critical processes in zoning planning is to create a new plan with the best protection of the rights of citizens or institutions on the piece of land they are located on. The process in which parceling is generally carried out in large areas in line with plan specifications is subdivision. The point that should be taken into consideration during the dilution process and parcel distribution is the characteristics of the parcels. Taking into account different parameters such as the location of the parcels facing the road, the equivalent value on the plan or the location of the drawing distances means, in other words, the full protection of the right of goodwill. The general concept of how to give parcels from where to where during distribution or how to preserve the value of shares and how to make the best planning is described as value preservation. This quality is the protection of the right to goodwill. In other words, how the new parceling process should be carried out while preserving the values of the parcels with the goodwill right was examined through plan examples.

Keywords: Goodwill Rights, Parcelling, Zoning Plan

ŞEREFİYE HAKKININ PARSELASYON DAĞITIMINDA PLAN ÜZERİNDEN BELİRTİMİ

Özet

İmar planlaması yapımında en kritik süreçten birisi vatandaş ya da kurumların bulundukları arazi parçası üzerindeki haklarının en iyi şekilde korunması ile yeniden bir plan oluşturulmasıdır. Parselasyon işlemini genel olarak büyük alanlarda plan özellikleri doğrultusunda yapıldığı işlem ise şuyulandırmadır. Şuyulandırma işlemi ile parselasyon dağıtımı sırasında dikkat edilmesi gereken nokta parsellerin özelliğidir. Parsellerin yola bakma durumları, plan üzerindeki emsal değer ya da çekme mesafelerinin konumu gibi farklı parametreler göz önünde bulundurulması, tabir olarak şerefiye hakkının tam olarak korunmasıdır. Dağıtım esnasında nereden nereye parsellerin verileceği ya da hisselerin değerlerinin nasıl korunacağı, en iyi planlamanın nasıl yapılacağı genel kavram olarak değer korunması olarak nitelendirilir. Bu nitelik ise şerefiye hakkının korunmasıdır. Yani, şerefiye hakkı ile parsellerin değerleri korunarak yeni parselasyon işleminin nasıl yapılması gerektiği plan örnekleri üzerinden incelenerek belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şerefiye Hakkı, Parselasyon, İmar Planı

1.Introduction

In real estate valuation studies, the factors affecting the value vary and a precise modeling cannot be done. Goodwill account is important because it allows mathematical modeling in real estate valuation. Since goodwill is also a type of valuation method, different valuation methods are conceptually included in the study. It is emphasized that the generally accepted criteria affecting the value and the effects of these criteria on the value may be different for lands, residences and commercial real estate, and may also vary depending on the region where the real estate is located (Büyükbaş Umut, 2010). Although

real estate valuation has not been fully established on a scientific basis in our country, with the recent development of mortgage housing finance, serious steps have been taken to specialize in the real estate sector and to develop valuation methods at international standards. In order to correctly implement the legal provisions of Expropriation, Real Estate, Tax Procedure, Land Office, Municipal Revenues, Cadastre, Zoning, Flat Ownership, etc., real estate values must be determined safely, using appropriate methods, by experts with the necessary knowledge and qualifications (Büyükbaş Umut , 2010). In order for an appraiser to make a reasonable and accurate appraisal, it is necessary for an appraiser to collect and compile all information regarding the location and location of the real estate, bring them together regularly, and apply standard procedures and techniques developed by combining them with experiences specific to the appraisal profession. An evaluation is a combination of finding facts, making sound decisions and past experiences (Güngör, 1999; Büyükbaş Umut, 2010).

Immovable properties are land and the structures or buildings on them that cannot be moved from one place to another and which give the owner the right to use them as they wish in order to pursue the public interest, except in cases where restrictions apply. Nowadays, the population is increasing rapidly day by day and migration to cities occurs for various reasons. For this reason, it seems that real estate is much more valuable but limited. At the same time, it ensures that the food problems and land policies are noticed by everyone (Sirkeci, 2023). Units that create economic benefits and are established to meet people's needs are called businesses (Şen, 2018).

2. Theoretical Framework and Method

Zoning plans are made to ensure the orderly development of towns, to direct and control construction, and to prevent the formation of cities lacking social, cultural and technical infrastructure (Aksay, 2005; Ayyıldız, 2010). For the zoning plans that are our subject, the word development is used in the sense of studies aimed at improving the uninhabitable parts of the cities and creating development zones to meet all kinds of needs, according to the plans and programs prepared. That is, the developed city; It is a city where people live in a healthy, orderly, comfortable, safe and economical way (Gürler, 1983; Ayyıldız, 2010).

The aim of all land regulation models is to use lands and plots more economically, to meet the land need for areas allocated for public services in the zoning plan, and to ensure that the lands and plots benefit from these public service facilities (Yaran 1987; Ayyıldız, 2010). The main purpose of land regulations is to obtain the land requirement for areas allocated for public services from the parcels participating in the regulation, in accordance with the principles of equality (Gündüz 1990; Ayyıldız, 2010).

The most important aspect of this method that should be emphasized is the concept of equality, which cannot be achieved with other land arrangement methods. This method ensures equality not only in the same regulation area, but even between different regulation areas. Namely; No matter which regulation area a real estate is placed in, that real estate will be transformed into a zoning parcel that will preserve its value as a result of the regulation. Again, the administrations making the regulation will have to distribute the public service areas evenly among the regulation areas in order to avoid the burden of expropriation, thus preventing the dispossession of real estate owners (Nikes 2005; Ayyıldız, 2010). However, the success of this method depends on determining real estate values as objectively and as close to reality as possible.

Plot and land arrangement is done through conjugation. This method is also essential in the implementation of zoning plans. According to this Method; Parcel plans are prepared from the application development plans. Parcel plans come into force after the approval of the municipality and the municipal council within the adjacent area, and of the special provincial administration outside (Gündüz, 1990; Karaağaç, 2019). These plans are posted in the relevant administration for one month. It is also announced through the usual means. It becomes final at the end of this period. This provision also applies to plans to be amended. The finalized parceling plans are sent to the land registry and cadastre directorate for control and registration. After the necessary checks are carried out by the Cadastre Directorate, the parceling plans are sent to the Land Registry Directorate. The land registry

office makes registrations according to the distribution schedules in the application file, without requiring the consent of the relevant parties (Gürler, 1983; Karaağaç, 2019).

After the regulation partnership share is deducted equally from all parcels, the zoning blocks are divided into zoning parcels in line with the shares of the owners. The main goal in creating parcels is to create the maximum number of parcels with minimum shareholders that meet the construction conditions, provided that the zoning plan notes are adhered to. People who cannot be given parcels as detached individuals are allocated to zoning parcels by being divided into shares. Another issue to be considered when creating parcels is the existing structures on the ground. The resulting parcels should not cut off the buildings as much as possible and should be in a way that provides the share amounts of the owners. Otherwise, the regulation made may cause problems between people (Karaağaç, 2019).

3. Findings and Discussion

Consolidation, on the other hand, is the zoning practices carried out ex officio by the administrations without leaving the land arrangement to the consent of the citizens. It is also referred to as the application of Article 18 of the Zoning Law. The aim here is to make irregular parcels eligible for building permits. The consolidation process, especially when cadastral parcels or old zoning parcels are used as bases, is distributed according to location and façade depth criteria, taking into account the precedents and other parameters of the zoning blocks, in a sense taking into account goodwill, that is, value increases and decreases.

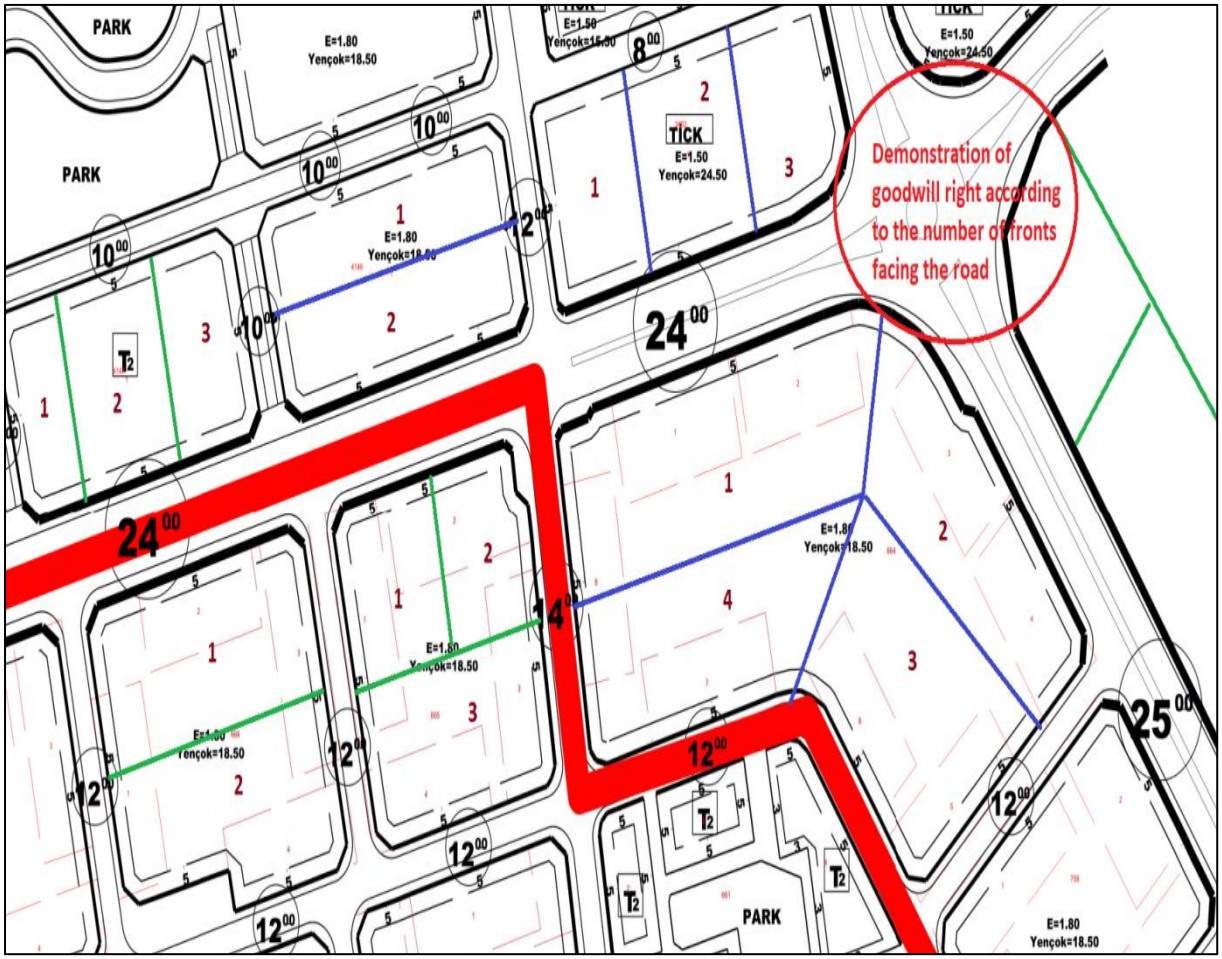


Figure 1. Goodwill representation of the distribution of parcels according to the amount of frontage and facing the road, formation of new parcels by taking into account whether they are close to the main road and how many frontages they have.

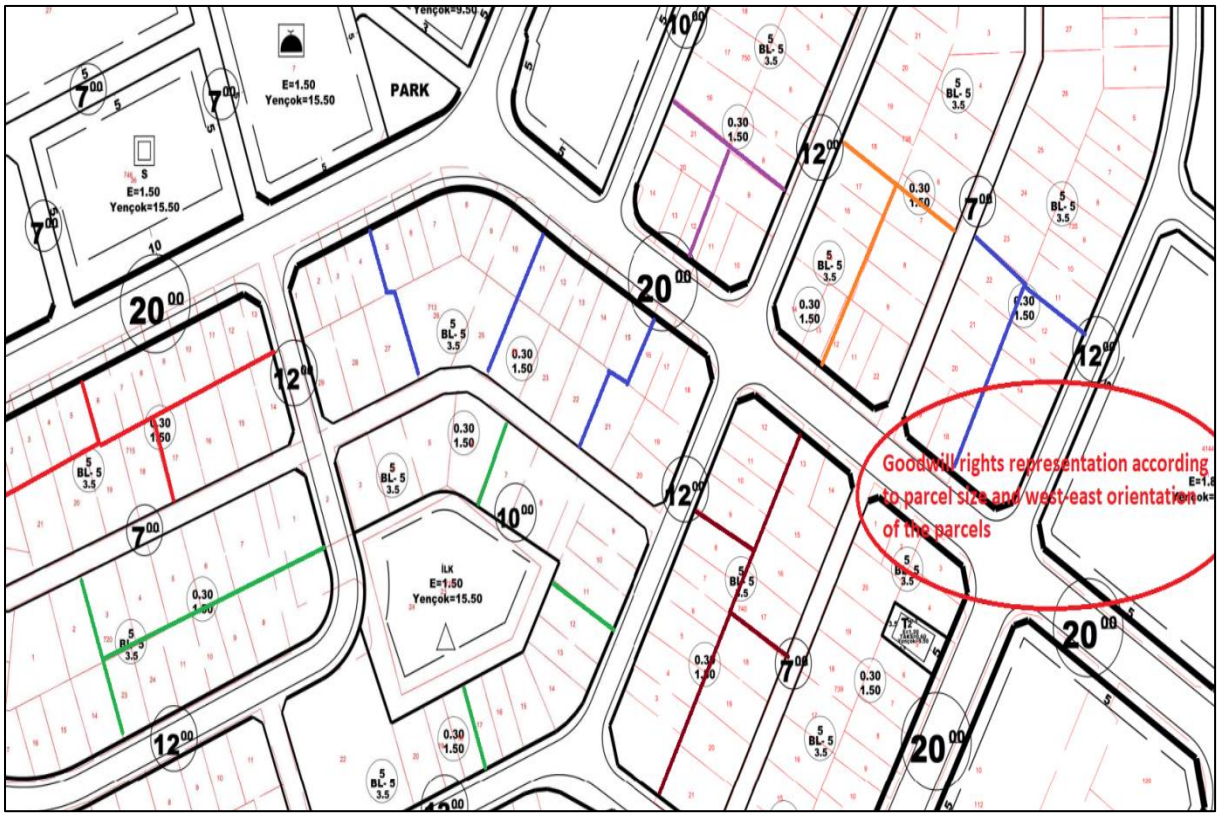


Figure 2. Illustration of parcel frontage and depths under the supervision of goodwill rights, according to the east-west direction of the newly formed parcels in parcel distribution.

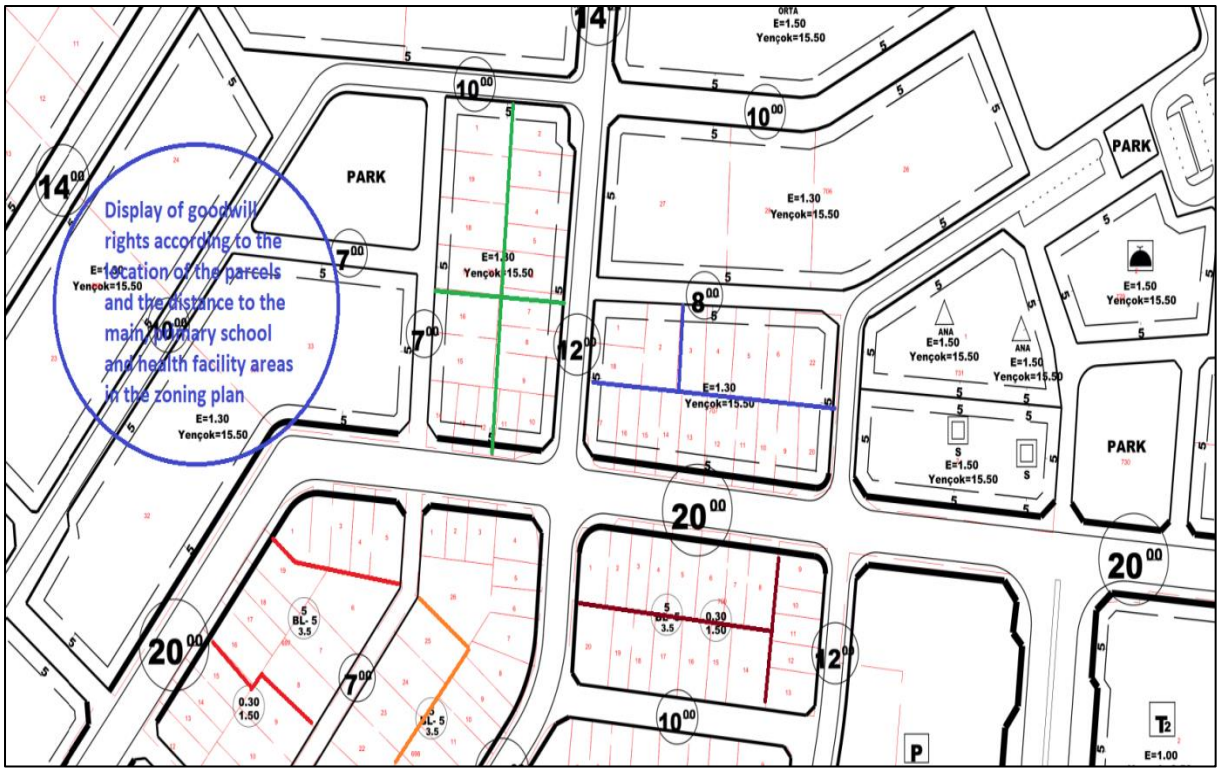


Figure 3. Goodwill surveillance representation of the parcels that will be formed as a result of the location of the parcels forming facades according to the areas such as primary school, primary school and health facility recorded in the plan.

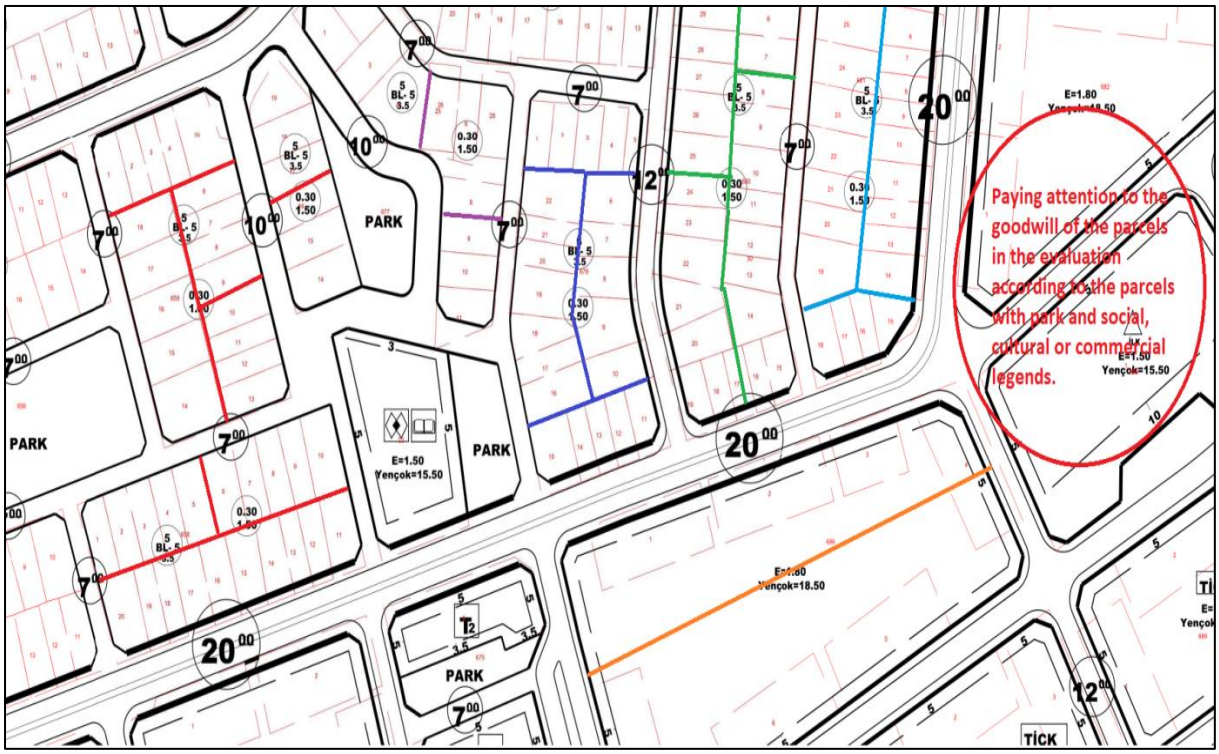


Figure 4. Location representation of remediation parcels in areas that have been processed as social, cultural and commercial legends or have frontage or depth to these zoning blocks

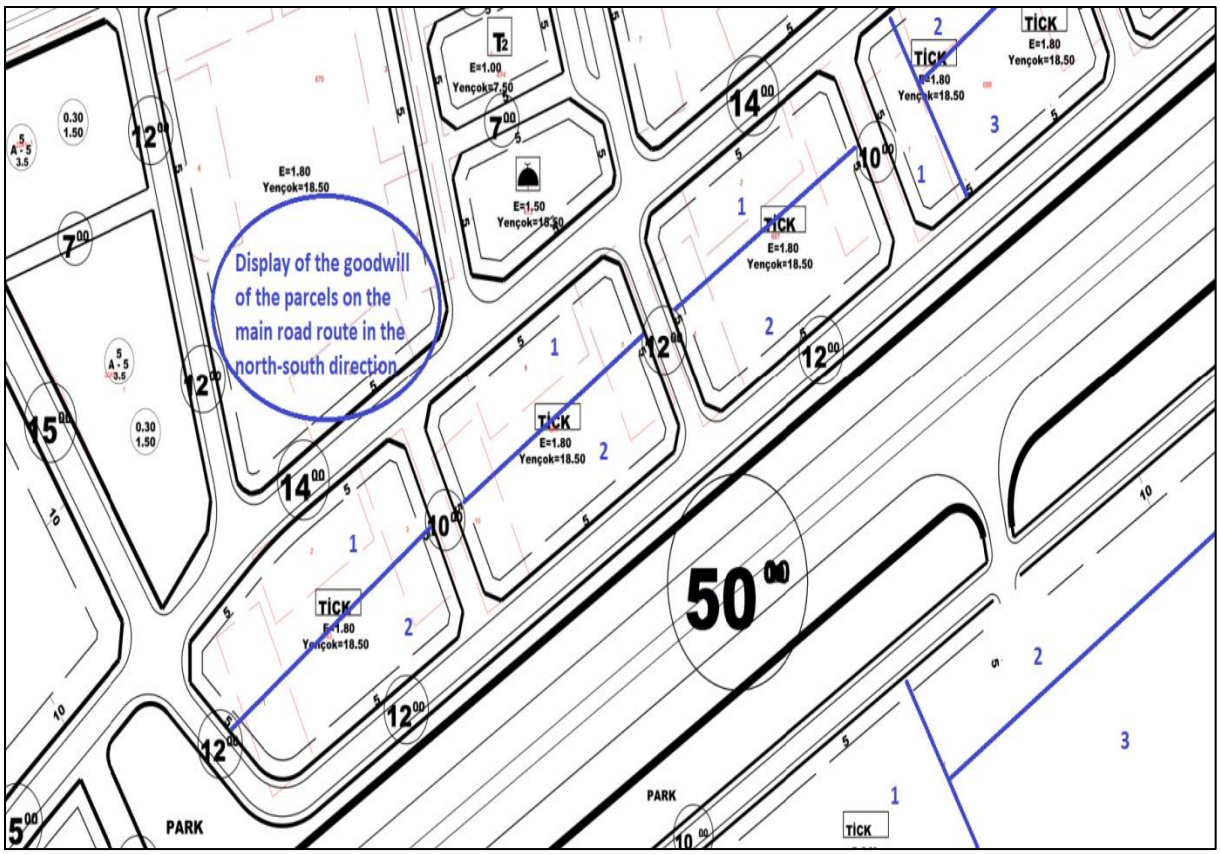


Figure 5. Illustration of the finalization of new parcels to be processed in the north-south direction in the zoning plan processed with main roads.

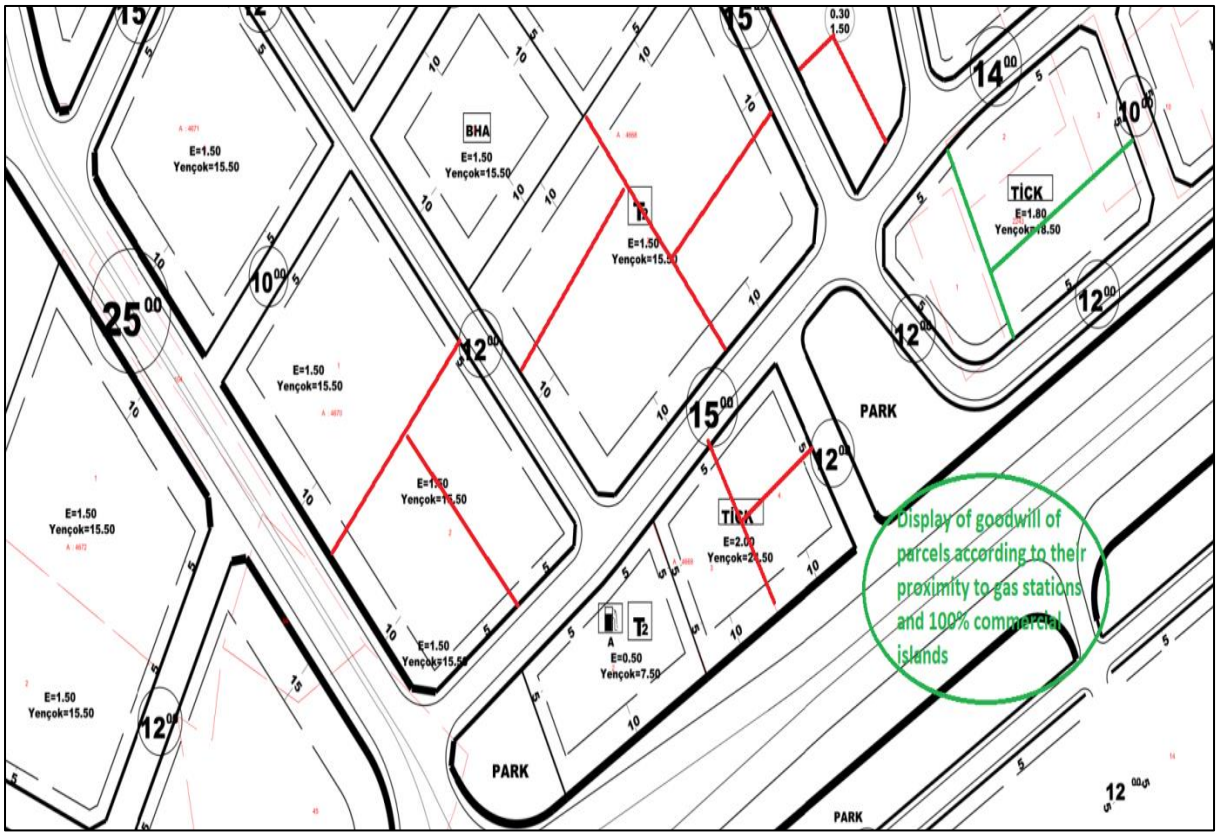


Figure 6. Goodwill representation of the new development parcels distributed in red in the plan according to their proximity and frontage direction to the gas station and 100% commercially developed development islands

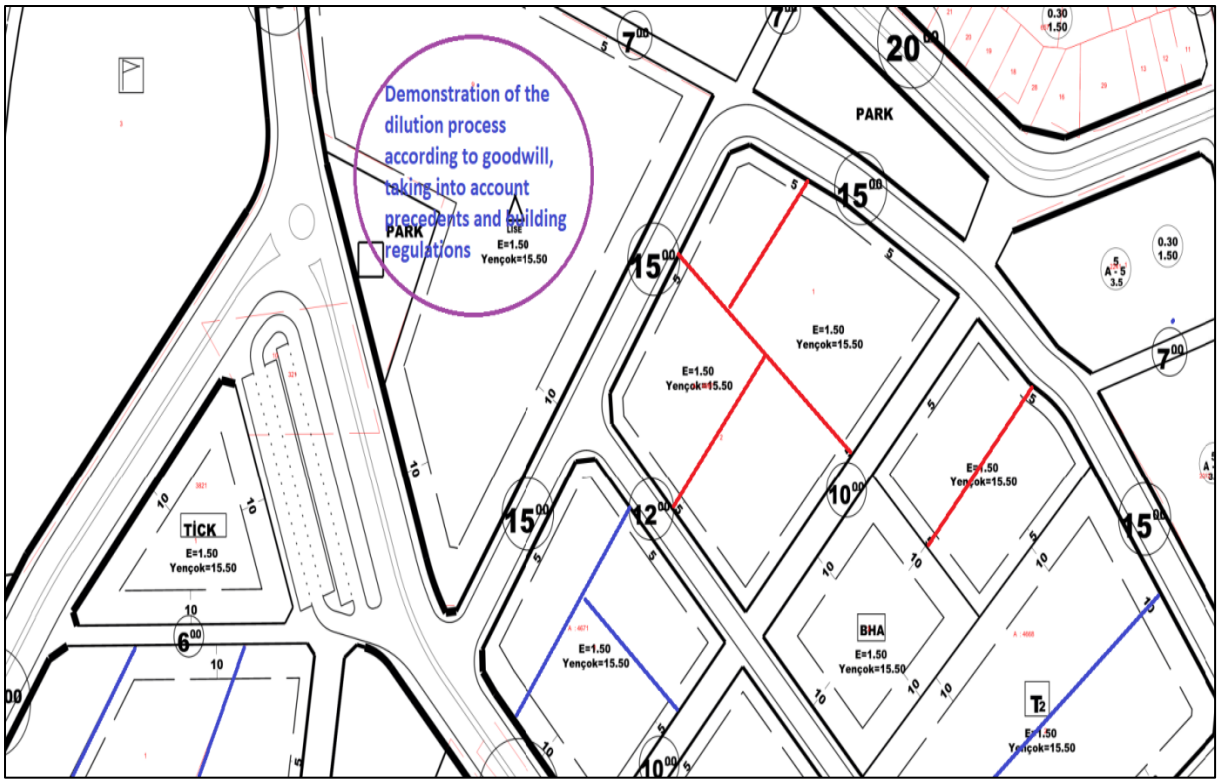


Figure 7. Showing the basis for parcels to be formed in shares or without shares, according to their comparable ratios and height amounts.

As can be seen in the figures, the status of citizen or public institution lands can be used as a base, considering all the different processed legends in the zoning plan, according to the precedents or heights,

whether they are north-south or east-west facing, how many fronts the parcels have to the main and secondary roads. Maintaining the status of the parcels and equitable distribution should be taken as a basis.

4. Conclusion and Recommendation

As a result of consolidation, the parcels whose cadastral ownership status is known as a zoning plan and base are transformed into wide zoning parcels in the final form. The criterion to be taken when organizing the land of the citizen or institution in the best way during all the transactions to be carried out is to optimize the old and new position of the parcel, which is called goodwill. process. As goodwill, it is considered as preserving a parcel according to its characteristics in the plan on the zoning island and carrying out all transactions by taking into account the increase or decrease in value.

References

Aksay, B. (2005). Land and Land Regulation in Legal Perspective. Macro publications, Ankara.

Ayyıldız, S. (2010). Applications of Article 18 of the Zoning Law No. 3194 and the problems encountered: Yeni Mahalle-Ankara example, Zonguldak Karaelmas University Institute of Science, Department of Geodesy and Photogrammetry Engineering, Master's Thesis, Zonguldak.

Büyükbaş Umut, F. (2010). Determination of goodwill criteria in real estate valuation and goodwill practices, Istanbul Technical University Institute of Science and Technology, Interdisciplinary Department, Master's Thesis, Istanbul.

Gündüz, S. (1990). Zoning Applications (Land and Land Regulation). Gazi University Institute of Science and Technology Master's Thesis (unpublished), Ankara.

Güngör, E. (1999). Real estate valuation and recommendations for making regulations for real estate appraisal companies in the capital markets in Turkey, qualification study, capital markets board institutional investors department, Ankara.

Gürler, M. (1983). Zoning Plans and Implementation Techniques. Chamber of Surveying and Cadastre Engineers Publication, Konya.

Karaağaç, M.F. (2019). Problems encountered in the implementation of Article 18 of the Zoning Law No. 3194 and solution suggestions, Erciyes University Institute of Science and Technology, Department of Surveying Engineering, Master's Thesis, Kayseri.

Nikes, Sh. (2005). A Method Suggestion for Reflecting Value Changes in Urban Areas on Real Estate. Gazi University Institute of Science and Technology Master's Thesis (unpublished), Ankara.

Sirkeci, E. (2023). A valuation model proposal for determining effective building property tax in Turkey, Istanbul Technical University Graduate Education Institute Geomatics Engineering Department, Master's Thesis, Istanbul.

Şen, Y. (2018). Measuring goodwill in business combinations, Istanbul Commerce University Social Sciences Institute Accounting and Auditing Department, Master's Thesis, Istanbul.

Yaran, Y. (1987). Practical Application of Article 18, Türkiye 1st Mapping Scientific Technical Congress, Ankara.

KALSİYUM LİGNO SÜLFAT KATKILI SICAK KARIŞIM ASFALTLARIN DOLAYLI ÇEKME RİJİTLİK MODÜLLERİNİN İNCELENMESİ

Dr., Ceren Beyza İNCE[1], Doç. Dr., Tacettin GEÇKİL[2]
[1]İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
0000-0002-6385-0964
[2] İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
0000-0001-8070-6836

ÖZET

Ülkemizde ve gelişmekte olan birçok ülkede genellikle tercih edilen ve bir esnek kaplama çeşidi olan sıcak karışım asfalt (HMA) kaplamalarda, ağır taşıt yükleri ve çeşitli çevre etkileri sebebiyle zamanla, özellikle tekerlek izi başta olmak üzere, çeşitli bozulmalar meydana gelmektedir. Bu bozulmalar, bakım-onarım maliyetlerini arttırdığı gibi aynı zamanda sürücülerin de hayatını tehlikeye sokmaktadır. Kaplamadaki bozulmaları önlemek ve kaplamadan beklenen performansı en iyi şekilde alabilmek amacıyla yol mühendisleri stiren-bütadien-stiren (SBS), etilen-vinil-asetat (EVA) ve kauçuk gibi ticari polimer katkı malzemelerini sıcak karışıma yada asfalta ekleyerek kaplamanın performansını arttırmaya çalışmaktadır. Bu çalışmada ise, özellikle beton teknolojisinde sıklıkla kullanılan ve ticari bir polimer katkı malzemesi olan kalsiyum ligno sülfatın HMA'ların dolaylı çekme rijitlik modülü (ITSM) üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, ilk olarak, saf B50/70 bağlayıcısı ve kırmataş agregası kullanılarak sıcak karışım numuneleri hazırlanmış ve optimum asfalt içeriği belirlenmiştir. Ardından bu oran esas alınarak, karışımdaki filler malzeme azaltılmış ve yerine ağırlıkça %30, %60 ve %90 oranlarında kalsiyum ligno sülfat ikame edilerek kalsiyum ligno sülfat ikameli sıcak karışım numuneleri hazırlanmıştır. Son aşamada ise hazırlanan saf ve ikameli tüm numuneler dolaylı çekme rijitlik modülü testine maruz bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, %60 kalsiyum ligno sülfat ikameli sıcak karışım numunelerinin rijitlik modülü değerlerinin %45.4 oranına kadar artış gösterdiği görülmüştür. Bu sonuç, kalsiyum ligno sülfat katkısının sıcak karışımların çeşitli trafik yükleri altındaki rijitliğini önemli derecede arttırdığını ifade etmektedir. Çalışmanın sonucunda, ticari bir malzeme olan kalsiyum ligno sülfat katkısının sıcak karışımlarda bir katkı malzemesi olarak kullanılabileceği ve kalsiyum ligno sülfat katkılı HMA kaplamaların trafik yükleri altındaki deformasyon direncini arttırdığı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sıcak karışım asfalt, Kalsiyum ligno sülfat, Rijitlik modülü, ITSM.

INVESTIGATION OF INDIRECT TENSILE STIFFNESS MODULUS OF CALCIUM LIGNO SULFATE ADDED HOT MIX ASPHALTS

ABSTRACT

Hot mix asphalt (HMA) pavements, which are a flexible pavement type and generally preferred in our country and many developing countries, experience various deteriorations, especially rutting, over time due to heavy vehicle loads and various environmental effects. These deteriorations not only increase maintenance and repair costs, but also endanger the lives of drivers. In order to prevent deterioration in the pavement and to get the best performance expected from the pavement, road engineers try to increase the performance of the pavement by adding commercial polymer additives such as styrene-butadiene-styrene (SBS), ethylene-vinyl-acetate (EVA) and rubber to the hot mixture or asphalt. In this study, the effects of calcium ligno sulfate, a commercial polymer additive material frequently used in concrete technology, on the indirect tensile stiffness modulus (ITSM) of HMAs were investigated. For this purpose, firstly, hot mix samples were prepared using pure B50/70 binder and crushed stone aggregate and the optimum asphalt content was determined. Then, based on this ratio, the filler material in the mixture was reduced and calcium ligno sulfate substituted at 30%, 60% and 90% by weight, and calcium ligno sulfate substituted hot mixture samples were prepared. In the final stage, all prepared pure and substituted samples were subjected to indirect tensile stiffness modulus test. According to the results obtained, it was observed that the stiffness modulus values of hot mix samples with 60% calcium ligno sulfate replacement increased by up to 45.4%. This result indicates that calcium ligno sulfate additive significantly increases the stiffness of hot mixtures under various traffic loads. As a result of the study, it is evaluated that calcium ligno sulfate additive, which is a commercial material, can be used as an additive material in hot mixtures and calcium ligno sulfate added HMA pavements increase the deformation resistance under traffic loads.

Key words: Hot mix asphalt, Calcium ligno sulphate, Stiffness modulus, ITSM.

1. GİRİŞ

Sıcak karışım asfalt (HMA) yada diğer bir deyişle bitümlü sıcak karışım (BSK) kaplamalar, üzerlerinden geçen çeşitli taşıt yükleri ve çevre etkileri sebebiyle zamanla deforme olmaktadır. Kaplamaların deforme olması, hem yolun bakım-onarım maliyetlerinin artmasına hemde sürücüler için tehlike arz etmektedir [1,2].

Bundan dolayı yol mühendisleri, sıcak karışımları hazırlarken karışım içerisine değişik katkı malzemeleri ekleyerek kaplamanın ömrünü ve performansını arttırmaya çalışmaktadır. Sıcak karışıma genellikle, stiren-bütadien-stiren (SBS) başta olmak üzere kauçuk, elyaflar, çeşitli yağlar ve çözücü malzemeler eklenmektedir [2-5].

Bu çalışmada ise, özellikle beton teknolojisinde sıklıkla kullanılan ve ticari bir polimer katkı malzemesi olan kalsiyum ligno sülfatın HMA'ların dolaylı çekme rijitlik modülü (ITSM) üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

2. KULLANILAN MALZEMELER VE NUMUNELERİN HAZIRLANMASI

Yapılan çalışmada, B50/70 bağlayıcısı, kalsiyum ligno sülfat ve kırmataş agregası kullanılmıştır. Kullanılan bu malzemelere ait özellikler Çizelge 1-3'de ve Görsel 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. B50/70 bağlayıcısının özelikleri

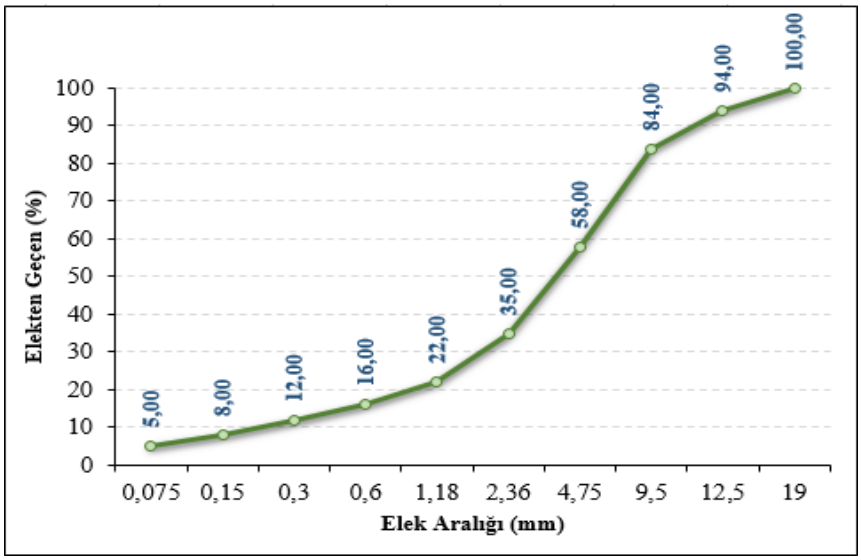
Özellik	Standart	Değer
Penetrasyon (0,1 mm)	TS 1426	50,6
Yumuşama noktası (^{0}C)	TS 1427	53,8
Düktilite (cm)	TS 113	115

Çizelge 2. Kalsiyum ligno sülfat'ın özellikleri

Kimyasal Formülü	$C_{20}H_{24}Ca_{10}S_2$
Renk	Koyu sarı
Ligno sulfanete içeriği	>%50-65
Ph	4-6
Suda Çözünme	<%0,5-1,5
Nem	<%7
Moleküler Ağırlık	528,60656
Kuru madde	%95
Şeker	%25
Kül	%12
Çözünürlük	Suda kolay çözünür

Çizelge 3. Agreganın özelikleri

Özellik	Standart	Değer
Kaba agrega zahiri özgül ağırlık	ASTM C127	2,76 gr/cm^3
İnce agrega zahiri özgül ağırlık	ASTM C128	2,83 gr/cm^3
Filler zahiri özgül ağırlık	ASTM D 854	2,66 gr/cm^3



Görsel 1. Gradasyon eğrisi

Kalsiyum ligno sülfat katkısının HMA'ların dolaylı çekme rijitlik modülü (ITSM) üzerindeki etkisini tespit edebilmek amacıyla önce karışım numuneleri ASTM D1559'a göre hazırlandı. Burada, ilk olarak agrega ve bağlayıcı ile hazırlanan briket numunelerinden optimum asfalt içeriği (oai) tespit edilmiştir. Sonra, bu orana göre saf bağlayıcılı sıcak karışımlar hazırlanmıştır. Son aşamada ise, kalsiyum ligno sülfat ikameli karışımlar hazırlamak için karışımdaki filler yerine ağırlıkça %30, %60 ve %90 oranlarında kalsiyum ligno sülfat ikame edilerek katkılı numuneler elde edilmiş ve tüm numuneler ITSM testine maruz bırakılmıştır.

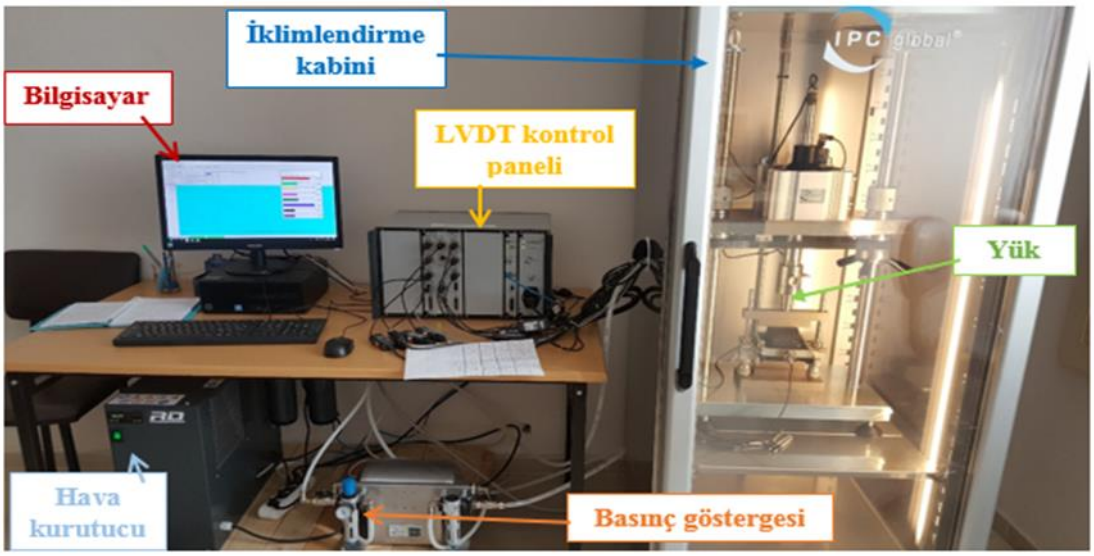
3. YÖNTEM

Sıcak karışımların oai değeri, Marshall stabilite testi ile belirlenmiştir. Numunelerin teste tabi tutulduğu cihaz Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. Marshall stabilite cihazı

Oai oranı belirlendikten sonra, saf ve kalsiyum ligno sülfat ikameli sıcak karışım numunelerinin sertlik modüllerini belirleyebilmek için tüm numuneler BS DD213 standardına göre ITSM testine tabi tutulmuştur (Görsel 2). Sertlik modülü, HMA kaplamanın dinamik yük taşıma kapasitesini değerlendirmek için önemli bir parametre olup ve kaplamanın yorulma davranışı ve performansı hakkında fikir vermektedir [5].



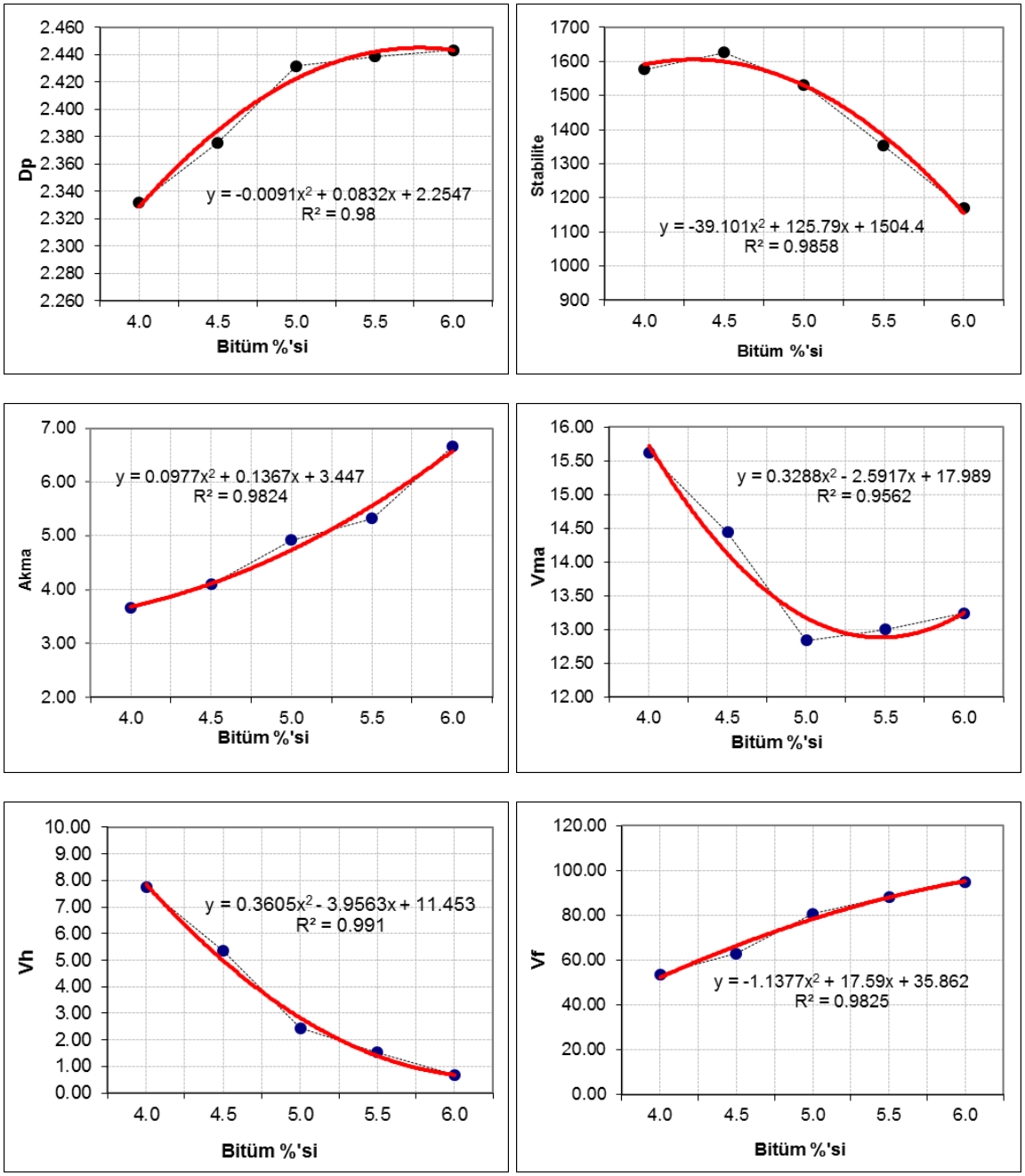
Görsel 2. ITSM cihaz düzeneği

Çalışmada tüm numuneler haversine dalga formuna sahip tekrarlı yüklere tabi tutuldu ve 25 °C sabit sıcaklıkta teste maruz bırakılmıştır. Test sonucunda sertlik modülü Denklem (3)'e göre hesaplanmıştır. Burada Sm (MPa) sertlik modülü, P (N) tekrarlanan yük, t (mm) numune kalınlığı, ΔH (mm) kurtarılabilir yatay deformasyon ve ν (0,35 alınmıştır) Poisson oranıdır [5,6].

$$Sm = \frac{P \times (\nu + 0.27)}{t\Delta H} \quad (3)$$

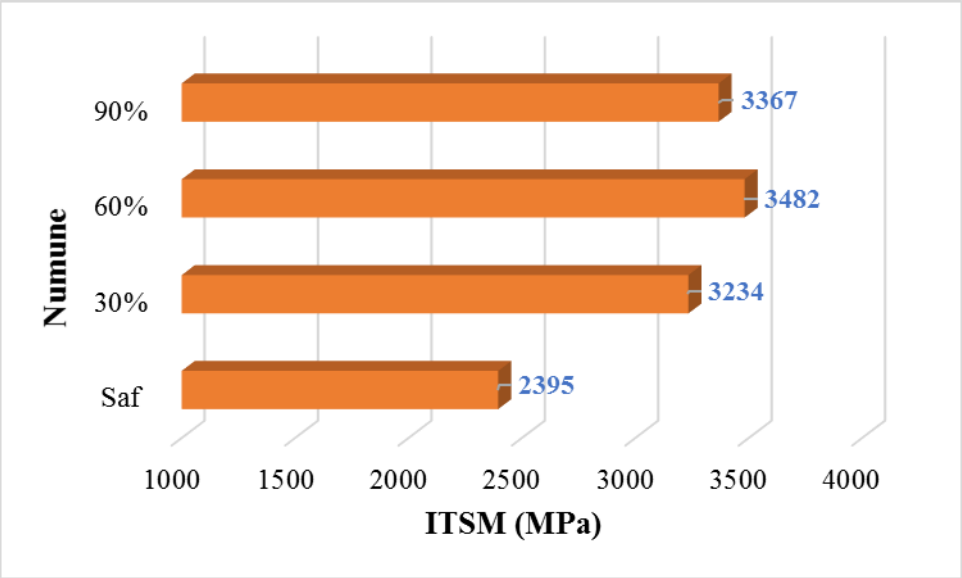
4. BULGULAR

Saf ve kalsiyum ligno sülfat ikameli karışımların ilk olarak oai oranı %4.98 olarak belirlenmiştir. Oai belirlenirken Görsel 3'de yer alan grafiklerden yararlanılmıştır. Görsel 3'de yer alan grafiklerde Dp pratik özgül ağırlığı, Vh boşluk yüzdesini, VMA agregalar arası boşluğu, Vf ise VMA'nın bağlayıcıyla dolu boşluk yüzdesini sembolize etmektedir.



Görsel 3. Optimum içerik belirlenmesinde kullanılan grafikler

Belirlenen oai oranına göre hazırlanan sıcak karışım numuneleri üzerinde yapılan ITSM testi sonucunda elde edilen değerler Görsel 4'de verilmiştir.



Görsel 4. Test sonuçları

Test sonuçlarına bakıldığında, kalsiyum ligno sülfat katkısı ile karışımların rijitlik modüllerinin arttığı görülmektedir. Burada en yüksek artış %60 kalsiyum ligno sülfat ikameli karışımlarda %45.4 kadar meydana gelmiştir. Rijitliğin artması, karışımın sertleştiği ve deformasyona karşı direncinin arttığını göstermektedir. Bundan dolayı, saf ve kalsiyum ligno sülfat ikameli numuneler içerisinde rijitlik bakımından dayanımı en yüksek numunenin %60 kalsiyum ligno sülfat ikameli numuneler olduğu söylenebilir.

5. SONUÇLAR

Kalsiyum ligno sülfat katkısının sıcak karışımların rijitlik modülü üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur:

- Marshall stabilite testine göre, B 50/70 bağlayıcılı ve kırmataş agregalı sıcak karışımların oai oranı %4.98 olarak belirlenmiştir.
- ITSM sonuçlarına göre, kalsiyum ligno sülfat katkısının karışımların rijitliğini genel olarak arttırdığı ve en yüksek rijitliğin %60 kalsiyum ligno sülfat katkılı karışımlar olduğu görülmüştür.
- Kalsiyum ligno sülfat katkısının sıcak karışımlarda filler malzeme olarak kullanılabileceği ve kaplamaların rijitliğini artırmada oldukça önemli etkisi olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, kalsiyum ligno sülfat katkısının karayolu mühendisliğinde bir katkı malzemesi olarak kullanılabileceğini ve kaplamaların performansını arttırabileceğini söylemek mümkündür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Malatya İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, İÜ-BAP FDK-2023-3325 numaralı projesi ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] Shu, X., Huang, B., Vukosavljevic, D. 2008. Laboratory Evaluation of Fatigue Characteristics of Recycled Asphalt Mixture. **Construction and Building Materials**, 22, 1323–1330.

[2] Yildirim, Y. 2007. Polymer Modified Asphalt Binders, **Construction and Building Materials**, 21: 66–7.

[3] Tunç A. 2007. Yol Malzemeleri ve Uygulamaları, **Nobel Yayın Dağıtım**, Ankara.

[4] Carreau, P.J., Bousmina, M., Bonniot, F. 2000. The viscoelastic properties of polymer-modified asphalt, **The Canadian Journal of Chemical Engineering,** 3: 495–502.

[5] İnce CB. 2023. Çöp Atıklarından Elde Edilen Geopolimerlerin Sıcak Karışım Asfalt Kaplamalarda Kullanımının Araştırılması, **Doktora Tezi**, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnönü Üniversitesi, Malatya.

[6] Geçkil, T., İnce CB., Aksağan, Z. 2023. Laboratory Evaluation of Oak Ash Waste for use in Hot Mix Asphalt Modification, **Construction and Building Materials**, 407: 133617.

YAKIN FAY YER HAREKETİ ETKİSİNDEKİ BİR YAPIDA MEYDANA GELEN İVME TEPKİLERİNİN AZALTILMASI

Doç. Dr. Onur ARAZ

Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, - 0000-0002-6218-0559

ÖZET

Deprem etkisindeki yapılarda meydana gelen ivme değerlerinin belli bir sınırı aşması durumunda yapısal olmayan elamanlarda önemli hasarlar meydana gelmektedir. Bu nedenle, söz konusu tepkilerin azaltılması son derece önemlidir. Günümüzde sismik yüklerin neden olduğu titreşimlerin azaltılmasında ayarlı kütle sönümleyiciler (TMD) yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, yakın fay yer hareketi etkisindeki çok katlı bir yapıdaki maksimum ivme değerlerinin azaltılmasında çoklu ayarlı kütle sönümleyicilerin (MTMD) etkinliği araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, 42 adet yakın fay yer hareketi özelliği taşıyan deprem kaydı kullanılmıştır. Çalışmada ele alınan 10 katlı bina, her kat seviyesinde yatay serbestlik derecesine sahip kayma çerçevesi olarak modellenmiştir. Bina, MTMD ve zeminden oluşan yapısal sisteme ait hareket denklemleri Newmark yöntemi kullanılarak zaman tanım alanında çözülmüştür. Sayısal sonuçlar, yakın fay yer hareketine sahip depremlerin ve yapı-zemin etkileşiminin MTMD sisteminin kontrol performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Titreşim kontrolü, Yapı-zemin etkileşimi, Ayarlı kütle sönümleyici.

1. GİRİŞ

Yapılarda istenmeyen titreşimlerin azaltılmasında yaygın olarak kullanılan sistemlerin başında pasif kontrol sistemi olarak bilinen ayarlı kütle sönümleyiciler (TMD) gelmektedir. TDM, kütle, rijitlik ve sönüm elamanından meydana gelen tek serbestlik dereceli bir sistemdir.

Deprem etkisindeki yapılardaki titreşimleri azaltmak amacıyla tek bir TMD [1-4] veya çoklu TMD (MTMD) kullanarak birçok çalışma yapılmıştır [5-10]. Bu çalışmaların ortak özelliği yapı-zemin etkileşiminin (SSI) dikkate alınmamasıdır. SSI sebebiyle yapının hâkim periyodunun değişmesi TMD'nin etkinliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, TMD'nin optimizasyonunda SSI'nın ihmal edilmesi olumsuz durumlara yol açabilir. TMD'nin

etkinliği ve optimum parametreleri üzerinde SSI'nın etkisi birçok araştırmacı tarafından ele alınmıştır [11-17]. Bu çalışmalarda, farklı zemin türleri ve farklı deprem kayıtları dikkate alınarak elde edilen sonuçlar rijit kabul ile karşılaştırılmıştır. TMD'ye kıyasla MTMD'nin etkinliği üzerinde SSI'yı dikkate alan çalışmalar nispeten daha azdır [18-23]. Bu çalışmalarda, araştırmacılar genellikle TMD'nin TMD sayısının ve yerleşim yerinin kontrol performansı üzerindeki etkisine yoğunlaşmışlardır.

Bu çalışmanın amacı, deprem etkisindeki çok katlı bir yapıda meydana gelen titreşimlerin azaltılmasında MTMD'nin etkinliğini araştırmaktır. Sayısal analizlerde yer hareketine ait PGA değerinin ivme tepkilerinin azaltılması üzerindeki etkisi detaylı olarak incelenmiştir.

2. SAYISAL UYGULAMA

Bu bölümde, yakın fay yer hareketi etkisindeki 10 katlı bir binanın en üst katındaki ivme tepkileri MTMD kullanılarak azaltmıştır. 10 katlı binaya ait özellikler Araz ve ark. [16] tarafından yapılan çalışmadan alınmıştır. Zemine ait rijitlik ve sönüm katsayılarının belirlenmesinde yumuşak zemin türü dikkate alınmıştır. Bu zemin türüne ait poisson oranı 0.4, kayma dalga hızı 160m/s, birim hacim ağırlık 1800kg/m^3 ve kayma modülü 4.61×10^7 N/m^2 dir.

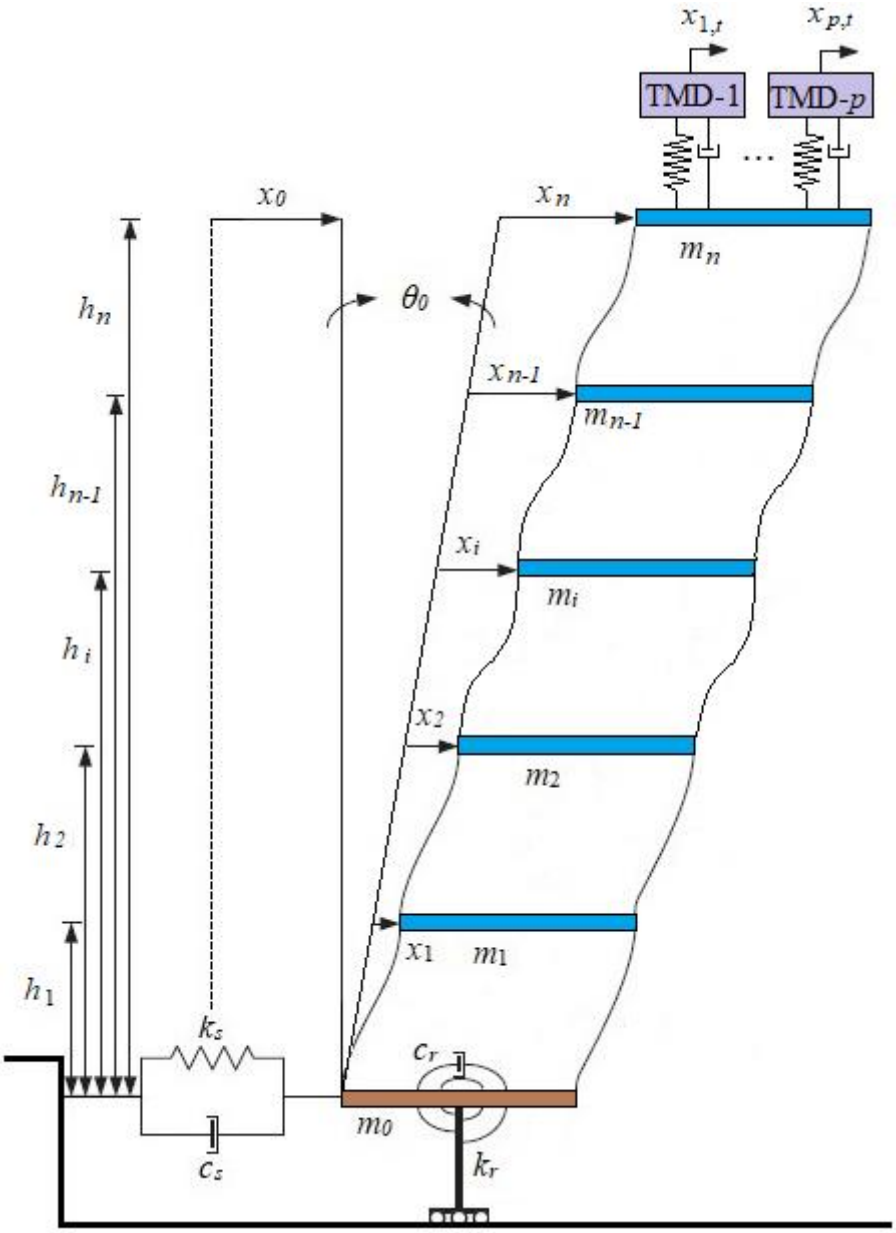
Ele alınan etkileşim problemi Görsel 1'de gösterilmiştir. Burada, kontrol sistemi binanın en üst katına yerleştirilmiştir. TMD sayısındaki artışa bağlı olarak MTMD sisteminin kontrol performansının arttığı bilinmektedir. Fakat TMD sayısının 5'den fazla alınmasının kontrol performansını önemli ölçüde etkilemediği belirtilmiştir [5]. Bu nedenle, bu çalışmada binanın en üst katındaki birbirine paralel olarak bağlı beş adet TMD'den meydana gelen MTMD sistemi dikkate alınmıştır.

MTMD sistemine ait optimum parametrelerin belirlenmesinde 3 adet tasarım değişkeni (ortalama frekans oranı, sönüm oranı ve frekans genişliği) dikkate alınmaktadır. MTMD sisteminin tasarımında her bir TMD için sönüm oranı ve rijitlik katsayısı sabit iken kütle değerleri birbirinden farklı alınmıştır.

Genetik algoritma yöntemi kullanılarak MTMD sistemi için edilen optimum parametreler Çizelge 1'de gösterilmiştir. Çizelge 1'den görüleceği üzere, yapı-zemin etkileşiminin göz önüne alınmasıyla optimum frekans aralığı ve sönüm oranı artarken ortalama frekans oranı azalmaktadır.

Çizelge 1. MTMD sitemine ait optimum parametreler

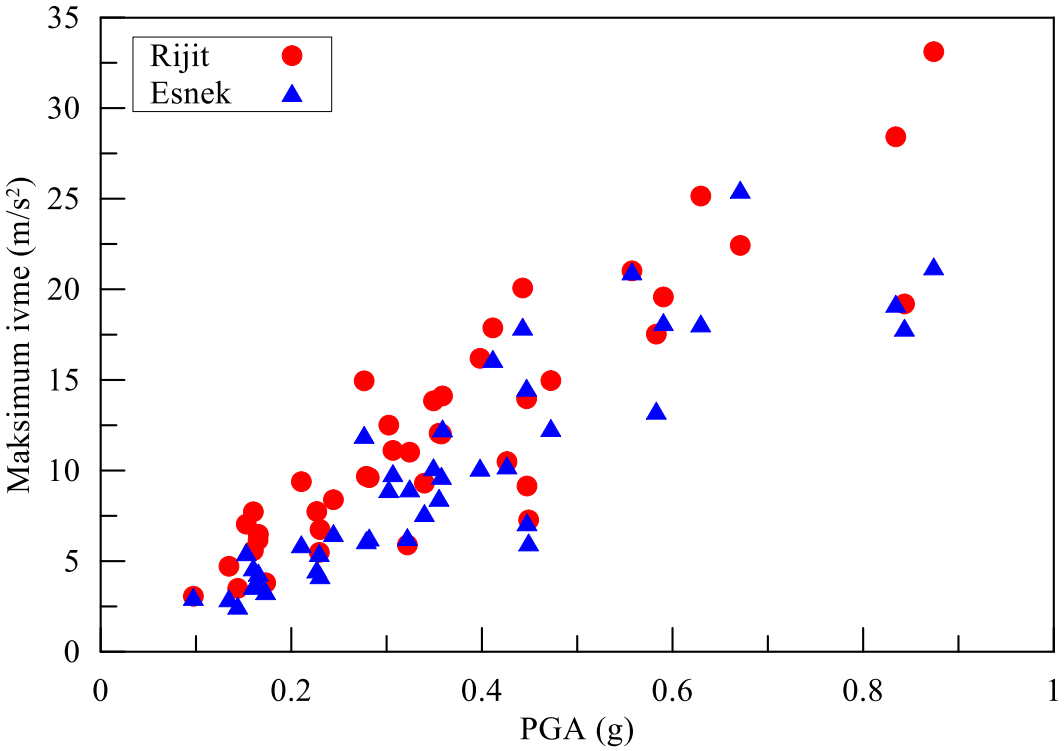
Optimum parametre	Rijit kabul	Esnek kabul
Frekans oranı	1.007	0.917
Frekans genişliği	0.323	0.329
Sönüm oranı	0.069	0.071



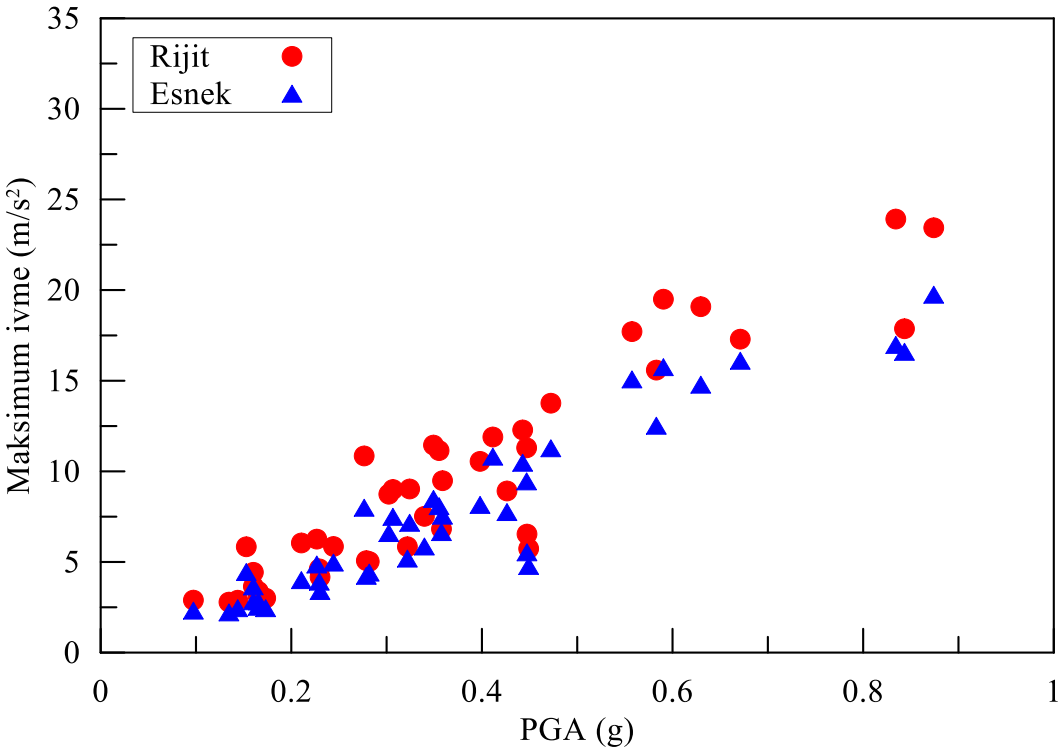
Görsel 1. MTMD eklenmiş yapı sistemi

Görsel 2'de deprem etkisindeki 10 katlı bir binanın en üst katında meydana gelen en büyük ivme değerleri gösterilmiştir. Görüldüğü üzere, yer hareketine ait PGA değerinin artması ivme tepkilerinde artışa neden olmaktadır. Ayrıca, yapı zemin etkileşimi dikkate alınarak yapılan analizlerde elde edilen pik ivme değerlerinin rijit kabule göre elde edilen değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir.

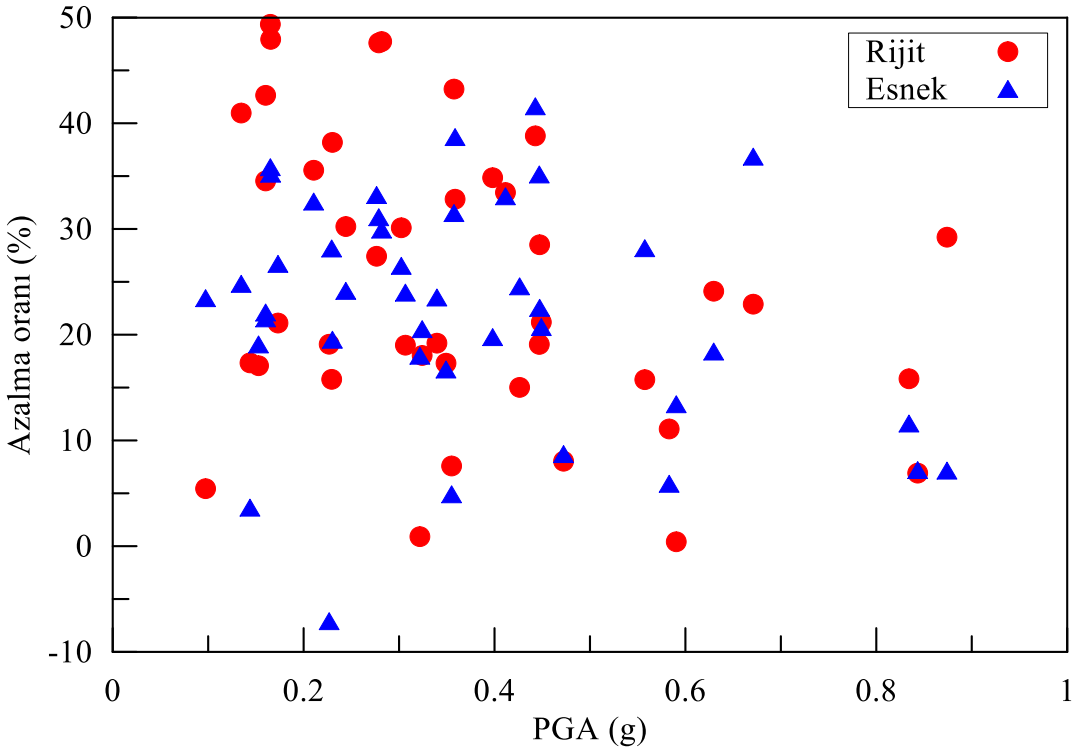
Görsel 3'de binanın en üst katına yerleştirilen MTMD sisteminin binadaki ivme değerlerinin azaltılması üzerindeki etkisi görülmektedir. Görsel 2 ile karşılaştırıldığında, MTMD eklenmiş binanın en üst katında meydana gelen ivme değerlerinde önemli bir azalma gözlenmiştir. Bu durum, MTMD sisteminin deprem etkisindeki bir binadaki ivme değerlerinin kontrolünde önemli etkiye sahip olduğunu göstermektedir.



Görsel 2. Kontrolsüz durumdaki maksimum ivmeler



Görsel 3. Kontrollü durumdaki maksimum ivmeler



Görsel 4. İvme değerlerinde elde edilen azalma oranı

MTMD sisteminin ivme tepkilerinin azaltılması üzerindeki etkisini daha açık bir şekilde görebilmek amacıyla elde edilen azalma yüzdeleri Görsel 4'de verilmiştir. Görüleceği üzere, en büyük azalma yüzdeleri 0.1g ile 0.4g arasındaki depremler için elde edilmiştir. Maksimum ivme değerleri için elde edilen en büyük azalma yüzdesi ise %50 dir. Elde edilen bu azalma yüzdesi rijit durum için elde edilmiştir. Bu durum, MTMD'nin rijit durumda daha etkili bir kontrol performansı sağladığını göstermektedir.

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada, deprem etkisindeki bir binadaki maksimum ivme değerlerinin MTMD kullanılarak azaltılması amaçlanmıştır. MTMD sisteminin kontrol performansı hem rijit hem de esnek kabul için yapılarak karşılaştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen başlıca sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- MTMD sistemi deprem etkisindeki bir binada meydana gelen ivme tepkilerinin azaltılmasında etkili bir cihazdır.
- MTMD sisteminin optimum tasarımı ve kontrol performansı üzerinde yapı-zemin etkileşimi önemli bir etkiye sahiptir.
- MTMD sistemi en büyük kontrol performansını yapı-zemin etkileşiminin dikkate alınmadığı durumda göstermektedir.
- MTMD sistemi kullanılarak maksimum ivme değerlerinde elde edilen en büyük azalama yüzdesi %50 dir.

KAYNAKÇA

[1] Rana R, Soong TT. Parametric study and simplified design of tuned mass dampers. Eng Struct 1998;20:193–204.

[2] Hadi MNS, Arfiadi Y. Optimum design of absorber for MDOF structures. J Struct Eng - ASCE 1998;124:1272–80.

[3] Marano GC, Greco R, Chiaia B. A comparison between different optimization criteria for tuned mass dampers design. J Sound Vib 2010;329:4880–90.

[4] J. Salvi, E. Rizzi, Optimum tuning of tuned mass dampers for frame structures under earthquake excitation, Struct. Cont. Health Monitor. 22 (4) (2015) 707-25.

[5] O. Araz, Optimization of three-element tuned mass damper based on minimization of the acceleration transfer function for seismically excited structures, J. Braz. Soc. Mech. Sci. Eng. 44 (2022) 459.

[6] Li C, Qu W. Optimum properties of multiple tuned mass dampers for reduction of translational and torsional response of structures subject to ground acceleration. Engineering Structures 28 (2006) 472–494.

[7] Li C, Liu Y. Ground motion dominant frequency effect on the design of multiple tuned mass dampers. Journal of Earthquake Engineering, Vol. 8, No. 1 (2004) 89-105.

[8] Bozer A, Özsarıyıldız ŞS. Free parameter search of multiple tuned mass dampers by using artificial bee colony algorithm. Struct Control Health Monit. 2018;25:e2066.

[9] Wen B, Moustafa MA, Junwu D. Seismic response of potential transformers and mitigation using innovative multiple tuned mass dampers. Engineering Structures 174 (2018) 67–80.

[10] Ontiveros-Perez SP, Miguel LFF. Reliability-based optimum design of multiple tuned mass dampers for minimization of the probability of failure of buildings under earthquakes. Structures 42 (2022) 144–159.

[11] A. Ghosh, B. Basu, Effect of soil interaction on the performance of tuned mass dampers for seismic applications, J. Sound Vib. 274 (2004) 1079-1090.

[12] J. Salvi, F. Pioldi, E. Rizzi, Optimum tuned mass dampers under seismic soil-structure interaction, Soil Dyn. Earthq. Eng. 114 (2018) 576–597.

[13] S. Etedali, M. Akbari, M. Seifi, MOCS-based optimum design of TMD and FTMD for tall buildings under near-field earthquakes including SSI effects, Soil Dyn Earth. Eng. 119 (2019) 36-50.

[14] S. Soheili, H. Zoka, M. Abachizadeh, Tuned mass dampers for the drift reduction of structures with soil effects using ant colony optimization, Adv. Struct. Eng. 24 (4) (2021) 771-783.

[15] O. Araz, Optimization of tuned mass damper inerter for a high-rise building considering soil-structure interaction, Arch. Appl. Mech. 92 (2022) 2951-2971.

[16] O. Araz, S. Elias, F. Kablan, Seismic-induced vibration control of a multi-story building with double tuned mass dampers considering soil-structure interaction, Soil Dyn. Earthq. Eng. 166 (2022) 107765.

[17] Araz O, Farsangi EN. Optimum tuned tandem mass dampers for suppressing seismic-induced vibrations considering soil-structure interaction. Structures 2023; 52:1146-1159.

[18] Wang JF, Lin CC. Seismic performance of multiple tuned mass dampers for soil irregular building interaction systems. International Journal of Solids and Structures 42 (2005) 5536–5554.

[19] C. Li, Effectiveness of active multiple-tuned mass dampers for asymmetric structures considering soil-structure interaction effects, Struct. Design Tall Spec. Build. 21 (8) (2012) 543-565.

[20] Hussan M, Sharmin F, Kim D. Multiple tuned mass damper based vibration mitigation of offshore wind turbine considering soil–structure interaction. China Ocean Eng. 2017; 31(4):476-486.

[21] Huergo IF, Hernadez H. Coupled-two-beam discrete model for dynamic analysis of tall buildings with tuned mass dampers including soil–structure interaction. Struct Design Tall Spec Build. 2020;29:e1683.

[22] Xie S, Jin X, He J, Gao J, Zhang C, Yan Y. Applying multiple tuned mass dampers to control structural loads of bottom-fixed offshore wind turbines with inclusion of soil-structure interaction. Ocean Engineering 205 (2020) 107289.

[23] Gaur S, Elias S, Höbbel T, Matsagar VA, Thiele K, Tuned mass dampers in wind response control of wind turbine with soil-structure interaction. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 2020; 132:106071.

.

DEPREM ETKİSİNDEKİ YAPILAR İÇİN ÇOKLU AYARLI KÜTLE SÖNÜMLEYİCİLERİN OPTİMİZASYONU

Doç. Dr. Onur ARAZ

Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, - 0000-0002-6218-0559

ÖZET

Ayarlı kütle sönümleyiciler deprem etkisindeki yapılarda meydana gelen titreşimlerin azaltılmasında sıklıkla kullanılan sistemlerin başında gelmektedir. Pasif kontrol sistemleri herhangi bir dış kaynağa gereksinim duymadıkları için aktif kontrol sistemlerine göre daha fazla tercih edilmektedir. Bu sistemler genellikle yapılardaki düşey ve yatay titreşimlerinin kontrolünde tercih edilmektedir. Bu çalışmada, yakın fay yer hareketi etkisindeki çok katlı bir yapıdaki maksimum yer değiştirme değerlerinin azaltılmasında çoklu ayarlı kütle sönümleyicilerin (MTMD) etkinliği araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, 42 adet yakın fay yer hareketi özelliği taşıyan deprem kaydı kullanılmıştır. Çalışmada ele alınan 10 katlı bina, her kat seviyesinde yatay serbestlik derecesine sahip kayma çerçevesi olarak modellenmiştir. MTMD eklenmiş yapıya ait hareket denklemleri Newmark yöntemi kullanılarak zaman tanım alanında çözülmüştür. Sayısal sonuçlar, yer hareketine ait PGV/PGA oranının yer değiştirme tepkilerinin kontrolünde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ayarlı kütle sönümleyici, deprem, titreşim kontrolü.

1. GİRİŞ

Depremler nedeniyle yapılarda meydana gelen yıkıcı hasarlar birçok can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Zaman içerisinde depremin yarattığı olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için birçok yöntem, yapım tekniği ve yüksek mukavemetli malzemeler geliştirilmiştir. Yer hareketi etkisindeki bir yapıda meydana gelen titreşimleri azaltmak için yaygın kullanılan cihazlardan biride ayarlı kütle sönümleyicilerdir (TMD). TMD kavramı, ilk olarak Frahm [1] tarafından ortaya atılmıştır. Bu cihaz, sönüm elemanına sahip olmadığından yalnızca dar bir frekans aralığında etkili performans göstermektedir. Daha sonra bu cihaza sönüm elemanı eklenerek günümüzde TMD olarak adlandırılan ve kütle, rijitlik ve sönüm elemanından oluşan tek serbestlik dereceli sistem elde edilmiştir. TMD yalnızca depremlerin neden olduğu titreşimleri kontrol etmek için kullanılmamakta, aynı zamanda rüzgâr yükleri [2-4] ve hareketli yüklerin [5-7] neden olduğu titreşimleri kontrol etmek için de yaygın olarak tercih edilmektedir.

Sismik yüklerin neden olduğu titreşimlerin azaltılmasını ele alan çalışmaların önemli çoğunluğu klasik TMD kullanılarak yapılmıştır [8-12]. Bu çalışmalarda, TMD'nin binanın en üst katına yerleştirilmesi suretiyle yapısal tepkilerin ne oranda azaldığı araştırılmıştır. TMD sistemi yapının hâkim periyoduna göre tasarlanmaktadır. Bu nedenle, yapım aşamasında ve

sonrasında yapının hâkim periyotunda meydana gelebilecek sapmalar TMD'nin kontrol performansını önemli ölçüde etkilemektedir. TMD sisteminin bu dezavantajını ortadan kaldırmak amacıyla tek bir TMD yerine birden fazla TMD'nin kullanılması önerilmiştir. Son zamanlarda, birçok araştırmacı MTMD sistemi kullanarak farklı dış yüklerin etkisindeki yapılardaki titreşimlerin azaltılması üzerine çalışmaktadır [13-17].

Bu çalışmanın amacı, deprem etkisindeki çok katlı bir yapıda meydana gelen titreşimlerin azaltılmasında MTMD'nin etkinliğini araştırmaktır. Sayısal analizlerde yer hareketine ait PGV/PGA oranının yer değiştirme tepkilerinin azaltılması üzerindeki etkisi detaylı olarak incelenmiştir.

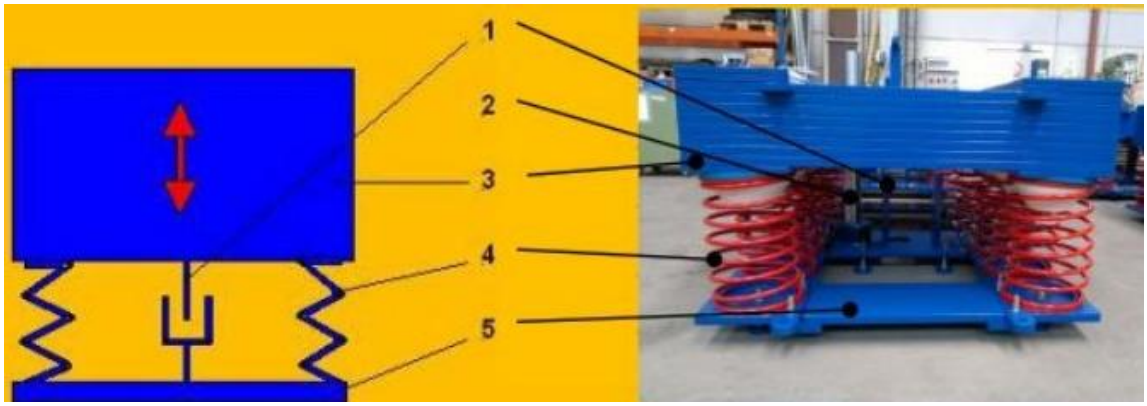
2. SAYISAL ÇALIŞMA

Bu bölümde, yakın fay yer hareketi etkisindeki 10 katlı bir binanın en üst katındaki maksimum yer değiştirme tepkileri MTMD kullanılarak azaltılmıştır. 10 katlı binaya ait özellikler Araz ve ark. [18] tarafından yapılan çalışmadan alınmıştır.

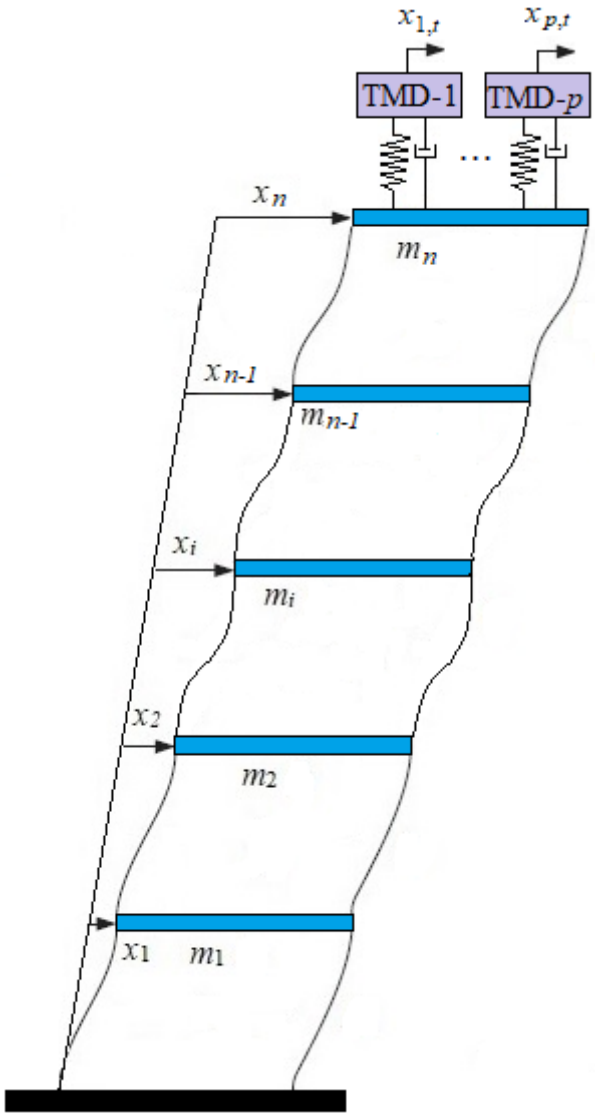
Klasik TMD ve ele alınan etkileşim problemi sırasıyla Görsel 1 ve 2'de gösterilmiştir. En büyük dinamik tepkiler binanın en üst katında meydana geldiğinden dolayı kontrol sistemi binanın en üst katına yerleştirilmiştir.

TMD sayısındaki artışa bağlı olarak MTMD sisteminin kontrol performansının arttığı bilinmektedir. Fakat TMD sayısının 5'den fazla alınmasının kontrol performansını önemli ölçüde etkilemediği daha öce yapılan çalışmalarda belirtilmiştir [5]. Bu nedenle, bu çalışmada binanın en üst katındaki birbirine paralel olarak bağlı beş adet TMD'den meydana gelen MTMD sistemi dikkate alınmıştır.

MTMD sistemine ait optimum parametrelerin belirlenmesinde 3 adet tasarım değişkeni (ortalama frekans oranı, sönüm oranı ve frekans genişliği) dikkate alınmıştır. Genetik algoritma yöntemi kullanılarak MTMD sistemi için edilen optimum parametreler; optimum frekans oranı = 1.007, optimum frekans genişliği = 0.323 ve optimum sönüm oranı = 0.069 şeklindedir. MTMD sisteminin tasarımında her bir TMD için sönüm oranı ve rijitlik katsayısı sabit iken kütle değerleri birbirinden farklı alınmıştır.



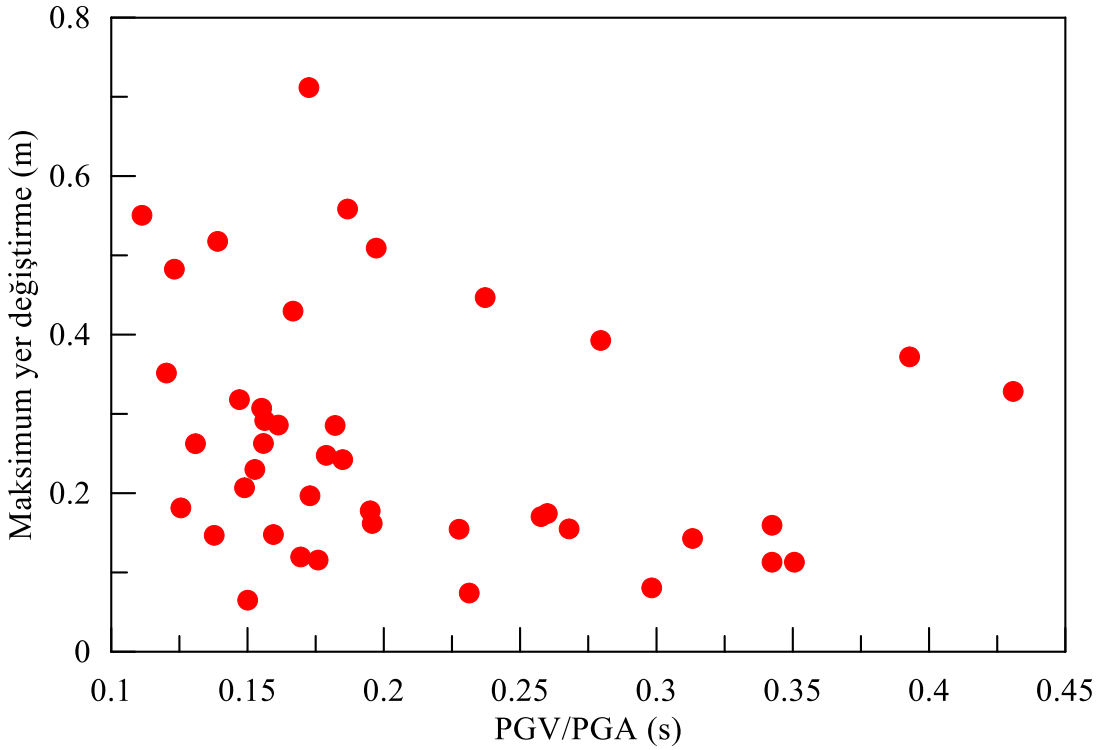
Görsel 1. Klasik TMD'ye ait görsel



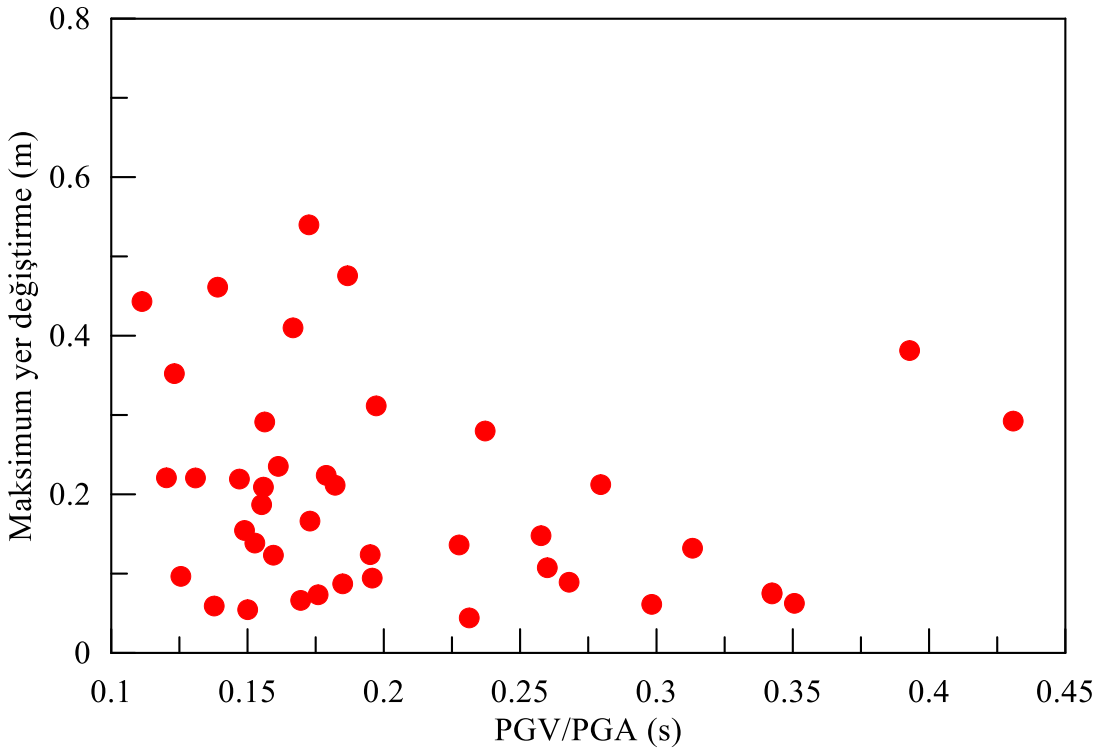
Görsel 2. MTMD eklenmiş yapı sistemi

Görsel 3'de deprem etkisindeki 10 katlı bir binanın en üst katında meydana gelen en büyük yer değiştirme değerleri gösterilmiştir. Görüldüğü üzere, PGV/PGA oranı 0.1 ile 0.2s arasında olan ivme kayıtları yapıda daha büyük dinamik tepkiler meydana getirmektedir. Ayrıca, PGV/PGA orandaki artışa bağlı olarak yapıdaki maksimum yer değiştirme değerlerinde azalma görülmektedir.

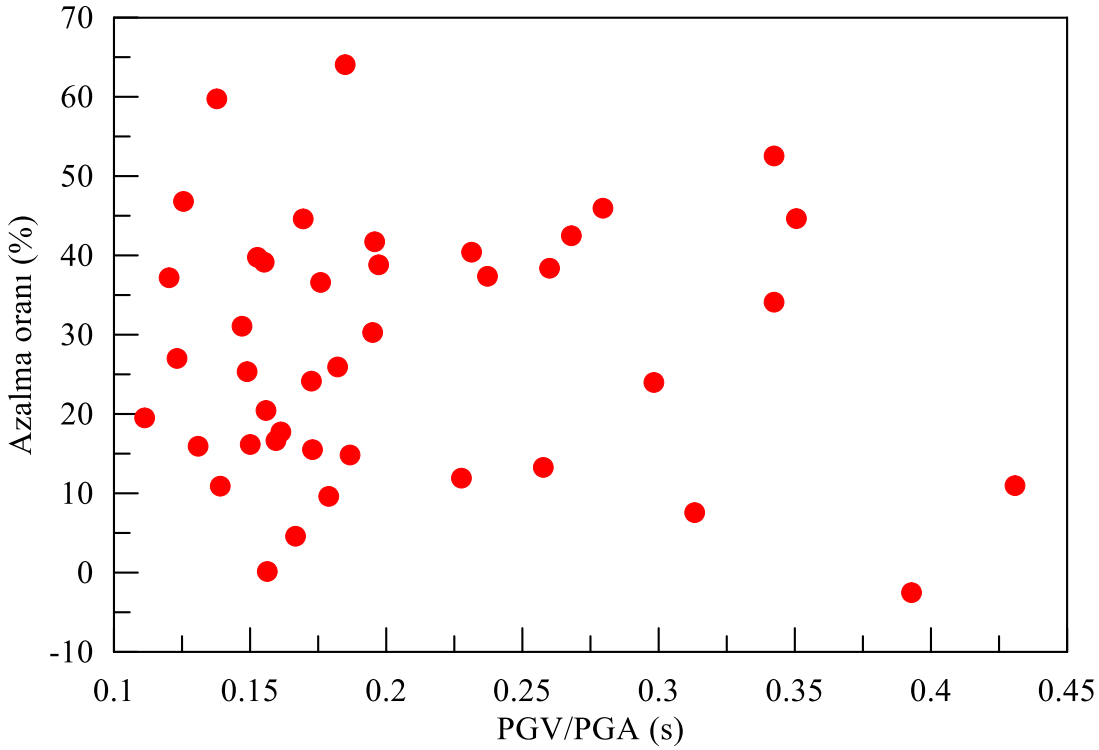
Görsel 4'de binanın en üst katına MTMD sisteminin yerleştirilmesi durumunda yapıda elde edilen en büyük yer değiştirme değerleri görülmektedir. Görsel 3 ile karşılaştırıldığında, MTMD eklenmiş binanın en üst katında meydana gelen yer değiştirme değerlerinde önemli bir azalma gözlenmektedir. Bu durum, MTMD sisteminin deprem etkisindeki bir binadaki yer değiştirme değerlerinin kontrolünde önemli etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, MTMD kullanılarak elde edilen en büyük azalma oranlarının düşük PGV/PGA oranına sahip ivme kayıtları için elde edildiği görülmektedir.



Görsel 3. Kontrolsüz durumdaki maksimum yer değiştirmeler



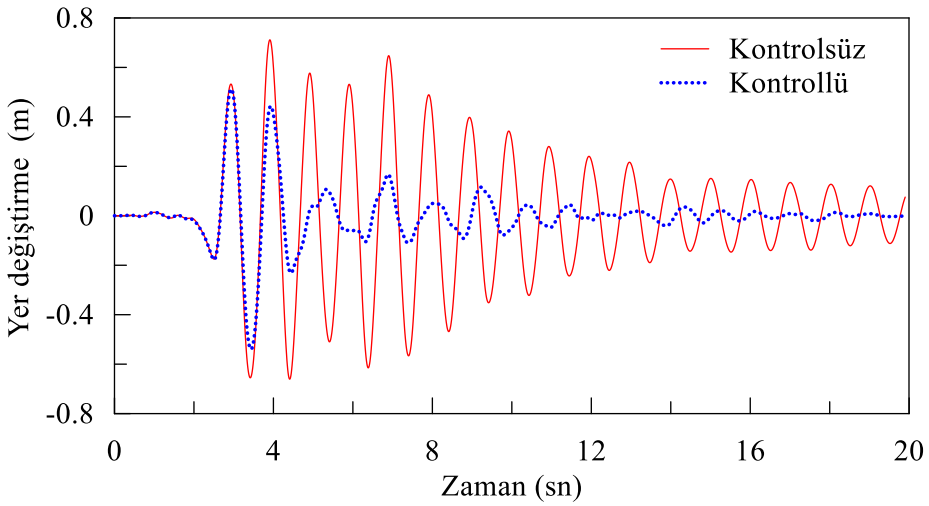
Görsel 4. Kontrollü durumdaki maksimum yer değiştirmeler



Görsel 5. Yer değiştirme değerlerinde elde edilen azalma oranı

MTMD sisteminin yer değiştirme tepkilerinin azaltılması üzerindeki etkisini daha açık bir şekilde görebilmek amacıyla elde edilen azalma yüzdeleri Görsel 5'de verilmiştir. Görüleceği üzere, en büyük azalma yüzdeleri PGV/PGA oranı düşük olan depremler için elde edilmiştir. Maksimum yer değiştirme değerleri için elde edilen en büyük azalma yüzdesi ise %65 dir.

Görsel 6'da kritik deprem kaydı altında yapının en üst katında meydana gelen yer değiştirmenin zamanla değişimi gösterilmiştir. Görüleceği üzere, MTMD sistemi kritik deprem kaydı altında meydana gelen yer değiştirme değerlerinin azaltılmasında önemli bir etkiye sahiptir. Maksimum yer değiştirme değerinde meydana gelen azalma %24.14 dür.



Görsel 6. Yer değiştirme -zaman eğrisi

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada, deprem etkisindeki bir binadaki maksimum yer değiştirme değerlerinin MTMD kullanılarak azaltılması amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen başlıca sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- MTMD sistemi deprem etkisindeki bir binada meydana gelen yer değiştirme tepkilerinin azaltılmasında etkili bir cihazdır.
- PGV/PGA oranı hem yapıdaki dinamik tepkiler üzerinde hem de MTMD sisteminin kontrol performansı üzerinde önemli etkiye sahiptir.
- Kritik deprem kaydı altında binanın en üst katında meydana gelen yer değiştirme değeri MTMD kullanılarak %24.14 azaltılmıştır.
- MTMD sistemi en büyük kontrol performansı düşük PGV/PGA oranına sahip ivme kayıtları için elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Frahm H. Device for damping of bodies. U.S. patent no. 989,958; 1911.
[2] Liu MY, Chiang WL, Hwang JH, Chu CR. Wind-induced vibration of high-rise building with tuned mass damper including soil–structure interaction. J Wind Eng Ind Aerodyn 2008;96:1092–102.
[3] Elias S, Matsagar V. Wind response control of tall buildings with a tuned mass damper. Journal of Building Engineering, 2018; 15:51-60.
[4] Wang L, Nagarajaiah S, Shi W, Zhou Y. Study on adaptive-passive eddy current pendulum tuned mass damper for wind-induced vibration control. Struct Des Tall Spec Build 2020; 29(15) e1793.
[5] Lin CC, Wang JF, Chen BL. Train-induced vibration control of high-speed railway bridges equipped with multiple tuned mass dampers. J Bridge Eng 2005; 10(4):398-414.
[6] Kahya V, Araz O. A simple design method for multiple tuned mass dampers in reduction of excessive vibrations of high-speed railway bridges. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 2020; 35(2):607-618.
[7] Araz O, Kahya V. Optimization of multiple tuned mass dampers for a two-span continuous railway bridge via differential evolution algorithm. Structures 2022; 39:29-38.
[8] Rana R, Soong TT. Parametric study and simplified design of tuned mass dampers. Eng Struct 1998;20:193–204.
[9] Hadi MNS, Arfiadi Y. Optimum design of absorber for MDOF structures. J Struct Eng - ASCE 1998;124:1272–80.
[10] Marano GC, Greco R, Chiaia B. A comparison between different optimization criteria for tuned mass dampers design. J Sound Vib 2010;329:4880–90.
[11] J. Salvi, E. Rizzi, Optimum tuning of tuned mass dampers for frame structures under earthquake excitation, Struct. Cont. Health Monitor. 22 (4) (2015) 707-25.
[12] O. Araz, Optimization of three-element tuned mass damper based on minimization of the acceleration transfer function for seismically excited structures, J. Braz. Soc. Mech. Sci. Eng. 44 (2022) 459.

[13] Li C, Qu W. Optimum properties of multiple tuned mass dampers for reduction of translational and torsional response of structures subject to ground acceleration. Engineering Structures 28 (2006) 472–494.

[14] Li C, Liu Y. Ground motion dominant frequency effect on the design of multiple tuned mass dampers. Journal of Earthquake Engineering, Vol. 8, No. 1 (2004) 89-105.

[15] Bozer A, Özsarıyıldız ŞS. Free parameter search of multiple tuned mass dampers by using artificial bee colony algorithm. Struct Control Health Monit. 2018;25:e2066.

[16] Wen B, Moustafa MA, Junwu D. Seismic response of potential transformers and mitigation using innovative multiple tuned mass dampers. Engineering Structures 174 (2018) 67–80.

[17] Ontiveros-Perez SP, Miguel LFF. Reliability-based optimum design of multiple tuned mass dampers for minimization of the probability of failure of buildings under earthquakes. Structures 42 (2022) 144–159.

[18] O. Araz, S. Elias, F. Kablan, Seismic-induced vibration control of a multi-story building with double tuned mass dampers considering soil-structure interaction, Soil Dyn. Earthq. Eng. 166 (2022) 107765.

FARKLI ORANLARDA KALSİYUM LİGNOSÜLFONAT KİMYASALI KULLANILARAK ÜRETİLMİŞ OLAN YÜKSEK YOĞUNLUKLU LİF LEVHALARDA BAZI MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Doç. Dr. Osman ÇAMLIBEL[1] ve Doç. Dr. Ümit AYATA[2]

[1]Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, İç Mekan Tasarımı Pr., Kırıkkale, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-8766-1316
[2*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye,
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

Kalsiyum lignosülfonat (CLS) kimyasalı günümüzde ahşap bazlı ürünlere ait üretim hattında farklı oranlarda katılmaktadır. Bu çalışmada, fabrika ortamında, farklı oranlarda (%2 ve %3) CLS kimyasalının katılmasıyla üretilen yüksek yoğunluklu lif levhalara (HDF) (pres hızı: 1000 mm/sn, pres basıncı: 34 kg/cm^2, presleme zamanı: 55 saniye, üre formaldehit tutkal mol oranı: F/Ü: 1.00, odun karışımı: %50 çam + %30 göknar + %20 kayın, ÜF tutkalı katı: %62, tutkal: %11, sertleştirici: %1.35 ve parafin: %0.95) ait olan bazı mekanik [eğilme direnci (ED), elastikiyet modülü (EM), yüzeye dik çekme (YDÇ) ve yüzey sağlamlığı (YS)] özellikler araştırılmıştır. Bir kontrol grubu (%0) ile CLS ilaveli levhalara ait sonuçlar birbirleri ile kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çok değişkenli varyans analizleri için bütün mekanik özellikleri açısından CLS katkı oranı anlamlı olarak tespit edilmiştir. ED, EM ve YDÇ testlerinde CLS kimyasallarının kullanılması ile azaldığı belirlenmiştir. YS testinde ise CLS kimyasalının %2'lik kullanımla artış bulunurken, %3'lük kullanımla azalış görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Kalsiyum lignosülfonat, yüksek yoğunluklu lif levha, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme, eğilme direnci, yüzey sağlamlığı

Investigation of some mechanical properties in high-density fiberboards produced using different ratios of calcium lignosulfonate chemical

Abstract

Calcium lignosulfonate (CLS) chemical is currently incorporated in various proportions on the production line of wood-based products. In this study, some mechanical properties [bending strength (MOR), modulus of elasticity (MOE), internal bond strength: (IB), surface soundness (SS)] of high-density fiberboards (HDF) produced with the addition of CLS chemical in different ratios (%2 and %3) in a factory environment (press speed: 1000 mm/s, press pressure: 34 kg/cm^2, pressing time: 55 seconds, urea-formaldehyde adhesive molar ratio: U/F: 1.00, wood mixture: 50% pine + 30% fir + 20% beech, UF adhesive solid content: 62%, adhesive: 11%, hardener: 1.35%, and paraffin: 0.95) were investigated. The results for boards with CLS additives were compared with a control group (%0). According to the obtained results, the CLS additive ratio was found to be significant for all mechanical properties in terms of multivariate analysis of variance. It was determined that the use of CLS chemicals led to a decrease in MOR, MOE, and IB tests. In the SS test, an increase was observed with a 2% use of CLS chemical, while a decrease was observed with a 3% use.

Keywords: Calcium lignosulfonate, high-density fiberboard, modulus of elasticity, internal bond strength, bending strength, surface soundness

1. Giriş

İlerleyen ekonomik gelişme ve büyüyen nüfus, doğal çevreyi ve ahşap, ormancılık ve tarımsal yan ürünler dâhil olmak üzere küresel biyokütle kaynaklarını etkileyen temel faktörlerdir; bu kaynaklar üzerine dayalı olarak ahşap bazlı paneller üretilmektedir. Ahşap bazlı paneller, yapısal öğelerinin şekline bağlı olarak üç temel gruba ayrılabilir. Yapının yapısı ve teknolojik süreç, mekanik ve fiziksel özellikleri belirler. İlk grup, kuru şekillendirme yöntemi kullanılarak üretilen panelleri içeren fiber kompozitlerden oluşur, bu yöntemde fiber taşıyıcı ortam havadır; bu yüksek yoğunluklu lif levhaları (high-density fiberboards: HDF), orta yoğunluklu lif levhaları (medium-density fiberboards: MDF) ve düşük yoğunluklu lif levhalarını (low-density fiberboards: LDF) içerir. Orta, suyun ortam olduğu ıslak şekillendirme yöntemi ise yumuşak panelleri (soft boards: SB) ve sert panelleri (hardboard: HB) üretmek için kullanılır (Gumowska ve Kowaluk, 2023).

Kalsiyum lignosülfonat, CLS olarak da bilinen, kâğıt endüstrisinin bir yan ürünü olarak elde edilen biyobazlı bir polimerdir (Fernandez ve ark., 2021). CLS, sülfonik ve karboksilik asitlerin yanı sıra alkil ve fenolik hidroksil gruplarını içeren aniyonik grupların bir numarası ile birlikte gelir (Pang ve ark., 2004). CLS, diğer organik bastırıcılardan (guar sakızı, sakızlı ot sakızı gibi) daha geniş bir kaynaktan gelir ve ligninden yapılır, bu da onun toksik olmayan, yenilenebilir ve düşük maliyetli avantajlara sahip olduğu anlamına gelir (Li ve ark., 2019; Wei ve ark., 2019; Feng ve ark., 2020; 2022). Dünyadaki kâğıt hamurunun büyük bir kısmı 1950'li yıllara kadar sülfit prosesi ile üretiliyordu. Bundan sonra kraft prosesi hâkim yöntem oldu. Ancak sülfit prosesi bazı ülkelerde ve belirli kâğıt hamuru kaliteleri için hâlâ önemlidir (Sjöström, 1993).

Literatürde çeşitli ahşap bazlı paneller üzerinde LS kimyasalının katılması ile meydana gelen mekanik özelliklere ait bazı mekanik [eğilme direnci (ED), elastikiyet modülü (EM), yüzeye dik çekme (YDÇ) ve yüzey sağlamlığı (YS)] değişimler incelenmiştir. Bunlara örnek olarak;

Savov ve Mihailova, (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı CLS ilaveleriyle (%5, %10, %15 ve %20 oranlarında) üretilen MDF paneller üzerinde yoğunluk, eğilme direnci (MOR) ve elastikiyet modülü (MOE) testleri yapılmıştır. Gerçekleştirilen değerlendirmelerde çeşitli sonuçların elde edildiği bildirilmiştir.

Antov ve ark., (2020a) tarafından, fenol-formaldehit (PF) reçinesi kullanılarak üretilen MDF panellerinde MOR ve MOE testleri için, CLS maddesinin eklenmesi (%5, %10 ve %15 oranlarında) üzerine değişimler incelenmiştir. Düşük PF reçine içeriğine sahip MDF panellerde (3%), mekanik özelliklerin bozulmaması için lignosülfonatın eklenmesinin %10'u aşmaması gerektiği gösterilmiştir. Lignosülfonat-PF bağlı MDF panellerin üretimi için EN standardı gereksinimlerine uygunluk için %3.5 oranında PF reçine içeriği önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Antov ve ark., (2020b) sert ağaç liflerinden HDF panellerin üretimi için bir UF reçinesini ticari amonyum LS ile birleştirmiştir. HDF paneller kuru elyaf bazında düşük UF içeriği %3 ve amonyum LS içeriği %6, %8 ve %10 olacak şekilde üretilmiştir. Lif levhaların MOE, MOR ve YDÇ mekanik özellikleri belirlenmiştir.

Antov ve ark., (2021a) tarafından, lignin tabanlı bir yapıştırıcı olarak CLS (%8, %10, %12 ve %14) kullanılarak formaldehit içermeyen fiberboard paneller üretilmiştir. MOE ve MOR testleri belirlenmiştir.

Antov ve ark., (2021b), tarafından yapılan çalışmada farklı oranlarda (%6, 8 ve 10) hazırlanmış olan amonyum lignosülfonat (ALS) kimyasalının HDF levhalarına ait üretime katkı maddesi olarak eklenmesiyle sonrasında meydana gelen mekanik özellikleri araştırılmıştır.

Klapiszewski ve ark., (2018) çalışmalarında lifli kompozitlerin fenol-formaldehit reçine matrisi ile çapraz bağlanması için çevre dostu bir katkı maddesi olarak CLS uygulanma olasılığını araştırmışlardır.

Bu çalışmada, farklı oranlarda (%2 ve %3) CLS kimyasalı katkılı yüksek yoğunluklu lif levhalar üzerinde bazı mekanik özellikler [elastikiyet modülü (EM), eğilme direnci (ED), yüzeye dik çekme (YDÇ) ve yüzey sağlamlığı (YS)] araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Lif levhaların hazırlanmasında kullanılan hammaddeler

Odun hammaddesi: %50 oranında sarıçam (*Pinus sylvester* L.), %30 oranında göknar (*Abies nordmanniana* L.), %20 oranında kayın (*Fagus orientalis* L.) kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan odun hammaddesi Kastamonu bölgesindeki Orman işletmelerinden Kastamonu Organize Sanayi Bölgesindeki özel MDF üretim tesisine tedarik edilmiştir.
Tutkal: Bu çalışmada kullanılan üre formaldehit (ÜF) üre mol oranı (F:Ü) 1.00 olarak Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi Tutkal Tesislerinde üretimi gerçekleşmiştir. Bu araştırmada kullanılan üre formaldehit tutkalının kimyasal değerleri aşağıda açıklanmıştır.
ÜF tutkalının özellikleri: Katı maddesi: 62±10, üre formaldehit mol oranı: 1.00, yoğunluk: (20ºC g/cm^3): 1.226, viskozitesi: (25°C cps): 20-36 saniye, jel zamanı: 100°C) (20% $(NH_4)_2SO_4$ solüsyon): 20-48 saniye, pH: 6.8-8.4, serbest formaldehit: %0.20 maksimum, metilol gruplarının oranı: %11-15 ve raf süresi: 80 gün.
Parafin: Parafin kirli beyaz renginde bir sıvıdır. Parafin sıvı emülsiyon olarak Denizli ilindeki Mercan Kimya firmadan tanker ile getirilmiştir.
Parafinin özellikleri: Katı maddesi: %60, pH: 9-10, viskozite: 12-24 saniye, yoğunluğu: 0,96 g/ cm^3
Sertleştirici: ÜF tutkalının, sıcak pres uygulama esnasında sertleşmesini sağlayan katalizör olarak kullanılan kimyasal madde amonyum sülfat $(NH_4)_2SO_4$'dır. Amonyum sülfat kimyasalı %20'lik solüsyon halinde hazırlanmıştır.
Sertleştiricinin özellikleri: Yoğunluğu: 0.96 g/cm^3, pH: 6.6.
Kalsiyum lignosülfonat (CLS): Kalsiyum lignosülfonat kahverengi sarı toz şeklinde özel bir firmadan İzmir'den tedarik edilmiştir. Bu çalışmada, CLS %50 solüsyon ve pH: 3-5 şeklinde hazırlanmıştır.

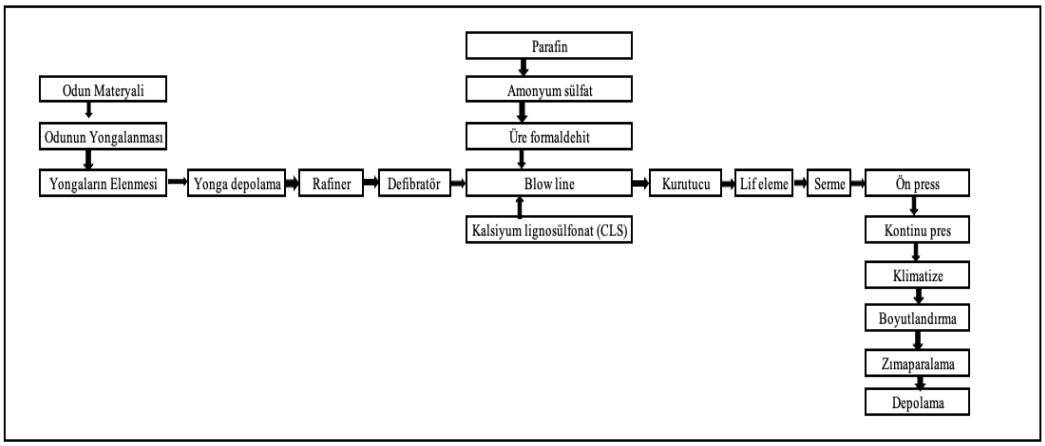
2.2. Metot

2.2.1. Lif levhaların üretimi

Çizelge 1'de üretilen lif levhalara ait parametreler, Şekil 1'de ise lif levhaların üretimine ait iş akışı ve Şekil 2'de ise çalışmada kullanılan kalsiyum lignosülfonat kimyasalına ve üretilen levhaların ait görüntüsü verilmiştir.

Çizelge 1. Üretilen lif levhalara ait parametreler

Odun karışımı: Sarıçam %50 + Göknar %30 + Kayın %20	
Sürekli pres sıcaklığı (°C): 220	**Sertleştirici (% kuru life oranla giden miktar):** 1.35
Sürekli pres hızı (mm/s): 1000	**ÜF (% kuru life oranla giden miktar):** 11
Sürekli presleme süresi (s): 55	**ÜF mol oranı (F:U):** 1.00
Sürekli pres basıncı (kg/cm^2): 34	**CLS (%50 solüsyon):** %0 (kontrol), %2 ve %3
HDF levha boyutları (mm): 7.4 x 2097 x 7365	**Parafin % kuru life oranla giden miktar:** 0.95



Şekil 1. Lif levhaların üretimine ait iş akışı



Şekil 2. Çalışmada kullanılan kalsiyum lignosülfonat kimyasalı ve üretilen levhalar

2.2.2. Testler

CLS kuru life oranla %0, %2 ve %3 katılarak üretilen levhalara ait olan mekanik özellikleri (eğilme mukavemeti, elastikiyet mukavemeti, levha yüzeyine dik çekme mukavemeti ve levha yüzey sertliği)'ne ait testler yapılmıştır. Çalışmada, lif levhalarına uygulanan mekanik testlere ait standartlar aşağıda verilmiştir;
TS EN 310 (1999) Ahşap bazlı levhalarda eğilmede elastikiyet modülünün ve bükülme mukavemetinin belirlenmesi,
TS EN 319 (1999) Yonga levhalar ve lif levhaların levha düzlemine dik çekme mukavemetinin belirlenmesi,
TS EN 325 (1999) Test parçalarının boyutlarının ahşap bazlı panellerle belirlenmesi,
TS EN 326 - 1, (1999) Ahşap bazlı panellerden numune alma, kesme ve inceleme-bölüm 1: Test parçalarından numune alma ve test sonuçlarının ifadesi,
TS EN 622-5 (2011) Lif levhalar - özellikler - bölüm 5: kuru işlemli levhalar (mdf) için gerekler,
TS 642 ISO 554 (1976) Şartlandırma ve/veya test için standart atmosferler özellikler,
TS EN 311 (2005) Ahşap esaslı paneller - yüzey sağlamlığı - test yöntemi.

2.3. İstatistiksel Analiz

Bir istatistik programı ile ortalamaları, homojenlik grupları, maksimum ölçüm değerleri, minimum ölçüm değerleri, standart sapmaları, çok değişkenli varyans analizleri ve yüzde (%) değişim oranları hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çok değişkenli varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre, eğilme direnci (ED), elastikiyet modülü (EM), yüzeye dik çekme (YDÇ) ve yüzey sağlamlığı (YS) testleri için CLS karışım oranı anlamlı olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çok değişkenli varyans analizi sonuçları

Kaynak	Değişkenler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	α≤0.05
CLS Oranı	Eğilme direnci (ED)	137.954	2	68.977	59.899	0.000*
	Elastikiyet modülü (EM)	303688.085	2	151844.042	6.867	0.010*
	Yüzeye dik çekme (YDÇ)	5.193	2	2.596	290.640	0.000*
	Yüzey sağlamlığı (YS)	2.123	2	1.062	74.843	0.000*
Hata	Eğilme direnci (ED)	13.819	12	1.152		
	Elastikiyet modülü (EM)	265361.437	12	22113.453		
	Yüzeye dik çekme (YDÇ)	0.107	12	0.009		
	Yüzey sağlamlığı (YS)	0.170	12	0.014		
Toplam	Eğilme direnci (ED)	21422.141	15			
	Elastikiyet modülü (EM)	196421255.504	15			
	Yüzeye dik çekme (YDÇ)	25.345	15			
	Yüzey sağlamlığı (YS)	21.515	15			
Düzeltilmiş Toplam	Eğilme direnci (ED)	151.773	14			
	Elastikiyet modülü (EM)	569049.522	14			
	Yüzeye dik çekme (YDÇ)	5.300	14			
	Yüzey sağlamlığı (YS)	2.293	14			
*: Anlamlı						

Kontrol (%0) ile %2 ve %3 oranlarında CLS katkılı HDF panellerinde belirlenmiş olan bazı mekanik testlere ait sonuçlar Çizelge 3'de gösterilmektedir.

Belirlenmiş olan sonuçlara göre, eğilme direnci (ED) için en yüksek üretilen kontrol deney grubu levhalarında (40.40 N/mm^2) bulunurken, en düşük %3 CLS katkılı deney örneklerinde (33.43 N/mm^2) belirlenmiştir. ED için %2 CLS deney grubuna ait örneklerde %3.12 oranında ve %3 CLS katkılı levhalarda %17.25 oranında azalışlar görülmüştür (Çizelge 3).

Elastikiyet modülü (EM) için en yüksek kontrol grubuna ait levhalarda (3771.84 N/mm^2) görülürken, en düşük %2 CLS katkılı levhalarda (3426.76 N/mm^2) tespit edilmiştir. EM için %2 CLS katkılı deney grubunda %9.15 ve %3 CLS katkılı levhalarda %3.45 oranlarında azalışlar elde edilmiştir (Çizelge 3).

Yüzeye dik çekme için en yüksek kontrol grubuna ait levhalarda (1.62 N/mm^2) tespit edilirken, en düşük %3 CLS katkılı deney grubunda (0.33 N/mm^2) elde edilmiştir. YDÇ için %2 CLS katkılı levhalarda %6.17 oranında ve %3 CLS katkılı levhalarda %79.63 oranında azalışlar belirlenmiştir (Çizelge 3).

Yüzey sağlamlığı için en yüksek %2 CLS katkılı levhalarda (1.40 N/mm^2) elde edilirken, en düşük %3 CLS katkılı levhalarda (0.60 N/mm^2) görülmüştür. YS için %2 CLS katkılı deney grubunda %0.72 oranında artış ve %3 CLS katkılı levhalarda ise %56.83 oranlarında azalış tespit edilmiştir (Çizelge 3).

CLS kimyasallarının 2 farklı oranda katılmasıyla üretilen levhalar üzerinde yapılan EM, ED ve YDÇ testleri için azalışların tespit edildiği görülmektedir. Farklı oranlarda kullanılan CLS kimyasalı ile çalışmada yapılan testlere ait sonuçların değiştiği görülmektedir.

Çizelge 3. CLS katkılı HDF panellerinde belirlenmiş olan bazı mekanik testlere ait sonuçlar

Test	CLS Oranı (%)	N	Orta-lama (N/mm^2)	Değişim Oranı (%)	*HG*	Standart Sapma	Mini-mum	Maksi-mum	Varyasyon Katsayısı
Eğilme	**0**	**5**	40.40	-	A*	0.53	39.56	40.76	1.32

Direnci (ED)	**2**	**5**	39.14	↓3.12	A	0.30	38.87	39.62	0.76
	3	**5**	33.43	↓17.25	B**	1.76	30.42	34.66	5.25
Elastikiyet Modülü (EM)	**0**	**5**	3771.84	-	A*	173.22	3491.50	3929.43	4.59
	2	**5**	3426.76	↓9.15	B**	28.75	3407.32	3476.32	0.84
	3	**5**	3641.66	↓3.45	A	188.44	3324.43	3806.45	5.17
Yüzeye Dik Çekme (YDÇ)	**0**	**5**	1.62	-	A*	0.06	1.57	1.69	3.86
	2	**5**	1.52	↓6.17	A	0.15	1.30	1.65	9.79
	3	**5**	0.33	↓79.63	B**	0.03	0.30	0.37	8.29
Yüzey Sağlamlığı (YS)	**0**	**5**	1.39	-	A	0.10	1.24	1.51	7.12
	2	**5**	1.40	↑0.72	A*	0.08	1.32	1.46	5.46
	3	**5**	0.60	↓56.83	B**	0.16	0.45	0.82	27.31
***HG*: Homojenlik grubu, N: Ölçüm Sayısı, *: En Yüksek Değer, **: En Düşük Değer**									

Bu çalışmada elde edilen sonuçlarla standart değerlerin karşılaştırılması Çizelge 4'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, CSL oranı olarak %2 düzeyinde HDF levhalarına katılması ile standart değerlerinin karşılandığı görülmektedir.

Çizelge 4. Bu çalışmada elde edilen sonuçlarla standart değerlerin karşılaştırılması

Test	**Standart**	**Birim**	**Limit değer**	**Bu çalışma**		
Yüzeye dik çekme (YDÇ)	**TS EN 319, (1999)**	**N/mm²**	**> 1.20**	Kontrol	1.62	Olumlu
				%2 CSL	1.52	Olumlu
				%3 CSL	0.33	Olumsuz
Eğilme direnci (ED)	**TS EN 310, (1999)**	**N/mm²**	**> 40**	Kontrol	40.40	Olumlu
				%2 CSL	39.14	Olumsuz
				%3 CSL	33.43	Olumsuz
Elastikiyet modülü (EM)	**TS EN 310, (1999)**	**N/mm²**	**> 2700**	Kontrol	3771.84	Olumlu
				%2 CSL	3426.76	Olumlu
				%3 CSL	3641.66	Olumlu
Yüzey sağlamlığı (YS)	**TS EN 311, (2005)**	**N/mm²**	**>1.00**	Kontrol	1.39	Olumlu
				%2 CSL	1.40	Olumlu
				%3 CSL	0.60	Olumsuz

Savov ve Mihailova, (2017) yaptıkları çalışmada CLS oranı %5'ten %15'e çıktıkça ED değerlerinin sırasıyla 25.8 N/mm^2'den 30.63 N/mm^2'ye, 34.73 N/mm^2'ye ve 27.16 N/mm^2'ye yükseldiğini ve buna ek olarak EM değerlerinde ise sırasıyla 2867.50 N/mm^2'den 3645.00 N/mm^2'ye, 4253.75 N/mm^2'ye ve 4151.25 N/mm^2'ye doğru artış olduğunu da bildirmişlerdir.
Antov ve ark., (2021a) tarafından yapılan araştırmada CLS ilavesinin %8'den %14'e çıkarılmasının EM değerlerinde %125 ve ED değerlerinde ise 2.4 kat artışa neden olduğu bildirilmiştir.
Antov ve ark., (2021b), çalışmalarında, ALS ilavesinin %6'dan %10'a çıkarılması ile EM değerlerinde %29'luk bir artış görüldüğü bildirilmiştir ALS ilavesinin UF reçinesine dahil edilmesi kompozitleri etkili bir şekilde güçlendirdiği söylenmiştir. HDF panellerinin EM testleri 3197 N/mm^2 ile 4114 N/mm^2 arasında değişen yüksek değerlere ulaştığı rapor edilmiştir. Buna ek olarak, üretilen HDF paneller, 30.99 N/mm^2 ile 40.47 N/mm^2 arasında değişen ED değerlerine sahip olduğu da söylenmiştir.
Jin ve ark., (2011) tarafından bambu yonga levhanın lakkazla işlenmiş kalsiyum lignosülfonat halini kullanılarak işleme tekniği araştırılmıştır. Enzim miktarının, kalsiyum ligosülfonat miktarının ve sıcak presleme sıcaklığının farklı yonga levha özellikleri üzerindeki etkisini incelenmiş olunup, her üç faktör de farklı düzeylerde anlamlı farklılık gösterdiği rapor edilmiştir. Enzim miktarı ile ED, EM ve YDÇ testleri arasında önemli farklılıklar bulunduğu bildirilmiştir. Sıcak presleme sıcaklığı ile EM ve YDÇ testleri arasında anlamlı farklar bulunurken, ED testinde önemli bir farkın olmadığı söylenmiştir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir;
- Varyans analizine bakıldığında, bütün mekanik özellikleri için CLS katkı oranı anlamlı olarak tespit edilmiştir.
- CLS kimyasallarının kullanılması ile EM, ED ve YDÇ testlerinde azalışlar görülmüştür.
- YS testinde ise CLS kimyasalının %2'lik kullanımıyla üretilen levhalarda artış bulunurken, %3'lük ile üretilen levhalarda ise azalış elde edilmiştir.

Teşekkür

Yazarlar, Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi Tic. A.Ş, Kastamonu Fabrikalar Direktörü Enüs KOÇ'a, yardımlarından dolayı teşekkür etmektedir.

Kaynaklar

Antov, P., Krištiák, L.U., Reh, R., Savov, V., and Papadopoulos, A.N., (2021a). Eco-friendly fiberboard panels from recycled fibers bonded with calcium lignosulfonate, Polymers, 13(4): 639. DOI: 10.3390/polym13040639.
Antov, P., Mantanis, G.I., and Savov, V., (2020b). Development of wood composites from recycled fibres bonded with magnesium lignosulfonate, Forests, 11(6): 613. DOI: 10.3390/f11060613.
Antov, P., Savov, V., Krištiák, L., Réh, R., and Mantanis, G.I., (2021b). Eco-friendly, high-density fiberboards bonded with urea-formaldehyde and ammonium lignosulfonate, Polymers, 13(2): 220. DOI: 10.3390/polym13020220.
Antov, P., Savov, V., Mantanis, G.I., and Neykov, N., (2020a). Medium-density fibreboards bonded with phenol-formaldehyde resin and calcium lignosulfonate as an eco-friendly additive, Wood Material Science & Engineering, 1-7. DOI: 10.1080/17480272.2020.1751279.
Feng, B., Zhang, L., Zhang, W., Wang, H., and Gao, Z., (2022). Mechanism of calcium lignosulfonate in apatite and dolomite flotation system, International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials, 29(9): 1697-1704. DOI: 10.1007/s12613-021-2313-3.
Feng, B., Zhong, C.H, Zhang, L.Z, Guo, Y.T, Wang, T., and Huang, Z.Q., (2020). Effect of surface oxidation on the depression of sphalerite by locust bean gum, Minerals Engineering, 146: 106142. DOI: 10.1016/j.mineng.2019.106142.
Fernandez, M.T., Orlandi, S., Codevilla, M., Piqué, T.M., and Manzanal, D., (2021). Performance of calcium lignosulfonate as a stabiliser of highly expansive clay, Transportation Geotechnics, 27: 100469. DOI: 10.1016/j.trgeo.2020.100469.
Gumowska, A., and Kowaluk, G., (2023). Physical and mechanical properties of high-density fiberboard bonded with bio-based adhesives, Forests, 14(1): 84. DOI: 10.3390/f14010084.
Jin, C.D., Li, S., Liu, L., Ye, J.W., and Du, C.G., (2011). Research of process on making bamboo particle board by laccase-treated calcium lignosulfonate, Advanced Materials Research, 179-180: 1031-1036. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.179-180.1031.
Klapiszewski, Ł., Oliwa, R., Oleksy, M., and Jesionowski, T., (2018). Calcium lignosulfonate as eco-friendly additive for crosslinking fibrous composites with phenol-formaldehyde resin matrix, Polimery, 63(2): 102-108. DOI: 10.14314/polimery.2018.2.3.
Li, G.Y., Hou, X., Mu, Y.H., Ma, W., Wang, F., Zhou, Y., and Mao, Y.C., (2019). Engineering properties of loess stabilized by a type of eco-material, calcium lignosulfonate, Arabian Journal of Geosciences, 12: 1-10. DOI: 10.1007/s12517-019-4876-0.

Pang, Y.X., Qiu, X.Q., Yang, D.J., and Liu, L.H., (2004). Research on complexation property of calcium lignosulfonate. Linchan Huaxue Yu Gongye/Chemistry and Industry of Forest Products, 24(4): 28-32.
Savov, V., and Mihajlova, J., (2017). Influence of the content of lignosulfonate on mechanical properties of medium density fiberboard, Pro Ligno, 13(4): 252-256.
Sjöström, E., (1993). Wood Chemistry, Fundamentals and Applications, 2nd ed.; Academic Press: San Diego, CA, USA.
TS 642 ISO 554 (1976). Şartlandırma ve/veya test için standart atmosferler özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
TS EN 310, (1999). Ahşap esaslı levhalar - eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
TS EN 311, (2005). Ahşap esaslı levhalar - yüzey sağlamlığı - deney metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
TS EN 319, (1999). Yonga levhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
TS EN 325 (1999). test parçalarının boyutlarının ahşap bazlı panellerle belirlenmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
TS EN 326 - 1, (1999). Ahşap bazlı panellerden numune alma, kesme ve inceleme-bölüm 1: Test parçalarından numune alma ve test sonuçlarının ifadesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
TS EN 622 - 5 (2011). Lif levhalar - özellikler - bölüm 5: kuru işlemli levhalar (mdf) için gerekler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
Wei, G., Bo, F., Jinxiu, P., Wenpu, Z., and Xianwen, Z., (2019). Depressant behavior of tragacanth gum and its role in the flotation separation of chalcopyrite from talc, Journal of Materials Research and Technology, 8(1): 697-702. DOI: 10.1016/j.jmrt.2018.05.015.

Bazı atık bitkisel yağlar uygulanmış tiama (*Entandrophragma angolense* (Welw.) C DC.) ahşabında renk parametrelerinin, beyazlık indeksinin ve parlaklık değerlerinin incelenmesi

Doç. Dr. Osman ÇAMLIBEL[1] ve Doç. Dr. Ümit AYATA[2]

[1]Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, İç Mekan Tasarımı Pr., Kırıkkale, Türkiye,ORCID ID: 0000-0002-8766-1316
[2*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye,
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

Bu çalışmada, bazı atık bitkisel yağlar (mısır, ayçiçeği, zeytin ve ceviz) uygulanmış tiama (*Entandrophragma angolense* (Welw.) C DC.) ahşabında renk parametreleri, beyazlık indeksi (*WI**) ve parlaklık değerleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çok değişkenli varyans analizi sonuçları için ‖20°'de parlaklık testi dışında bütün testler üzerinde atık bitkisel yağ türü faktörünün anlamlı olarak belirlendiği görülmüştür. Buna ek olarak, bütün atık yağlar ile her iki yön için *WI** değerlerinde, h^o, *L**, *a**, *b** ve *C** değerlerinde azalışlar elde edilmiştir. Liflere dik yöndeki *WI** değerleri, liflere paralel yöndeki *WI** değerlerininkinden yüksek elde edilmiştir. Δ*E** değerleri büyükten küçüğe doğru sıralandığında, ayçiçeği yağı için 17.65, ceviz yağı için 17.33, mısır yağı için 16.84 ve zeytinyağı için 16.61 olarak tespit edilmiştir. Δ*L**, Δ*b**, Δ*a** ve Δ*C** değerleri bütün atık bitkisel yağlarda negatif olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Parlaklık, tiama, beyazlık indeksi, *Entandrophragma angolense*, atık bitkisel yağ, renk

Examining the color parameters, whiteness index, and glossiness values of tiama wood (*Entandrophragma angolense* (Welw.) C DC.) treated with various waste vegetable oils

Abstract

In this study, color parameters, whiteness index (*WI**), and glossiness values of tiama (*Entandrophragma angolense* (Welw.) C DC.) wood treated with some waste vegetable oils (corn, sunflower, olive, and walnut) were investigated. According to the obtained results, it was observed that the waste vegetable oil type factor was significantly determined in all tests except for the glossiness test at 20 degrees. Additionally, decreases in *WI** values, h^o, *L**, *a**, *b**, and *C** values were obtained for all waste oils and in both directions. *WI** values in the direction perpendicular to the fibers were higher than those in the parallel direction. When Δ*E** values were sorted from largest to smallest, they were determined as 17.65 for sunflower oil, 17.33 for walnut oil, 16.84 for corn oil, and 16.61 for olive oil. Δ*L**, Δ*b**, Δ*a**, and Δ*C** values were found to be negative for all waste vegetable oils.

Keywords: Glossiness, tiama wood, whiteness index, *Entandrophragma angolense*, waste vegetable oil, color

1. Giriş

Ahşap, yüzyıllardır başta mobilya ve bina inşaatı olmak üzere çeşitli uygulamalarda kullanılan yenilenebilir, doğal bir malzemedir. Çekici görünüm, iyi mukavemet, düşük yoğunluk ve iyi yalıtım özellikleri gibi arzu edilen pek çok özelliğe ek olarak ahşap aynı zamanda higroskopiklik, yanıcılık, biyolojik saldırıya karşı hassasiyet ve hava koşullarına bağlı olarak yüzey bozulması gibi daha az arzu edilen özelliklere de sahiptir (Jirouš-Rajković ve Miklečić, 2021).
Ahşap işlemesi, ahşap malzemenin yüzeyini koruma veya cilalama sürecine atıfta bulunur. Çeşitli ahşap işleme türleri vardır ve her birinin kullanım amacına bağlı olarak uygunluğu değişir. Temel olarak iki türü vardır: Film oluşturan ve nüfuz eden kaplamalar (Sharma ve Dutt, 2021).
Tiama (*Entandrophragma angolense* (Welw.) C DC.) Meliaceae familyasına ait büyük bir tropikal orman ağacıdır (Hutchinson ve Dalziel, 1958). Bu ağaç türünün ticari isimleri; Mukusu (Uganda), Tiama (Fildişi sahili), Edinam (Ghana) ve Kalungi (Zaire) (Chudnoff, 1980), Gedu lohor, Gedu noha (Nijerya)'dır (Ayensu ve Bentum, 1974).
Nijerya'da fideleri, 43 ay süre ile tohum yetiştirdikten sonra sadece 3.1 m yüksekliğe ve 5 cm kök boyutuna ulaşmış ve Gine'de 6 yıl sonra aynı boyuta ulaştığı bildirilmiştir. Odunu yavaş kurur, bükülme ve bozulma tehlikesi vardır (Tchinda, 2008). Ağaç 50 m yüksekliğe ulaşır ve orta derecede düz bir gövdeye sahiptir (Chudnoff, 1984).
Öz odunu kırmızımsı kahverengi olmaktadır. Havaya maruz kaldıktan sonra kararmaktadır. Diri odun ise grimsi beyaz renktedir (Jansen, 1974). Tohumu, n-heksan ile ekstraksiyonda %59 yağ vermiştir (Orishadipe ve ark., 2012). Ahşabı orta derecede dayanıklıdır. Nijerya'da koruyucu işlem ile orta derecede dirençli olarak kaydedilmiştir (Ayensu ve Bentum, 1974).
Bu ağaç türü, halk tıbbında, peptik ülser de dahil olmak üzere çeşitli hastalıklara karşı kullanılan tıbbi bir bitkidir (Orisadipe ve ark., 2001). Bu ağaç türüne ait kök ve gövde kabuğunun sulu sıvıları Afrika halkı tarafından halk tıbbında, ateş, sıtma, yaralar ve insanlarda diyare ve peptik ülser de dahil olmak üzere diğer gastrointestinal hastalıkların tedavisi için kullanılmaktadır (Irvine 1961; Obih ve ark., 1986; Bray ve ark., 1990). Ayrıca dış uygulamalarda mide ve kulaklara karşı anodize, göz ve kulak enfeksiyonları ve şişkinliklerin yanı sıra böbrek problemlerinde bir diüretik, romatizmal veya romatizmal ağrılarda da kullanılır (Obih ve ark., 1986, Bray ve ark., 1990).
Tiama (*Entandrophragma angolense* (Welw.) C DC.) odununda yoğunluk 510.000-735.000 kg/m^3 (Mil ve ark., 2018), teğet yönde daralma %5.80-9.60, odun yoğunluğu 651.890 kg/m^3, eğilme direnci 69.00-132.00 N/mm^2, radyal yönde daralma %3.80-6.60, liflere paralel basınç direnci 37.00-67.00 N/mm^2 ve elastikiyet modülü 7900.00-14700.00 N/mm^2 (Tchinda, 2008) olarak elde edilmiştir.
Kullanımları sapeleye benzemektedir. Dekoratif bir ahşap olarak, paneller, iç ve dekoratif işler, doğramalarda ve mobilyalarda (Ayensu ve Bentum, 1974), mobilya, dolap işleri, gemi yapımı, dış ve iç doğrama, kaplama ve kontrplak ve ayrıca döşeme, sandıklar, paneller, iç kaplama, merdivenler, araç gövdeleri ve tabutlar, müzik aletleri, kutular, oyuncaklar, oymalar ve tornacılıkta, odun kömürü üretiminde ve kereste olarak uygun bulunmayan ahşap yakacak odun olarak kullanılır (Louppe ve ark., 2008).
Bu çalışmada, bazı atık bitkisel yağlar uygulanmış tiama (*Entandrophragma angolense* (Welw.) C DC.) ahşabında renk parametreleri, beyazlık indeksi ve parlaklık değerleri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap Malzeme

Tiama (*Entandrophragma angolense* (Welw.) C DC.) ahşabı bu çalışmada seçilmiştir. Deney malzemesi ticari bir işletmeden 1. sınıf kalitede 100 x 100 x 20 mm olarak alınmıştır. Deney örnekleri rastgele seçilen, düzgün liflere sahip, ardaksız, budaksız, çatlaksız, renk ve yoğunluk farkı olmayan özellikte olunmasına dikkat edilmiştir. Daha sonra örnekler TS ISO 13061-1, (2021) standardına göre hazır hale getirilmiştir.

2.1.2. Atık Bitkisel Yağlar

Bu çalışmada ayçiçeği, ceviz, mısır ve zeytin türlerine ait atık bitkisel yağlar kullanılmıştır. Bu atık yağlara ait bazı özellikler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan atık bitkisel yağlara ait bazı özellikler

Özellik (100 g için)	Ayçiçeği yağı	Zeytinyağı	Mısır yağı	Ceviz yağı
Doymuş yağ asidi	10.00	15.15	12.00	9.10
Tekli doymamış yağ asidi	33.00	74.00	28.00	-
Çoklu doymamış yağ asidi	57.00	10.50	51.00	-

2.2. Metot

2.2.1. Atık Bitkisel Yağların Ahşap Malzeme Yüzeylerine Uygulanması

Çalışmada kullanılan hizmet örünü tamamlamış atık bitkisel yağlar ahşap malzeme yüzeylerine bir fırça yardımıyla tek kat olarak uygulanmıştır.

2.2.2. Testler (Renk, Parlaklık ve Beyazlık İndeksi: *WI**)

Renk özelliklerinin tespit edilmesi: Renk değişimleri, ASTM D 2244-3, (2007) standardına göre, CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınık aydınlatma)] cihazının (Şekil 1B) kullanılmasıyla belirlenmiştir. Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıkları belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^o = \arctan (b^* / a^*) \quad (2)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{yağ işlemi uygulanmış deney örneği}} - a^*_{\text{yağ işlemi uygulanmamış deney örneği}}) \quad (3)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{yağ işlemi uygulanmış deney örneği}} - L^*_{\text{yağ işlemi uygulanmamış deney örneği}}) \quad (4)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{yağ işlemi uygulanmış deney örneği}} - b^*_{\text{yağ işlemi uygulanmamış deney örneği}}) \quad (5)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{yağ işlemi uygulanmış deney örneği}} - C^*_{\text{yağ işlemi uygulanmamış deney örneği}}) \quad (6)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Şekil 1A'da, CIELAB renk uzayını göstermektedir. Dikdörtgen koordinatların L^*, a^* ve b^*'den oluştuğu görülebilir. a^*'nın pozitif ve negatif değerleri sırasıyla kırmızımsı ve yeşilimsi renkleri temsil eder. b^*'nin pozitif ve negatif değerleri sırasıyla sarımsı ve mavimsi renkleri temsil eder. Kutupsal koordinatlar için renk tonu açısı, kırmızı, sarı, yeşil, mavi ve tekrar kırmızıya uzanan bir gökkuşağı ölçeğini takiben 0 ile 360 arasında değişir. 0, 90, 180 ve 270 saf kırmızı, sarı, yeşil ve mavi renklere (veya tek tonlara) yakındır. Kroma, kroma sıfır olan

nötr eksenin sıfır başlangıç noktasından başlar ve daha sonra renk içeriğini artırarak daha renkli hale gelir (Luo, 2016).
Δa^*, ΔH^*, ΔC^*, Δb^* ve ΔL^* tanımlamaları (Lange, 1999) Çizelge 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Δa^*, ΔH^*, ΔC^*, Δb^* ve ΔL^* tanımlamaları (Lange, 1999)

Test	Pozitif durumdaki açıklama	Negatif durumdaki açıklama
Δb^*	Referanstan daha sarı	Referanstan daha mavi
ΔL^*	Referanstan daha açık	Referanstan daha koyu
Δa^*	Referanstan daha kırmızı	Referanstan daha yeşil
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak	Referanstan daha bulanık, mat

ΔE^* sonuçlarına yönelik karşılaştırmanın yapılmasına için DIN 5033, (1979) standardına ait bilgiler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. ΔE^* değerlendirmesiyle ilgili karşılaştırma kriterleri (DIN 5033, 1979)

Toplam renk farkı (ΔE^*)		Görsel renk puanı farkı
<0.2	▶	Algılanamaz
0.2 ila 0.5	▶	Çok zayıf
0.5 ila 1.5	▶	Zayıf
1.5 ila 3.0	▶	Belirgin
3.0 ila 6.0	▶	Çok belirgin
6.0 ila 12.0	▶	Güçlü
> 12.0	▶	Çok güçlü

Beyazlık indeksi (WI) özelliklerinin tespit edilmesi*: Whiteness Meter BDY-1 (Şekil 1C) cihazının kullanılması belirlenmiştir (ASTM E313-15e1, 2015).
Parlaklık özelliklerinin tespit edilmesi: Parlaklık değerleri ISO 2813, (1994) standardının kullanılması ile ETB-0833 model gloss meter cihazında üç farklı açıda (20°, 60° ve 85°) liflere dik ve paralel yönlerde olacak şekilde belirlenmiştir (Şekil 1D).
İstatistiksel analiz: Bir istatistik programı ile ortalamaları, minimum ölçüm değerleri, maksimum ölçüm değerleri, standart sapmaları, homojenlik grupları, yüzde (%) değişim oranları ve çok değişkenli varyans analizleri hesaplanmıştır.



Şekil 1. CIELAB renk uzayının gösterimi (Luo, 2016) (A), renk ölçüm cihazı (B), beyazlık indeksi ölçüm cihazı (C), parlaklık ölçüm cihazı (D) ve ölçüm açıları (ISO 2813, 2014) (E)

3. Bulgular ve Tartışma

Çok değişkenli varyans analizi sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, ∥20°'de parlaklık testi dışında bütün testler için atık bitkisel yağ türü faktörü anlamlı olarak elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Çok değişkenli varyans analizi sonuçları

Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	α≤0.05
Işıklılık (*L)**	1558.278	4	389.569	2043.663	0.000*
Kırmızı (*a) renk tonu**	117.571	4	29.393	92.637	0.000*
Sarı (*b) renk tonu**	685.668	4	171.417	550.100	0.000*
Kroma (*C)**	694.866	4	173.717	313.357	0.000*
Ton (*h*°) açısı	1739.403	4	434.851	245.677	0.000*
⊥20°'de parlaklık	0.553	4	0.138	3.605	0.012*
⊥60°'de parlaklık	1.495	4	0.374	25.674	0.000*
⊥85°'de parlaklık	1.024	4	0.256	15.238	0.000*
∥20°'de parlaklık	0.000	4	0.000	.	.
∥60°'de parlaklık	1.035	4	0.259	40.705	0.000*
∥85°'de parlaklık	7.539	4	1.885	59.520	0.000*
Beyazlık indeksi (⊥)	65.969	4	16.492	319.754	0.000*
Beyazlık indeksi (∥)	135.022	4	33.756	4184.566	0.000*
***: Anlamlı olarak elde edilen sonucu göstermektedir.**					

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir. Hizmet ömrünü tamamlamış atık bitkisel yağların uygulanması sonrasında ahşap malzeme yüzeylerinde meydana gelen toplam renk farklılıklarına bakıldığında Δ*L** (referanstan daha koyu), Δ*b** (referanstan daha mavi), Δ*C** (mat, referanstan daha bulanık) ve Δ*a** (referanstan daha yeşil) değerlerinin negatif olarak elde edildiği görülmüştür. Δ*E** değerlerine bakıldığında ayçiçeği yağı için 17.65, ceviz yağı için 17.33, mısır yağı için 16.68 ve zeytinyağı için 16.61 olarak bulunduğu görülmektedir (Çizelge 5).

Renk değiştirme kriterleri (DIN 5033, 1979) ile bu çalışmamızda elde edilen sonuçlar kıyaslandığında bütün atık bitkisel yağlar tarafından "***Çok güçlü (> 12.0)***" kategorisinin elde edildiği görülmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Atık Bitkisel Yağ Türü	Δ*L**	Δ*b**	Δ*a**	Δ*C**	Δ*H**	Δ*E**	Renk değiştirme kriteri (DIN 5033, 1979)
Ayçiçeği yağı	-14.53	-2.92	-9.59	-8.98	4.47	17.65	Çok güçlü (> 12.0)
Ceviz yağı	-14.16	-3.68	-9.30	-9.39	3.45	17.33	
Mısır yağı	-13.68	-3.45	-9.19	-9.14	3.57	16.84	
Zeytinyağı	-13.31	-4.46	-8.89	-9.70	2.19	16.61	

Parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 6'da sunulmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde, 20°'de liflere (∥) paralel yönde parlaklık değerlerinde yapılan atık yağı uygulamaları sonrasında değişiklikler belirlenmemiştir. 60° ve 85°'de liflere paralel (∥) yönlerde parlaklık değerleri en yüksek atık mısır yağı uygulanmış örneklerde (1.41 ve 1.18) elde edilirken, en düşük sonuç ise atık ceviz yağı uygulanmış deney grubunda (0.97 ve 0.10) tespit edilmiştir (Çizelge 6).

60°'de liflere paralel (∥) yönlerde parlaklık değerleri atık zeytin, ayçiçeği ve ceviz yağlarının uygulanması ile azalırken, atık mısır yağının uygulanmasıyla artmıştır. Liflere dik (⊥) yönde parlaklık değerlerinde ise yapılan yağ uygulamaları sonrasında en düşük sonuç 20° için 0.10 ile kontrol, atık mısır ve ayçiçeği yağlarında, 60° için 0.84 ile atık ayçiçeği yağında, 85° için 0.84 ile kontrol ve atık zeytinyağında elde edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları

Atık Bitkisel Yağ Türü	Değerler	Liflere dik yönde			Liflere paralel yönde		
		⊥20º	⊥60º	⊥85º	∥20º	∥60º	∥85º
Kontrol	Ortalama Sonuç	0.10	1.11	0.10	0.10	1.20	0.24
	Ölçüm Sayısı	10	10	10	10	10	10
	Homojenlik Grubu	B**	B	B**	A	BC	C
	Standart Sapma	0.00	0.07	0.00	0.00	0.07	0.16
	Minimum Ölçüm	0.10	1.00	0.10	0.10	1.10	0.10
	Maksimum Ölçüm	0.10	1.20	0.10	0.10	1.30	0.50
	Varyasyon Katsayısı	0.00	6.31	0.00	0.00	5.83	66.67
Ayçiçeği yağı	Ortalama Sonuç	0.14	0.84	0.14	0.10	1.10	0.22
	Ölçüm Sayısı	10	10	10	10	10	10
	Değişim Oranı (%)	↑40.00	↑24.32	↑40.00	-	↓8.33	↓8.33
	Homojenlik Grubu	B	C**	B	A		C
	Standart Sapma	0.05	0.10	0.05	0.00	0.00	0.13
	Minimum Ölçüm	0.10	0.70	0.10	0.10	1.10	0.10
	Maksimum Ölçüm	0.20	0.90	0.20	0.10	1.10	0.40
	Varyasyon Katsayısı	35.71	11.90	35.71	0.00	0.00	59.09
Ceviz yağı	Ortalama Sonuç	0.10	1.05	0.18	0.10	0.97	0.10
	Ölçüm Sayısı	10	10	10	10	10	10
	Değişim Oranı (%)	-	↓5.41	↑80.00	-	↓19.17	↓58.33
	Homojenlik Grubu	B**	B	B	A	D**	C**
	Standart Sapma	0.00	0.14	0.10	0.00	0.05	0.00
	Minimum Ölçüm	0.10	0.90	0.10	0.10	0.90	0.10
	Maksimum Ölçüm	0.10	1.20	0.30	0.10	1.00	0.10
	Varyasyon Katsayısı	0.00	13.33	55.56	0.00	5.15	0.00
Mısır yağı	Ortalama Sonuç	0.10	1.38	0.48	0.10	1.41	1.18
	Ölçüm Sayısı	10	10	10	10	10	10
	Değişim Oranı (%)	-	↑24.32	↑380.00	-	↑17.50	↑391.67
	Homojenlik Grubu	B**	A*	A*	A	A*	A*
	Standart Sapma	0.00	0.19	0.27	0.00	0.09	0.29
	Minimum Ölçüm	0.10	1.10	0.10	0.10	1.30	0.80
	Maksimum Ölçüm	0.10	1.50	0.70	0.10	1.50	1.50
	Varyasyon Katsayısı	0.00	13.77	56.25	0.00	6.38	24.58
Zeytinyağı	Ortalama Sonuç	0.37	1.13	0.10	0.10	1.18	0.49
	Ölçüm Sayısı	10	10	10	10	10	10
	Değişim Oranı (%)	↑270.00	↑1.80	-	-	↓1.67	↑104.17
	Homojenlik Grubu	A*	B	B**	A	B	B
	Standart Sapma	0.43	0.05	0.00	0.00	0.13	0.43
	Minimum Ölçüm	0.10	1.10	0.10	0.10	1.00	0.10
	Maksimum Ölçüm	1.00	1.20	0.10	0.10	1.30	1.00
	Varyasyon Katsayısı	116.22	4.42	0.00	0.00	11.02	87.76

***: En yüksek değer, **: En düşük değer**

Renk parametrelerine ve beyazlık indeksi (*WI**) (iki yönde) değerlerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. *L** değerinde en düşük azalış oranı atık zeytinyağı uygulanmış örneklerde %31.66 olarak görülürken, en yüksek azalış oranı atık ayçiçeği uygulanmış deney örneklerinde %34.56 olarak elde edilmiştir. *L** değeri için en yüksek kontrol örneklerinde (42.03) bulunurken, en düşük atık ayçiçeği yağı uygulanmış deney örneklerinde (27.50) olarak belirlenmiştir (Çizelge 7).

*a** değerinde en yüksek kontrol örneklerinde (11.91) tespit edilirken, en düşük sonuç atık zeytinyağı uygulanmış deney örneklerinde (7.46) olarak belirlenmiştir. *a** değeri için en yüksek azalış oranı atık zeytinyağı uygulanmış örnekler üzerinde %37.42 olarak belirlenirken, en düşük

azalış oranı atık ayçiçeği yağı uygulanmış deney örneklerinde %24.52 olarak elde edilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Renk parametrelerine ve beyazlık indeksi değerlerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları

Atık Bitkisel Yağ Türü	Değerler	Renk parametreleri					Beyazlık indeksi	
		*L**	*a**	*b**	*C**	*h*°	*WI**⊥	*WI**‖
Kontrol	**Ortalama Sonuç**	42.03	11.91	16.33	20.22	53.86	5.92	4.35
	Ölçüm Sayısı	10	10	10	10	10	10	10
	Homojenlik Grubu	A*	A*	A*	A*	A*	A*	A*
	Standart Sapma	0.76	0.34	0.81	0.83	0.89	0.12	0.14
	Minimum Ölçüm	40.07	11.24	14.19	18.10	51.62	5.70	4.20
	Maksimum Ölçüm	42.88	12.51	17.21	21.28	54.59	6.00	4.50
	Varyasyon Katsayısı	1.81	2.85	4.96	4.10	1.65	2.03	3.22
Ayçiçeği yağı	**Ortalama Sonuç**	27.50	8.99	6.73	11.24	36.86	3.05	0.16
	Ölçüm Sayısı	10	10	10	10	10	10	10
	Değişim Oranı (%)	↓34.56	↓24.52	↓58.76	↓44.40	↓31.57	↓48.48	↓96.32
	Homojenlik Grubu	C**	B	C**	B	D*	C	D
	Standart Sapma	0.22	0.47	0.23	0.45	1.38	0.42	0.05
	Minimum Ölçüm	27.03	8.21	6.35	10.63	35.04	2.70	0.10
	Maksimum Ölçüm	27.78	9.63	7.19	11.90	39.41	3.80	0.20
	Varyasyon Katsayısı	0.80	5.23	3.42	4.00	3.74	13.77	31.25
Ceviz yağı	**Ortalama Sonuç**	27.87	8.23	7.03	10.83	40.52	3.04	0.25
	Ölçüm Sayısı	10	10	10	10	10	10	10
	Değişim Oranı (%)	↓33.68	↓30.92	↓56.94	↓46.43	↓24.76	↓48.65	↓94.25
	Homojenlik Grubu	C	C	BC	B	C	C	C
	Standart Sapma	0.25	0.79	0.63	0.98	1.35	0.16	0.05
	Minimum Ölçüm	27.47	7.20	5.87	9.39	38.71	2.90	0.20
	Maksimum Ölçüm	28.18	9.62	8.01	12.53	42.86	3.30	0.30
	Varyasyon Katsayısı	0.90	9.60	8.96	9.05	3.33	5.26	20.00
Mısır yağı	**Ortalama Sonuç**	28.35	8.46	7.14	11.08	40.14	3.68	0.15
	Ölçüm Sayısı	10	10	10	10	10	10	10
	Değişim Oranı (%)	↓32.56	↓28.97	↓56.27	↓45.22	↓25.47	↓37.84	↓96.55
	Homojenlik Grubu	B	C	BC	B	C	B	D**
	Standart Sapma	0.31	0.40	0.49	0.57	1.37	0.13	0.05
	Minimum Ölçüm	27.95	7.79	6.27	10.24	37.42	3.50	0.10
	Maksimum Ölçüm	28.83	9.32	7.85	11.96	42.29	3.80	0.20
	Varyasyon Katsayısı	1.09	4.73	6.86	5.14	3.41	3.53	33.33
Zeytinyağı	**Ortalama Sonuç**	28.72	7.46	7.44	10.52	45.11	2.80	0.44
	Ölçüm Sayısı	10	10	10	10	10	10	10
	Değişim Oranı (%)	↓31.66	↓37.42	↓54.42	↓47.96	↓16.24	↓52.70	↓89.89
	Homojenlik Grubu	B	D**	B	B**	B	D**	B
	Standart Sapma	0.42	0.68	0.46	0.77	1.57	0.16	0.12
	Minimum Ölçüm	28.26	6.53	6.98	9.56	42.59	2.60	0.30
	Maksimum Ölçüm	29.63	8.51	8.46	12.00	46.94	3.00	0.60
	Varyasyon Katsayısı	1.46	9.12	6.18	7.32	3.48	5.71	27.27

***: En yüksek değer, **: En düşük değer**

*b** değeri için en düşük azalış oranı atık zeytinyağı uygulanmış grupta %54.42 olarak tespit edilirken, en yüksek azalış oranı atık ayçiçeği uygulanmış deney örneklerinde %58.76 olarak belirlenmiştir. *b** değerinde en yüksek sonuç kontrol örneklerinde (16.33) elde edilirken, en düşük atık ayçiçeği uygulanmış örneklerde (6.73) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 7).

*C** değerinde en yüksek sonuç kontrol numunelerinde (20.22) olarak elde edilirken, en düşük sonuç atık zeytinyağı uygulanmış örnek grubunda (10.52) belirlenmiştir. *C** değeri için en yüksek azalma oranı atık zeytinyağı uygulamasına sahip örneklerde %47.96 oranında tespit

edilirken, en düşük azalma oranı %44.40 ile atık ayçiçeği yağı uygulanmış deney grubunda bulunmuştur (Çizelge 7).

h^o değerinde en yüksek kontrol örneklerinde (53.86) tespit edilirken, en düşük atık ayçiçeği yağı uygulanmış deney örneklerinde (36.86) belirlenmiştir. h^o değeri için en yüksek azalış oranı atık ayçiçeği yağı uygulanmış örnekler üzerinde %31.57 olarak belirlenirken, en düşük azalış oranı atık zeytinyağı uygulanmış deney örneklerinde %16.24 olarak elde edilmiştir (Çizelge 7).

Liflere dik (⊥) ve paralel (∥) yönlerde *WI** değerlerinde en yüksek sonuçlar kontrol örneklerinde (5.92 ve 4.35) tespit edilirken, en düşük liflere dik (⊥) yönde *WI** değeri atık zeytinyağına sahip gurupta (2.80) ve en düşük liflere paralel (∥) yönde atık mısır yağı uygulanmış örneklerde (0.15) belirlenmiştir (Çizelge 7).

Liflere dik (⊥) yönde *WI** değerleri için en yüksek azalış oranı atık zeytinyağında %52.70 ve düşük azalış oranı %atık mısır yağında %37.84 olarak tespit edilmiştir. Liflere paralel (∥) yönde *WI** değerleri için en yüksek azalış oranı atık mısır yağında %96.55 ve düşük azalış oranı atık zeytinyağında %89.89 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 7).

Konu ile alakalı olarak yapılan çeşitli araştırmalara ait sonuçlar Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Yapılan çeşitli araştırmalara ait kıyaslamalar

Ağaç Türü	Atık Bitkisel Yağ Türü	Uygulama Sonrası Değişim					Kaynaklar
		*L**	*a**	*b**	C*	h^o	
Tiama (*Entandrophragma angolense* (Welw.) C DC.)	**Ayçiçeği yağı**	↓	↓	↓	↓	↓	Bu çalışma
	Ceviz yağı	↓	↓	↓	↓	↓	
	Mısır yağı	↓	↓	↓	↓	↓	
	Zeytinyağı	↓	↓	↓	↓	↓	
Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.)	**Zeytinyağı**	↑	↓	↓	↓	↑	Ayata ve Bal, (2023)
	Ceviz yağı	↑	↓	↓	↓	↑	
	Mısır yağı	↑	↓	↓	↓	↑	
Bambu (*Phyllostachys* spp.)	**Ayçiçeği yağı**	↓	↑	↑	↑	↓	Peker, (2023b)
	Ceviz yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
	Mısır yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
	Zeytinyağı	↓	↑	↑	↑	↓	
Yabani armut (*Pyrus communis* L.)	**Ayçiçeği yağı**	↓	↑	↑	↑	↓	Çamlıbel ve Ayata, (2023a)
	Ceviz yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
	Mısır yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
	Zeytinyağı	↓	↑	↑	↑	↓	
Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)	**Ceviz yağı**	↓	↑	↑	↑	↑	Peker, (2023a)
	Mısır yağı	↓	↑	↑	↑	↑	
	Zeytinyağı	↓	↑	↑	↑	↑	
Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)	**Ceviz yağı**	↓	↑	↑	↑	↓	Peker ve Ulusoy, (2023)
	Mısır yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
	Zeytinyağı	↓	↑	↑	↑	↓	
Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.)	**Ceviz yağı**	↓	↑	↑	↑	↓	Çamlıbel ve Ayata, (2023b)
	Mısır yağı	↓	↑	↑	↑	↓	
	Zeytinyağı	↓	↑	↑	↑	↓	

4. Sonuçlar ve Öneriler

Aşağıda verilen sonuçlar bu çalışmada belirlenmiştir:

- Bütün atık yağlar ile her iki yön için *WI** değerlerinde, h^o, *L**, *a**, *b** ve *C** değerlerinde azalışlar görülmüştür.
- Δ*E** değerleri büyükten küçüğe doğru ayçiçeği yağı için 17.65, ceviz yağı için 17.33, mısır yağı için 16.84 ve zeytinyağı için 16.61 olarak elde edilmiştir.
- Çeşitli atık yağlar uygulanmış malzemeler üzerinde doğal veya yapay yaşlandırma testlerinin yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
Ayata, Ü., ve Bal, B.C., (2023). Atık zeytin, ceviz ve mısır yağları uygulanmış Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) odununda bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi, European Conferences 2. Uluslararası Sağlık, Mühendislik Ve Uygulamalı Bilimler Kongresi, 4-6 Ağustos 2023 Belgrad, 115-125.
Ayensu, E.S., and Bentum, A., (1974). Commercial Timbers of West Africa, Mithsonian Contributions to Botany, Number 14, 73 pages.
Bray, D.H., Warhurst, D.C., Connolly J.D., O'Neill M.J., and Phillipson, J.D., (1990). Plants as sources of antimalarial drugs, Part 7. Activity of some species of Meliaceae and their constituent limonoids, Phyto Res, 4: 29-35. DOI: 10.1002/ptr.2650040108.
Chudnoff, M., (1980). Tropical Timbers of the World, United States Department of Agriculture Forest Service Forest Products Laboratory, 839 p.
Chudnoff, M., (1984). Tropical timbers of the world, Agric. Handb. 607. Madison, WL V.5 Department of Agriculture, Forest Service.
Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2023a). Yabani armut (*Pyrus communis* L.) ahşabında yüzey özelliklerine atık bitkisel yağlarının etkileri, Uzakdoğu 2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 20-22 Ekim 2023, Manila, Filipinler.
Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2023b). Bazı bitkisel atık yağlar uygulanmış yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) ahşabında renk, beyazlık indeksi ve parlaklık değerlerinin belirlenmesi, Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi.
DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
Hutchinson, J., and Dalziel, J.M., (1958). Flora of West Tropical Africa, 2ned. London: Crown Agents for Overseas Governments and Admin istrations, 828 p.
Irvine, F.R., (1961). Woody plants of Ghana, Oxford University Press, London, U. K.
ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
ISO 2813, (2014). Paints and varnishes - Determination of gloss value at 20°, 60° and 85°, Standard, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
Jansen, J.W.A., (1974). Timber Trees of Liberia, UNDP/SF/FAO College of Agriculture and Forestry Project University of Liberia, Monrovia.
Jirouš-Rajković, V., and Miklečić, J., (2021). Enhancing weathering resistance of wood - A review, Polymers, 13(12): 1980. DOI: 10.3390/polym13121980.
Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A., and Brink, M., (2008). Plant Resources of Tropical Africa, 7(1), Timbers 1, PROTA Foundation. Wageningen, Netherlands / Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands/ CTA, Wageningen, Netherlands. 704 pp.
Luo, M.R., (2016). Encyclopedia of color science and technology. Springer New York.
Mil, T.D., Tarelkin, Y., Hahn, S., Hubau, W., Deklerck, V, Debeir, O., Acker, J.V., de Cannière, C., Beeckman, H., and Bulcke, J.J., (2018). Wood density profiles and their corresponding tissue fractions in tropical angiosperm trees, Forests, 9(12): 763. DOI: 10.3390/f9120763.

Obih, P.O., Makinde, J.M., and Laoje, J., (1986). Investigation of various extracts of Morinda lucida for antimalarial actions on Plasmodium berghei in mice, African Journal of Medical Science, 14: 45-49.
Orisadipe, A., Amos, S., Adesomoju, A., Binda, L., Emeje, M., Okogun, J., Wambebe, C., and Gamaniel, K., (2001). Spasmolytic activity of methyl angolensate: a Triterpenoid Isolated from Entandrophragma angolense, Biological & Pharmaceutical Bulletin, 24(4): 364-367. DOI: 10.1248/bpb.24.364.
Orishadipe, A.T., Ibekwe, N.N., Adesomoju, A.A., and Okogun, J.I., (2012). Chemical composition and antimicrobial activity of the seed oil of *Entandrophragma angolense* (Welw) C.DC., African Journal of Pure and Applied Chemistry, 6(13): 184-187. DOI: 10.5897/AJPAC12.028.
Peker, H., (2023a). Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ahşabına uygulanmış bazı atık yağlar üzerinde parlaklık, beyazlık indeksi değerlerinin ve renk parametrelerinin incelenmesi, ICAFVP 3. Uluslararası Tarım, Gıda, Veteriner Ve Eczacılık Bilimleri Kongresi, 10-12 Kasım 2023, Beyrut, Lübnan.
Peker, H., (2023b). Bambu malzemesinde renk değiştirici bir uygulama olarak hizmet ömrünü tamamlamış atık bitkisel yağlarının kullanımı, ICAFVP 3. Uluslararası Tarım, Gıda, Veteriner Ve Eczacılık Bilimleri Kongresi, 10-12 Kasım 2023, Beyrut, Lübnan.
Peker, H., ve Ulusoy, H., (2023). Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine atık bitkisel yağlarının etkileri, 8. Asya Pasifik Uluslararası Modern Bilimler Kongresi, 11-12 Eylül 2023, Delhi, India, 463.
Sharma, S., and Dutt, B., (2021). Timber Finishes, Agriculture & Environment, 2(11): 71-77.
Tchinda, A.T., (2008). *Entandrophragma angolense* (Welw.) C.DC. In: Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A., & Brink, M. (Editors). Prota, 7(1): Timbers/Bois d'œuvre 1. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Netherlands.
TS ISO 13061-1, (2021). Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri - Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

TEMPERATURE DEPENDENCE OF BASIC ELECTRICAL PARAMETERS OF Ni/GO/p-Si/Al DIODE

Assoc. Prof. Ali Rıza DENİZ
Hakkari University, Çölemerik V.H.S., 0000-0003-3019-0522

ABSTRACT

Ni/GO/p-Si/Al diode was produced by using graphene oxide (GO) material as the interface material. Current-voltage (I-V) measurements of this diode were carried out in 50 K steps between 350 K and 100 K temperature values. For each temperature value, the ideality factor (n) and barrier height (Φ_b) values of the diode were calculated using the Thermionic Emission model. While n values varied between 1.17 and 3.24 with decreasing temperature, Φ_b values were determined to vary between 0.81 eV and 0.62 eV. This change of n value with temperature is attributed to the inhomogeneous structure of the potential barrier at the diode interface. Series resistance (R_s) values were calculated using Cheung functions for analyze the series resistance effect occurring in the high voltage regions of the forward bias I-V characteristic of the diode depending on temperature. It was found that R_s values varied between 5041 Ω and 1023 Ω as the temperature increased. This change in the R_s value of the diode is due to the increase in ionized atoms as the temperature increases. Using the n and Φ_b values of the diode, standard deviation, voltage coefficients and average barrier height values were calculated. Additionally, the effective Richardson (A^*) constant of the diode was calculated using single Gauss equations.

Key Words: Graphene Oxide, Thermionic Emission, Cheung Functions

1. INTRODUCTION

The use of semiconductor-based devices as circuit elements is one of the most important commercial applications of the electronics and optoelectronics industry. Schottky barrier diodes (SBDs) are basically formed by bringing the metal and the semiconductor into close contact with each other in a high temperature, low pressure environment with the least possible resistance, which is ideally zero. Metal-semiconductor (MS) and metal-insulator-semiconductor (MIS) type Schottky barrier diodes; It forms the basis of many electronic devices such as solar cells (SCs), photodetectors, fast switching applications, varactors (capacitors whose capacities change with the applied voltage), field effect transistors (AET/FETs) and microwave circuit elements **[1]**. Considering the rapid developments in semiconductor electronics, MS contacts, which are the subject of this study, attract great attention as integrated circuit elements.

Since most of the problems that may arise in the stability and reliability of all semiconductor devices are related to surface conditions, understanding the surface physics with the help of MS contacts is of great importance in device applications. Although there are different studies

on MS and MIS structures in the literature, there are still unknown and need to be improved regarding possible current-conduction mechanisms, capacitor properties, the shape, structure and electrical characterization of the barrier formed at the M/S interface **[2]**. For this reason, it is important to examine the current conduction mechanisms of Schottky barrier diodes, especially in wide frequency, temperature and voltage ranges.

The most commonly used semiconductor material in electronic devices today is Silicon. Silicon is also known as silicon and is widely used in the production of electronic chips. It stands out as a low-cost semiconductor material that is easy to procure.

GO contains functional groups such as hydroxyl, epoxy and carboxyl in its structure, as well as carbon, oxygen and hydrogen atoms. On the other hand, these oxygen functional groups can be thought of as defects that turn electrically conductive graphene into an insulator. However, oxygen functions provide GO with many unique properties that graphene does not possess. One of these properties is that it is hydrophilic, meaning that it is soluble in water and some low molecular weight alcohols and forms stable colloid solutions, as well as having a tunable band gap that gives it unique optical and electronic properties **[3]**.

2. MATERIALS AND METHODS

The Silicon crystal used in this study is boron (B) doped (*p* type), has a resistivity of 20 Ω − cm, is 380 μm thick, and has a diameter of 5 cm in the (100) plane. First, the silicon was vibrated in an ultrasonic bath for 10 minutes in a beaker filled with trichlorethylene, acetone and methanol, respectively, to clean possible oils on its surface, and after each process, it was shaken in an ultrasonic bath with 18 MΩ-cm resistivity deionized water for 5 minutes. In order to remove organic and inorganic residues on the silicone surface, a mixture of H_2O (325 ml) + (27%) NH_4OH (65 ml) was placed in the beaker and heated. (30%) H_2O_2 (65 ml) was added to the heated mixture and after bubbles formed, silicon crystals were kept in the new mixture formed in an ultrasonic bath for 15 minutes. Then, it was rinsed abundantly with deionized water with a resistance of 18 MΩ-cm. Meanwhile, since some oxide layer may form on the silicone surface, HF (20 ml) was added to the deionized water (480 ml) in the Teflon beaker in order to minimize the effect of this layer. Silicon crystal was added to the resulting mixture, shaken for 2 minutes, rinsed with plenty of deionized water and dried with nitrogen (N_2) gas. Then, Al metal was used to make Ohmic contact with the help of thermal evaporation technique in vacuum environment. The evaporation process was terminated after reaching 150 nm indium thickness for ohmic contact. Ohmic contact was created by heating the silicon crystal on the tungsten plate in the same vacuum environment. The shiny surface of the Si crystal was coated with a spin coating device. The coating device was first operated at 500 rpm for 30 seconds, then at 1200 rpm for 60 seconds. Approximately 2 mm to form rectifier contact a mask with diameter holes was selected. When the pressure reached 1 x 10^{-5} Torr in the vacuum chamber, 150 nm thick gold (Au, 99.99% purity) metal was deposited for the rectifier contact. As a result, many Ni/GO/*p*-Si/Al Schottky diode structures prepared under the same conditions were produced. **Fig 1** shows the schematic diagram of Ni/GO/*p*-Si/Al Schottky diodes produced on

silicon substrate. Current-voltage (*I-V*) measurements of the produced Ni/GO/*p*-Si/Al Schottky diodes were carried out in the dark at room temperature.

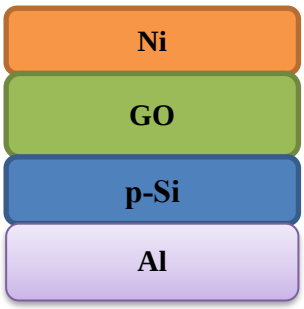


Fig. 1 The schematic diagram of Ni/GO/*p*-Si/Al

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The *I-V* characteristics of the produced samples are explained in the literature according to the Thermionic Emission (TE) theory. According to this theory, the flat supply current for a diode under non-ideal conditions is expressed as Eq 1 **[4]**.

$$I = I_0 [exp (eV/nkT) -1] \quad (1)$$

Here *n* is the ideality factor; *k*, Boltzmann constant; *T* is room temperature in Kelvin; *e* is the charge of the electron and *V* is the voltage applied as a forward bias to the diode; R_s is the series resistance and I_0 is the saturation current obtained from the straight line intersection of the *lnI* axis at $V = 0$. *I-V* graphs of the diode are given in **Fig 2**.

Ideality factor *n* is calculated with the help of Eq 2 by obtaining the fit of the slope in the flat feed part of the *lnI-V* graph. The ideality factor is expected to be very close to 1 in metal-semiconductor contacts. However, the fact that the ideality factor is far from 1 in diodes is attributed to the interface states, the size of the series resistance and the interface layers.

$$n=e/kT\ dV/d(lnI) \quad (2)$$

The barrier heights Φ_b of the diodes are calculated with the help of Eq 3

$$\Phi_b = kT\ ln(AA^*T^2/I_0 \quad) \quad (3)$$

The *n* and Φ_b values calculated for different temperature values are given in Table 1. For Ni/GO/*p*-Si/Al diode, *n* values decrease with increasing temperature. Φ_b values increase with increasing temperature. This situation arises from the inhomogeneous structure of the potential wall. At higher temperatures, electrons with more energy will pass through higher barriers **[5]**.

Table 1 The *n* and Φ_b values of Ni/GO/*p*-Si/Al diode

Temperature (K)	n	Φ_b (eV)
100	3.24	0.62
150	2.86	0.66
200	2.27	0.70
250	1.95	0.73
300	1.65	0.78
350	1.17	0.81

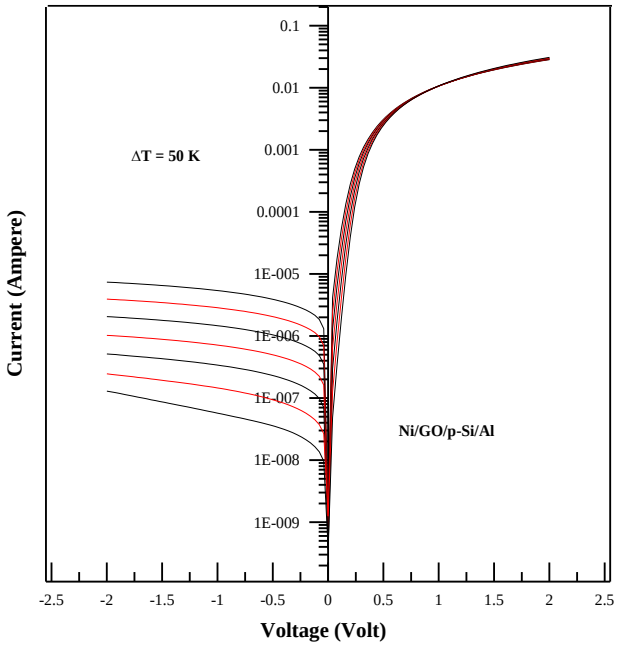


Fig. 2 The *I-V* plots of Ni/GO/*p*-Si/Al depending on the temperature

The series resistance values of the diodes were calculated by the Cheung method **[6]**. These functions are given in Eq 4 and Eq 5. R_s values are given in **Table 2**. The *dV/dlnI – V* graphs of diode are given in **Fig 3**.

$$dV/d(lnI) = nkT/q + IR_s \quad (4)$$

$$H(I) = n\Phi_b + IR_s \quad (5)$$

According to **Table 2**, the value of R_s decreases with increasing temperature. This situation is explained by the increase in the amount of ionized electrons at increasing temperatures **[7]**.

Table 2 The R_s values calculated by Cheung method from *I-V* graph of Ni/GO/*p*-Si/Al diode between 100 K and 350 K

Temperature (K)	dV/dln(I)
T (K)	R_s (Ω)
100	5041
150	4200
200	3610
250	2445
300	1523
350	1023

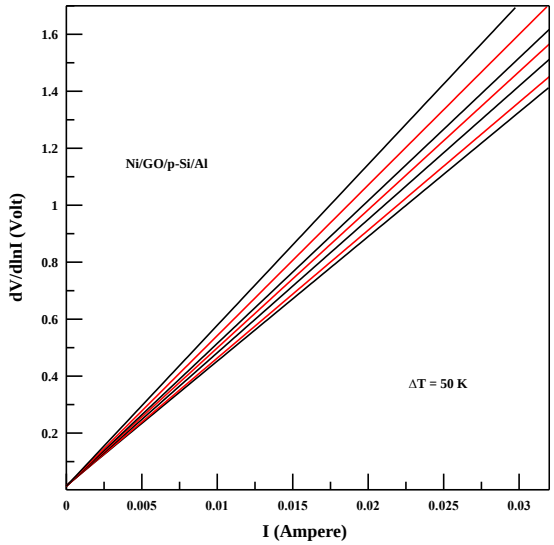


Fig. 3 The *dV/dlnI – V* graphs of diode

The effective Richardson constant of the diode was calculated using the single Gauss equation (Eq 6). The $ln(I_o/T^2)$ - *1/T* graph of the diode is given in **Fig 4**. Using the slope of this graph, the A value of the diode was calculated as 11 K^{-2} cm^{-2}. This value is lower than the theoretical value of 32 K^{-2} cm^{-2} for *p*-Si. This is because the potential barrier has different values in different regions **[8]**.

$$ln\left(\frac{I_0}{T^2}\right) - \left(\frac{e^2\sigma_0^2}{2kT^2}\right) = ln(AA^*) - \frac{e\bar{\varphi}_b}{kT} \quad (6)$$

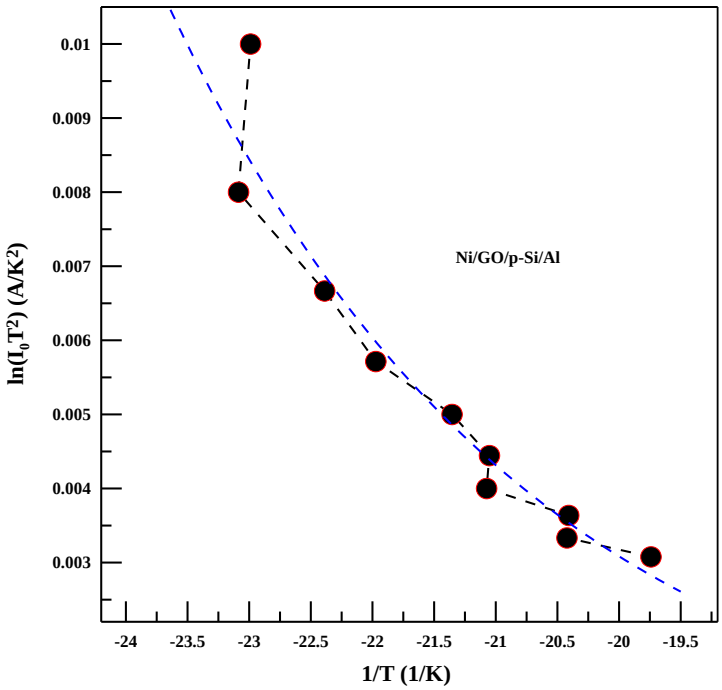


Fig. 4 Modified Richardson plot of Ni/GO/*p*-Si/Al diode

4. CONCLUSIONS

Temperature-dependent *I-V* measurements of the Ni/GO/p-Si/Al diode were carried out. As a result of the calculations, the change of diode parameters depending on the temperature gradient was analyzed. It was determined that the values of n and R_s decreased as a result of increasing thermal energy. It also turned out that the calculated A^* value was different from its theoretical value.

REFERENCES

[1] Balasubramani, V., Chandrasekaran, J., Nyugen, T.D., Maruthamuthu, S., Marnadu, R., Vivek, P., Sugarthi, S. Colossal photosensitive boost in Schottky diode behaviour with Ce-V_2O_5 interfaced layer of MIS structure, Sensors and Actuators A: Physical, 315, 112333, 2020.

[2] Sullivan, J.P., Tuna, R.T., Pinto, M.R., Graham, W.R. Electron transport of inhomogeneous Schottky barriers: A numerical study, Journal Applied Physics**,** 70(7), 403-740, 1991.

[3] Yüksel, Ö.F., Tuğluoğlu, N., Çalışkan, F., Yıldırım, M. Temperature dependence of current-voltage characteristics of Al/rubrene/*n*-GaAs (100) Schottky barrier diodes, Materials Today: Proceedings, 3, 1271-1276, 2016.

[4] Çınar, K., Çaldıran, Z., Coşkun, C., Aydoğan, Ş. Electrochemical growth of GaTe onto the *p*-type Si substrate and thecharacterization of the Sn/GaTe Schottky diode as a functionof temperature, Thin Solid Films, 550, 40-45, 2014.

[5] Erdoğan, M., Deniz, A. R., Çaldıran, Z. A novel thiophene-based D-π-A type organic material: Synthesis, characterization and Schottky diode applications, Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry, 443, 114877, 2023.

[6] Deniz, A. R. Analysis of temperature dependent current-voltage and frequency dependent capacitance-voltage characteristics of Au/CoO/*p*-Si/Al MIS diode, Microelectronics Reliability, 147, 115114, 2023.

[7] Erdogan, E., Yilmaz, M., Aydogan, S., Incekara, U., Kacus, H. Modification of barrier diode with cationic dye for high power applications, Optic, 232, 166598, 2021.

[8] Demir, G.E. Investigation on UV Photoresponsivity of main electrical properties of Au/CuO-PVA/*n*-Si MPS type Schottky Barrier Diodes (SBDs), Physica B: Physics of Condensed Matter, 604, 412723, 2021.

EFFECTS OF GRAPHEN OXİDE (GO) MATERIAL ON THE CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS OF DIODES

Assoc. Prof. Ali Rıza DENİZ
Hakkari University, Çölemerik V.H.S., - 0000-0003-3019-0522

ABSTRACT

Graphene Oxide is a 2D nanosheet composed of highly oxidized carbon atoms decorated with oxygen-containing functional groups at its edges and basal plane. Graphene oxide can be reduced to improve its conductivity, providing many advantages for electronic applications. Additionally, it can be paired with more conductive materials to increase conductivity. In this study, diode application was carried out due to the electrical properties of the GO material. The SEM images of GO/p-Si film were analyzed. Au/GO/p-Si/Al diode and reference diode were produced by using GO material as the interface material. The electrical parameters of the diode, such as ideality factor (n) and barrier height (Φ_b) calculated from the current-voltage characteristics of the diodes, showed that the GO material made serious improvements on these parameters. While n and Φ_b values for the reference diode were calculated as 1.79 and 0.66 eV, respectively, for the Au/GO/p-Si/Al diode these values were calculated as 1.17 and 0.76 eV. Additionally, the series resistance (R_s) effect, which is dominant in the high voltage region of the forward bias I-V characteristic of the diodes, was investigated. R_s values were calculated for both diodes using Cheung functions. While this value was calculated as 2074 Ω for the reference diode, it was calculated as 1274 Ω for the Au/GO/p-Si/Al diode. As can be seen from these values, GO material improves the R_s values of the diode.

Key Words: Graphene Oxide, Schottky Diode, Current-Voltage (I-V)

1. INTRODUCTION

Graphene oxide (GO) is a versatile material that attracts the attention of researchers in many branches of science and technology. GO exhibits three-dimensional structure, extremely high surface area, tunable electrical conductivity, good chemical/electrochemical stability, high flexibility, moderate conductivity, high chemical stability and excellent mechanical, optical, thermal and electrochemical properties. Therefore, GO is considered a desirable material in a wide variety of applications such as gas sensors or storage, high-performance fibers, composite membranes, electrochemical applications, energy devices, field-effect transistors, and so on **[1]**.

GO is not a homogeneous material and its structure is not well defined. Therefore, the conductivity will largely depend on the synthesis method. Graphene oxide, which contains different amounts of hydrogen, oxygen and carbon in its structure compared to graphene, has been widely obtained in the literature by Brodie, Staundenmaier, Offeman and Hummers methods. Graphene oxide (GO) structure is a form of graphene intensively oxidized with strong oxidants. Graphene oxide is a byproduct of this oxidation, which forms when oxidizing agents react with graphite, increasing the interplanar space between graphite layers. The fully oxidized

compound can then be dispersed in water or a suitable base solution, and graphene oxide is then produced. One of the oldest and most widely used methods in graphene oxide production is the Hummers method. GO synthesized by the Hummers method is an insulator at room temperature, but its conductivity increases by reducing the oxygen in its structure.

Silicon (Si) is one of the most important semiconductors for the production of metal/semiconductor (MS) Schottky contacts, solar cells, and field-effect transistors (FETs). In order to increase the barrier height of Si-based contacts, various intermediate layers have been placed between the metal and semiconductor by many researchers in the literature and the barrier has been increased **[2]**.

In this study, the surface morphology of GO films grown using the spin coating method, which is a simple and inexpensive method, was evaluated by scanning electron microscopy (SEM). The aim of this study is to determine the effect of graphene oxide on Al/Si diode properties. Therefore, to obtain the Au/GO/*p*-Si/Al diode structure and to increase the barrier of the reference Au/*p*-Si/Al contact, a GO film was grown on the p-Si semiconductor using the spin coating method. Basic diode parameters such as barrier height and ideality factor were evaluated from electrical measurements, and then these characteristic parameters were compared with the Au/*p*-Si/Al reference metal semiconductor contact results. In our current study, aluminum (Al) metal was chosen as the Schottky contact metal because it has a work function close to that of the semiconductor *p*-type Si semiconductor and because it greatly reduces direct-feed leakage currents.

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, a 380 μm thick Boron (B) doped *p*-type Si slice grown in the (100) direction was used to produce Au/*p*-Si Schottky diode. Before contact, the *p*-type Si sample is as follows; It was immersed in acetone and methanol for 5 minutes. Then, it was chemically cleaned by boiling in $NH_4OH+H_2O_2+6H_2O$ for 10 minutes, and then boiled in $HCl:H_2O_2+6H_2O$ for 10 minutes at 60 °C. To remove the natural oxide layer formed on the front surface during these processes, the sample was kept in $HF:H_2O$ (1:10) solution for 30 seconds. After each standard cleaning step before ohmic contact making, the sample was rinsed in de-ionized water for 30 seconds and dried with nitrogen gas. After the *p*-type Si crystal was cleaned, it was taken to the vacuum coating device and 99.999% purity Gold (Au) metal was evaporated onto its back surfaces under 10^{-5} Torr pressure for ohmic contact. The resulting *p*-Si/Au structure was annealed at 450 °C in N_2 environment for 5 minutes. In the next stage, the sample was placed in a vacuum environment. To realize Schottky (rectifier) contact, Au with 99.999% purity was deposited on the front surface of the Si sample by magnetic sputtering method, creating point contacts with a thickness of 50 nm and a diameter of 1.0 mm, with the help of a mask. The schematic model of the diode is shown in **Fig 1**. The SEM image of the diode is given in **Fig 2**. GO material particles were coated homogeneously with a size of approximately 5 nm.

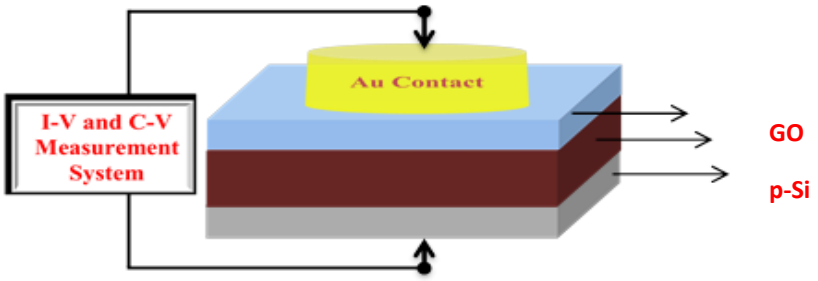


Fig. 1 The schematic model of the diode

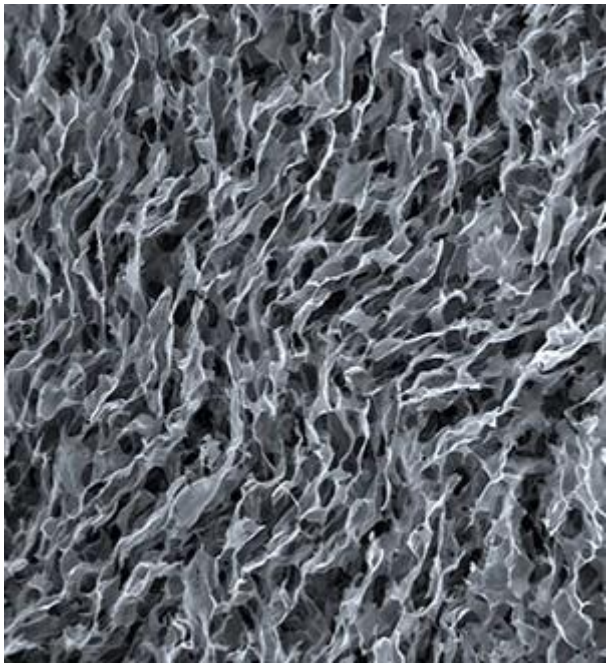


Fig. 2 The SEM image of GO/*p*-Si film

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The *I-V* characteristics of the produced samples are explained in the literature according to the Thermionic Emission (TE) theory. According to this theory, the flat supply current for a diode under non-ideal conditions is expressed as Eq 1 **[3]**.

$$I = I_0 \left[exp \left(\frac{eV}{nkT} \right) - 1 \right] \quad (1)$$

Here *n* is the ideality factor; *k*, Boltzmann constant; *T* is room temperature in Kelvin; *e* is the charge of the electron and *V* is the voltage applied as a forward bias to the diode; R_s is the series resistance and I_0 is the saturation current obtained from the straight line intersection of the lnI axis at *V* = 0. *I-V* graphs of the diodes are given in **Fig 3**.

Ideality factor *n* is calculated with the help of Eq 2 by obtaining the fit of the slope in the flat feed part of the *lnI-V* graph. The ideality factor is expected to be very close to 1 in metal-semiconductor contacts. However, the fact that the ideality factor is far from 1 in diodes is attributed to the interface states, the size of the series resistance and the interface layers. As

predicted here, the ideality factor of Au/GO/*p*-Si/Al diode is 1.17; The ideality factor of Au/*p*-Si/Al diode was calculated as 1.79. Such a high ideality factor can be attributed to the natural intense oxidation at the GO/*p*-Si interface **[4]**.

$n=e/kT \;\; dV/d(lnI)$ (2)

The barrier heights Φ_b of the diodes are calculated with the help of Eq 3. The barrier height of Au/*p*-Si/Al Schottky diodes is 0.66 eV; The barrier height of Au/GO/*p*-Si/Al diode is calculated as 0.76 eV.

$\Phi_b = kT \ln(AA^* T^2/I_0)$ (3)

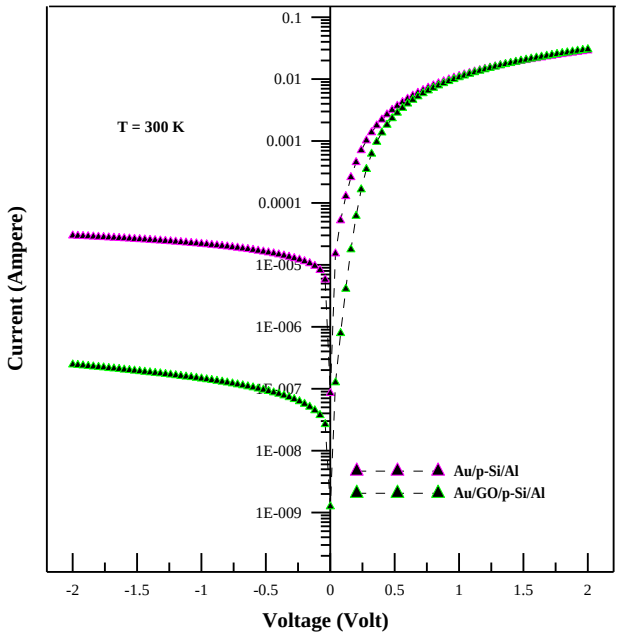


Fig. 3 The *I-V* plots of diodes

The series resistance values of the diodes were calculated by the Cheung method **[5]**. These functions are given in Eq 4 and Eq 5. The *dV/dlnI – V* graphs of diodes are given in **Fig 4**.

$$\frac{dV}{d(lnI)} = \frac{nkT}{q} + IR_s \quad (4)$$

$$H(I) = n\Phi_b + IR_s \quad (5)$$

While this value was calculated as 2074 Ω for the reference diode, it was calculated as 1274 Ω for theAu/GO/*p*-Si/Al diode. As can be seen from these values, GO material improves the R_s values of the diode.

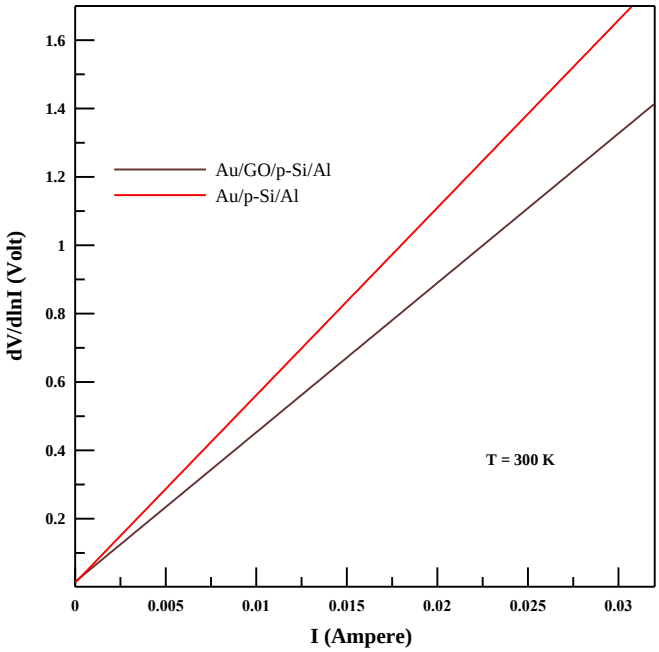


Fig. 4 The *dV/dln(I) – I* graphs of Au/*p*-Si/Al and Au/GO/*p*-Si/Al diodes

4. CONCLUSIONS

In order to calculate their electrical parameters and determine the relationship between them, Au/GO/*p*-Si/Al and Au/*p*-Si/Al diodes were produced by thermal evaporation method under the same experimental conditions. From the *I-V* graphs, Au/GO/*p*-Si/Al diode showed the same rectification feature as conventional Au/*p*-Si/Al diode with the potential barrier height in the interface region. It has been observed that the ideality factor of diode is 1.79 and the barrier height is 0.66 eV, which is larger than that in the traditional Schottky structure. The series resistances of Au/GO/*p*-Si/Al diode calculated with the help of Cheung function are larger than Au/*p*-Si/Al diode with 1274 Ω and 2074 Ω.

REFERENCES

[1] Reena, Ekta, S., Krishna, D. V., Malik, A. Temperature dependent breakdown characteristics of Ga_2O_3 based Schottky diode, Materials Today: Proceedings, December, 79, 338-341, 2023.

[2] Torun, Y., Doğan, H. Modeling of Schottky diode characteristic by machine learning techniques based on experimental data with wide temperature range, Superlattices and Microstructures, August, 130, 107062, 2021.

[3] Durmuş, H., Tataroğlu, A., Altındal, Ş., Yıldırım, M. The effect of temperature on the electrical characteristics of Ti/*n*-GaAs Schottky diodes, Current Applied Physics, October, 44, 85-89, 2022.

[4] Deniz, A.R., Taş, A.İ, Çaldıran, Z., İncekara, Ü., Biber, M., Aydoğan, Ş., Türüt, A. Effects of PEDOT:PSS and crystal violet interface layers on current-voltage performance of Schottky barrier diodes as a function of temperature and variation of diode capacitance with frequency, Current Applied Physics, April, 39, 173-182, 2022.

[5] Duman, S., Gürbulak, B., Şata, M. Analysis of temperature dependent current-voltage characteristics of Sn/*p*-GaTe/In Schottky diode, Optical Materials, February, 125, 112138, 2022.

DİZEL MOTORLARDA FARKLI YÜKLERDE BİYODİZEL+NANOPARTİKÜL KATKI MADDESİ KARIŞIMLARININ YANMA KARAKTERİSTİKLERİ, PERFORMANS VE EGZOZ EMİSYONLARINA ETKİLERİ

Doç. Dr., MEHMET ÇELİK [1], Doç. Dr., CİHAN BAYINDIRLI [2]

[1] Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fak., -0000-0002-3390-1716
[2]Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde Teknik Bilimler MYO, 0000-0001-9199-9670

ÖZET

Nanopartikül katkı maddeleri üstün termofiziksel özelliklere sahiptir. Bu özellikleri nanopartikülleri potansiyel yakıt katkısı olarak araştırmacılara sunmaktadır. Bu çalışmada nanopartikül katkı maddelerinin dizel motorda yanma, motor performansı ve emisyon değerlerine etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Deneyler, 1800 dev/dak'da üç silindirli, sıvı soğutmalı, doğal emişli dizel motor ile gerçekleştirilmiştir. Nanopartikül (NPs) katkı maddesi 50ppm ve 75ppm oranlarında pamuk biyodizeli (P0) içerisine karıştırılarak 4 farklı (10-20-30-40 Nm) motor yükünde yapılmıştır. NPs katkı maddesi ilave dilen yakıtların katkı maddesi oranı arttıkça viskozite, yoğunluk artarken alt ısıl değer azalmıştır. Yakıt özelliklerinin ve NPs katkı maddesinin katalizör etkileri incelendiğinde; düşük yüklerde özgül yakıt tüketimi (ÖYT) ve termik verimde azalma fazla olurken yük artışıyla bu oranın düştüğü görülmüştür. NPs ilave edilen yakıtlarda CO ve is emisyonları artarken, silindir içerisindeki sıcaklığın azalmasına bağlı NOx ve CO_2 emisyonlarının düştüğü görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Biyodizel, Nanopartikül, Yanma, Egzoz emisyonları

1. Giriş

Dizel motorlar, yüksek tork kapasitesi ve yakıt verimliliği avantajları nedeniyle ulaşım, tarım ve enerji üretimi gibi alanlarda ana güç kaynağı olarak kullanılsa da, dizel motorların egzozundan yayılan yüksek miktarda nitrojen oksit (NOx) ve partikül madde (PM) emisyonlarının iyileştirilmesi gibi problemler karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle dizel motorlarda petrol bazlı yakıt tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan çevre ve sağlık açısından zararlı bu emisyonların miktarının azaltılması için yanma sırasında, öncesinde ve sonrasında çeşitli önlemler/uygulamalar yapılmaktadır [1]. Küresel ısınmayla ilgili çevresel endişeler, otomotiv endüstrilerini, son kullanıcıların güç ve yakıt ekonomisi taleplerini karşılayabilmenin yanı sıra, özellikle büyük ölçekli uyum planları için yenilenebilir ve ekonomik açıdan uygun olması gereken alternatif yakıtları kullanmaya yöneltmiştir. Gelecek için umut verici bir yakıt olarak biyodizel, yağ asidi metil esterleri ve yağ asidi etil esterleri gibi uzun zincirli yağ

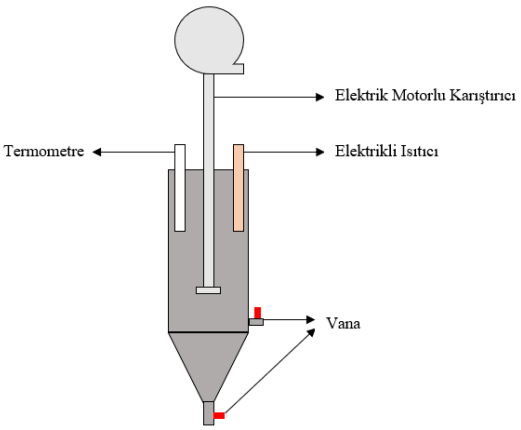
asitlerinin mono-alkil esterlerinin bir karışımıdır ve esas olarak yağların ve kısa zincirli yağların uygun katalizör ve alkol ile transesterifikasyonu yoluyla elde edilir [2]. Biyodizel, biyolojik olarak parçalanabilirlik, toksik olmayan, geri dönüştürülebilir ve mevcut yakıt altyapısı ve dizel motor donanımda değişiklik yapılmadan uyumlu kullanılabilmesinin yanı sıra daha basit bir üretim süreci dahil olmak üzere birçok özelliği nedeniyle dizel yakıta alternatif bir yakıttır [3]. Biyodizelin ticarileşmesinin önündeki ana engel, yenilebilir veya yenilebilir olmayan yağlardan üretimi için artan maliyetidir [4]. Biyodizel üretimi için hammadde seçimi, hava koşulları, tarımsal uygulama ve ürün türleri ve üretiminin ekonomik yönleri dahil olmak üzere bir dizi faktöre dayanır. Genel biyodizel üretim maliyetlerinin %75'e varan kısmının hammadde seçiminden kaynaklandığı tahmin edildiğinden, ucuz hammaddelerin kullanılmasını içermelidir [2]. Biyodizel genellikle kaynağına göre birinci, ikinci ve üçüncü nesil olarak sınıflandırılmaktadır. Birinci nesil biyodizel hammaddeleri, gıda ve yemeklik yağlardan elde edilir. Birinci nesil biyodizel için yaygın olarak kullanılan hammaddeler arasında soya fasulyesi, ayçiçeği, palmiye yağı, kolza tohumu, kanola ve pamuk tohumu bulunur. Bununla birlikte, birinci nesil biyoyakıtların üretimi için yenilebilir gıda mahsullerinin kullanılmasının, insan tüketimi için yenilebilir gıda miktarını etkili bir şekilde azalttığı, dolayısıyla küresel gıda pazarında gıda fiyatlarını artırdığı ileri sürülmüştür. Birinci nesil biyoyakıtlar, insanın yakıt ihtiyacını karşılamaya yardımcı olsa da, aynı zamanda insanın daha da önemli olan beslenme ihtiyacına yönelik bazı kaynakları tüketir. İkinci nesil biyodizel, yenilebilir olmayan kaynaklardan, örneğin ekinler, yenilebilir olmayan yağ ve daha sonra biyodizel üretmek için işlenen odun, kabuk vb. gibi diğer yenilebilir olmayan kaynaklardır. Ticari ve evsel atıklar da bu kategoriye dahildir. Üçüncü nesil biyodizel, birinci ve ikinci nesil biyodizel ile ilgili olan hem gıda hem de toprak kaynaklı problemleri azaltmaktadır. Algler, özellikle mikroalgler, üçüncü nesil biyodizel üretimi için hammadde olarak kullanılır [5]. Sonuç olarak, yenilebilir olmayan ve atık yağların kullanılması, bu malzemelerin düşük maliyeti nedeniyle biyodizel üretimini daha karlı hale getirebilir. Ayrıca yenilebilir yağların (yer fıstığı yağı, hurma yağı, hindistancevizi yağı, kolza tohumu yağı, soya fasulyesi yağı, ayçiçek yağı vb.) aksine gıda güvenliğini riske atmazlar [6]. Biyodizel, viskozite, parlama noktası ve setan sayısı gibi fiziksel ve kimyasal özellikler açısından dizel yakıtına benzer özellikler göstermektedir [5]. Motor performansını etkileyen en kritik yakıt özellikleri viskozite, alt ısıl değer ve setan sayısıdır. Viskozite, yakıt atomizasyonunu ve yakıt enjeksiyon sisteminin çalışmasını etkilediği için önemli bir yakıt özelliğidir. Yakıt viskozitesi düştükçe yakıt atomizasyonu gelişir [7]. Yakıt damlalarının atomizasyonu, silindirdeki buharlaşmayı etkileyen viskozite ve yoğunluğu güçlü bir şekilde bağlıdır. Düşük viskozite ve yoğunluk daha iyi atomizasyona yol açar [8]. Ancak

biyodizellerin, dizele kıyasla daha yüksek viskozite, daha yüksek yoğunluk, daha düşük uçuculuk ve daha yüksek akma noktası gibi birkaç dezavantajı vardır. Bu dezavantajlar zayıf atomizasyona neden olur ve eksik yanmaya yol açar [9]. Dizel motorlarda biyodizel yanması, azaltılmış karbon monoksit, partikül madde ve yanmamış hidrokarbon emisyonları ile ilişkilidir. Ancak karbon birikimi, düşük termik verim ve yüksek nitrojen oksit üretimi dahil olmak üzere çeşitli endişeler devam etmektedir [3]. Dizel partikül filtreleri ve katalitik konvertörler, kirletici emisyonları kontrol etmek için dizele belirli oranlarda eklenen katkı veya yakıtlarla ilgili çeşitli çalışmaların yanı sıra egzoz gazlarını işlemek için geliştirilmiştir. Bu katkı maddelerinden bazıları biyoyakıtlar, su emülsiyonu, etanol ve nanopartiküllerdir [10]. Günümüzde, nanobilim ve nanoteknoloji günlük yaşamda hayati bir rol oynamaktadır. Nanoteknoloji, malzeme bilimi, tıp alanı, elektronik, optik, plastik, enerji, havacılık gibi bilim ve teknolojinin hemen hemen tüm dallarında geniş bir uygulama alanına sahiptir. Daha küçük boyutları ve geniş yüzey/hacim oranları nedeniyle yakıt katkısı olarak son yıllarda fazlaca ilgiye sahiptir [11]. Kullanılan NPs tipine, partikül boyutlarına ve baz yakıtla konsantrasyonuna bağlı olarak yakıt özellikleri değişmektedir. Tüm üstünlüklere sahip olmasına rağmen, literatürde biraz belirsiz ve çelişkili sonuçlar bulunur. Ayrıca farklı araştırmacıların deneysel sonuçları, bu yeni yakıt modifikasyonu yaklaşımı hakkında ortak bir fikir birliğine varacak kadar genelleştirilmemiştir. NPs katkı maddesinin maksimum potansiyelini kullanmak ve belirlemek adına bu alanda daha fazla araştırma yapmak ve dizel motor için gelecek vaat eden bir yakıt katkı maddesi sağlamak gerekmektedir [12].

Bu çalışmalara dayanarak, kanola yağından elde edilen biyodizel içerisine yakıt katkı maddesi olarak Kobalt Oksit (Co_2O_3) katkı maddesi ilave edilmiştir. Elde edilen karışım yakıtların yakıt özellikleri belirlenerek yakıt özelliklerindeki değişimin ve nanopartikül katkı maddesinin dizel motorlarda performans, yanma ve emisyonlar üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada yakıt olarak rafine kanola yağından transesterifikasyon yöntemi ile biyodizel üretimi yapılmıştır. Biyodizelin yakıt özelliklerini değiştirebilmek için üretim esnasında alkali katalizör kullanılarak reaksiyon Şekil 1'deki 40 litre kapasiteli biyodizel reaktöründe gerçekleştirilmiştir. Reaktör içerisindeki karışım elektrikli ısıtıcı tarafından ısıtılmakta ve sıcaklığı ±1 ^{o}C hassasiyetli termometre tarafından kontrol edilmektedir.



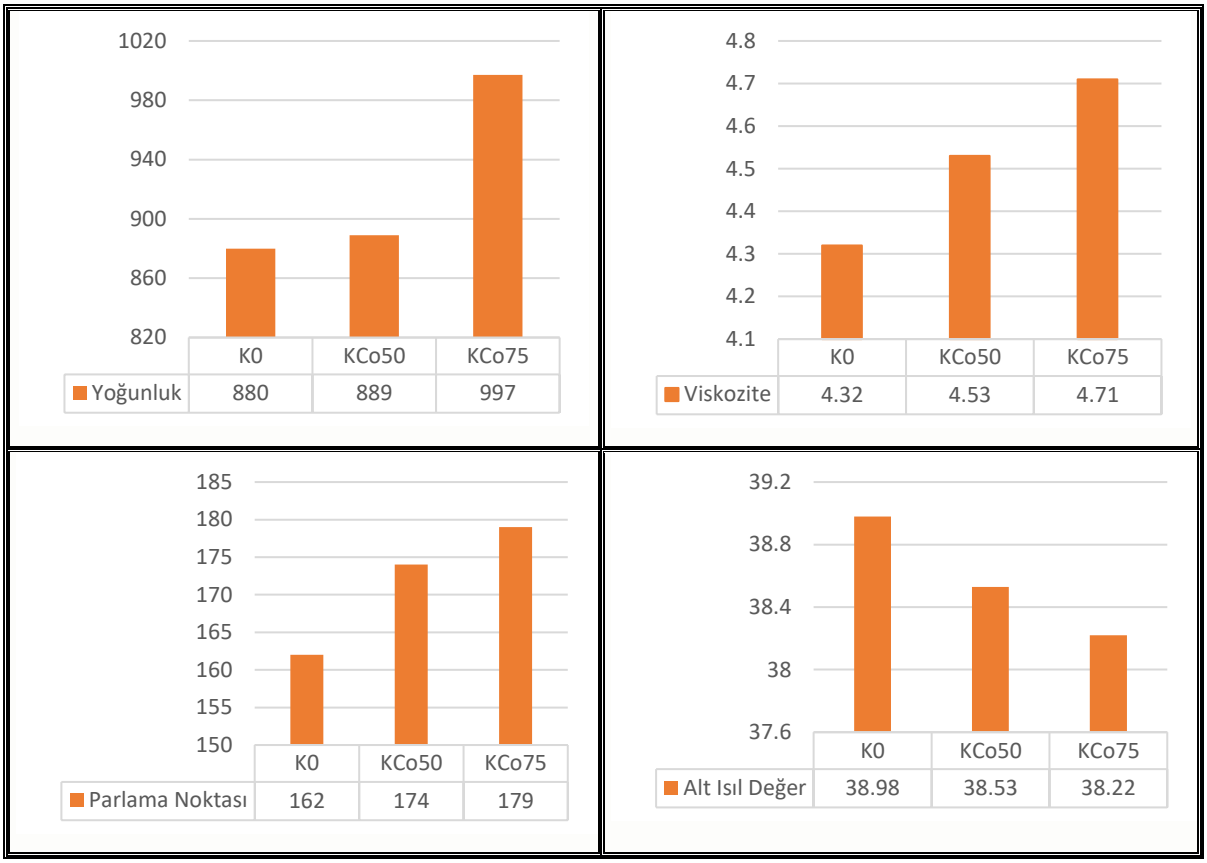
Şekil 1. Biyodizel reaktörü

Transesterifikasyon yönteminde katalizör olarak NaOH ve Metanol kullanılmıştır. Elde edilen biyodizel, yakıtı içerisine Kobalt Oksit (**Co_3O_4**) NPs katkı maddesi (50 ve 75 ppm) ilave edilmiştir. Katkı maddeleri hassas terazide tartılarak Şekil 2'de görüldüğü gibi önce mekanik karıştırıcı daha sonra ultrasonik karıştırıcı ile 50ppm ve 75ppm oranlarında yakıta karıştırılmıştır. Daha sonra elde edilen yakıtların viskozite (40 ^oC (mm^2/s)), yoğunluk (15 ^oC (kg/m^3)), alt ısıl değer (MJ/kg) ve parlama noktası (^oC) özellikleri belirlenmiştir. NPs katkı maddesi ilave edilmiş yakıtların özellikleri Şekil 3'de verilmiştir.



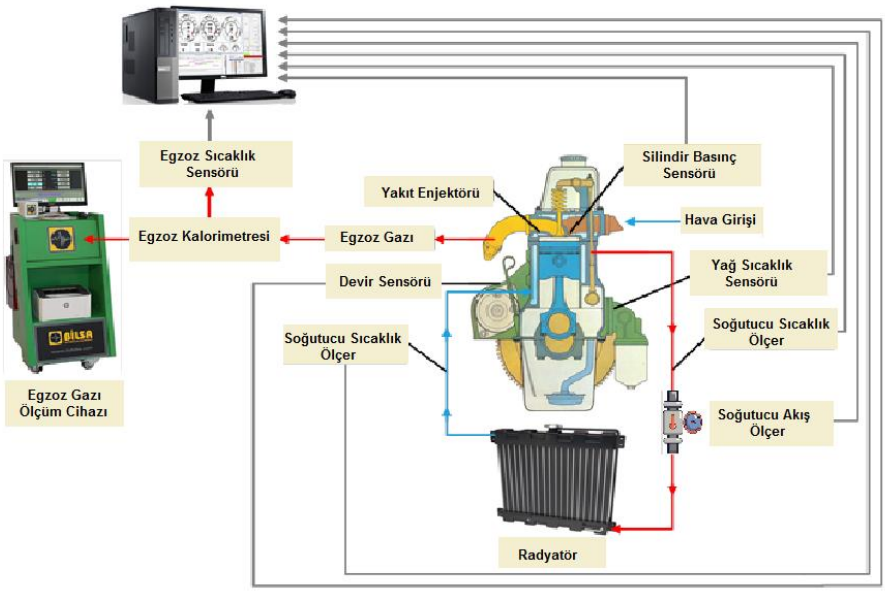
Şekil 2. Nanopartikül + biyodizel yakıt karışımlarının hazırlanması

Deneyler Şekil 4'de şematik görünümü verilen deney düzeneğinde yapılmıştır. Deneylerde kullanılan dizel motoru su soğutmalı, dört zamanlı, üç silindirli, LDW 1003 Lombardini markadır. Deney motorun yüklenmesi Net Fren NF150 marka hidrolik dinamometreye bağlanmıştır. Deneyler 1800 dev/dak sabit motor devrinde ve 4 farklı (10-20-30 ve 40 Nm) motor yükünde yapılmıştır. Deneylerde egzoz emisyon cihazı olarak Bosch BEA60 ve Bosch BEA70 model egzoz emisyon ölçüm cihazları kullanılmıştır.



Şekil 3. Deney yakıtı yakıt özellikleri

Silindir basıncı ölçüm sistemi, Şekil 5'de de gösterildiği gibi, silindir basınç sensoru, amplifikatör, enkoder (manyetik devir algılayıcısı), veri toplama kartı ve sinyal koşullandırıcı ve filtresi elemanlarından oluşmaktadır. Silindir basıncı, motorun her bir çevrimi için, bir iş çevrimi boyunca her 1º KA aralığında 720 ºKA boyunca alınan silindir içi basınç verilerinin ölçülmesi ile tespit edilerek, en az 50 çevrimin ortalaması alınarak silindir içi basınç verileri tespit edilmiştir. Alınan silindir içi basınç verileri dijital sinyallere çevrilmektedir. Dijital sinyallere çevrilen basınç verilerinin türevi alındığında ısı dağılımı hesabında gürültü ortaya çıkmaktadır. Bu gürültünün önlenebilmesi amacıyla basınç verileri aşağıda belirtilen fonksiyon ile filtrelenmektedir. Silindir içi basınç sinyalleri Eş. 1'de ki Taylor serisi formatında 4. seriye göre açılabilir.



Şekil 4. Deney düzeneği şematik görünüşü

$$P_{i+2} = P_i + \frac{2P_i' d\theta}{1!} + \frac{2^2 P_i'' d\theta^2}{2!} + \frac{2^3 P_i''' d\theta^3}{3!} + \frac{2^4 P_i'''' d\theta^4}{4!} + \cdots$$

$$P_{i+1} = P_i + \frac{P_i' d\theta}{1!} + \frac{P_i'' d\theta^2}{2!} + \frac{P_i''' d\theta^3}{3!} + \frac{2^4 P_i'''' d\theta^4}{4!} + \cdots$$

$$P_i = P_i \qquad (1)$$

$$P_{i-1} = P_i - \frac{P_i' d\theta}{1!} - \frac{P_i'' d\theta^2}{2!} - \frac{P_i''' d\theta^3}{3!} - \frac{2^4 P_i'''' d\theta^4}{4!} - \cdots$$

$$P_{i-2} = P_i - \frac{2P_i' d\theta}{1!} - \frac{2^2 P_i'' d\theta^2}{2!} - \frac{2^3 P_i''' d\theta^3}{3!} - \frac{2^4 P_i'''' d\theta^4}{4!} - \cdots$$

Dört adet düğüm noktasına göre fonksiyonun 1. mertebe türevi Eş. 2'de ki gibi olmaktadır.

$$P_i = \frac{P_{i-2} - 8P_{i-1} + 8P_{i+1} - P_{i+2}}{12d\theta} \qquad (2)$$

Sonuçta elde edilen verilerde meydana gelen gürültüyü azaltmak amacıyla Eş. 3 ile filtreleme işlemi uygulanacaktır.

$$P_i = \frac{1}{x^2}\left[\begin{matrix} P_{i-(x-1)} + 2P_{i-(x-2)} + 3P_{i-(x-3)} + \cdots + xP_i + \cdots + 3P_{i+(x-3)} + \\ 2P_{i+(x-2)} + P_{i+(x-1)} \end{matrix}\right] \qquad (3)$$

Burada;

P_i fonksiyonları silindir basınç sinyallerini,

i indisleri belirli krank mili aralıklarını ifade etmektedir.

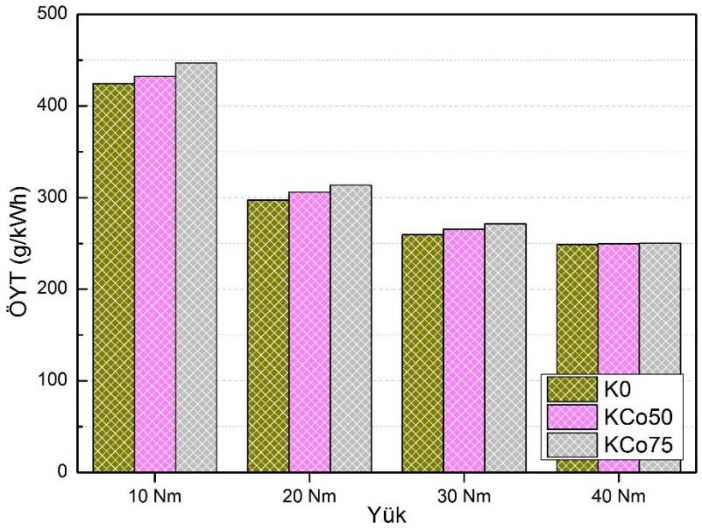


Şekil 5. Silindir basıncı ölçüm sistemi ekipmanları

3. Bulgular

3.1. Özgül Yakıt Tüketimi (ÖYT)

Şekil 6'da ÖYT grafiği görülmektedir. Motor yükü artışıyla ÖYT azalırken, NPs arttıkça ÖYT arttığı görülmektedir. 10 Nm yükte K0 yakıtında ÖYT 424,18 g/kWh olurken KCo50 yakıtında 432,52 g/kWh, KCo50 yakıtında 446,80 g/kWh olmuştur. Düşük yüklerde K0 yakıtına göre KCo50 ve KCo75 yakıtlarında ÖYT artış fazla olurken yük artışıyla birlikte bu oran azalmıştır. 40 Nm yükte K0 yakıtına göre KCo50 ve KCo75 yakıtlarında ÖYT artış sırasıyla %0,21 ve %0,46 olmuştur. NPs ilave edilen tüm karışımların, alt ısıl değerinin azalması nedeniyle daha yüksek ÖYT olmaktadır [13]. Ayrıca, NPs eklenmesi, yakıt alt ısıl değerinin azalması ile biraz daha yüksek yoğunluğa sebep olmuştur. Daha yüksek yakıt yoğunluğu, aynı motor parametreleri için daha yüksek miktarda yakıt enjekte edilmesine neden olarak daha yüksek ÖYT ile sonuçlanmasına sebep olur [14]. ÖYT etkileyen ana parametreler, yakıtın yanma kalitesini kontrol eden parametrelerdir. Bu parametreler yakıt viskozitesi ve yoğunluktur. NPs ilave edilen yakıtların daha yüksek viskozitesi zayıf yakıt atomizasyonuna yol açar ve bu da daha düşük yanma verimliliği ile karakterize edilen difüzyon modunda yakılan yakıt miktarını artırır [7].



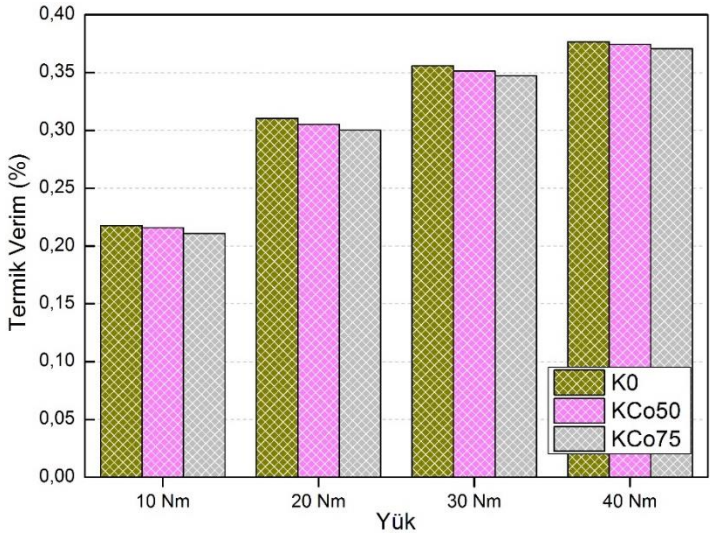
Şekil 6. NPs katkı maddesi ilave edilmiş yakıtların ÖYT grafiği

3.2. Termik verim

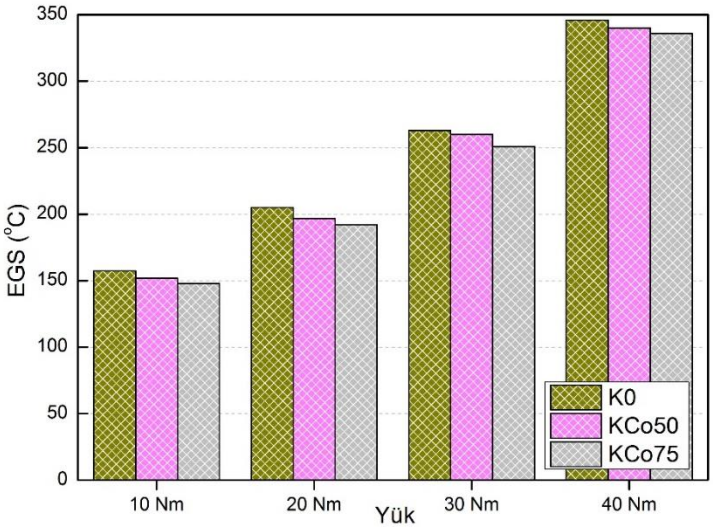
Termik verim, genel olarak motorda kullanılan yakıtın dönüşüm verimi olarak tanımlanır. Dizel motorun termik verimini etkileyen ana faktörler; sıkıştırma oranı, yakıt enjeksiyon zamanlaması, enjeksiyon basıncı, hava-yakıt oranı ve en dikkat çekicisi kullanılan yakıtın alt ısıl değeridir [15]. Şekil 7' de NPs katkı maddeleri ilave edilen test yakıtlarının termik verim grafiği görülmektedir. Yük artışıyla birlikte termik verimin arttığı görülmektedir. NPs katkı ilave edilen yakıtlarda 10 Nm yükte termik verimde K0 yakıtına göre KCo50 ve KCo75 yakıtında termik verimdeki azalma sırasıyla %0,78 ve %3,17 olurken 40 Nm yükte bu azalma %0,56 ve %1,49 olmaktadır. NPs ilave edilen yakıtların alt ısıl değerlerinin azalması, viskozite ve yoğunluklarının artması yakıtların yanma hızını azaltmış ve tam yanma sürecini olumsuz etkilemiştir [16]. Yakıtın viskozite ve yoğunluğundaki artış ile yakıt atomizasyonunu ve buharlaşmasını kötüleştirerek termik verimin azalmasına sebep olmuştur [17].

3.3. Egzoz Gazı Sıcaklığı (EGS)

EGS, yanma odasına alınan yakıt miktarından, motor yükünden, tutuşma gecikmesi süresinden, yakıtın alt ısıl değerinden etkilenmektedir [18]. EGS, motordaki yanmanın ilerlemesi hakkında bilgi sağlar. Şekil 8'de EGS grafiği görülmektedir. Motor yükü arttıkça egzoz gazı sıcaklığı artarken NPs katkı oranı arttıkça azaldığı görülmektedir. NPs ilave edilen yakıtlarda viskozite ve yoğunluğun artması yanmayı olumsuz etkilerken silindir içerisindeki sıcaklığı azalmasına sebep olmaktadır.



Şekil 7. NPs katkı maddesi ilave edilmiş yakıtların termik verim grafiği

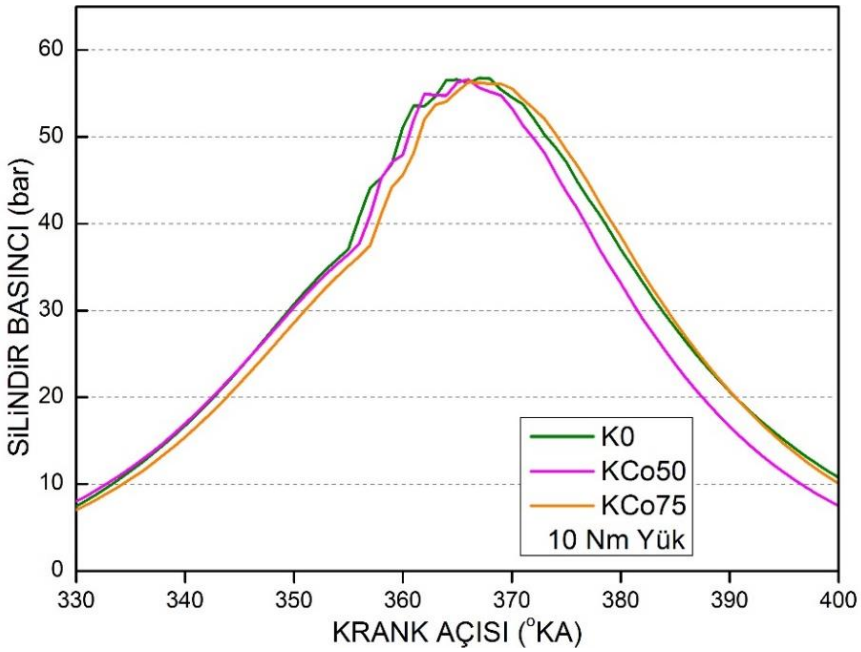


Şekil 8. NPs katkı maddesi ilave edilmiş yakıtların EGS grafiği

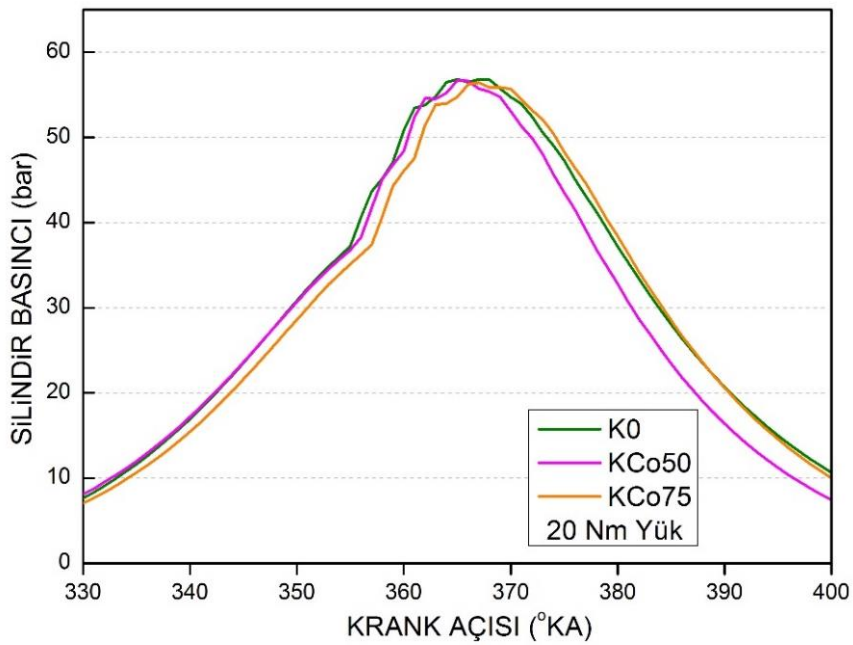
3.4. Silindir Basıncı

Şekil 9-12'de NPs katkı maddesi ilave edilmiş test yakıtlarının yük durumuna göre silindir basıncı grafiği görülmektedir. Yanma işleminin amacı, yakıtın içerdiği kimyasal enerjiyi, faydalı iş ve güce dönüştürülebilen ısı enerjisine dönüştürmektir. Yakıt yanmasının pratik olarak mümkün olduğu kadar eksiksiz olması için stokiyometrik miktarı aşan havaya ihtiyaç vardır. Bu, stokiyometrik orandan %30'a kadar daha fazla olabilir. Bunu başarmak için, özellikle hava hareketini ve türbülansı kontrol etmek için doğru karışım koşullarının oluşturulması gerekir [12]. Yük arttıkça maksimum silindir basıncı artmaktadır. NPs katkı maddesi oranındaki artışa bağlı olarak viskozitedeki artış sebebiyle yakıt hava ile daha zor karışır ve silindir basıncının azalmasına sebep olur [19]. K0-KCo50 ve KCo75 yakıtlarında

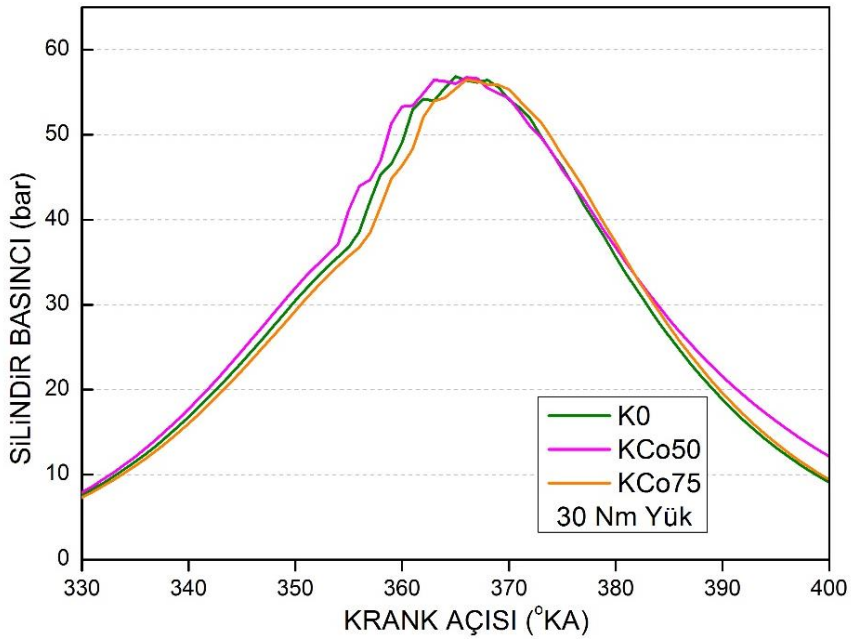
maksimum silindir basıncı sırasıyla 10 Nm yük durumunda 56,76-56,58 ve 56,29 bar olurken 40 Nm yük durumunda 56,85-56,73 ve 56,47 bar olmuştur. NPs daha yüksek yüzey alanı, ısı transfer oranı ve mükemmel fiziksel-kimyasal özelliklere sayesinde silindir basıncında ki bu azalış hızını yavaşlatmıştır [7].



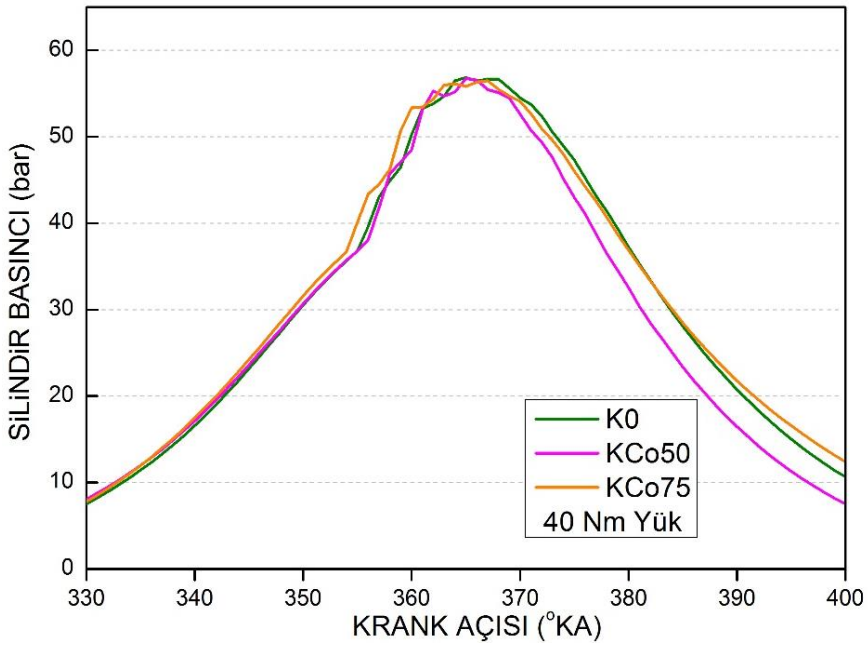
Şekil 9. NPs katkı maddesi ilave edilmiş yakıtların silindir basıncı grafiği



Şekil 10. NPs katkı maddesi ilave edilmiş yakıtların silindir basıncı grafiği



Şekil 11. NPs katkı maddesi ilave edilmiş yakıtların silindir basıncı grafiği

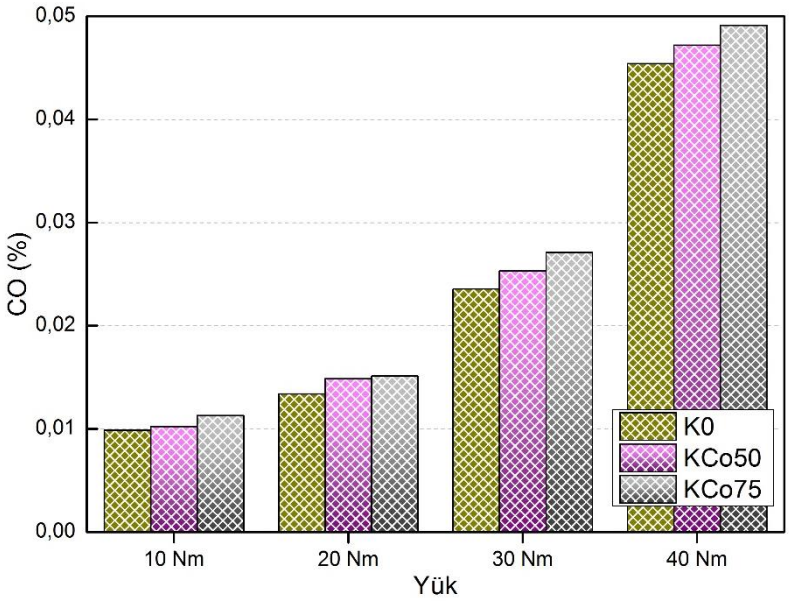


Şekil 12. NPs katkı maddesi ilave edilmiş yakıtların silindir basıncı grafiği

3.5. Karbon monoksit emisyonları (CO)

CO oluşumu yakıtın silindirde yetersiz yanma ve yetersiz O_2 nedeniyle oluşur [20]. CO, hem daha düşük yakıt-hava oranlarında hem de daha yüksek yakıt-hava oranlarında oluşması muhtemeldir. Düşük yakıt-hava oranı, alev yayılımının zor olmasına yardımcı olsa da, aynı

zamanda daha yüksek yakıt-hava oranı, CO'yu CO_2'ye dönüştürmek için yetersiz oksidasyon kapasitesine sahip olacaktır [21]. CO, daha yüksek yüklerde meydana gelen zengin yanma nedeniyle motor yüküyle birlikte artar [22]. Şekil 13'de CO emisyonu grafiği görülmektedir. 10 Nm yükte K0 yakıtına göre KCo50 ve KCo75 yakıtlarında CO emisyonlarında ki artış sırasıyla %3,53 ve %14,46 olduğu görülmüştür. 40 Nm yükte ise bu oranlar sırasıyla %3,89 ve %8,12 olmuştur. CO emisyonu esas olarak tamamlanmamış yanma sürecinden kaynaklanır. Karışım konsantrasyonu arttıkça, NPs karışımlarının alt ısıl değeri azalır ve bu da tipik olarak yanma hızını azaltır. Ayrıca, daha yüksek viskozite, kirletici emisyonunun bir başka önemli nedenidir. Öte yandan, karışımların daha yüksek viskozitesi, yakıt spreyinin kalitesini bozmakta, bu da zayıf karışıma neden olmakta ve eksik yanmaya yol açmaktadır [13]. NPs katkı maddesi ilave edilen yakıtlarda yakıtın viskozitesi artmış olsada NPs katalitik etkisinden dolayı yanma olumsuzlukları azalmıştır. Bu sebeple CO emisyonlarındaki artış hızı azalmıştır. Yanma ne kadar eksiksiz olursa, CO emisyonu o kadar düşük olur [23].

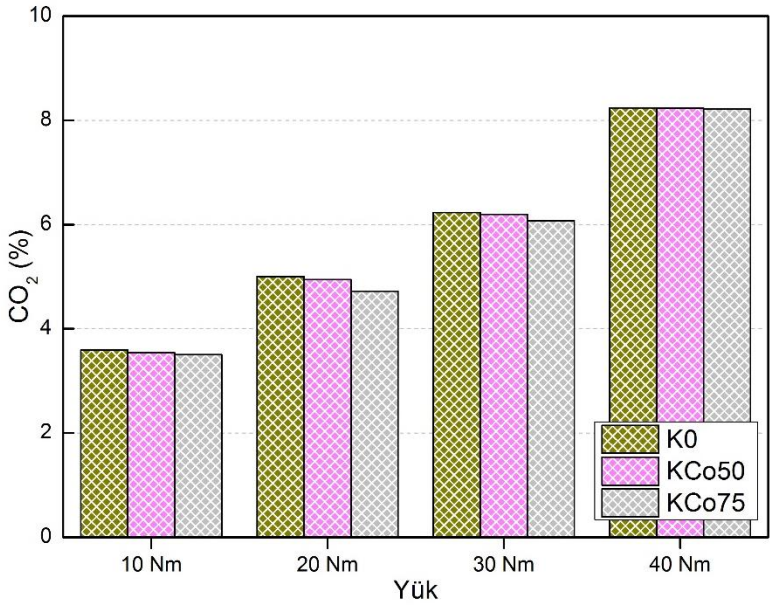


Şekil 13. NPs katkı maddesi ilave edilmiş yakıtların CO emisyonu grafiği

3.6. Karbon dioksit emisyonları (CO_2)

CO_2 emisyonu motor yükü ve katkı maddesi oranının artışına bağlı olarak NOx emisyonuna benzer bir şekilde değişim göstermektedir. Şekil 14'de nanopartikül katkı maddesi ilave edilen yakıtların CO_2 emisyonlarının grafiği görülmektedir. CO_2 emisyonları tam yanma ürünü bir emisyondur. 10 Nm yükte K0 yakıtına göre KCo50 ve KCo75 yakıtlarındaki azalma sırasıyla %1,57 ve %2,52 olurken, 40 Nm yükte bu değişim %0,09 ve %0,22 olmuştur. NPs katkı maddesi ilave edilen yakıtların viskozite ve yoğunluğu atomizasyon kalitesi düşer ve yanma

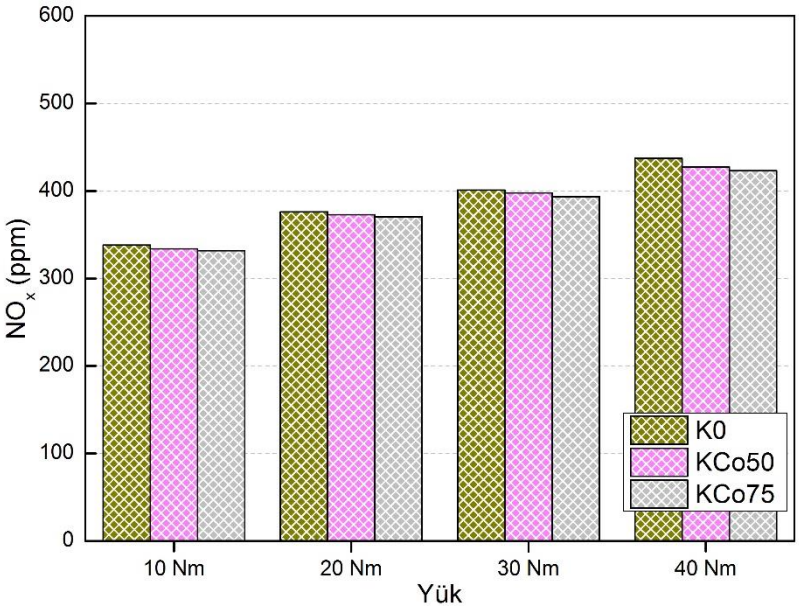
kötüleşir. Fakat NPs ısı iletkenliğinin çok iyi olması ve katalizör etkisinden dolayı bu olumsuzluk azalmaktadır.



Şekil 14. NPs katkı maddesi ilave edilmiş yakıtların CO_2 emisyonu grafiği

3.7. Azot oksit Emisyonları (NOx)

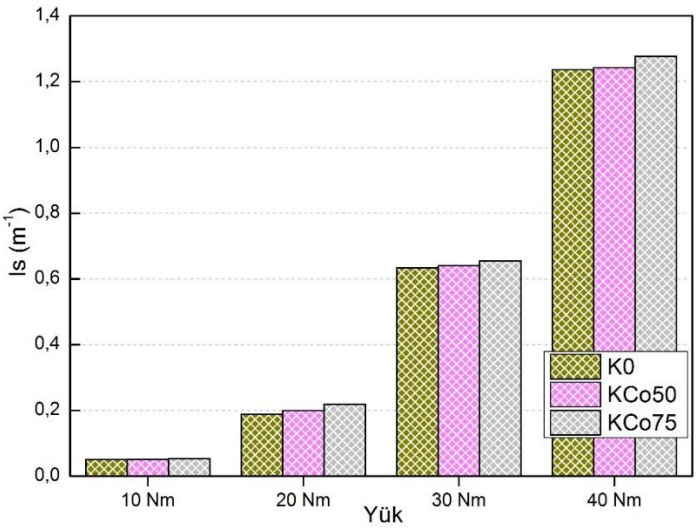
NOx yanma aşamasında kontrol edilmesi gereken en zararlı kirleticidir. NOx oluşumunu etkileyen faktörler; yüksek sıcaklık, oksijen zenginleştirme ve yeterli yanma süresidir [20]. Dizel motorlarda NOx emisyonlarının başlıca nedeni, genellikle hava-yakıt karışımının yüksek olmasıdır. Bu durumda, hava-yakıt karışımında daha fazla miktarda oksijen ve nitrojen bulunur. Azot, düşük sıcaklıklarda inerttir, ancak daha yüksek sıcaklıklarda oksijene olan ilgisi daha fazladır [21]. Şekil 15'de yük artışıyla birlikte artan silindir içirişindeki yanma sıcaklığının artmasıyla NOx emisyonları da artmaktadır. Aynı zamanda NPs katkı maddesi miktarının artışıyla NOx emisyonları azalmaktadır. 10 Nm yükte K0 yakıtında NOx emisyonu 338 ppm olurken 40 Nm'de 437 ppm olmuştur. 40 Nm K0 yakıtına göre KCo50 ve KCo75 yakıtlarında NOx emisyonu sırasıyla %2,23 ve %3,17 oranında azalmıştır. Maksimum yük koşullarında, en yüksek silindir sıcaklığı, deney koşulları için NOx oluşumunu arttırıyor. Zel'dovich NOx termal transfer mekanizması, daha yüksek yük yüzdesinde yanma bölmesinde baskın olan aşırı sıcaklığın maksimum NOx üretimini tetiklediğini göstermektedir [21].



Şekil 15. NPs katkı maddesi ilave edilmiş yakıtların NOx emisyonu grafiği

3.8. İs emisyonları

Şekil 16'da is emisyonu grafiği görülmektedir. Yakıt tüketimindeki artış ve zengin yakıt-hava karışımı nedeniyle motor yükü arttıkça is emisyonu da artmaktadır [22]. 40 Nm yükte K0 yakıtına göre KCo50 ve KCo75 yakıtlarında is emisyonlarındaki artış sırasıyla %0,52 ve %3,30 olmuştur. Düşük yüklerde bu oran daha fazladır. İs emisyonları; düşük yüklerdeki yanma tutarsızlığı ve yüksek yüklerdeki silindir içi sıcaklıklarının artması nedeniyle artış gösterebilir [13,21].



Şekil 16. NPs katkı maddesi ilave edilmiş yakıtların is emisyonu grafiği

4. Sonuçlar

3 silindirli, su soğutmalı, doğal emişli, ön yanma odalı, biyodizel içerisine NPs katkı maddesi ilavesinin motor performansına ve emisyonlara etkisi deneysel olarak incelenmiştir. 1800 dev/dak dört farklı yükte yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Yakıt içerisine ilave edilen NPs oranının artmasıyla birlikte kinematik viskozite ve yoğunluk artmıştır. Yine NPs oranına bağlı olarak alt ısıl değer azalmıştır. 75 ppm NPs oranında K0 yakıtına göre viskozite %3,29, yoğunluk %9,02 artarken, alt ısıl değer %1,94 azalmıştır.
- Yakıtın viskozite ve yoğunluğundaki artış alt ısıl değerdeki azalmaya bağlı özgül yakıt tüketimi artmış ve termik verim azalmıştır.
- Yakıt özelliklerindeki olumsuz değişime bağlı olarak silindir içerisindeki damlacıklara ayrılma ve buharlaşma kötüleşmiş ve tüm yüklerde NPs ilave edilen yakıtların maksimum silindir basınçları düşmüştür.
- Yakıtın atomizasyon ve buharlaşma karakteristiklerinin düşük olmasına rağmen NPs katkı maddesinin katalizör etkisi, daha iyi ısı transfer özelliklerinden dolayı düşüşlerin daha az olduğu görülmüştür.
- NPs katkı maddesi ilave edilen yakıtların silindir içerisindeki sıcaklıkları düşürdüğünden CO ve is emisyonu artarken, NOx ve CO_2 emisyonlarının azaldığı görülmüştür.

Kaynaklar

[1] Fırat, M., Altun, Ş., Okcu, M., Varol, Y. (2022). Experimental investigation on combustion and emission characteristics of reactivity controlled compression ignition engine powered with iso-propanol/biodiesel blends. Propulsion and Power Research, 11(2), pp. 224-239.

[2] Ghasemi, A. and Moosavi-Nasab, M. (2020). Production of second-generation biodiesel using low-quality date fruits. Biotechnology Reports, 27: pp:00480.

[3] Zandie, M., Ng, H.K., Gan, S.G., Said, M.F.M., Cheng, X. (2022). Review of the advances in integrated chemical kinetics-computational fluid dynamics combustion modelling studies of gasoline-biodiesel mixtures. Transportation Engineering, 7, pp:100102.

[4] Krishnamoorthi, M., Malayalamurthi, R., Shameer, P.M. (2018). RSM based optimization of performance and emission characteristics of DI compression ignition engine fuelled with diesel/aegle marmelos oil/diethyl ether blends at varying compression ratio, injection pressure and injection timing. Fuel, 221, pp:283–297.

[5] Mofijur, M., Siddiki, S.Y.A., Shuvho, M.B.A., Djavanroodi, F., Fattah, I.M.R., Ong, H.C., Chowdhury, M.A., Mahlia, T.M.I. (2021). Effect of nanocatalysts on the transesterification reaction of first, second and third generation biodiesel sources- A mini-review. Chemosphere, 270, pp:128642.

[6] Dabirian, E., Hajipour, A., Mehrizi, A.A., Karaman, C., Karimi, F., Loke-Show, P., Karaman, O. (2023). Nanoparticles application on fuel production from biological resources: A review. Fuel, 331, pp:125682.

[7] El-Seesy, A.I., Attia, A.M.A., El-Batsh, H.M. (2018). The effect of Aluminum oxide nanoparticles addition with Jojoba methyl ester-diesel fuel blend on a diesel engine performance, combustion and emission characteristics. Fuel, 224, pp:147–166.

[8] Örs, I., Sarıkoç, S., Atabani, A.E., Ünalan, S., Akansu, S.O. (2018). The effects on performance, combustion and emission characteristics of DICI engine fuelled with TiO_2 nanoparticles addition in diesel/biodiesel/nbutanol blends. Fuel, 234, pp:177–188.

[9] Londhe, H., Luo, G., Park, S., Kelley, S.S., Fang, T. (2019). Testing of anisole and methyl acetate as additives to diesel and biodiesel fuels in a compression ignition engine. Fuel, 246, pp:79–92.

[10] Dhahad, H.A., Ali, S.A., Chaichan, M.T. (2020). Combustion analysis and performance characteristics of compression ignition engines with diesel fuel supplemented with nano-TiO_2 and nano-Al_2O_3. Case Studies in Thermal Engineering, 20, pp:100651.

[11] Mamatha, K.S., Shashank, M., Nagaraju, G., Suresh Kumar, H.M. (2022). Combustion synthesis of calcium doped ZnO nanoparticles for the photocatalytic degradation of methylene blue dye. Journal of the Indian Chemical Society, 99, pp:100744.

[12] Bayındırlı, C., Çelik, M., Zan, R. (2023). Optimizing the thermophysical properties and combustion performance of biodiesel by graphite and reduced graphene oxide nanoparticle fuel additive. Engineering Science and Technology, an International Journal, 37, pp:101295.

[13] Al-Kheraif, A.A., Syed, A., Elgorban, A.M., Divakar, D.D., Shanmuganathan, R., Brindhadevi, K. (2021). Experimental assessment of performance, combustion and

emission characteristics of diesel engine fuelled by combined non-edible blends with nanoparticles. Fuel, 295, pp:120590.

[14] Venu, H. and Madhavan, V. (2016). Effect of Al_2O_3 nanoparticles in biodiesel-diesel-ethanol blends at various injection strategies: Performance, combustion and emission characteristics. Fuel, 186, pp:176–189.

[15] Çelik, M. ve Uslu, S. (2023). Experimental investigation of diesel engine running on diesel fuel supplemented with CeO_2 metal nanoparticles. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects. 45(1), p:246-262.

[16] Razzaq, L., Mujtaba, M.A., Soudagar, M.E.M., Ahmed, W., Fayaz, H., Bashir, S., Fattah, I.M.R., Ong, H.C., Shahapurkar, K., Afzal, A., Wageh, S., Al-Ghamdi, A., Ali, M.S., EL-Seesy, A.I. (2021). Engine performance and emission characteristics of palm biodiesel blends with graphene oxide nanoplatelets and dimethyl carbonate additives. Journal of Environmental Management, 282, p:111917.

[17] Das, A.K., Hansdah, D., Panda, A.K. (2021). Thermal balancing and exergetic performance evaluation of a compression ignition engine fuelled with waste”plastic pyrolytic oil and different fuel additives. Energy, 229, pp:120629.

[18] Pulkrabek, W.W. (2004). Engineering Fundementals of the Internal Combustion Engine. Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey, 50-289.

[19] Bibin, C., Devan, P.K., Kumar, S.S., Gopinath, S., Sheeja, R. (2021). Influence of palmitic and oleic acid mixtures on combustion evaluation of a diesel engine. Materials Today: Proceedings, 45, p:6638–6644.

[20] Zhao, Z., Yan, S., Lian, J., Chang, W., Xue, Y., He, Z., Bi, D., Han, S. (2018). A new kind of nanohybrid poly(tetradecyl methyl-acrylate)-graphene oxide as pour point depressant to evaluate the cold flow properties and exhaust gas emissions of diesel fuels. Fuel, 216, pp:818–825.

[21] Sakthivadivel, D., Kumar, P.G., Prabakaran, R., Vigneswaran, V.S., Nithyanandhan, K., Kim, S.C. (2022). A neem oil-based biodiesel with DEE enriched ethanol and Al_2O_3 nano additive: An experimental investigation on the diesel engine performance. Case Studies in Thermal Engineering, 34, pp:102021.

[22] Gad, M.S., Abdel Aziz, M.M., Kayed, H. (2022). Impact of different nano additives on performance, combustion, emissions and exergetic analysis of a diesel engine using waste cooking oil biodiesel. Propulsion and Power Research, 11(2), pp:209-223.

[23] Pourhoseini, S.H., Ghodrat, M., Baghban, M., Shams, Z. (2023). Effects of blending energetic iron nanoparticles in B20 fuel on lower CO and UHC emissions of the diesel engine in cold start condition. Case Studies in Thermal Engineering, 41, pp:102658.

YAKIT KATKI MADDESİ OLARAK GÜMÜŞ OKSİT (Ag_2O) NANOPARTİKÜLÜN DİZEL MOTORDA PERFORMANSA ETKİSİ – DENEYSEL BİR ARAŞTIRMA

Doç. Dr., MEHMET ÇELİK [1], Doç. Dr., CİHAN BAYINDIRLI [2]

[1] Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fak., -0000-0002-3390-1716
[2]Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde Teknik Bilimler MYO, 0000-0001-9199-9670

ÖZET

Mevcut küresel enerji senaryolarında fosil yakıtların geleceği, aşırı talep, çevresel tehlikeler ve artan maliyetler nedeniyle zorluklarla karşı karşıyadır. Bu konuda uzun yıllardır alternatif kaynak arayışları devam etmektedir. Bu bağlamda biyodizel yakıtı potansiyel olarak dizel motorlarda alternatif yakıt olarak değerlendirilmektedir. Biyodizel yakıtının yakıt özelliklerindeki bazı olumsuzluklar mevcuttur ve bu durum biyodizel yakıtının kullanımını sınırlandırmaktadır. Bu olumsuzlukları gidermek için yapılan çalışmalardan birisi nano-metal yakıt katkılarıdır. Nano-metal oksit katkı maddeleri yanma aktivasyonunu teşvik eder ve böylece yanma sürecini iyileştirir. Baz yakıta nanopartiküllerin dahil edilmesi, yakıtın kimyasal özelliklerini iyileştirir. Ayrıca nano katkı maddelerinin eklenmesi ısı transferini, kimyasal reaktiviteyi arttırır ve bu da motor performansında iyileşmeye ve emisyonların azaltılmasını sağlar. Bu çalışmada, pamuk yağı metil esteri (P0) içerisine gümüş oksit (Ag_2O) nanopartikül katkı maddesi ilave edilerek yakıt özelliklerindeki değişim belirlenmiştir. Nano katkının yakıt özelliklerindeki olumlu etkisinin dizel motor performansı ve yanma karakteristikleri üzerine etkileri deneysel olarak belirlenmiştir. NPs, eklenen yakıtların viskozite ve yoğunluğunun azaldığı, alt ısıl değeri gibi termofiziksel özelliklerinin iyileştiği görülmüştür. Bu durum daha iyi yakıt atomizasyonu sağlamış ve daha homojen hava-yakıt karışımım oluşumunu sağlamış böylece termik verimi iyileştirmiştir. Deney sonuçlarında NPs katkı ile özgül yakıt tüketiminin (ÖYT) azaldığı, termik verimin arttığı, silindir içi basıncı ve egzoz gazı sıcaklığının baz (P0) yakıta göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Nano yakıt katkısı, Dizel motor, Gümüş oksit, Motor performansı

1. Giriş

Dünyada enerji tüketimi günden güne artmaktadır. Fosil kökenli yakıtların kolay depolanabilir ve taşınabilir olmasının yanı sıra enerji açısından yoğun bir kimyasal enerji potansiyeline sahip olmalarından dolayı içten yanmalı motorlarda birincil enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte fosil kökenli yakıtların rezervlerinin belirli bölgelerde bulunması, giderek tükeniyor olması ve ortaya çıkardığı hava kirliliği ve küresel ısınma gibi ciddi sıkıntıları vardır [1]. Fosil kökenli yakıt kullanan dizel motorlar; tarım, sanayi ve ulaşımda yaygın olarak kullanılmaktadır. Dizel yakıtının çevreye verdiği zararlar devletler tarafından sıkıca gözlenmekte ve dizel motorlu araç kullanıcıları katı kurallara tabii tutulmaktadır. İçten yanmalı motorlarda yanma konusu; verim, performans ve yanma sonrasındaki emisyonlarda dahil tümüyle değerlendirilmelidir. Son zamanlarda gerçekleştirilen deneyler ve projeler bu konuda bize yakıtların performansını ve çevreye olan zararlarını karşılaştırma fırsatı vermektedir. Her geçen gün içeriği değiştirilip deneyleri yapılan yakıt çeşitleri bu yolda daha temiz ve verimli olmak için araştırmalara ışık tutmaktadır [2].

Petrol kaynaklarının gelecekte tüketilecek olmasından dolayı son yıllarda araştırmacılar alternatif ve temiz yakıtlar üzerinde çalışmalar yürütmektedir. Bitkisel veya hayvansal yağlardan veya bu yağların atıklarından transesterifikasyon yöntemiyle elde edilen biyodizel, çevre dostu bir yakıttır ve biyodizel elde edebilmek için yağ açısından zengin içerikli bitkilerin yetiştirilmesi gerekmektedir. Ülkeler kendi iklim ve toprak koşullarına en uygun yağ bitkilerini yetiştirmek zorundadır [3]. Biyodizel, temiz yanması, fosil yakıtların yerini tutması ve ağır hizmet taşıtlarında yakıt olarak kullanılabilmesi nedeniyle diğer yakıtlara göre birçok avantaja sahiptir. Biyodizelin yanması, fotosentez işlemi yoluyla bitki tarafından geri emilen ve doğal çevreyi koruyan ve geleneksel fosil yakıtına kıyasla ekolojik dengeyi koruyan nispeten az miktarda CO_2 salınımı yapar. Biyodizelin yanmasıyla oluşan SO_2 emisyonu, toprağın, yüzeyin ve yüzeyin asitlenmesi şeklinde çevre ve insanlar için ciddi bir tehdit oluşturan asit yağmurunu etkili bir şekilde azaltan düşük kükürt içeriğine sahiptir. Ayrıca biyodizelin tamamen yanması nedeniyle düşük miktarda CO, hidrokarbon ve partikül madde çıkışı olmaktadır. Biyodizel toksik değildir, biyolojik olarak parçalanabilir ve yenilenebilir dizel yakıttır [4]. Biyodizelin dizel motorlarda saf yakıt olarak kullanılabileceği gibi fosil yakıtlarla karıştırılarak da kullanılabileceği bildirilmektedir [5]. Biyodizel dizel yakıta göre daha düşük ısıl değerlere, daha yüksek yoğunluğa, daha yüksek viskoziteye doymuş yağ asitleri nedeniyle dizel yakıtına kıyasla yüksek akma ve bulanma noktalarına sahiptir [6]. Biyodizel yakıtının olumsuz etkilerini azaltabilecek yöntemlerden biri de bu yakıtta katkı ve katalizörlerin kullanılmasıdır. Katkı maddeleri reaksiyonun seyrini değiştirir ve daha fazla enerji açığa çıkaran daha eksiksiz yanmalara neden olur. Biyodizel de dahil olmak üzere yenilenebilir yakıtlarda kullanılan katkı

maddelerinden biri de daha önce birçok çalışmada araştırılan nanoparçacıktır [7]. Nanomalzemeler gelişmiş katalitik aktivite, termal iletkenlik ve kimyasal kararlılık sergilerler. Nanopartiküller küresel, üçgen, altıgen, kübik, elipsoidal vb. olmak üzere farklı şekillerde oluşurlar. Günümüzde nanopartikül sentezi büyük önem kazanmaktadır. Nanoparçacıklar geniş yüzey alanı/hacim oranına sahip olduğundan, malzemenin kütlesine kıyasla katkıları baskındır. Nanopartiküller, küçük boyutları, kimyasal bileşimleri, saflıkları, kristallikleri, şekilleri ve agregasyonları nedeniyle fizyokimyasal özellikler sergilerler. Nanopartiküller tek bir malzeme içerebilir veya birkaç malzemenin bir kombinasyonundan oluşabilir. Nanopartiküller, yüksek yüzey alanı/hacim oranı nedeniyle yüksek sıcaklıklarda gelişmiş difüzyon sergiler [8].

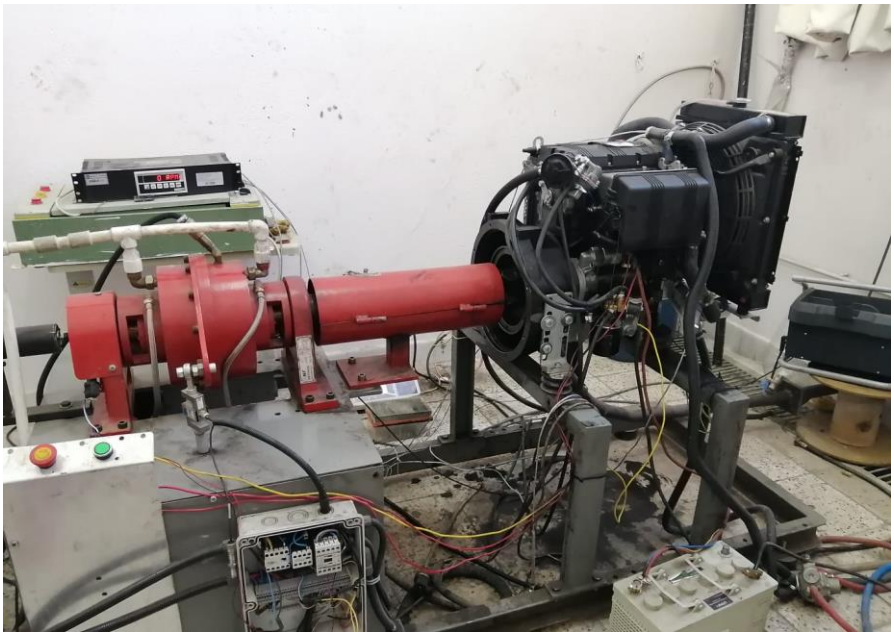
Nanoteknolojiler, nano-sıvılar, nano-materyaller ve nano-kompozitler gibi içten yanmalı motorlarda birçok kullanıma sahiptir. Nano-akışkanlar, yanma, performans ve emisyon özelliklerini geliştirmek için nano-partiküllere sahip akışkanlardır. Yakıt içerisine nanopartiküllerin ilave edilmesinin ısı transfer oranını, yakıt karışım kararlılığını, yakıtların fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirdiği, motor performansını artırdığı ve egzoz emisyonlarını azalttığı birçok araştırma ile doğrulanmıştır. Nanopartiküllerde bir emülsiyon olarak, yakıtın ince damlacıklarının hızlı buharlaşması nedeniyle mikro patlama yaparak yanmayı arttırır [6].

Nanopartiküllerin eklenmesi alanında birçok araştırma yapılmaktadır. Bu tür araştırma çalışmalarının arkasındaki sebep, yakıtın yanma hızını artırmak için iyi bir ısıl iletkenlik elde etmektir, bu da NPs katkı maddeleri tarafından salınan gerekli miktarda ısı oranı ile sağlanır. Katalitik özellikleri geliştirmek için geniş bir yüzey uygundur. Sistemde yüksek enerji seviyesi ile daha yüksek bir hacim elde edildiğinde gerçekleşir. Nanopartiküller, iletken özelliğinden dolayı iyi bir yanma prosesi için daha uygundur. Nanopartiküller, biyodizelle çalışan motorlarda kimyasal reaksiyonu arttırmak için katalizör olarak kullanılmakta, bu partiküller sayesinde tam yanma işlemi için gerekli olan oksijen miktarı artırılmaktadır [9]. Bu çalışmada; NPs fiziksel ve kimyasal özellikleri sayesinde motorda herhangi bir değişikliğe ihtiyaç duyulmadan motor parametrelerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada yakıt olarak pamuk yağından transesterifikasyon yöntemi ile pamuk yağı metil esteri (P0) üretimi 40 lt kapasiteli reaktörde yapıldı. Biyodizel üretimi için; 1 l yağ için 200 ml metanol ve 3,5 g alkali katalizör (NaOH) kullanılarak, 60 ^{o}C sıcaklıkta transesterifikasyon reaksiyonu gerçekleştirilmiştir. Motor deneyleri Şekil 1'de görülen deney düzeneğinde

yapılmıştır. Yapılan çalışmada deney motoru olarak Lombardini LDW 1003 marka motor kullanılmıştır. Biyodizel içerisine nanopartiküller AND-GR200 marka 210 g kapasiteli 0.0001 g hassasiyetli hassas terazide tartılarak önce metalik karıştırıcı ile daha sonra 50 ºC'de ultrasonik karıştırıcı ile 50ppm ve 75ppm oranlarında yakıt içerisine homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Elde edilen yakıtların özellikleri Çizelge 1'de verilmektedir. Egzoz emisyonlarının ölçümünde Bosch BEA60 ve Bosch BEA70 model egzoz emisyon ölçüm cihazları kullanılmıştır. Deneyler 1800 dev/dak'da 4 farklı motor yükünde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Deney düzeneği

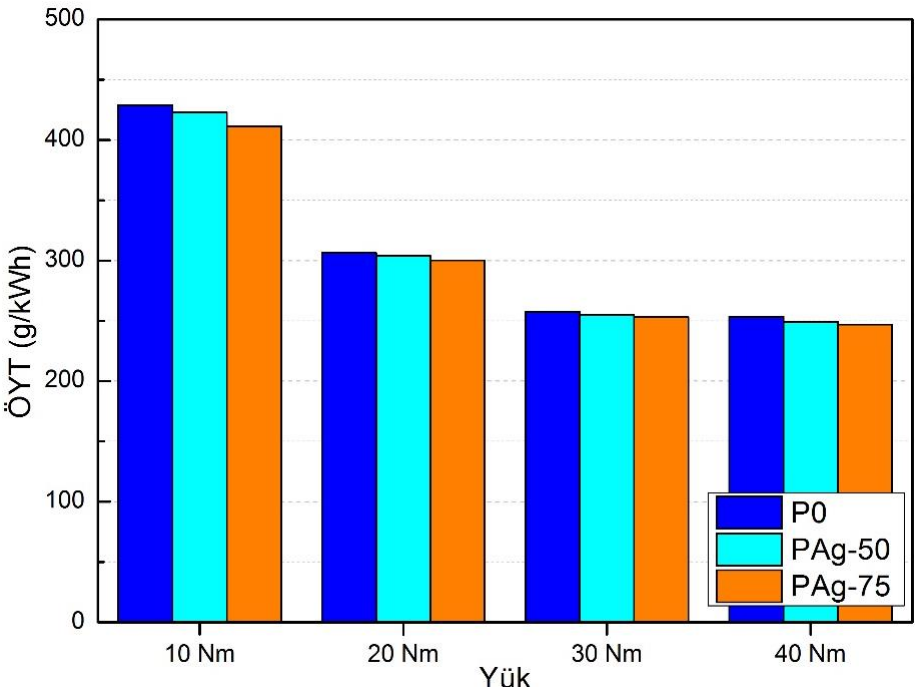
Çizelge 1. Deney yakıtlarının özellikleri

	Yoğunluk (kg/m^3) 15 ℃	Kinematik Viskozite (mm^2/s), 40℃	Parlama Noktası (℃)	Alt Isıl Değer (MJ/kg)
P0	886	4,6	175	38,80
PAg-50	873	4,5	171	38,84
PAg-75	864	4,3	166	38,90

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Özgül Yakıt Tüketimi (ÖYT)

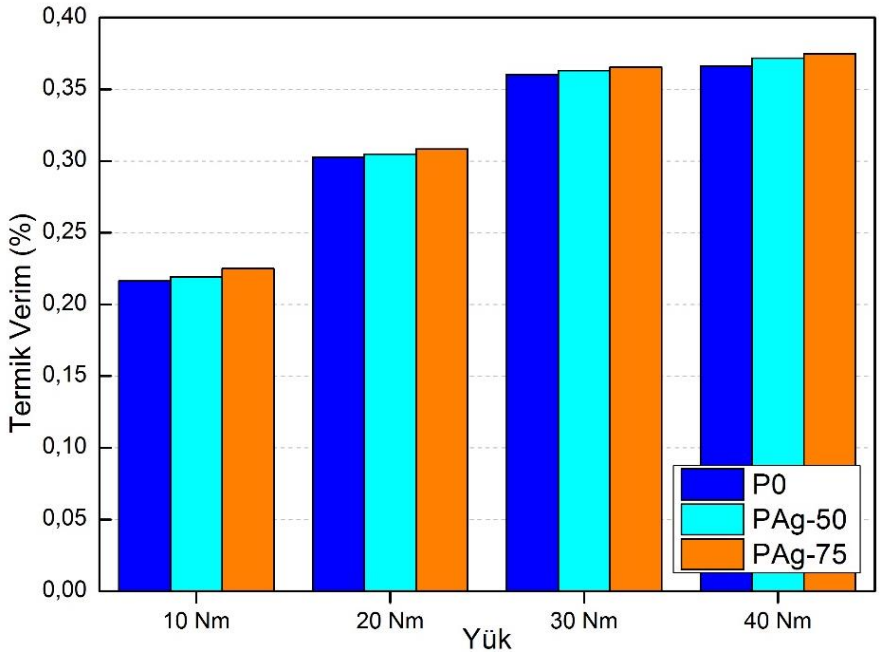
BSCF, bir motorun sağlanan enerjiyi faydalı enerjiye dönüştürme yeteneğini temsil eder. Yoğunluk, viskozite ve alt ısıl değer gibi göstergeler yanma ve ÖYT önemli rol oynar [10]. Şekil 2'de NPs katkı maddesinin ÖYT etkisi görülmektedir. Yük artışıyla birlikte ÖYT de düşmektedir. Minimum ÖYT 40 Nm yükte elde edilmiştir. 40 Nm yükte P0 yakıtının ÖYT 253,36 g/kWh olurken PAg-50 ve PAg-75 yakıtlarındaki azalma oranı sırasıyla %1,57 ve %2,53 olduğu görülmüştür. Düşük yüklerde azalma oranı daha fazladır. ÖYT kullanılan yakıtın yoğunluğuna, viskozitesine ve alt ısıl değerine bağlıdır. Alt ısıl değeri daha yüksek olan yakıtların daha iyi ÖYT değerleri gösterdiği bilinmektedir. NPs ilave edilen yakıtların alt ısıl değeri P0 yakıtına göre daha yüksektir. Katkı maddesi oranı arttıkça viskozite ve yoğunluk düşerken alt ısıl değer artmaktadır. P0 yakıtının düşük ısıl değeri nedeniyle NPs katkısı ilave edilen yakıtlara göre motor tarafından üretilen güce eşit miktarda güç üretmek için daha fazla miktarda yakıt kullanması gerekir. Bu sebepten P0 yakıtının özgül yakıt tüketimi NPs ilave edilen yakıtlara göre daha yüksektir [11]. Yakıt viskozitesindeki azalma özgül yakıt tüketiminin azalmasında önemli bir etkendir [12]. NPs, silindir içerisindeki oksidasyon oranını arttırarak yanma verimini arttırmakta, geç yanma süresini en aza indirerek yanma süresinin kısalması ÖYT azalmasına neden olmaktadır.



Şekil 2. Test yakıtlarının özgül yakıt tüketimi grafiği

3.2. Termik Verim

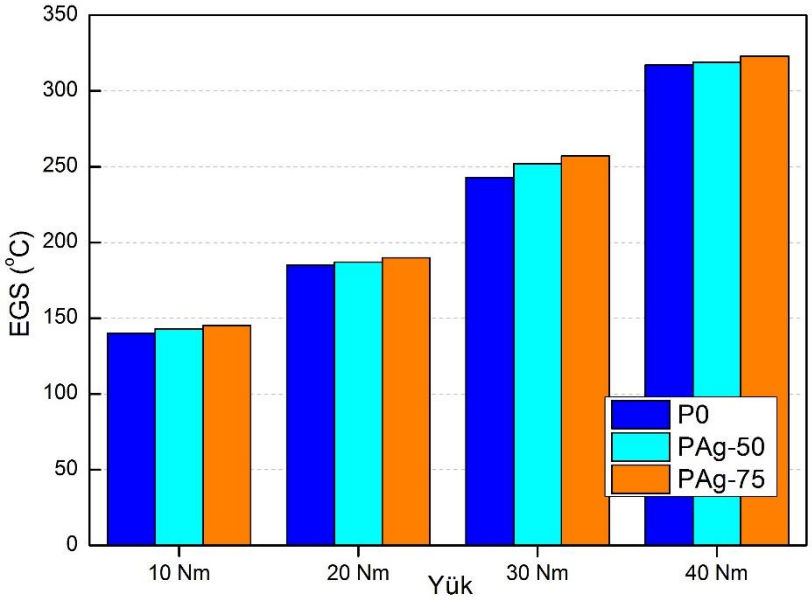
Şekil 3'de test yakıtlarının termik verim grafiği görülmektedir. NPs katkı maddesi ilave edilen yakıtların termik verimi daha yüksektir. Katkı maddesi oranı ve yük arttıkça termik verimde artmaktadır. 10 Nm yükte P0 yakıtında termik verim %0,21 olurken 40 Nm yükte %0,36 olmuştur. 40 Nm yükte NPs ilave edilen yakıtların P0 yakıtına göre termik verimlerindeki iyileşme PAg-50 yakıtında %1,49 olurken PAg-75 yakıtında %2,33 olduğu görülmüştür. İçten yanmalı motorlarda yanma sırasında oluşan ısı, yakıtın ısıl değerine bağlıdır. P0 yakıtının ısıl değerin NPs ilave edilen yakıtlara göre daha düşük olması nedeniyle üretilen ısı miktarı azaldı ve daha yüksek yakıt yoğunluğu, daha düşük termik verime neden oldu [11]. NPs ilave edilen yakıtların viskozite ve yoğunluğundaki azalma ile yakıt atomizasyonunu ve buharlaşmasını etkileyerek termik verimin artmasını sağlamıştır [13]. Bu, nano parçacıkların katalitik aktivitesine bağlanabilir, birincil damlacıkların mikro patlamasını teşvik eder, böylece buharlaşma hızını arttırır ve genel olarak yanma verimliliğini artırır. Termik verimdeki gelişme, enerji depolama ve reaktivite için yüksek potansiyele sahip olan nanopartiküllerin geliştirilmiş yüzey alanı/hacim oranına da bağlanabilir. Diğer bir olası nedeni, NPs katkı maddelerinin gelişmiş iletken, ışınımsal ve ısı/kütle transfer özelliklerinden dolayı ısı transfer hızı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olmasıdır. Bu nedenle, nanopartiküllerin varlığı, yakıt buharının hava ile karışmasını artıran daha yüksek buharlaşma hızına ve daha yüksek tam yanma olasılığına yol açar [14].



Şekil 3. Test yakıtlarının termik verim grafiği

3.3. Egzoz Gazı Sıcaklığı (EGS)

Yanma odasında gerçekleşen yanmanın kalitesini incelemek için egzoz gazı sıcaklığı gözlemlenmesi gereklidir [15]. EGS, motordaki yanmanın ilerlemesi hakkında bilgi sağlar. Şekil 4'de test yakıtlarının EGS grafiği görülmektedir. 40 Nm yükte P0, PAg-50 ve PAg-75 yakıtlarında EGS sırasıyla 317, 319 ve 323 ^{o}C olmuştur. Tüm test yakıtlarında NPs oranının artmasıyla EGS arttığı görülmektedir. Bu NPs katkı maddelerinin alt ısıl değeri arttırmasından dolayı açığa çıkan enerjinin artmasından kaynaklanır [16-18]. Yakıta NPs eklendiğinde, karışımların yüzey alanı arttırılarak P0 yakıtına göre daha iyi bir yanma sağlanmıştır [15].

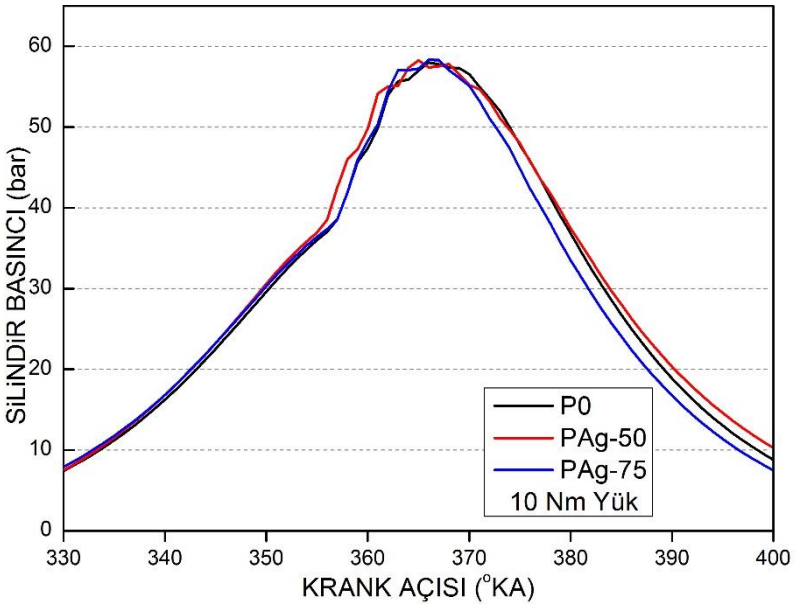


Şekil 4. Test yakıtlarının egzoz gazı sıcaklığı grafiği

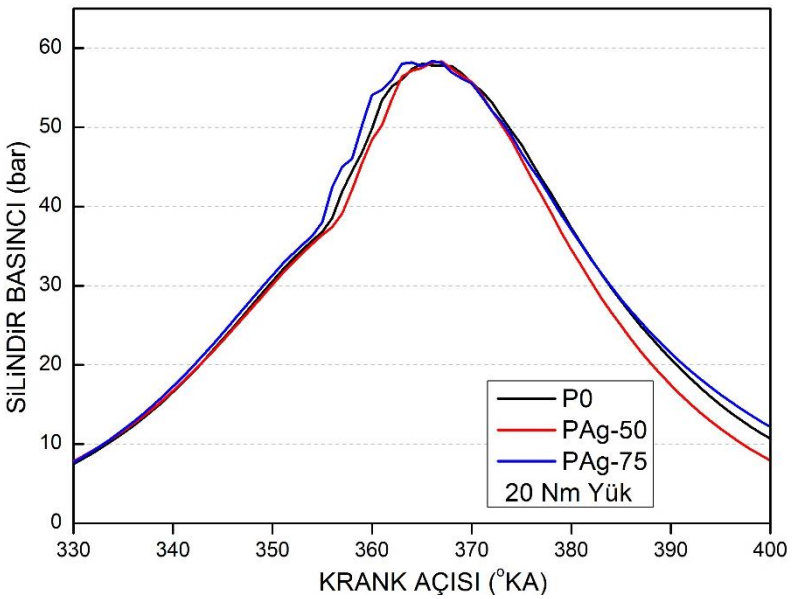
3.4. Silindir Basıncı

Silindir içinde geliştirilen basınç, yanma kalitesini ölçmek için en önemli göstergelerden biridir [19]. Yanma işleminin amacı, yakıtın içerdiği kimyasal enerjiyi, daha sonra faydalı iş ve güce dönüştürülebilen ısı enerjisine dönüştürmektir. Yakıt yanmasının pratik olarak mümkün olduğu kadar eksiksiz olması için stokiyometrik miktarı aşan havaya ihtiyaç vardır. Dizel motorda maksimum silindir basıncı, tutuşma gecikmesi süresi ile kontrol edilen kontrolsüz yanma işleminde yer alan yakıt miktarına ve yakıt enjeksiyon işlemi sırasında oluşan püskürtme yapısına bağlıdır. Viskozitedeki azalma sebebiyle yakıt hava ile daha iyi karışır ve silindir basıncının yüksek olmasına sebep olur [10]. Şekil 5-8 da tüm yüklerdeki silindir basınçları görülmektedir. 10 Nm yükte P0 yakıtında silindir basıncı 57.97 bar olurken 40 Nm yükte 58.33 bar olduğu görülmüştür. Yük artışı ile birlikte silindir basıncıda artmaktadır. NPs katkı maddesi ilave edilen test yakıtlarında katkı oranı arttıkça silindir basıncıda artmıştır. 40 Nm yükte PAg-

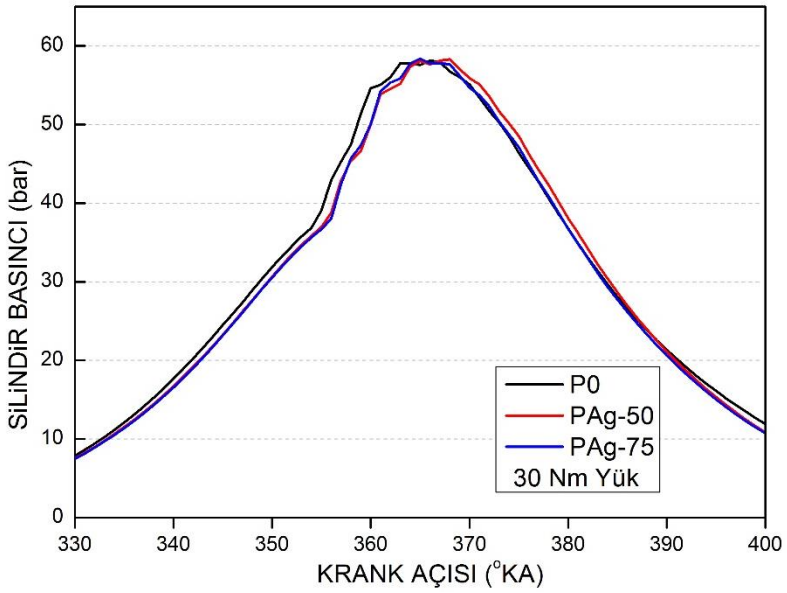
75 yakıtında silindir basıncının 58,54 bar olduğu görülmüştür. Maksimum silindir basıncı, nanopartikül ilave edilen yakıtların gelişmiş yanma hızı ve yakıt damlacıklarının iyileştirilmiş buharlaşması nedeniyle artmıştır [20]. Yakıtın yanması sırasında, nanoparçacık potansiyel bir katalizör sağlar, silindir basıncını arttırır [21].



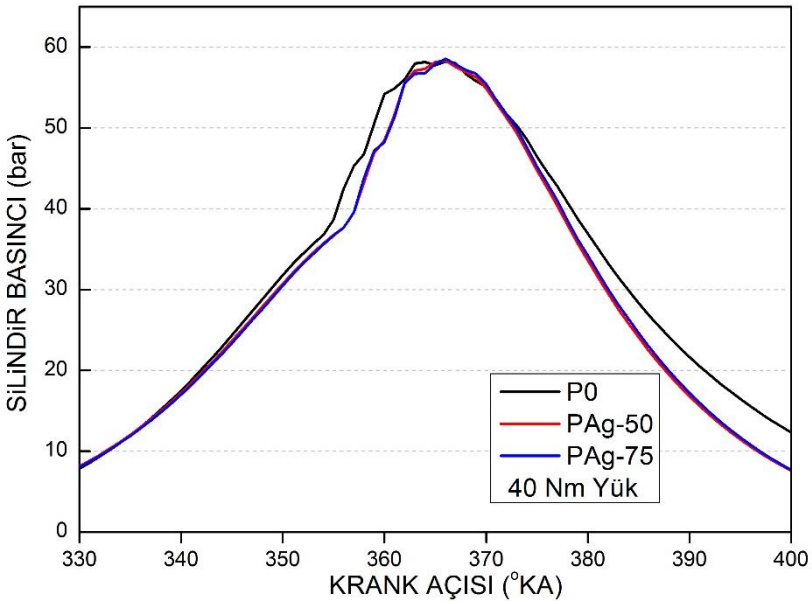
Şekil 5. Test yakıtlarının silindir basıncı grafiği (10 Nm)



Şekil 6. Test yakıtlarının silindir basıncı grafiği (20 Nm)



Şekil 7. Test yakıtlarının silindir basıncı grafiği (30 Nm)



Şekil 8. Test yakıtlarının silindir basıncı grafiği (40 Nm)

Sonuçlar

Bu çalışmada Nanopartikül (NPs) katkı maddelerinin üstün termofiziksel özelliklerinden faydalanarak bir dizel motorunda performans iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla pamuk yağı metil esteri (P0) içerisine silver oxide (Ag_2O) nanopartikül katkı maddesi 50 ppm (PAg-50) ve 75 ppm (PAg-75) oranlarında ilave edilerek dizel motorun performans ve yanma özellikleri üzerine etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Çalışmada öncelikle test yakıtlarına ait yakıt özellikleri tespiti yapılmış, buna göre NPs, eklenen test yakıtların viskozite ve yoğunluklarının azaldığı, alt ısıl değerin ise arttığı görülmüştür. Yakıt özelliklerindeki bu

iyileşme yakıtın atomizasyonunu iyileştirmiş ve daha iyi yanma ortamı sağlamıştır. Bunun neticesinde 40 Nm yükte P0 yakıtına göre PAg-50 ve PAg-75 yakıtlarında özgül yakıt tüketimi sırasıyla %1,57 ve %2,53 azalmıştır. Termik verimdeki iyileşme oranı ise PAg-50 yakıtında %1,49 olurken PAg-75 yakıtında %2,33 olarak tespit edilmiştir. NPs ilavesi yapılan tüm test yakıtlarında alt ısıl değerin artmasına bağlı olarak egzoz gazı sıcaklıkları artmış, yanma hızı ve yakıt damlacıklarının daha iyi buharlaşması ise silindir basınçlarını artırmıştır. P0 yakıtının silindir basıncı 40 Nm yükte 58.33 bar olarak tespit edilmiştir. En fazla NPs katkı maddesi içeren PAg-75 yakıtında ise 40 Nm yükte silindir basıncının 58,54 bar olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

[1] Doğan, B., Çelik, M., Bayındırlı, C., Erol, D., "Exergy, exergoeconomic, and sustainability analyses of a diesel engine using biodiesel fuel blends containing nanoparticles", Energy, 274:127278, (2023).

[2] Arslan, A.B., Çelik, M., "Investigation of the Effect of CeO_2 Nanoparticle Addition in Diesel Fuel on Engine Performance and Emissions", Journal of ETA Maritime Science, 10(3):145-155, (2022).

[3] Tosun, Z., Aydın, H., "Combustion, performance and emission analysis of propanol addition on safflower oil biodiesel in a diesel engine", Cleaner Chemical Engineering, 3: 100041, 2022.

[4] Kalita, P., Basumatary, B., Saikia, P., Das, B., Basumatary, S., "Biodiesel as renewable biofuel produced via enzyme-based catalyzed transesterification", Energy Nexus, 6:100087, (2022).

[5] Al Ezzi, A., Fayad, M.A., Al Jubori, A.M., Jaber, A.A., Alsadawi, L.A., Dhahad, H.A., Chaichan, M.T., Yusaf, T., "Influence of fuel injection pressure and RME on combustion, NOx emissions and soot nanoparticles characteristics in common-rail HSDI diesel engine", International Journal of Thermofluids, 15:100173, (2022).

[6] Elkelawy, M., El Shenawy, E.A., Bastawissi, H.A., Shams, M.M., Panchal, H., "A comprehensive review on the effects of diesel/biofuel blends with nanofluid additives on compression ignition engine by response surface methodology", Energy Conversion and Management: X, 14:100177, (2022).

[7] Heidari-Maleni, A., Mesri-Gundoshmian, T., Jahanbakhshi, A., Karimi, B., Ghobadian, B., "Novel environmentally friendly fuel: The effect of adding graphene quantum dot (GQD) nanoparticles with ethanol-biodiesel blends on the performance and emission characteristics of a diesel engine", NanoImpact, 21: 100294, (2021).

[8] Nair, G.M., Sajini, T., Mathew, B., "Advanced green approaches for metal and metal oxide nanoparticles synthesis and their environmental applications", Talanta Open 5:100080, (2022).

[9] Devaraj, A., Nagappan, M., Yogaraj, D., Prakashi O., Rao, Y.A., Sharma, A., "Influence of nano-additives on engine behaviour using diesel-biodiesel blend", Materials Today: Proceedings, 62: 2266–2270, (2022).

[10] Bayındırlı, C., Çelik, M., Zan, R., "Optimizing the thermophysical properties and combustion performance of biodiesel by graphite and reduced graphene oxide nanoparticle fuel additive", Engineering Science and Technology, an International Journal, 37:101295, (2023).

[11] Nagappan, M. Devaraj, A., Babu, J.M., Saxena, N.V., Prakash, O., Kumar, P., Sharma, A., "Impact of additives on Combustion, performance and exhaust emission of biodiesel fueled direct injection diesel engine", Materials Today: Proceedings, 62: 2326–2331, (2022).

[12] Yugandharsai, Rajashekar, Jayaraman, J., Reddy, S., "Effects of injection pressure on performance & emission characteristics of CI engine using graphene oxide additive in bio-diesel blend", Materials Today: Proceedings, 44:3716–3722, (2021).

[13] Das, A.K., Hansdah, D., Panda, A.K., "Thermal balancing and exergetic performance evaluation of a compression ignition engine fuelled with waste"plastic pyrolytic oil and different fuel additives, Energy, 229:120629, (2021).

[14] Venu, H., Raju, V.D., Subramani, L., "Combined effect of influence of nano additives, combustion chamber geometry and injection timing in a DI diesel engine fuelled with ternary (diesel-biodiesel-ethanol) blends", Energy, 174:386-406, (2019).

[15] Al-Kheraif, A.A., Syed, A., Elgorban, A.M., Divakar, D.D., Shanmuganathan, R., Brindhadevi, K., "Experimental assessment of performance, combustion and emission characteristics of diesel engine fuelled by combined non-edible blends with nanoparticles", Fuel, 295:120590, (2021).

[16] Mubarak, M., Shaija, A., Suchithra, T.V., "Experimental evaluation of Salvinia molesta oil biodiesel/diesel blends fuel on combustion, performance and emission analysis of diesel engine", Fuel, 287:119526, (2021).

[17] Chebattina, K.R.R., Vadapalli, S., Pathem, U.C., Sirasapalli, A., Lodagala, C.C., Billakurthi, S.S.R., Annamdevara, N.C.S., Mohammad, A.R., "H_2O_2 as fuel additive in bio-diesel for emission reduction and performance enhancement of variable

compression ratio (VCR) diesel engine", Materials Today: Proceedings, 47:5697–5700, (2021).

[18] Feroskhan, M., Ismail, S., Reddy, M.G., Teja, A.S., "Effects of charge preheating on the performance of a biogas-diesel dual fuel CI engine", Engineering Science and Technology, an International Journal, 21:330–337, (2018).

[19] Said, Z., Nguyen Le, D.T., Sharma, P., Dang, V.H., Le, H.S., Nguyen, D.T., Bui, T.A.E., Nguyen, V.G., "Optimization of combustion, performance, and emission characteristics of a dual-fuel diesel engine powered with microalgae-based biodiesel/diesel blends and oxyhydrogen, Fuel, 326:124987, (2022).

[20] Praveen, A., Rani, G.J., Balakrishna, B., "Effect of MWCNTs as nano additives in C. Inophyllum biodiesel blend (CIB20) on the performance and emission parameters of a diesel engine", Materials Today: Proceedings, 50:2581–2586, (2022).

[21] Tripathi, R., Negi, P., Singh, Y., Ranjit, P.S., Sharma, A., "Role of nanoparticles as an additive to the biodiesel for the performance and emission analysis of diesel engine – A review", Materials Today: Proceedings, 46:11222–11225, (2021).

ATIK LASTİK BOYUTUNUN UÇUCU KÜL ESASLI GEOPOLİMER HARÇLARA ETKİSİ

Dr. ADİL GÜLTEKİN
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ, Mühendislik Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-5267-5312

ÖZET

Hizmet ömrünü dolduran araç lastiklerinin geri dönüşümü önemli bir çevresel sorundur. Atık lastiklerin geri dönüştürülmesi, çok sayıda araştırmaya konu olmuştur. Bu çalışmada, atık otomobil lastiklerinin parçalanmasıyla elde edilen farklı elek aralıklarındaki kırıntı lastikler, uçucu kül esaslı geopolimer harçlarda agrega yerine kullanılmış ve üretilen harçların çeşitli özellikleri incelenmiştir. Harçların üretilmesinde alüminosilikat olarak uçucu kül, aktivatör olarak sodyum hidroksit ve sodyum silikat, agrega olarak ise CEN standart kumu ve farklı elek aralıklarındaki kırıntı otomobil lastikleri kullanılmıştır. Üretilen harçların, taze birim hacim ağırlık, kılcal su emme, basınç ve eğilme dayanımları belirlenmiş ve atık lastik gradasyonunun bu özellikler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Atık lastikler, agregayla hacimce %20 oranında yer değiştirilerek kullanılmıştır. Atık lastik kullanımıyla üretilen harçların birim hacim ağırlıklarının, referans harca kıyasla %7.5-%7.8 daha düşük olduğu tespit edilmiştir. 0-0.25 mm, 0.25-1.18 mm ve 1.18-2.36 mm elek aralıklarındaki atık lastiklerin kullanımıyla basınç dayanımlarının %35-%60, eğilme dayanımlarının ise %26-%52 aralığında azaldığı görülmüştür. İkame edilen atık lastik parçacık boyutunun küçülmesinin, dayanım kayıplarını arttırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Atık lastik, Kırpılmış lastik, Geopolimer, Dayanım, Birim hacim ağırlık

EFFECT OF WASTE TIRE RUBBER SIZE FRACTION ON FLY ASH-BASED GEOPOLYMER MORTARS

ABSTRACT

The recycling of waste vehicle tire rubbers is an important environmental issue. Numerous studies have been carried out on recycling waste tire rubbers. In this study, the effect of crumb tire rubber fine aggregate obtained by shredding waste tire rubbers on the properties of fly ash-based geopolymer mortars were investigated. Fly ash, sodium silicate/sodium hydroxide and CEN standard sand/crumb rubbers with different size fractions were used as aluminosilicate, activator and fine aggregate, respectively. The unit weight, sorptivity, compressive and flexural strengths of the mortars were determined and the effects of waste tire rubber aggregate gradation on these properties were investigated. The substitution ratio of aggregate with crumb rubber was 20% by volume. The fresh unit weights of rubber-bearing mixtures were between 7.5% and 7.8% lower than those of the reference mixture. The compressive and flexural strengths decreased with tire rubber aggregate substitution by between 35%-60% and 26%-

52%, respectively, upon substitution of standard sand by rubber aggregate with 0-0.25 mm, 0.25-1.18 mm and 1.18-2.36 mm size fractions. The effect was more pronounced upon inclusion of rubber aggregate having finer size fraction.

Keywords : Waste tire rubber, Crumb rubber, Geopolymer, Strength, Fresh unit weight

1. GİRİŞ

Portland çimentosu her ne kadar çok etkili bir yapı malzemesi olsa da üretimi sırasında aşırı miktarda doğal kaynak ve enerji tüketilmektedir. 1 ton çimento üretimi için doğaya yaklaşık olarak 1 ton karbondioksit salımı yapılmakta olup çimento üretiminin global karbondioksit salımının yaklaşık olarak %7'sinden sorumlu olduğu düşünülmektedir. Tüm bunlar göz önüne alındığında, çimentonun çevreci bir malzeme olarak değerlendirilmesi mümkün değildir. Bu da daha çevre dostu ve daha az enerji harcaması ile üretilecek alternatif bağlayıcıların araştırılması zorunluluğunu doğurmuştur [1].

Geopolimerler, bir alkali çözelti ve uçucu kül, kaolin, metakaolin, volkanik kül ve cüruf gibi bir alüminosilikat toz malzemenin birlikte kullanılmasıyla üretilen inorganik bağlayıcılardır [2]. Geopolimerlerin, yüksek mekanik özellikler, erken yaşlarda yüksek dayanım; iyi bir termal stabilite, yüksek sıcaklık direnci ve yüksek durabilite gibi avantajlara sahip olması, bu malzemeleri ilgi çekici hale getirmiştir [3]. Ayrıca geopolimer üretiminde atık malzemelerin kullanılabilmesi, geopolimerlerin atık yönetimi konusunda da işlevsel olmasını sağlamaktadır [4]. Yapılan çalışmalar, geopolimer üretiminde atık malzemelerin kullanılması durumunda, çimento üretiminden kaynaklanan CO_2 emisyonunun %80, enerji ihtiyacının ise %59 oranlarına kadar azaltılmasının mümkün olduğunu ortaya koymuştur [5].

Çevresel sorunlara neden olan başka bir atık da hizmet ömrünü doldurmuş araç lastikleridir. Son yıllardaki sosyal ve ekonomik gelişmeler, beraberinde ciddi bir nüfus artışını getirmiştir. Nüfus artışının bir sonucu olarak otomotiv ve ulaşım sektörlerinde ilerlemeler kaydedilmiştir. Tüm bunların bir sonucu olarak da lastik üretimi ciddi miktarda artmış olup tahminler lastik talebinin daha da yükseleceğini göstermektedir. Kullanım ömrünü dolduran lastikler ise atık lastik olarak ciddi bir çevresel sorun yaratmaktadır [6].

Atık lastikler çöp alanlarında depolama, yakma, yakıt olarak kullanma ve karbon siyahı üretiminde değerlendirme gibi farklı işlemlere tabi tutulmaktadır [7]. Atık lastiklerin çöp olarak depolanması veya yakılmasının, atmosferi ve toprağı kirlettiği ve canlı sağlığı üzerinde zararlı etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bilim insanları ve devlet kuruluşları, atık lastiklerin daha ekonomik ve çevre dostu geri dönüşümünün yapılabilmesi için arayışlara başlamıştır. ABD ve Avrupa ülkelerinde atık lastiklerin büyük kısmı geri dönüştürülmekte olup, bu geri dönüşüm içerisinde inşaat mühendisliğinin payının %6-8 civarında olduğu düşünülmektedir [8].

Atık lastiklerin beton üretiminde agrega olarak kullanılması da atık lastiklerin geri dönüşümünde kullanılabilecek yöntemlerinden birisidir [9]. Bu atıkların, betonda kullanılması, sadece geri dönüşüm sağlamakla kalmamakta, geleneksel betondan daha hafif betonların

üretimine de imkan sağlamaktadır [10]. Günümüzde atık lastikler spor sahası yüzeyleri, asfalt üretimi ve zemin dolgusu gibi işlemlerde de kullanılmaktadır [11].

Bu çalışmada termik santral atığı olarak ortaya çıkan uçucu kül ve atık lastiklerin kesilerek belirli boyutlara getirilmesi ile elde edilen kırıntı lastikler kullanılarak, atık lastik içeren uçucu kül esaslı geopolimer harçlar üretilmiş ve bunların bazı özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda 3 farklı elek aralığındaki atık lastiklerin kullanılması ile üretilen harçların, birim hacim ağırlık (BHA), kılcal su emme, basınç ve eğilme dayanımları belirlenmiş ve bunlar atık lastik içermeyen kontrol karışımı ile kıyaslanmıştır. Sonuçlar her ne kadar atık lastik kullanımı ile daha düşük BHA değerlerine sahip harçlar üretilse de basınç ve eğilme dayanımlarında ciddi kayıpların yaşandığını ortaya koymuştur. Ayrıca lastik boyutunun küçülmesinin, mekanik özellikler üzerindeki olumsuz etkinin boyutunun artmasına neden olduğu tespit edilmiştir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Malzeme

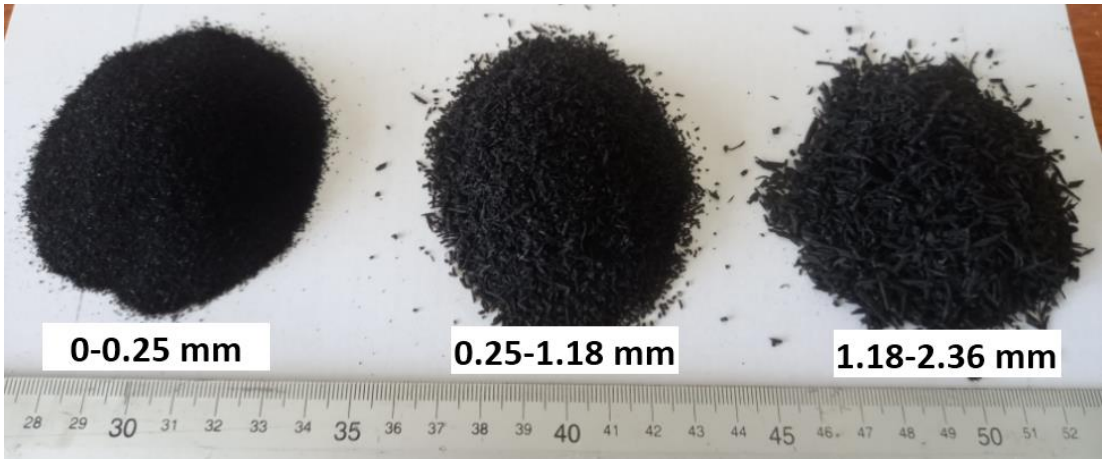
Çalışmada alüminosilikat olarak kimyasal bileşimi ve fiziksel özellikleri Çizelge 1'de verilen uçucu kül, agrega olarak TS EN 196-1 standardına uygun CEN standart kumu, aktivatör olarak ise sodyum hidroksit ve sodyum silikat kullanılmıştır. Sodyum silikat, çözelti şeklinde temin edilmiş olup ağırlıkça 9.25% Na_2O, 28.65% SiO_2, 62.10% H_2O içermektedir. Sodyum hidroksit ise pelet formunda olup en az %98 oranında saftır. Aktivatör çözeltisi hazırlanırken, sodyum hidroksit peletleri, sodyum silikat çözeltisi içinde karıştırma yöntemiyle çözdürülmüş ve elde edilen çözelti 24 saat dinlendirilmiştir. Daha önceki çalışmalar baz alınarak aktivatör çözeltisinin 1.50 Ms oranında olması (aktivatör çözeltisindeki SiO_2'in Na_2O'e ağırlıkça oranı) ve Na_2O içeriğinin (aktivatör çözeltisinde Na_2O'in uçucu küle ağırlıkça oranı) %8 olarak kullanılması kararlaştırılmıştır.

Çizelge 1. Uçucu Küle Ait Kimyasal Bileşim ve Bazı Fiziksel Özellikler

Bileşen	% (ağırlıkça)	Bileşen	% (ağırlıkça)
SiO_2	55.9	TiO_2	1.0
Al_2O_3	23.3	P_2O_5	0.8
Fe_2O_3	6.3	Kızdırma kaybı	2.0
CaO	5.3	**Fiziksel özellikler**	
Na_2O	0.6	Özgül ağırlık	2.21
K_2O	2.3	32 µm elek bakiyesi	26.7%
SO_3	0.2	45 µm elek bakiyesi	20.0%
MgO	2.1	90 µm elek bakiyesi	6.4%

Kullanılan kırıntı lastikler ise, hizmet ömrünü dolduran otomobil lastiklerinin parçalanması ile elde edilmiştir. Parçalanmış atık lastikler, elekler yardımıyla 3 farklı gradasyona sahip olacak şekilde elenmiş ve bu şekilde kullanılmıştır. Bu elek aralıkları 0-0.25 mm, 0.25-1.18 mm ve 1.18-2.36 mm olup çalışma kapsamındaki kodlama da en büyük tane boyutuna göre yapılmıştır. Kullanılan parçalanmış atık lastiklere ait bir fotoğraf Görsel 1'de

sunulmuş olup lastiklerin özgül ağırlık değeri 1.05'tir. Karışımların hazırlanmasında atık lastikler, agrega ile hacimce %20 oranında yer değiştirilerek kullanılmıştır.



Görsel 1. Çalışmada Kullanılan Farklı Elek Aralıklarındaki Kırıntı Atık Lastikler

2.2 Karışımların Hazırlanması

Karışımların hazırlanmasında otomatik harç mikseri kullanılmıştır. Sırasıyla agrega, lastik ikamesi içeren harçlarda kırıntı lastik, uçucu kül, aktivatör ve su 0.1 g hassasiyete sahip tartı ile tartılarak mikser kabına koyulmuştur. 90 saniye boyunca 62.5 rpm'de karıştırma yapıldıktan sonra mikser durdurulmuş, kabın çeperine yapışan malzeme yaklaşık olarak 15 saniye boyunca bir kaşık yardımıyla sıyrılmış ve devamında 125 rpm'de 90 saniye daha karıştırma yapılmıştır.

Karışımların yayılma çapları TS EN 459-2 [12]'ye uygun olarak belirlenmiş ve devamında karışımlar kalıplara alınmıştır. Harçlar, iki tabakada kalıba yerleştirilmiş ve her tabaka sarsma tablasında 25 düşüş yaptırılarak sıkıştırılmıştır. Harçların yüzeyleri perdahlanarak düzeltildikten sonra numuneler kalıpları ile birlikte laboratuvar tipi-hava dolaşımlı etüve yerleştirilmiş ve 48 saat boyunca 90°C'de kürleme yapılmıştır. Bu sürenin sonunda, kalıplar etüvden çıkartılmış ve numuneler oda sıcaklığına soğuyana kadar kalıplar, laboratuvar ortamında bekletilmiştir. Numuneler oda sıcaklığına soğuduktan sonra kalıplarından çıkartılmış ve sertleşmiş hal deneylerine geçilmiştir.

Kılcal su emme ve eğilme dayanımlarının belirlenmesinde 40x40x160 mm ebatlı numuneler kullanılmıştır. Basınç dayanımları ise, eğilme dayanımlarının belirlenmesi sırasında ikiye ayrılan parçalar yardımıyla tespit edilmiştir. Kılcal su emme ile eğilme ve basınç dayanımlarının belirlenmesinde sırasıyla ASTM C1585-20, ASTM C348-21 ve ASTM C349-18 [13-15] standartları baz alınmıştır. Kılcal su emme ve eğilme dayanımı için üçer, basınç dayanımı için ise altışar numune kullanılmış olup bunların ortalamaları raporlanmıştır.

2.3 Üretilen Karışımlar

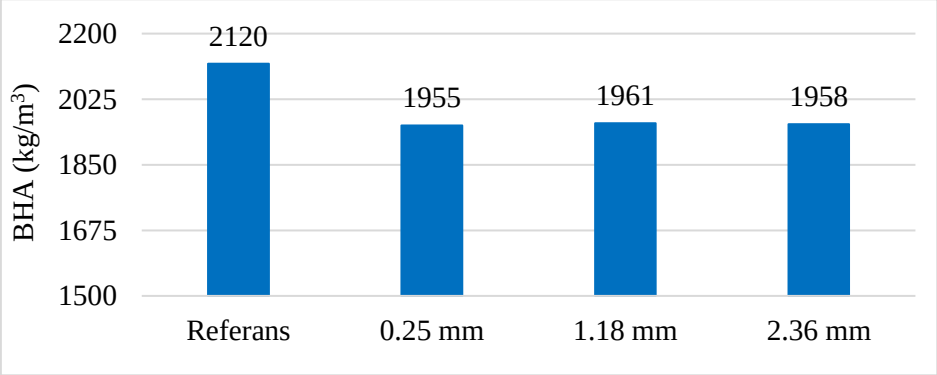
Çalışma kapsamında üretilen karışımlara ait malzeme miktarları ve harçların yayılma çapları Çizelge 2'de sunulmuştur. Benzer yayılma çapına sahip karışımların kıyaslanması istendiğinden, karışımlara farklı oranlarda su ilavesi yapılmıştır. Yerleştirme ve sıkıştırma sırasında sorun yaşanmaması adına da hedef yayılma çapı 16±0.5 cm olarak seçilmiştir. Atık lastik ikamesi ile yayılma çaplarının azaldığı ve hedef yayılma çapına ulaşılması için kullanılması gereken su miktarının arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Karışımlara Ait Malzeme Miktarları ve Yayılma Çapları

Karışım kodu	Malzeme miktarı (g)							Yayılma çapı (cm)
	Uçucu kül	Aktivatör	CEN kumu	Atık lastik (elek aralığı mm)			Su	
				0-0.25	0.25-1.18	1.18-2.36		
Ref.	450	213	1350	-	-	-	65.0	16.0
0.25	450	213	1080	104	-	-	75.4	16.1
1.18	450	213	1080	-	104	-	72.1	16.3
2.36	450	213	1080	-	-	104	68.1	16.0

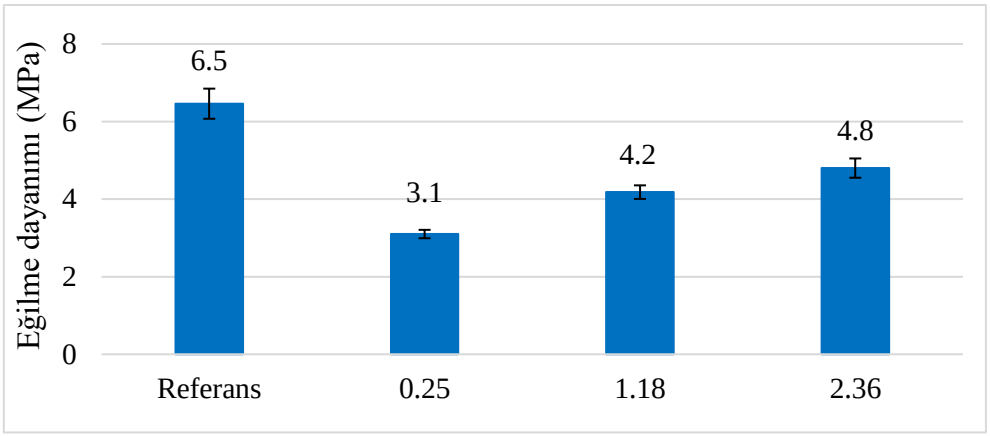
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında üretilen karışımların BHA değerleri Görsel 2'de sunulmuştur. Lastik ikamesi içermeyen referans karışımın BHA değerinin 2120 kg/m^3 olduğu ve lastik ikamesi ile bu değerin azaldığı belirlenmiştir. Buna göre 0.25, 1.18 ve 2.36 mm en büyük tane boyutuna sahip lastik ikamesi içeren harçların BHA değerlerindeki azalmalar sırasıyla %7.8, %7.5 ve %7.6'dır. Bu durum lastik agregasının özgül ağırlığının, CEN kumundan daha düşük olması ve bu karışımların daha yüksek miktarda su içermesinden kaynaklanmaktadır.



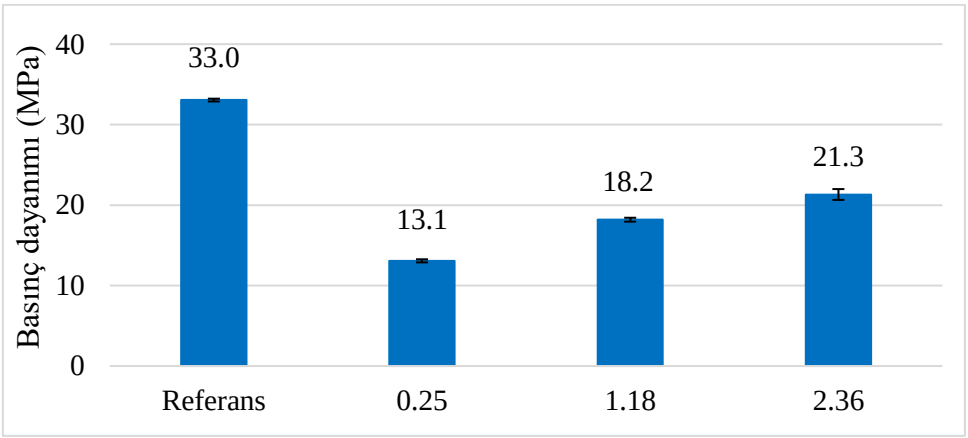
Görsel 2. Karışımların Taze BHA Değerleri

Çalışma kapsamında üretilen harçların eğilme dayanımları Görsel 3'te sunulmuştur. Tüm seriler içerisinde, eğilme dayanımı en yüksek olan karışım, 6.5 MPa ile lastik ikamesi içermeyen referans harçtır. Lastik ikamesi ile eğilme dayanımlarında azalışlar görülmüş olup azalışın miktarı ikame edilen lastiğin boyutlarına göre değişmektedir. 0.25, 1.18 ve 2.36 mm en büyük tane boyutlu lastik ikamesinde, eğilme dayanımlarındaki azalışlar sırasıyla %52.3, %35.4 ve %26.2'dir. İkame edilen lastiğin en büyük tane boyutundaki düşüş ile dayanım kayıpları yükselmektedir.



Görsel 3. Harçların Eğilme Dayanımları

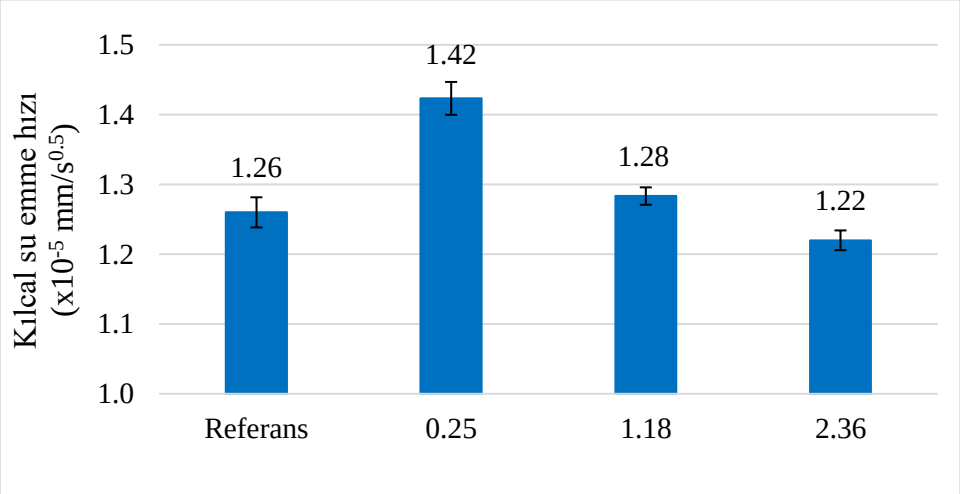
Çalışma kapsamında üretilen harçların basınç dayanımları Görsel 4'te sunulmuş olup sonuçlar genel anlamda eğilme dayanımına benzerdir. Burada da tüm seriler arasında, basınç dayanımı en yüksek olan, 33 MPa ile atık lastik içermeyen referans karışımdır. Atık lastik ikamesi ile dayanımlar azalmış olup 0.25, 1.18 ve 2.36 mm en büyük parçacık boyutuna sahip lastik ikamesinde düşüşler sırasıyla %60.3, %44.8 ve %35.5'tir. Burada da eğilme dayanımı sonuçlarına benzer şekilde ikame edilen lastiğin en büyük tane boyutu azaldıkça, dayanım kayıpları yükselmektedir. Su vd. [16] farklı boyutlardaki atık lastik agregasının kum ile ikame edilmesinin beton özellikleri üzerindeki etkisini incelemiş ve hacimce %20 atık lastik ikamesi ile basınç dayanımlarının %9.5-10.6 aralığında azaldığını belirlemiştir. Araştırmacılar basınç dayanımındaki düşüşlerin agreganın rijitliğinin ve çimento hamuru ile aderansının, kumdan daha düşük seviyelerde olmasından kaynaklandığını ifade etmiştir. İpek vd. [17] de lastik agregası ile çimento hamuru arasındaki arayüzey bölgesinin, doğal agrega ile çimento hamuru arasındaki arayüzey bölgesinden daha büyük olmasının, lastik agregası kullanılan betonlardaki dayanım azalışının nedenlerinden birisi olduğunu vurgulamıştır.



Görsel 4. Harçların Basınç Dayanımları

Çalışma kapsamında üretilen harçların birincil kılcal su emme hızları Görsel 5'te sunulmuştur. 1.18 ve 2.36 mm en büyük tane boyutlu atık lastik kullanımı ile kılcal su emme hızlarında önemli bir değişiklik olmadığı ancak 0.25 mm en büyük tane boyutlu atık lastik ikamesinde kılcal su emme hızının %12.7 oranında arttığı belirlenmiştir. Bu durumun, atık lastik ikamesi ile arayüzey bölgesindeki boşluk miktarının artmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Ayrıca bu karışımın diğerlerinden daha yüksek miktarda su içermesinin de sistemdeki boşluk miktarını arttırdığı ve bunun da kılcal su emme üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.



Görsel 5. Harçların Kılcal Su Emme Hızları

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada farklı elek aralıklarındaki kırıntı lastiklerin uçucu kül esaslı geopolimer harçların bazı özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bunun için 0-0.25 mm, 0.25-1.18 mm ve 1.18-2.36 mm elek arasında kalan lastik parçaları kullanılmıştır. Kullanılan malzeme ve yöntemler ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Atık lastik ikamesi ile birim hacim ağırlık değerlerinin, lastik boyutuna göre değişmekle birlikte %7.5-%7.8 aralığında azaldığı belirlenmiştir.
- Atık lastik ikamesi ile basınç dayanımlarında %35-%60, eğilme dayanımlarında ise %26-%52 aralığında düşüşler görülmüştür. İkame lastik boyutundaki azalmanın, dayanım üzerindeki olumsuz etkiyi arttırdığı belirlenmiştir.
- 0.25-1.18 mm ve 1.18-2.36 mm elek aralıklarındaki lastik ikamesinin kılcal su emme hızı üzerinde önemli bir etki yapmadığı ancak 0-0.25 mm elek aralığındaki lastik ikamesinin kılcal su emme hızını %12.7 oranında arttırdığı belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Qaidi, S.M.A., Mohammed, A.S., Ahmed, H.U., Faraj, R.H., Emad, W., Tayeh, B.A., Althoey, F., Zaid, O., Sor, N.H. Rubberized Geopolymer Composites: A Comprehensive Review, Ceramics International, 48, 24234–24259, 2022.

[2] Elgarahy, A.M., Maged, A., Eloffy, M.G., Zahran, M., Kharbish, S., Elwakeel, K.Z., Bhatnagar, A. Geopolymers as Sustainable Eco-friendly Materials: Classification, Synthesis Routes, and Applications in Wastewater Treatment, Separation and Purification Technology, 324, 124631, 2023.

[3] Zhao, J., Tong, L., Li, B., Chen, T., Wang, C., Yang, G, Zheng, Y. Eco-friendly Geopolymer Materials: A Review of Performance Improvement, Potential Application and Sustainability Assessment, Journal of Cleaner Production, 307, 127085, 2021.

[4] Ansari, M.A., Shariq, M., Mahdi, F. Geopolymer Concrete for Clean and Sustainable Construction – A State-of-the-Art Review on the Mix Design Approaches, Structures, 55, 1045–1070, 2023.

[5] Davidovits, J. Geopolymer Cement a Review, Geopolymer Science and Technics, Technical Paper, 21, 2013.

[6] Rogachuk, B.E., Okolie, J.A. Waste Tires Based Biorefinery for Biofuels and Value-added Materials Production, Chemical Engineering Journal Advances, 14, 100476, 2023.

[7] Thomas, B.S., Gupta, R.C. A Comprehensive Review on the Applications of Waste Tire Rubber in Cement Concrete, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 54, 1323–1333, 2016.

[8] Chen, Z., Liang, Y., Lin, Y., Cai, J. Recycling of Waste Tire Rubber as Aggregate in Impact-resistant Engineered Cementitious Composites, Construction and Building Materials, 359, 129477, 2022.

[9] Sidhu, A.S., Siddique, R. Durability Assessment of Sustainable Metakaolin Based High Strength Concrete Incorporating Crumb Tire Rubber, Journal of Building Engineering, 72, 106660, 2023.

[10] Akın, M.H., Polat, R. The Effect of Vehicle Waste Tires on the Mechanical, Hardness and Stress–strain Properties of Polyester-based Polymer Concretes, Construction and Building Materials, 325, 126741, 2022.

[11] Topçu, İ.B., Karakurt, C., Işıkdağ, B. Atık Lastik Agregalı Harçların Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi, Politeknik Dergisi, 17, 1, 3-7, 2014.

[12] TS EN 459-2. Yapı Kireci - Bölüm 2: Deney Yöntemleri, TSE, Ankara, Türkiye, 2021

[13] ASTM C1585. Standard test method for measurement of rate of absorption of water by hydraulic-cement concretes. American Society for Testing and Materials. PA, USA, 2020.

[14] ASTM C348. Standard test method for flexural strength of hydraulic-cement mortars. American Society for Testing and Materials. PA, USA, 2021

[15] ASTM C349-18. Standard test method for compressive strength of hydraulic-cement mortars (using portions of prisms broken in flexure). American Society for Testing and Materials. PA, USA, 2018

[16] Su, H., Yang, J., Ling, T-C., Ghataora, G.S., Dirar, S. Properties of Concrete Prepared With Waste Tyre Rubber Particles of Uniform and Varying Sizes, Journal of Cleaner Production, 91, 288e296, 2015.

[17] İpek, S., Mermerdaş, K., Ulusoy, A., Işıker, Y. Atık Lastiklerin, Beton Üretiminde Agrega Olarak Kullanımının Betonun Taze ve Mekanik Özelliklerine Etkisinin Araştırılması, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12, 3, 982-999, 2022.

ATIK SU ANALİZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KÜMELEME YÖNTEMİ

[1]GONCA ERTÜRK, [2]Hüseyn OSMAN, [3]Doç.Dr Oğuz AKPOLAT,
[4]Prof.Dr. Mehmet UĞURLU
[1]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-8821-0330
[2]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID: 0000-0003-3535-9331
[3]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-6623-4323
[4]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID: 0000-0003-1107-477X

ÖZET

Atık sulardaki kirliliğin en büyük kısmı, deterjanlar, organik maddeler ve yağlardan oluşmaktadır. Atık suların arıtımındaki temel işlemler biyolojik olarak çözünebilen organik maddeleri, askıdaki katı maddeleri, zararlı ağır metalleri ve toksik bileşikleri, ortam koşullarına bağlı olarak bulunan azot ve fosforu uzaklaştırmak ve patojenik organizmaları yok etmektir. Atık suyun geri kazanılması sırasında atık suyun ve kazanılmış suyun karakterizasyonu ile aktif çamurun kalitesi için bazı testler yapılmakta ve testler sonucunda arıtım prosesi kontrol edilebilmektedir. Arıtım süreçlerinin izlenebilmesi gereken kontrollerin sağlanabilmesi atık su ve aktif çamur karakteristiklerinin sürekli olarak belirlenmesine dayanmaktadır. Farklı yöntemle elde edilen kimyasal verilerin matematiksel teknikler uygulanarak bu verilerden daha fazla yararlı bilgi elde edilmesi kemometri olarak tanımlanır. Bu verilerin işlenmesi ve değerlendirilmesi için istatiksel yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Arıtma tesisine gelen ham atık su ve arıtılmış sudan alınan örneklerle yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler ile veri seti oluşturulmuştur ve bu veriler veri madenciliği yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Çok büyük veri hacimleri arasında tutulan, anlamı daha önce keşfedilmemiş potansiyel olarak faydalı ve anlaşılır bilgilerin çıkarıldığı ve arka planda veri tabanı yönetim sistemleri, istatistik, yapay zekâ, makine öğrenme, paralel ve dağıtık işlemlerin bulunduğu veri analiz tekniklerine veri madenciliği adı verilir. Bu süreçte sınıflandırma, kümeleme, veri özetleme sınıflama kurallarının öğrenilmesi, bağımlılık ağlarının bulunması, değişkenlik analizi ve anormalin tespiti gibi farklı birçok teknik kullanılmaktadır. Bu çalışma da atık su arıtma tesislerine gelen ham atık su atık sudan alınan örneklerle yapılan analizler sonucu elde edilen verilerin kümeleme yöntemini kullanarak gruplanması yapılmış parametrelerin ağırlıklı etkileri dikkate alınarak sonucu bilinmeyen bir numunenin muhtemel BOD_5 değerinin tahmini için yazılan algoritma PYTHON yazılımıyla modellenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal analiz, Kemometri, Kümeleme, BOD_5

GİRİŞ

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de atık su arıtma tesisleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca yürütülen Çevre Kanunu'na ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne uygun olarak

işletilmektedir. Arıtma tesislerinin esas amacı hanelerden gelen evsel nitelikli atık suyun arıtılarak doğaya yeniden kazandırılması ve su kütlesinin korunmasıdır. Atık suların arıtımında temel işlemler biyolojik olarak çözünebilen organik maddeleri, askıdaki katı maddeleri, zararlı ağır metalleri ve toksik bileşikleri, ortam koşullarına bağlı olarak bulunan azot ve fosforu uzaklaştırmak ve patojenik organizmaları yok etmektir. Arıtım süreçlerin izlenebilmesi ve gerekli kontrollerin sağlanabilmesi ancak atık su ve aktif çamur karakteristiklerinin sürekli olarak belirlenmesine dayanmaktadır. Arıtma tesislerine gelen ham atık su veya arıtılmış atık sudan alınan örneklere asitlik (pH), sıcaklık (T), iletkenlik (C), çözünmüş oksijen (DO), oksijen doygunluğu (SO), tuzluluk (SA), elektriksel iletkenlik (EC), kimyasal oksijen ihtiyacı (COD), askıda katı madde (LSS), toplam azot (TN), toplam fosfor (TP) ve biyolojik oksijen ihtiyacı (BOD_5) gibi analizler yapılırken aktif çamur özelliklerini belirlemek için havalandırma süresi (AT), çamurun ölçülecek olan askıda katı madde konsantrasyonu (MLSS), askıda uçucu katı madde konsantrasyonu (MLVSS), sıcaklık (T), çamur üretim hızı (ASPR) ve biyokinetiği (BK) içeren katı alıkonma süresi (RT) ile geri çevrim oranı (FBR) analizleri yapılmaktadır. Atık suların özelliklerinin belirlenmesinde biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD_5), kimyasal oksijen ihtiyacı (COD), toplam organik karbon (TOC) ve çözünmüş oksijen (DO) miktarlarının tayini atık suyun karakterizasyonu açısından en temel ölçüm kriterleridir. Atık suların özelliklerini belirlemede kullanılan analizler nitel olarak ölçümlerin yapıldığı biyolojik ve fiziksel ölçümlerden daha çok nicel sonuçların elde edildiği kimyasal ölçümlere dayanır. Nicel analiz ölçümleri gravimetrik, volümetrik veya fizikokimyasal yöntemlerdir. **[1-6]** Farklı yöntemlerle elde edilen kimyasal verilere matematiksel tekniklerin uygulanması ile bu verilerden daha fazla yararlı bilgilerin elde edilmesi kemometri olarak tanımlanırken aynı zamanda bir deney tasarımında yol gösterici olarak da kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji ile kimya biliminin birçok alanında çok sayıda veri elde edilmektedir ve bu çok sayıda verinin işlenmesi ve değerlendirilmesi konusunda istatistiksel bilgilere gereksinim duyulmaktadır.**[7]** Bu noktada verilerin işlenmesi ve değerlendirilebilmesi için veri madenciliği yöntemleri kullanılmaktadır. Veri madenciliği, veri tabanında bilgi keşfi; çok büyük veri hacimleri arasında tutulan, anlamı daha önce keşfedilmemiş potansiyel olarak faydalı ve anlaşılır bilgilerin çıkarıldığı ve arka planda veri tabanı yönetim sistemleri, istatistik, yapay zekâ, makine öğrenme, paralel ve dağıtık işlemlerin bulunduğu veri analiz tekniklerine verilen addır. Veri madenciliği aynı zamanda önceden bilinmeyen, geçerli ve uygulanabilir bilginin veri yığınlarından dinamik bir süreç ile elde edilmesi olarak tanımlanabilir. Bu süreçte sınıflandırma, kümeleme, veri özetleme sınıflama kurallarının öğrenilmesi, bağımlılık ağlarının bulunması, değişkenlik analizi ve anormalin tespiti gibi farklı birçok teknik kullanılmaktadır. Veri madenciliğinde sınıflandırma ve eğri uydurma öngörü yöntemleri olarak, kümeleme ve birliktelik analizi gibi yöntemler ise tanımlayıcı olarak nitelendirilir. Sınıflandırma, kısaca yeni bir nesnenin niteliklerini inceleme ve bu nesneyi önceden tanımlanmış bir sınıfa atamaktır. Önemli olan, her bir sınıfın özelliklerinin önceden kesin bir şekilde belirlenmiş olmasıdır. Kümeleme ise verilerin birbirine yakınlığı veya uzaklığına göre gruplandırılması olup önceden belirlenmiş grup sınırları yoktur ancak grup sayısı verilerek optimize edilebilir **[8-9].**

Verilerin değerlendirilerek aralarındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması ve bu ilişkilere dayanarak ölçülen yeni veriler yardımıyla tahminler yapılması veri madenciliği algoritmaları sayesinde mümkün olabilmektedir **[10].** Kümeleme de amaç nesneleri birbirlerine olan benzerliklerine

göre sınıflamaktır. Elde bulunan veriler incelenerek birbirine benzeyenler bir kümeye, benzemeyenler ise bir başka kümede toplanırlar. Kümeleme sınıflandırmadan farklı olarak birbirine yakınlık çerçevesinde gizli örüntülerin ortaya çıkarıldığı bir denetimsiz öğrenme yaklaşımı olarak tanımlanabilir

Kümelemenin matematiksel tanımı aşağıdaki şekildedir;

$$D = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}, n = 1,2, \dots, M$$

veri tabanı olsun ve her bir X_n bir kaydı temsil etsin ve her bir x_n özellikler olsun.

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_i\}, i = 1,2, \dots m$$

Kümelemedeki amaç D veri tabanını, j adet K kümesine bölmek ve K ⊂ D koşulunu sağlanmasıdır.

Veri tabanındaki kümeler ayrılırken benzerlik ya da uzaklık kavramından yararlanılır. Bunun için diziler arsındaki mesafe matematiksel ölçülebilmelidir. Bir grup noktanın küme olup olmadığının belirlenmesi için mesafe ölçümüne ihtiyaç vardır. İki nokta arsındaki mes(x,y) olarak gösterilirse, mes(x,y)=0 ise iki nokta arasındaki uzaklık 0 dır. N-Boyutlu bir Euclid uzayında n elemanlı X ve Y dizileri arsındaki uzaklık aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$mes(X,Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i)^2}$$

Aşağıdaki tanımlar kümeler arası mesafe ve benzerlik için yapılmalıdır;

$$Merkez = X_0 = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_{mi}}{N}$$

$$Yarıçap = R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(x_{mi} - X_0)^2}{N}}$$

$$Çap = D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(x_{mi} - x_{mj})^2}{N(N-1)}}$$

Burada Merkez kümenin ortasını temsil ederken, Yarıçap küme elemanlarının merkeze olan ortalama uzaklığını ve Çap ta küme içindeki iki nokta arasındaki ortalama mesafedir.

İki küme merkezleri arasındaki mesafede iki küme (K_1 ve K_2) temsilcileri arasındaki Euclid mesafesidir.

$$mes(K1\ ve\ K2) = mes(M1\ ve\ M2) = \sqrt{(X_{01} - X_{02})^2}$$

İki küme arasındaki Benzerlik ise genel olarak aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$ben(X_m, X_j) = \frac{1}{1 + mes(X_m, X_j)}$$

MATERYAL METOD

Yapılan çalışmalardan birinde atık su parametrelerinden 11 tanesinin laboratuvarda yapılan bir günlük çalışmada ölçülebilirken, BOD_5 parametresinin ölçümünün 5 gün sürdüğü belirtilmekte ve istatistiksel değerlendirme için arıtma tesisinden alınan 334 adet numuneden 12 parametrenin ölçümü yapılarak bir veri seti oluşturulmaktadır **[6]**.

Çizelge 1: Atık su örneklerinde kimyasal maddelerin ölçülen analitik değerleri.

Lab	Ph	TemperC	ToPhosmgPL	CVLmgPL	COmgPL	BOD5mgPL
1	7.3	8.7	17.7	310	920	19.41
2	7.55	9.7	15.9	150	495	169
3	7.47	10.3	11.6	180	401	209
4	8.03	9.7	5.2	130	433	272
DENESEL VERİLER 334*7 Boyutunda (**# Data: EnvirodataI.txt)**						
331	8	17	1.95	154	474	120
332	7.77	17.2	0.55	8.4	142.65	36.4
333	7.76	30	0.31	42	162.12	45.6
334	7.41	24.4	3.43	33	153.5	38.4

Bu veri setinde bulunan parametrelerinin kümeleme yöntemi ile PYTHON programlama dili kullanılarak BOD_5 parametresine etkileri irdelenmiştir. Böylece BOD_5 parametresine etkileri bilinen parametrelerin ağırlıklı değerleri dikkate alınarak sonucu bilinmeyen bir numunenin BOD_5 değerinin tahminine çalışılmıştır. Yine bu çalışmaya benzer olarak aktif çamur kalitesi için yapılan çalışmalardan da ölçülen değerlere ilişkin istatistiksel değerlendirmeler ve parametreler arasında tahminlemeler yapılabileceği anlaşılmaktadır **[12]**.

SONUÇLAR

Kümeleme uygulamasının çıktıları ve sonuçları incelenmiş olup, örneklerin BOD5 sayısal ve % dağılımı Çizelge 2'de verilmiştir

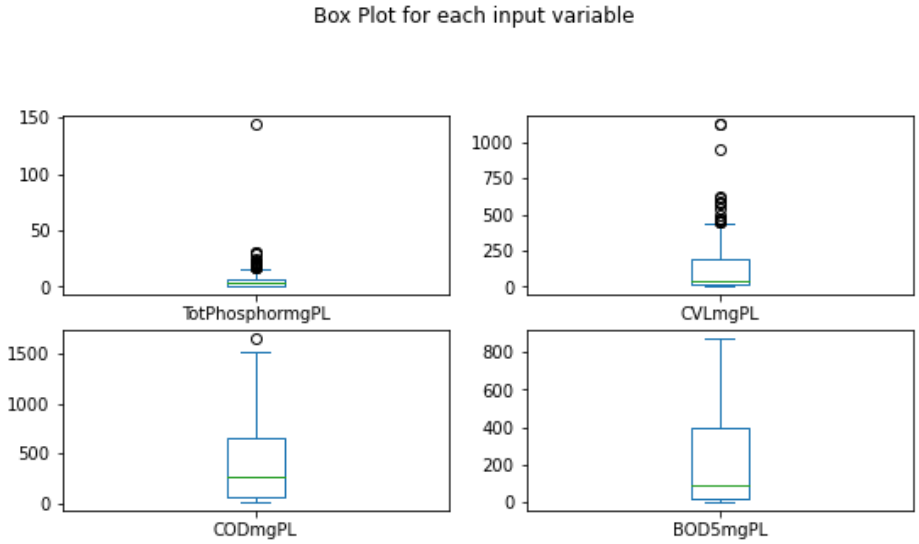
Çizelge 2: Tüm verilerin belirlenen BOD5 yüzde dağılımları.

BOD5 Aralıkları	Sayısal değer	% Dağılım
0-250	279	72
251-500	70	18
501-750	30	8
751-999	5	2
0-999	384	100

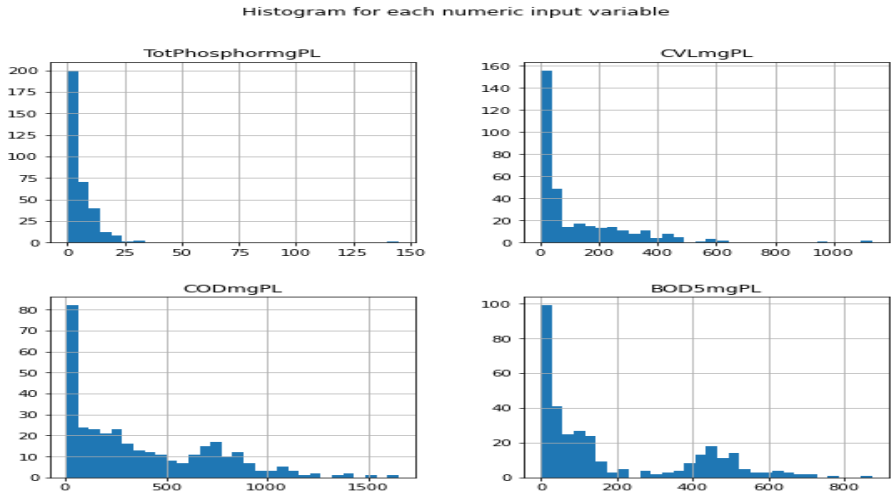
Görsel 1: BOD_5 değerlerine göre örneklerin dağılımı.



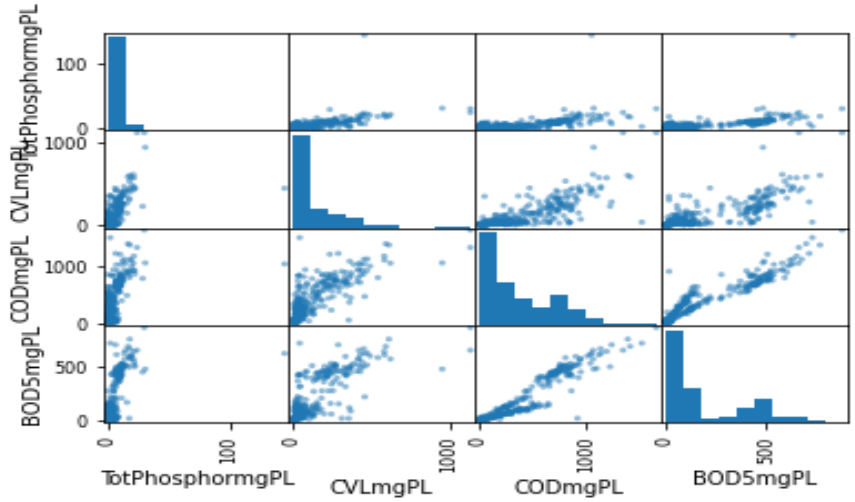
Görsel 2:Örnek dağılımlarının kutu garafiklerinde gösterilmesi.



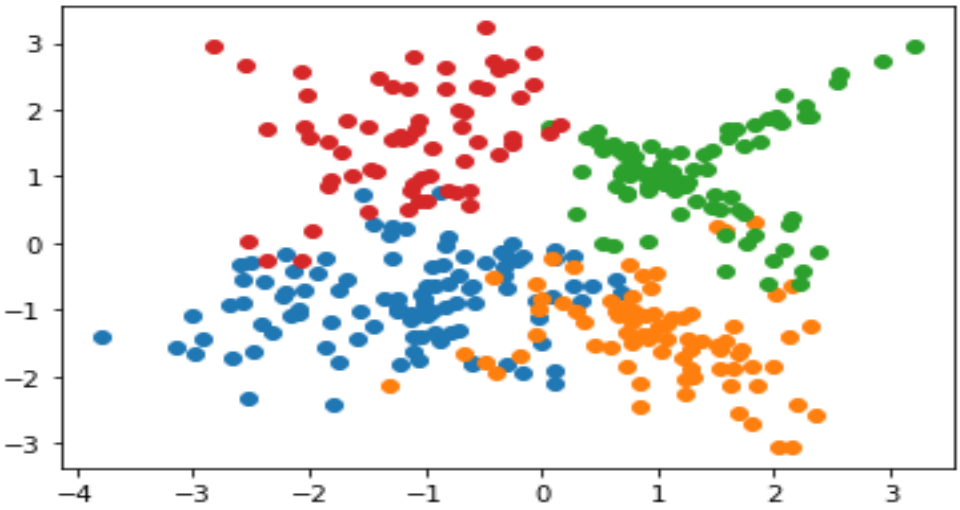
Görsel3: Kimyasal ölçüm değerlerine ilişkin dağılımların histogramları.



Görsel 4: Kimyasal ölçüm değerlerinin birbirleriyle ilişkilendirilmesi.



Görsel 5: BOD5 değerlerine göre oluşturulmuş örnek kümeleri.



Bu çalışmada daha önce yapılan bir çalışmadan alınmış olan veriler ile PYTHON programlama dilinde yazılmış olan K-Means Kümeleme Yöntemiyle değerlendirilen 334 adet evsel nitelikli atık suya ilişkin 4 adet parametrenin analiz sonuçlarını içeren veri seti sonuçları incelendiğinde; 334 örneklemin BOD_5 (***Biyolojik Oksijen İhtiyacı***) değeri dağılımı, %72 oranında 250'den düşük olarak bulunmuştur. BOD_5 değeri 251-500 arasında olanların oranı %18 iken 501-750 arasında olanların oranı %6'dır. Şekil 5 incelendiğinde BOD_5 değerini en fazla etkileyen değişkenin COD (***Kimyasal Oksijen İhtiyacıdır)*** olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları Güller, v.d. (2019) [**6**] 'nin sonuçları ile karşılaştırıldığında beklenildiği gibi çok yakın olarak belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Eltem, R., (2001), *Atık Sular ve Arıtım*, Ege Uni. Fen Fak. Yay., 172

[2] Kacur, T., M, Akpolat, O., (**Tez Danışmanı**), (2020), Atık Su ve Aktif Çamur Karakteristiklerinin Tahmininde Karar Ağaçları ve Yapay Sinir Ağlarının Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı

[3] Mukhtarov, M, Akpolat, O., (**Tez Danışmanı**), (2020), Atık Su ve Aktif Çamur Karakteristiklerinin Sınıflandırılması ve Uygulanan Analiz Yöntemlerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, Türkiye.

[4] Tchobanogluos, G., Burton, F. L., (1991), *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, and Reuse*, McGraw-Hill Book Co

[5] Güller, S., Silahtaroğlu, G., Akpolat, O., (2019), Analysis of Waste Water Characteristics viaData Mining: A Muğla Province Case, Communication in Statistics: Case Studies, Data Analysis and Applications, (https://doi.org/10.1080/23737484.2019.1604192.)

[6] (Güller vd., 2019, Doğan, 2017, https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/index.html, 2019, Synder ve Wyant, 2018, Mukhtarov ve Akpolat, 2020)

[7] Özdemir, D., (2012), Kemometri Temel Eğitimi Ders Notları, Kimya Akademisi, Antalya.,

[8] Silahtaroğlu, G., (2016), Veri Madenciliği kavram ve Algoritmaları, II. Baskı, Papatya Yayıncılık

[9] Doğan, O., (2017), Ücretsiz Veri Madenciliği Araçları ve Türkiyede Bilinirlikleri Üzerine Bir Araştırma, Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi Cilt 8, Sayı 1, 2017

[10] Silahtaroğlu, 2016, Alan ve, Karabatak, 2020, Çelik ve Sınıksaran, 2009, Çınar, 2019, Kacur ve Akpolat, 2020)

[11] Silahtaroğlu, 2016, Jiawei, vd., 2012).

[12] Nelson, 2022, https://www.activestate.com/resources/quick-reads/how-to-classify-data-in-python/, 2022, Li, 2017, Sampaio ve Landup, 2022, Robinson, 2022, **https://anaconda.org/anaconda/python**, 2022).

Fe_3O_4/SiO_2/PAM Manyetik Malzeme Sentezi, Atık Sulardan Cd^{2+} Giderimi ve CCD-RSM Modeli ile Optimizasyonu

[1]Hüseyn OSMAN, [2]Gonca ERTÜRK, [3]Doç.Dr Ali İmran VAİZOĞULLAR, [4]Prof.Dr. Mehmet UĞURLU, [5]Doç.Dr Oğuz AKPOLAT

[1]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID: 0000-0003-3535-9331

[2]Muğla Sıtkı Koçman Ünivesitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-8821-0330

[3]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuar ORCID ID: 0000-0003-4369-405X

[4]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID: 0000-0003-1107-477X

[5]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-6623-4323

ÖZET

Çevre kirleticileri, insan sağlığı ve çevre üzerindeki zararlı etkileri nedeniyle ciddi tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle, uygun bir arıtma yöntemi ile bu kirleticilerin atık sulardan arıtılması kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, demir tuzlar kullanılarak manyetik malzeme sentezi daha sonra porozite kazandırmak amacıyla silisyum özellikli malzeme kullanılması ve yüzeyin fonksiyonel özelliklere sahip olunması için poliakrilamid (PAM) kullanılması ve nihaiyi ürün olarak Fe_3O_4/SiO_2/PAM kompozit malzeme sentezlendi. Hazırlanan kompozit malzeme ile CCD-RSM optimizasyon modeli dikkate alınarak ağır metal (Cd) giderim çalışmaları yapılmıştır. Başlangıç konsantrasyonu, pH, adsorban dozu, sıcaklık ve temas süresi deneysel parametreleri oluşturmaktadır. Bu parametreleri optimize etmek için deneylerin tasarlanmasında yanıt yüzey metodolojisi altında merkezi kompozit tasarım (CCD-RSM) işlemi uygulandı: başlangıç konsantrasyonu (10 mg/L), pH (7), adsorban miktarı (50 mg), sıcaklık (40°C) ve Cd^{2+} adsorpsiyonu için temas süresi (90dk) belirlendi. İstatistiksel parametreleri değerlendirmek ve değişkenlerin etkileşimlerini araştırmak için varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Sentezlenen malzeme kullanılarak gerçekleştirilen adsorpsiyon deneylerinde 10 mg/L konsantrasyonda Cd^{2+} iyonlarının yaklaşık %92.05'nin etkili bir şekilde uzaklaştırıldığı gözlenmiştir. Fe_3O_4/SiO_2/PAM yüzey karakterleri ve fonksiyonel grupları Cd^{2+} giderim çalışmalarındaki büyük rolünden dolayı, ağır metal adsorpsiyon deneyleri için alternatif çevre dostu, düşük maliyetli ve yüksek verimli sorbent olabilir. Ayrıca, gelecekte yapılabilecek benzer çalışmalara önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, Su arıtma,Atık su,Yanıt yüzey metodolojisi (CCD- RSM)

1. GİRİŞ

Su kirliliği, canlıların sağlığını ciddi şekilde tehdit eden önemli bir çevre sorunudur. Bu durum, ekosistemlere ciddi su krizleri getirebilmektedir. Kadmiyum (Cd) iyonu, doğadaki en yaygın ağır metal iyonlarından biri olup, canlı organizmalarda zor metabolize edilen ve yüksek toksisiteye sahip bir elementtir. Cd, özellikle insan vücudunda birikme eğilimi gösterir ve

böbrek, kemik ve akciğer hastalıklarına neden olabilir. Çevresel koşullarda Cd iyonu genellikle iki değerlikli katyon formunda bulunur. Cd(II), çevresel substratlar üzerinde adsorpsiyon yoluyla çeşitli reaksiyonlara girebilir, bu da onun sulu sistemlerdeki hareketliliğini ve kaderini etkiler. Cd(II)'nin adsorpsiyon mekanizmalarının anlaşılması, su kirliliği ile mücadelede ve çevresel sağlık üzerindeki etkilerini azaltmada önemli bir adım olabilir. Bu konuda yapılan çalışmalar, Cd(II) adsorpsiyonu üzerine stratejiler geliştirmek ve su kaynaklarını korumak adına bilgi birikimini artırabilir (Hashemi vd., 2019; Medeiros vd., 2020). Adsorpsiyonda, adsorbent yüzeyinde kimyasal fonksiyonel grupların bulunması, adsorpsiyon sürecini etkileyen önemli bir faktördür (Lee ve Yoo, 2016). Özellikle adsorpsiyon uygulamalarında manyetik nanopartiküllerin yüzey stabilitelerini artırmak ve aglomerasyon olgusunu azaltmak için organik fonksiyonel gruplarla modifiye işlemleri yaygın olarak kullanılabilmektedir (Ece, 2021). Burada gözönüne alınması gereken en temel husus, çevre dostu, ekonomik değeri düşük ve performansının yüksel olabileceği malzeme ve yöntemlerin kullanılması tercih edilmelidir.

Nano yapıdaki adsorbentler, geleneksel olanlara göre arıtımda daha yüksek verim ve hızlı adsorpsiyon sağlama potansiyeline sahip olanlardır (Uğurlu vd.,2021). Manyetik nanoparçacıkların adsorpsiyon işleminde kullanılabilirliği, adsorplama kapasitesinin arttırılması, yüzey aktivasyonu ve kimyasal kararlılığın iyileştirilmesi ile mümkün olabilmektedir. Burada modifikasyon, kolay şekilde uzaklaştırılma ve yeniden kullanılabilirlik üzerinde durulması gereken en önemli hususların başında gelmektedir. Konuyla ilgili çalışmalarda, adsorplama özelliği ve modifikasyon amaçlı kullanılmasından dolayı polimer bazlı malzemelerin yüksek oranda tercih edilebileceği görülmektedir (Zamani ve Izadi, 2014). Fe_3O_4 kompozit malzeme manyetik özellik kazandırıldıktan sonra sulu ortamdan kolayca uzaklaştırılabilir. Fe3O4, uygulamalardaki birçok sınırlamayı aşma potansiyeline sahiptir ve daha etkili avantajlar sunmaktadır. Toksik olmayan silika, manyetik nanopartiküller için ideal bir yüzey kaplama malzemesidir ve manyetik nanopartikülleri korumak için dışarıdan bir koruyucu tabaka oluşturur. Ayrıca, Fe_3O_4/SiO_2 üzerine polimer kaplanarak yüksek verim sağlayan kompozit malzeme sentezlenmiştir. Poliakrilamid, [PAM, (C3H5NO)n] Lineer zincir yapısına sahip olup, yüksek oranda su emici ve hidratlandığında yumuşak bir jel oluşturma özelliğine sahiptir. Bu özelliğinde dolayı daha önce sentezlenmiş manyetik silikatlı nanomalzemeye eklenmesiyle bir üst nanokompozit haline getirilmiştir. Çeşitli varyasyonlar sonucunda Fe_3O_4/SiO_2/PAM sentezlenmesi ile gözenekli özelliğe sahip katı/sıvı arayüzey aktivitesi yüksek malzemenin pratik uygulama potansiyelinin çok yüksek olduğu görülmüştür. SiO_2 ve Fe_3O_4 etkileşimi malzemeye core-shell özellik kazandırdığından kompozit malzemenin adsorplama özelliğini artırmıştır. İlaveten Fe_3O_4 nanoparçacıklarının asidik çözeltide bir kararsızlığı doğrudan uygulamalarının sınırlı olabileceği düşüncesiyle yoğun silika tabakası ve PAM malzemelerinin manyetik parçacığa daha fazla koruma ve etkili olabilmesi gibi özellikler sağlamıştır.

CCD-RSM deney tasarım optimizasyon modeli

Başlangıç konsantrasyonu, pH, adsorban dozu, sıcaklık ve temas süresi bu tasarımın ana parametrelerini oluşturmaktadır. Bu parametreleri optimize etmek için deneylerin tasarlanmasında yanıt yüzey metodolojisi altında merkezi kompozit tasarım (CCD-RSM) işlemi uygulanmıştır: Burada CCD-RSM (Central composite design-CCD, Response surface

methodology-RSM) işleminin uygulanmasıyla, parametrelerin optimizasyonu ayrıntılı olarak incelenmiştir. İkinci dereceden modeller kullanılarak değişken tahminleri yapıldı ve değişkenlerin değerlendirilmesi ve değişkenler arasındaki etkileşimlerin incelenmesi amacıyla varyans analizi (ANOVA) uygulandı. Burada deneysel ölçüm sonuçlarını en iyi gösteren RSM fonksiyonu belirlendi ve bu fonksiyon yardımıyla deney parametreleri hesaplanarak optimize edilmiştir (Gohari vd., 2022). CCD-RSM ve grafiksel analizlerde, Design Expert yazılımı kullanılmıştır. CCD-RSM deney tasarım optimizasyon modeli çalışılarak, yapılacak olan çalışmaya sunduğu avantajlar, bağımsız parametreler arasındaki etkileşimin belirlenmesi, sistemin matematiksel olarak modellenmesi, deneme sayısını azaltarak zamandan ve maliyetten tasarruf etmesi gibi özgün sonuçlar bulunulmaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

Fe_3O_4 Sentezi: Fe_3O_4 nanoparçacıkları, geleneksel olarak birlikte çökeltme yöntemiyle sentezlenmektedir. Öncelikle reaksiyona girecek kimyasalların miktarları hesaplanır. 100mL distilenmiş suya $Fe(NO_3)_3$ ve $FeSO_4$ tuzları belirli miktarda kullanılarak deneysel işlem başlatılır. Bu işlem, homojenlik ve parçalanabilirlik açısından maksimum etkileşmenin sağlanması amacıyla sonikatör sistemi kullanılacaktır. Homojen karışım elde edildikten sonra siyaha dönüşene kadar % 25 NH_3 çözeltisi ilavesi ile yaklaşık pH:10'a kadar yavaşça damlatılacak ve oda sıcaklığında iki saat karıştırılacaktır. Sonrasında hazırlanmış manyetik nanoparçacıklar bir mıknatısla çözeltiden ayırarak etanol ve deiyonize su ile yıkandıktan sonra vakum altında 60°C'de kurutulacaktır. Böylece, Fe_3O_4 nanoparçacıkları elde edilir.

***Fe_3O_4/SiO_2 Sentezi*:** Bu malzemelerin sentezinde benzer literatür verileri dikkate alınacaktır (Hajizadeh vd., 2022). Buna göre 50 mL distilenmiş suya 1.0 g Fe_3O_4 nanoparçacıkları ilave edilerek dağıtılır, sonra bu karışıma 2mLTetra Etil Orto Silikat (TEOS) ilave edilecektir. Daha sonra oda sıcaklığında karıştırılarak damla damla 25mLNaOH (0.1 M) ilave edilerek, 40°C'de sıcaklığında bir saat karıştırılacaktır. Son olarak, Fe_3O_4/SiO_2 nanoparçacıkları saf su ile birkaç kez yıkandıktan sonra vakum altında 60°C'de kurutulacaktır.

Fe_3O_4/SiO_2/PAM Sentezi: İlk olarak 0.2g poliakrilamid (PAM) belirli bir sürede 100 ml suda yaklaşık 30dk çözündürülecektir. Bu karışıma Fe_3O4/SiO_2 nanoparçacıklarından 0.2g ilave edilerek karıştırılır. Daha sonra 0.3g Polivinilpirolidon (PVP) ilave edilerek 5 saat karıştırıldıktan sonra saf su ile birkaç kez yıkanır. Vakum altında 60°C'de kurutulur ve deneylerde kullanmak için kapalı ve ışık almayacak şekilde muhafaza edilir. Çalışmadaki ana hedef, kirletici oluşturan adsorbatların ortamdan giderilmesi olmaktadır. Burada PAM'ın hidrofilik olmasından dolayı sentezde aşırı jelleşme durumunun olabileceği gözönüne alınmalıdır. Bu arzulanmayan durumla karşılaşmamak içim özellikle PAM ekleme süreci oldukça yavaş ve hızlı karıştırma ile aşılması planlanmaktadır.

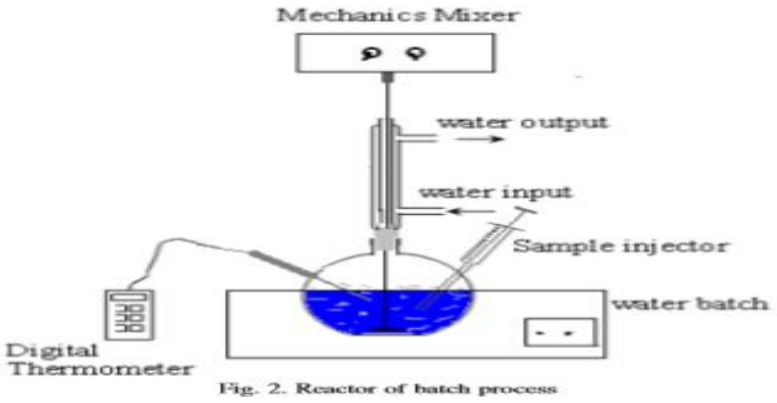


Fig. 2. Reactor of batch process

Görsel 1. Adsorbent malzeme sentezi

Adsorpsiyon Deneyleri

Kompozit malzemeler adsorbent olarak kullanılarak ağır metal giderim çalışmaları yapılmıştır. Adsorpsiyon deneyleri; Incubator Shaker (ZHWY-200D) yardımıyla yürütülmüştür. Deneysel çalışmada; katı/sıvı oranı, süspansiyon pH'sı, sıcaklık, zaman ve başlangıç konsantrasyonları parametre olarak seçilecektir. Ağır metal giderimi için AAS cihazı kullanılmıştır.

Deneysel Tasarım

Deneysel tasarımın, yanıt fonksiyonunu etkileyen kritik parametreleri eş zamanlı olarak değiştirerek optimize etmesi ve sınırlı sayıda deneme yaparak deneysel sonucu iyileştirmesi düşünülmüştür (Shi vd., 2020). CCD-RSM yöntemi, giderimlerin arttırılması ve değişkenlerin optimize edilmesi amacıyla deney tasarımıyla uygulanmıştır. Elektrooksidasyon deney tasarımında, bağımsız parametrelerin seviyeleri Çizelge 1'de belirtilmiş ve 2k + 2k + L (k bağımsız parametre sayısı ve L merkezi nokta sayısı) denklemi kullanılarak kırk dört deneme tasarlandı. Çizelge 1'de görüldüğü gibi, CCD yönteminin sınırlandırılmış formunun uygulanması nedeniyle parametre seviyelerinin ilişkili olduğu -α, -1, 0, + 1 ve +α olmak üzere beş kodlanmış seviye vardır.

Çizelge 1. CCD deneysel tasarım ve seviyeler

Parameter	Code	Real values				
		-α	-1	0	+1	+α
Adsorb Dosage (mg)	A	20	30	40	50	60
Temperature °C	B	15	20	30	40	45
Time (min)	C	20	30	60	90	100
pH	D	4	5	6	7	8
Concentration (mg/L)	E	30	40	60	80	90

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Varyans analizi (ANOVA) kullanılarak değiştirilenlerin önemi ve CCD-RSM'den elde edilen modelin yeterliliği açıklığa kavuşturuldu. A, B, C, D ve E değişkenleri sırasıyla Adsorban

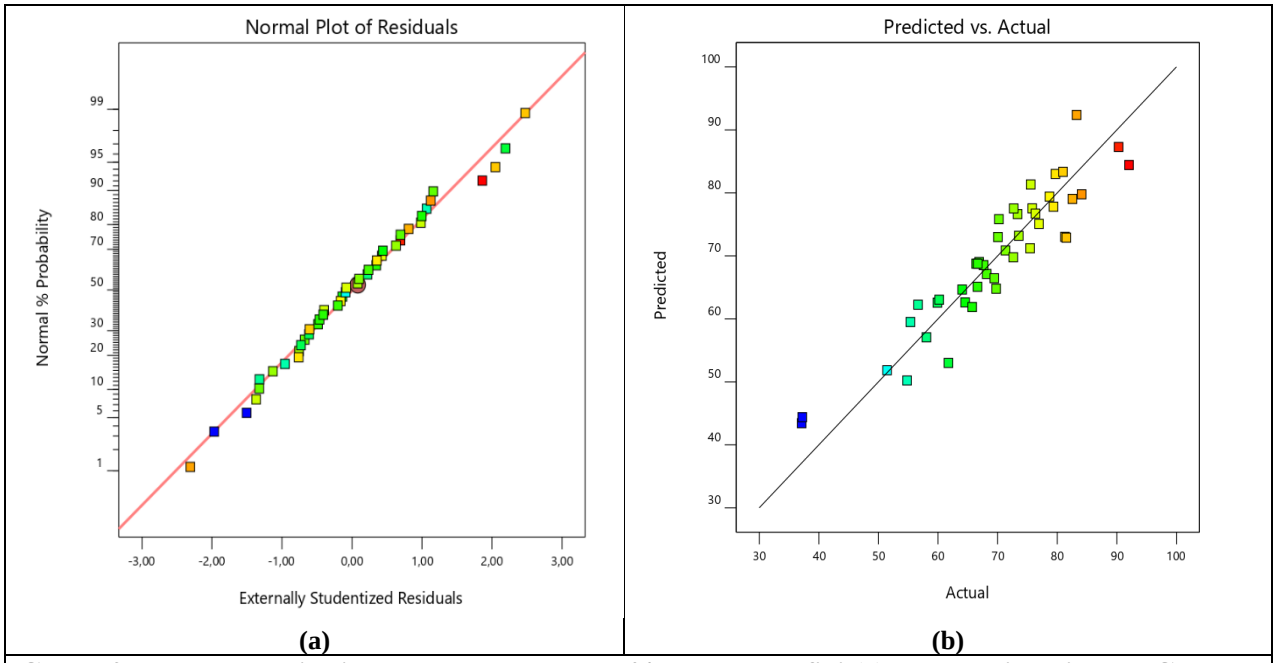
miktarı, Sıcaklık, Temas süresi, pH ve Konsantrasyon olarak kodlanmıştır. Model katsayılarının anlamlılığı, p ve F değerleri üzerinden değerlendirildi. Bu analiz, model kategorisinin toplam varyansının büyük bir kısmını açıkladığını ve anlamlı olarak anlamlı olduğunu ortaya koydu. Sonuçlar, A (Adsorban miktarı), B (Sıcaklık), D (pH) ve E (Konsantrasyon) davranışının yanıt değişkeni üzerinde anlamlı kalıcılığa sahip olduğunu göstermektedir. Bu faktörlerin p değerleri <0.05 olduğu için istatistiksel olarak anlamlıdır (Ebrahimpour vd., 2023). Bu sonuçlara göre, seçilen değişkenler Cd^{2+} giderimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Grafik (2a) görsel olarak anlaşılabilir bir şekilde deney kapasitesi kalıntılarının normal yüzde olasılık grafiğini göstermektedir (Manzar vd., 2021). Bu grafik, deneylerden elde edilen verilerin ne kadar normal dağılıma uyduğunu gösterir. Noktaların çizgi üzerinde yer almasını, verilerin normal dağılımına daha yakın olduğunu işaretler. Ayrıca Grafik (2b) üzerinden tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki dengeyi değerlendirebiliriz. Noktaların çizgiye yakın bir şekilde dağılması gerçek değerlerle tahmin edilen değerler arasında bir uyum olduğunu, uzak olması ise sapma olduğunu gösterir. Sonuç olarak, iki grafiksel görsel analiz için değerli araçlar sunup, deneyin sürdürülebilmesi için önemli bilgiler sağlamıştır.

Çizelge 2. Varyans analizi (ANOVA)

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	5146,66	20	257,33	7,31	< 0.0001	significant
A-Adsorbent Dosage	1151,11	1	1151,11	32,71	< 0.0001	
B-Temperature	426,68	1	426,68	12,12	0,0020	
C-Time	5,85	1	5,85	0,1663	0,6872	
D-pH	2030,06	1	2030,06	57,68	< 0.0001	
E-Concentration	700,40	1	700,40	19,90	0,0002	
AB	1,43	1	1,43	0,0406	0,8421	
AC	31,60	1	31,60	0,8979	0,3532	
AD	110,56	1	110,56	3,14	0,0896	
AE	0,0253	1	0,0253	0,0007	0,9788	
BC	126,01	1	126,01	3,58	0,0711	
BD	142,72	1	142,72	4,06	0,0559	
BE	3,13	1	3,13	0,0888	0,7684	
CD	26,03	1	26,03	0,7396	0,3987	
CE	7,96	1	7,96	0,2262	0,6389	
DE	103,54	1	103,54	2,94	0,0998	
A^2	23,82	1	23,82	0,6769	0,4191	
B^2	17,24	1	17,24	0,4900	0,4910	
C^2	6,92	1	6,92	0,1966	0,6616	
D^2	165,12	1	165,12	4,69	0,0409	
E^2	11,27	1	11,27	0,3203	0,5769	
Residual	809,44	23	35,19			
Lack of Fit	809,41	22	36,79	1009,36	0,0248	not significant
Pure Error	0,0364	1	0,0364			

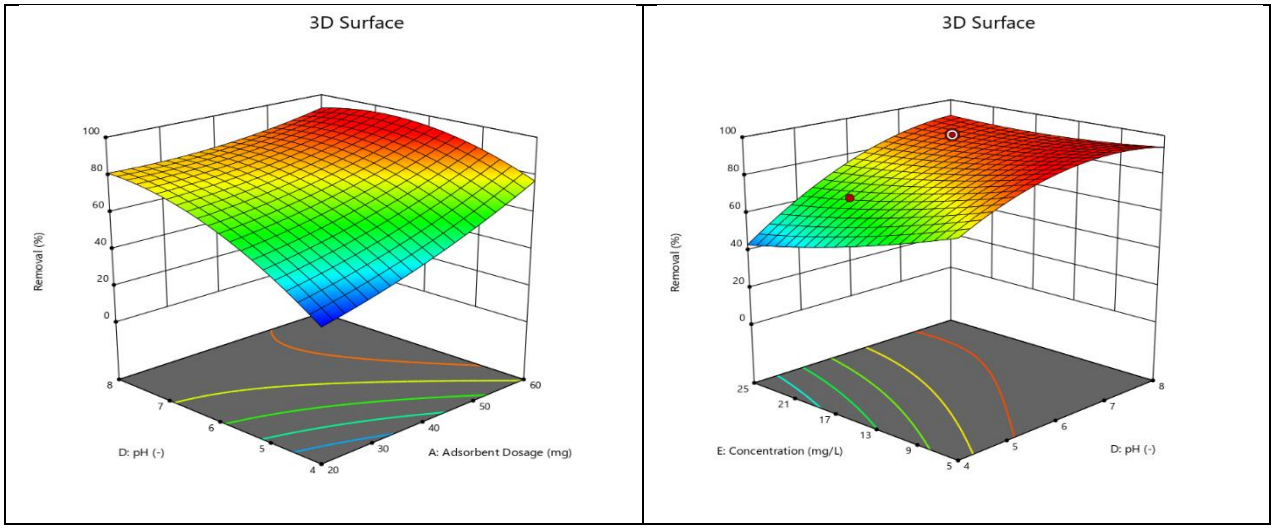
Cor Total	5956,10	43

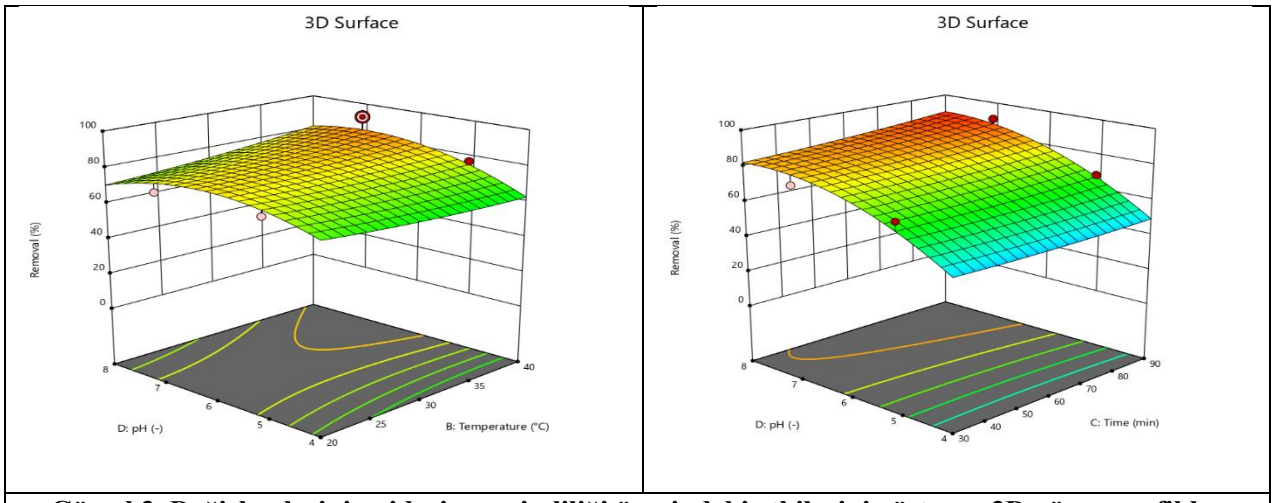


(a) **(b)**

Görsel 2. Deney kapasitesi kalıntılarının normal % olasılık grafiği (a) ve Tahmin edilen ve Gerçek değerler arasındaki yakınlığı gösteren grafik (b)

CCD-RSM, parametreleri eş zamanlı olarak optimize etmek ve Çizelge 1'de gösterilen tasarlanmış değişkenler arasındaki etkileşimler dikkate alınarak RSM kullanıldı. Değişkenlerinin giderim verimliliği üzerindeki etkilerini gösteren 3D yüzey grafikler Görsel 3'te gösterilmektedir.





Görsel 3. Değişkenlerinin giderim verimliliği üzerindeki etkilerini gösteren 3D yüzey grafikler

Fe_3O_4/SiO_2/PAM malzemesinin Cd^{2+} adsorpsiyonu üzerindeki pH etkisini değerlendirmek için CCD-RSM tarafından 4-8 pH aralığı tasarlanmıştır. Cd^{2+} giderme oranı, pH'ın 4'den 8'e artmasıyla artan ve ardından azalan bir eğilim gösterdi. En iyi giderim performansı pH 7'de maksimum değere ulaştı. pH'nın artmasıyla giderme oranı, yavaş yavaş düştü (Ebrahimpour vd., 2023). Adsorban miktarı, adsorpsiyon işlemi için kritik bir parametre olarak kabul edilir. Bu miktar 20-60 (mg) aralığında araştırılarak, 50 mg maksimum adsorpsiyon kapasitesi olarak belirlendi. Görsel 3'te belirtildiği gibi başlangıç konsantrasyonun 30'den 90'a (mg/L) artmasıyla belirgin şekilde adsorpsiyon kapasitesinin azaldığı görülmüştür. Bununla birlikte, temas süresi ve sıcaklıktaki artışla birlikte giderim verimliliği artmıştır.

4. SONUÇLAR

Sunulan çalışmada Fe_3O_4/SiO_2/PAM sentezlenen kompozit malzeme ile CCD-RSM optimizasyon modeli dikkate alınarak ağır metal (Cd^{2+}) giderim çalışmaları yapılmıştır. Değişken tahminleri için ikinci dereceden modeller kullanıldı. Konsantrasyon 10 (mgL^{-1}), 7 pH değeri, adsorban miktarı (50 mg), sıcaklık (40°C) ve 90 (dk) temas süresi optimum koşulları bulmak için tasarlanan deney setindeki en arzu edilen deneme seçilmiştir. Sentezlenen malzeme kullanılarak gerçekleştirilen adsorpsiyon deneylerinde Cd^{2+} iyonlarının yaklaşık %92.05'nin etkili bir şekilde uzaklaştırıldığı gözlenmiştir. Fe_3O_4/SiO_2/PAM yüzey karakterleri ve fonksiyonel grupları Cd^{2+} giderim çalışmalarındaki büyük rolünden dolayı, ağır metal adsorpsiyon deneyleri için alternatif çevre dostu, düşük maliyetli ve yüksek verimli sorbent olabilir. Ayrıca, gelecekte yapılabilecek benzer çalışmalara önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma Araştırma Projesi Koordinasyon Birimi tarafından proje olarak (23/158/01/1) mali olarak desteklenmiştir. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

KAYNAKÇA

Ebrahimpour, E., Kazemi, A. 2022. " Mercury(II) and lead(II) ions removal using a novel thiol rich hydrogel adsorbent; PHPAm/Fe3O4@SiO2 SH polymer nanocomposite " Environmental Science and Pollution Research.

Ece, M.S. 2021. "Synthesis and characterization of activated carbon supported magnetic nanoparticles (Fe3O4/AC@SiO2@Sulfanilamide) and its application in removal of toluene and benzene" Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 617, 126231.

Gohari, R.M., Safari, M., Koohi, A.D., Salehi, M.B. 2022. " Adsorptive removal of cationic dye by synthesized sustainable xanthan gum-g p(AMPS-co-AAm) hydrogel from aqueous media: Optimization by RSM-CCD model" Chemical Engineering Research and Design, 188, 714-728.

Hajizadeh, F., Amiri, A ., Maleki, B., Zonoz, F.M. 2022. "Fe3O4@SiO2@PAMAM-G2 nanocomposite as sorbent for the extraction and preconcentration of estradiol valerate drug from human plasma samples", Microchemical journal, 175, 107176.

Hashemi, S.A., Mousavi, S.M.,Ramakrishna, S. 2019. " Effective removal of mercury, arsenic and lead from aqueous media using Polyaniline-Fe3O4- silver diethyldithiocarbamate nanostructures " Journal of Cleaner Production, 239, 118023.

Lee, D.W., Yoo, B.R. 2016. "Advanced silica/polymer composites: Materials and applications", Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 38, 1-12.

Manzar, M. S., Khan, G., dos Santos Lins, P. V., Zubair, M., Khan, S. U., Selvasembian, R., ... & Kayed, T. S. (2021). RSM-CCD optimization approach for the adsorptive removal of Eriochrome Black T from aqueous system using steel slag-based adsorbent: Characterization, Isotherm, Kinetic modeling and thermodynamic analysis. Journal of Molecular Liquids, 339, 116714.

Medeiros, V.L., Araujo, L.G., Ratero, D.R., Paula A.S., Molina, E.F., Jaeger, C., Marumo, J.T., Nery, J.G. 2020. "Synthesis and physicochemical characterization of a novel adsorbent based on yttrium silicate: A potential material for removal of lead and cadmium from aqueous media " Journal of Environmental Chemical Engineering, 8(4), 103922.

Shi, X., Karachi, A., Hosseini, M., Yazd, M. S., Kamyab, H., Ebrahimi, M., & Parsaee, Z. (2020). Ultrasound wave assisted removal of Ceftriaxone sodium in aqueous media with novel nano composite g-C3N4/MWCNT/Bi2WO6 based on CCD-RSM model. Ultrasonics sonochemistry, 68, 104460.

Uğurlu, M., Osman, H., Vaizoğulları, A., Chaudhary, A.J. 2021. "Removal of Oxytetracycline Using Polymer Coated Magnetıc Nanopartıcular Activated Carbon: Synthesıs,

Characterisation and adsorption isotherms and kinetics studies" Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering (IJCCE).

Zamani, F., Izadi, E. 2014. " Polyvinyl amine coated Fe3O4@SiO2 magnetic microspheres for Knoevenagel condensation", Chinese Journal of Catalysis, 35, 21–27.

FOURIER DÖNÜŞÜMLÜ KIZILÖTESİ SPEKTROSKOPİSİ VE MAKİNE ÖĞRENMESİ KULLANILARAK POLİOLLERDE BAZI KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİN ÖNGÖRÜLMESİ

YUSUF SERDAR BEKDAŞ [1], DR. Öğretim Üyesi ÖZGÜN YÜCEL [2]

[1] Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü - 0009-0003-8857-5393

[2]Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, - 0000-0001-8916-2628

ÖZET

Günlük hayatta poliüretanları birçok alanda kullanmaktayız. Bu poliüretanların ve diğer birçok ürünün hammaddesi olan poliol ürünlerinin bazı ana karakteristiklerini bulunmaktadır. Bu çalışma, bu karakterisitkleri belirlemek amacıyla çeşitli makine öğrenme yöntemlerini incelemektedir.

Poliol ürünleri, endüstriyel süreçlerde yaygın olarak kullanılan kimyasal bileşenlerdir ve bu ürünlerin ana karakteristiklerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesi, üretim süreçlerinin yönetimi, kalite kontrolü ve ürün geliştirmenin temelini oluşturur.

Çalışma, poliol ürünlerinin ana karakteristiklerini etkileyebilecek faktörleri belirlemek amacıyla derinlemesine bir literatür taraması yapar. Daha sonra, çeşitli kaynaklardan elde edilen geniş veri setlerini kullanarak, dört farklı makine öğrenme yöntemi olan lineer regresyon, Gaussian Process Regresyon (GPR), Destek Vektör Makineleri (SVM) ve Yapay Sinir Ağları (ANN) ile poliol karakteristiklerini tahmin etmek için kapsamlı analizler gerçekleştirir.

Her bir modelin performansı, kök-kare ortalama hatası (RMSE), R-kare değeri ve diğer metrikler kullanılarak ayrıntılı bir şekilde değerlendirilir. Sonuçlar, hangi makine öğrenme yönteminin poliol ürünlerinin ana karakteristiklerini en iyi tahmin ettiğini belirlemeye yardımcı olacaktır.

Ayrıca, bu tez, endüstriyel süreçlerin verimliliğini artırmayı hedefleyen mühendisler ve endüstri profesyonelleri için değerli bir kaynak oluşturacaktır. Poliol ürünlerinin kalite kontrolü ve süreç iyileştirmesi için gelişmiş veri analitiği tekniklerinin nasıl kullanılabileceğini vurgulayarak, gelecekteki çalışmalar için temel oluşturacaktır.

Sonuç olarak, çalışma, makine öğrenme yöntemlerinin poliol ürünlerinin ana karakteristiklerini tahmin etmek için nasıl kullanılabileceğini ve endüstriyel süreçlerin geliştirilmesine nasıl katkı sağlayabileceğini inceliyor. Bu çalışma, endüstriyel uygulamalar ve araştırma alanlarında değerli bir bilgi kaynağıdır.

Anahtar Kelimeler : Makine öğrenmesi, FTIR, Poliol, OH sayısı.

THE EFFECT of Ni on PHOTOCATALYTIC PERFORMANCE of $CoWO_4$ UNDER VISIBLE LIGHT İRRADIATION

[1]Doç.Dr. Ali İmran VAİZOĞULLAR, [2]Prof.Dr. Mehmet UĞURLU, [3]Kader ATAMAN

[4]Huseyn OSMAN

1 Muğla Sıtkı Koçman University Vocational School of Health Care, Medical Laboratory Program, , 0000-0003-4369-405X,

2 Muğla Sıtkı Koçman University Faculty of Science Department of Chemistry, 0000-0003-1107-477X

3 Muğla Sıtkı Koçman University Faculty of Science Department of Chemistry

3 Muğla Sıtkı Koçman University Faculty of Science Department of Chemistry

ABSTRACT

Photocatalysis has emerged as a promising technology for the removal of organic contaminants from water and wastewater. This study investigates the impact of metallic nickel (Ni) doping on the photocatalytic activity of cobalt tungstate ($CoWO_4$). $CoWO_4$, a well-known semiconductor photocatalyst, was selected as the base material for its potential in harnessing solar energy for environmental remediation. Metallic nickel, due to its unique electronic and catalytic properties, was chosen as a dopant to enhance the photocatalytic performance of $CoWO_4$. The $CoWO_4$ and Ni-doped $CoWO_4$ samples were prepared using a simple and reproducible precipitation method. The as-synthesized materials were characterized by various analytical techniques, including X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), XPS and UV-Visible spectroscopy (Lopez et al., 2016). The characterization results confirmed the successful incorporation of nickel into the $CoWO_4$ lattice and indicated changes in the materials' crystalline structure and optical properties. The photocatalytic activity of the synthesized materials was assessed by their ability to degrade methylene blue (MB) under UV-visible light irradiation. Our results revealed that the introduction of metallic nickel significantly enhanced the photocatalytic degradation of MB when compared to undoped $CoWO_4$. This improvement can be attributed to the synergistic effects of Ni doping, which extended the absorption range of the catalyst and facilitated charge separation and migration. The study also investigated the influence of various parameters, such as the Ni doping level, reaction time, pH, and catalyst dosage, on the photocatalytic efficiency. The optimized Ni-doped $CoWO_4$ catalyst demonstrated remarkable stability and reusability. Overall, the findings from this study suggest that metallic nickel doping of $CoWO_4$ holds great promise for improving its photocatalytic activity and expanding its application in environmental remediation. This research contributes to our understanding of the role of dopants in enhancing

the photocatalytic properties of semiconductors and offers insights into the design of efficient photocatalytic materials for water treatment and environmental protection.

Keywords: Ni doped, $CoWO_4$ photocatalyst, Methylene Blue,

INTRODUCTION

Photocatalysis has emerged as a groundbreaking technology with significant potential for addressing environmental pollution and water purification challenges. Harnessing solar energy to drive chemical reactions is at the core of this approach, and semiconductor materials play a pivotal role in this endeavor. Among these materials, cobalt tungstate (CoWO4) has garnered attention as a promising photocatalyst due to its suitable electronic band structure and excellent stability. However, to unlock the full potential of CoWO4 in photocatalysis, innovative strategies are required to enhance its efficiency. This comprehensive study delves into the realm of semiconductor photocatalysis, specifically focusing on the enhancement of CoWO4's photocatalytic activity through the incorporation of metallic nickel (Ni) dopants. The rationale behind this investigation lies in the unique electronic properties of metallic nickel, which can introduce critical modifications in the optical and electronic behavior of CoWO4 (Xu et al., 2016). These alterations, in turn, can have a profound impact on the catalyst's ability to harvest and utilize solar energy for the degradation of organic pollutants, making it an intriguing avenue for research. The objectives of this study encompass the synthesis and characterization of Ni-doped CoWO4 photocatalysts, an evaluation of their photocatalytic activity, and an exploration of the key factors influencing their performance (Xu et al., 2015). By comprehensively understanding the effects of Ni doping on CoWO4, we aim to contribute to the growing body of knowledge in the field of semiconductor photocatalysis and provide insights into the design and optimization of advanced materials for environmental remediation and sustainable water treatment.

MATERIALS and METHOD

The synthesis of the Ni-doped CoWO4 photocatalysts employed a well-established chemical precipitation method. This method is known for its efficacy in producing homogeneous and well-controlled materials, making it an optimal choice for the controlled incorporation of metallic nickel into the $CoWO_4$ lattice. The precursor chemicals, including cobalt chloride ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$), ammonium metatungstate ($(NH4)_6H_2W_{12}O_{40}$), and nickel chloride ($NiCl_2 \cdot 6H_2O$), were chosen to ensure the purity and solubility of the starting materials. The molar ratios of these precursors (1:2) were carefully adjusted to achieve the desired doping levels while maintaining stoichiometric integrity. The precipitation was driven by the addition of a precipitating agent, typically 0,2 M of ammonium hydroxide (NH_4OH), which resulted in the formation of the solid precipitates. Also, $NaBH_4$ (0.1 M) added to the mixture to reduced Ni^{2+} to metallic Ni. Following the precipitation step, the resulting precipitates were allowed to age, promoting crystalline growth and maturation. The aged materials were then carefully washed with deionized water to remove any residual reactants and impurities. This washing step was repeated until the pH of the suspension reached a neutral value, ensuring the removal of excess ions and impurities. Subsequently, the precursor powders were calcined at 400°C in

furnace under controlled atmospheres to convert them into the final Ni-doped CoWO4 photocatalysts.

SEM IMAGES

Scanning Electron Microscopy (SEM) analysis reveals that metallic nickel appears spherical while CoWO4 appears rod-shaped. It can be attributed to the role of crystal structure where CoWO4 typically exhibits a monoclinic crystal structure, which can lead to the growth of rod-shaped particles along certain crystallographic axes. In contrast, metallic nickel, which often forms face-centered cubic (FCC) crystals, can favor the formation of spherical nanoparticles (Chen et al., 2021). This structural divergence is a crucial factor contributing to the observed morphological differences.

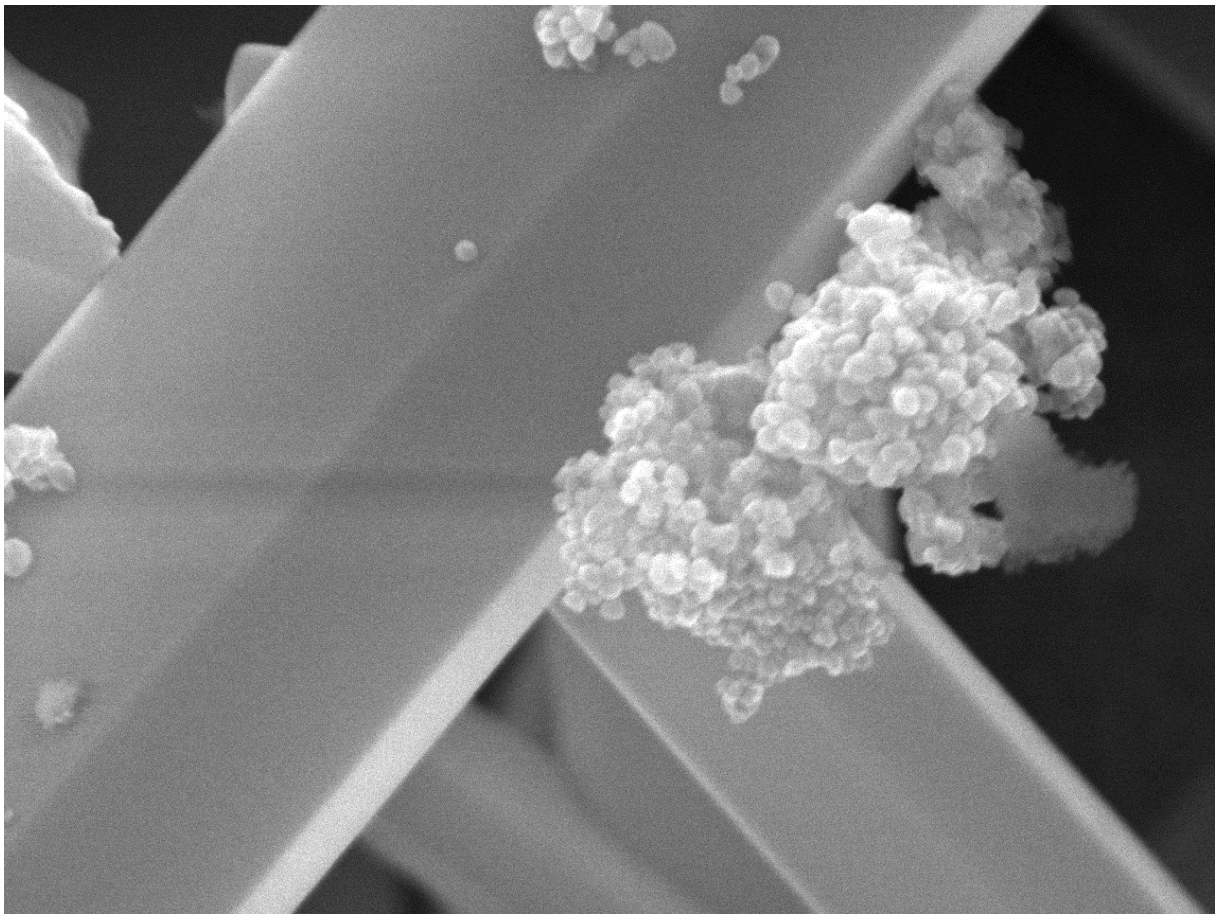


Figure 1. SEM images of $Ni/CoWO_4$

XPS Analysis

The XPS analysis of our cobalt (II) sample revealed three distinct binding energies. firstly, 806 eV corresponds to a higher-energy state and is indicative of electrons in the Co^{2+} $2p_{3/2}$ orbital. The peak at 806 eV may also include contributions from satellite peaks due to chemical bonding effects. 802 eV, corresponds to the Co^{2+} $2p_{1/2}$ orbital. The slightly higher energy of this peak relative to the $2p_{3/2}$ peak (806 eV) is consistent with the well-established spin-orbit splitting in XPS spectra. The peak at 786 eV is associated with the Co^{2+} $2p_{3/2}$ orbital. This peak is usually the dominant feature in Co^{2+} XPS spectra, providing a reliable marker for the oxidation state.

The XPS analysis of tungstate ions unveiled three distinct binding energies. 34 eV corresponds to a low-energy state and likely represents the tungsten (W) $4f_{7/2}$ orbital. The presence of a peak at 34 eV suggests the occurrence of tungstate ions with tungsten in a specific oxidation state. 36 eV may correspond to the W $4f_{5/2}$ orbital. The separation of binding energies for $4f_{7/2}$ and $4f_{5/2}$ peaks is consistent with the spin-orbit splitting expected in XPS spectra. The peak at 41 eV could be related to different factors such as chemical bonding or other species present in the sample. This energy is notably higher than typical binding energies for tungsten ions in known oxidation states.

878 eV binding energy likely corresponds to the nickel (Ni) $2p_{3/2}$ orbital. The presence of a peak at 878 eV indicates the occurrence of nickel ions in a specific oxidation state and provides a robust marker for Ni(II) ions (Vaizogullar A.İ., 2021). The binding energy at 860 eV is consistent with the Ni $2p_{1/2}$ orbital. This separation in binding energies for $2p_{3/2}$ and $2p_{1/2}$ peaks aligns with the expected spin-orbit splitting in XPS spectra. The peak at 852 eV is intriguing and may be associated with various factors, such as chemical bonding, crystal field effects, or the presence of other species within the sample. This energy is notably higher than typical binding energies for nickel ions in well-defined oxidation states.

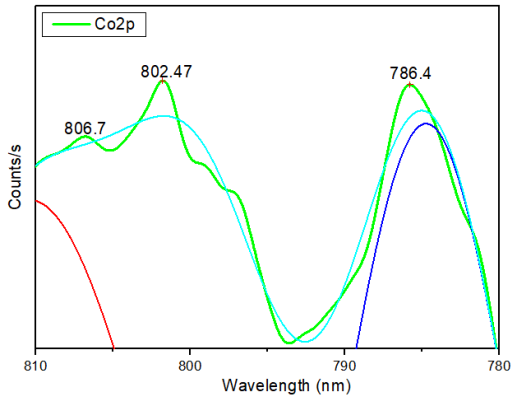


Figure 2a. XPS of Co

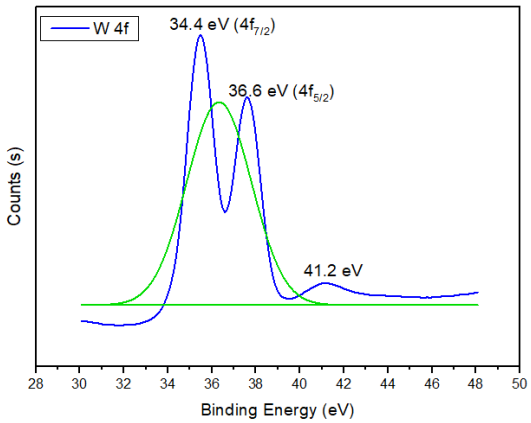


Figure 2b. XPS of W

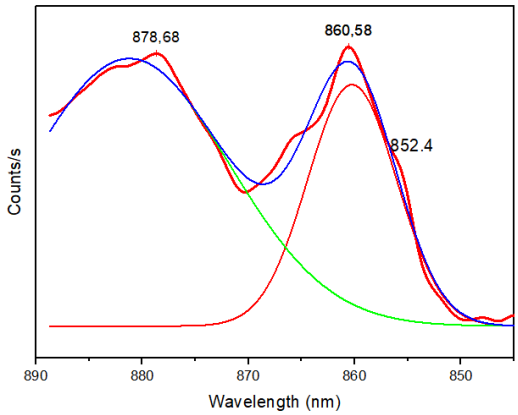


Figure 2c. XPS of Ni

Photocatalytic Performances

The degradation of organic compounds using a photocatalyst composed of metallic nickel (Ni) supported on cobalt tungstate ($CoWO_4$) can involve a combination of photocatalytic processes and synergistic effects between the two materials. When this photocatalyst is exposed to light, it generates electron-hole pairs. The metallic nickel and $CoWO_4$ can work together to create and separate these charge carriers. The holes (h^+) and electrons (e^-) are highly reactive and can participate in redox reactions with organic pollutants (Alhartri et al., 2021). The combination of metallic nickel and CoWO4 may lead to synergistic effects that enhance the photocatalytic activity. Where, metallic nickel can act as an electron sink, efficiently capturing photogenerated electrons and preventing their recombination with holes, which is a common issue in photocatalysis. During this the photogenerated holes (h^+) can react with water molecules to produce hydroxyl radicals (•OH) and the photogenerated electrons (e^-) can participate in redox reactions, reducing molecular oxygen to form superoxide radicals ($•O_2^-$) or hydrogen peroxide (H_2O_2). Also, the presence of cobalt in $CoWO_4$ may enhance the catalytic activity due to its ability to introduce co-doping effects. These co-dopants can modify the electronic structure of the catalyst and enhance its photocatalytic properties, affecting the degradation mechanism.

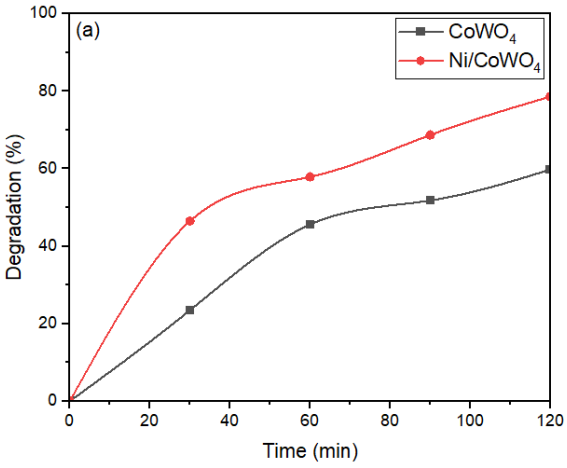


Figure 3a. Degradation yield

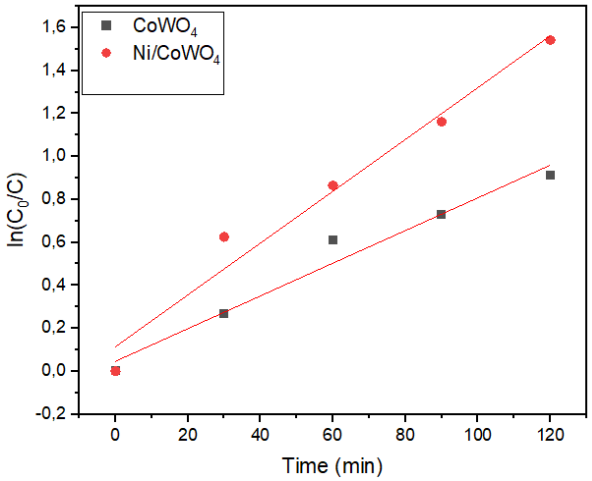


Figure 3b. Pseudo First Order Kinetics

References

Lopez, X.A.; Fuentes, A.F.; Zaragoza, M.M.; Guillén, J.A.D.; Gutiérrez, J.S.; Ortiz, A.L.; Martinez, V.C. Synthesis, characterization and photocatalytic evaluation of MWO4 (M = Ni, Co, Cu and Mn) tungstates. Int. J. Hydrog. Energy 2016, 41, 23312–23317.

Xu, X.; Gao, J.; Huang, G.; Qiu, H.; Wanga, Z.; Wu, J.; Pan, Z.; Xing, F. Fabrication of CoWO4@NiWO4 nanocomposites with good supercapacitve performances. Electrochim. Acta 2015, 174, 837–845

Xu, X.; Pei, L.; Yang, Y.; Shen, J.; Ye, M. Facile synthesis of NiWO4/reduced graphene oxide nanocomposite with excellent capacitive performance for supercapacitors. J. Alloy. Compd. 2016, 654, 23–31.

Chen, N., Wang, Y., Du, X., & Zhang, X. (2021). Facile synthesis of Ni doped CoWO4 nanoarrays grown on nickel foam substrates for efficient urea oxidation. International Journal of Hydrogen Energy, 46(49), 25114-25120.

Alharthi, F. A., Alanazi, H. S., Alsyahi, A. A., & Ahmad, N. (2021). Hydrothermal synthesis, characterization and exploration of photocatalytic activities of polyoxometalate: Ni-CoWO4 nanoparticles. Crystals, 11(5), 456.

Vaizoğullar, A. İ. (2021). Facile preparation and characterization of NiO/Ni2O3-decorated nanoballs and mixed phase CdS nano rods (CdS&NiO/Ni2O3) for effective photocatalytic decomposition of Congo red under visible light irradiation. Journal of Dispersion Science and Technology, 42(9), 1408-1418.

ATIK SULARDAN AĞIR METAL GİDERİMİ İÇİN $FE_3O_4/SİO_2$/PAM MANYETİK MALZEME SENTEZİ VE CCD-RSM MODELİ İLE OPTİMİZASYONU

[1]Hüseyn OSMAN, [2]Gonca ERTÜRK, [3]Doç.Dr Ali İmran VAİZOĞULLAR, [4]Prof.Dr. Mehmet UĞURLU, [5]Doç.Dr Oğuz AKPOLAT

[1]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID: 0000-0003-3535-9331

[2]Muğla Sıtkı Koçman Ünivesitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-8821-0330

[3]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuar Programı , ORCID ID: 0000-0003-4369-405X

[4]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID: 0000-0003-1107-477X

[5]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-6623-4323

ÖZET

Ağır metallerin sulardan uzaklaştırılması dünya çapında önemli bir endişe kaynağıdır. Yüksek konsantrasyonlarda insanlar ve sudaki yaşam için toksik olan ağır metallerden biri kurşun iyonudur. Bu çalışmada, demir tuzlar kullanılarak manyetik malzeme sentezi daha sonra porozite kazandırmak amacıyla silisyum özellikli malzeme kullanılması ve yüzeyin fonksiyonel özelliklere sahip olunması için poliakrilamid (PAM) kullanılması ve nihaiyi ürün olarak Fe_3O_4/SiO_2/PAM kompozit malzeme sentezlendi. Hazırlanan kompozit malzeme ile CCD-RSM optimizasyon modeli dikkate alınarak ağır metal (Pb) giderim çalışmaları yapılmıştır. Başlangıç konsantrasyonu, pH, adsorban dozu, sıcaklık ve temas süresi deneysel parametreleri oluşturmaktadır. Bu parametreleri optimize etmek için deneylerin tasarlanmasında yanıt yüzey metodolojisi altında merkezi kompozit tasarım (CCD-RSM) işlemi uygulandı: başlangıç konsantrasyonu (40 mg/L), pH (7), adsorban miktarı (50 mg), sıcaklık (20°C) ve Pb^{2+} adsorpsiyonu için temas süresi (90dk) belirlendi. İstatistiksel parametreleri değerlendirmek ve değişkenlerin etkileşimlerini araştırmak için varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Sentezlenen malzeme kullanılarak gerçekleştirilen adsorpsiyon deneylerinde Pb^{2+} iyonlarının yaklaşık %99,81'nin etkili bir şekilde uzaklaştırıldığı gözlenmiştir. Maksimum adsorpsiyon kapasitesi 66,54 mg/g olarak belirlendi. Sentezlenen nanopartiküller, geniş yüzey alanı ve yüksek adsorpsiyon kapasitesi gibi özellikler gösterdi. Bu çalışmada, simüle edilmiş atık sudaki Pb^{2+} iyonlarının gideriminde Fe_3O_4/SiO_2/PAM etkili adsorban olarak potansiyelini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, Su arıtma,Atık su,Yanıt yüzey metodolojisi (CCD- RSM)

1. GİRİŞ

Endüstriyel, tarımsal ve insan aktiviteleri sonucu oluşan atıksular, su kaynaklarının kirlenmesi ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Su kaynaklarındaki en önemli kirleticilerden biri ağır metaller olup, düşük konsantrasyonlarda bile ciddi olumsuzluk ve hastalıklara sebep olabilmektedir. Limit değerleri aştığında, insan fizyolojisi ve biyolojik sistemler üzerinde

zararlı bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Evsel faaliyetlerin yanı sıra endüstriyel, farmasötik ve tarımsal işlemler, çevreye boşaltılan büyük miktarlarda ağır metal atığı üretilmektedir. Bu nedenle, Kurşun (Pb) gibi farklı ağır metallerle oluşan su kirliliği, çevre ve insanlar için yüksek toksik riskleri nedeniyle ele alınması gereken güncel bir sorun haline gelmiştir. Ağır metallere uzun süreli maruz kalma sonucu kanser, sistemik skleroz veya diyabet gibi hastalıklara neden olabileceği bilinmektedir. Kurşun gibi çevreyi önemli ölçüde kirletebilen ağır metaller, insan ve canlı türlerinin sağlığını bozabilen en zehirli elementler arasındadır. ABD Zehirli Maddeler ve Hastalık Sicili Dairesi (ATSDR) Madde Öncelik Listesinde halk sağlığı için en zehirli ilk 10 kimyasal elementler arasında yer almaktadırlar. Buna göre, endüstriyel atık sularından toksik iyonların konsantrasyonunun uzaklaştırılması veya azaltılması zorunlu hal almıştır. Atık sudan metal iyonlarını uzaklaştırmak için kullanılan yaygın teknikler arasında iyon değişimi, adsorpsiyon, filtrasyon ve elektrolitik prosesler yer alır. Bu yöntemlerden adsorpsiyon, düşük ekonomik maliyeti ve kolay geri kazanımı nedeniyle yaygın olarak kullanılır (Hashemi vd., 2019; Medeiros vd., 2020). Adsorpsiyonda, adsorbent yüzeyinde kimyasal fonksiyonel grupların bulunması, adsorpsiyon sürecini etkileyen önemli bir faktördür (Lee ve Yoo, 2016). Özellikle adsorpsiyon uygulamalarında manyetik nanopartiküllerin yüzey stabilitelerini artırmak ve aglomerasyon olgusunu azaltmak için organik fonksiyonel gruplarla modifiye işlemleri yaygın olarak kullanılabilmektedir (Ece, 2021). Burada gözönüne alınması gereken en temel husus, çevre dostu, ekonomik değeri düşük ve performansının yüksel olabileceği malzeme ve yöntemlerin kullanılması tercih edilmelidir.

Nano yapılı adsorbentler, geleneksel olanlara kıyasla çevresel arıtımında çok daha yüksek verim ve daha hızlı adsorplama sağladıkları düşünülmektedir (Uğurlu vd.,2021). Manyetik nanoparçacıkların adsorpsiyon işleminde kullanılabilirliği, adsorplama kapasitesinin arttırılması, yüzey aktivasyonu ve kimyasal kararlılığın iyileştirilmesi ile mümkün olabilmektedir. Burada modifikasyon, kolay şekilde uzaklaştırılma ve yeniden kullanılabilirlik üzerinde durulması gereken en önemli hususların başında gelmektedir. Konuyla ilgili çalışmalarda, adsorplama özelliği ve modifikasyon amaçlı kullanılmasından dolayı polimer bazlı malzemelerin yüksek oranda tercih edilebileceği görülmektedir (Zamani ve Izadi, 2014). Fe_3O_4 kompozit malzeme manyetik özellik kazandırıldıktan sonra sulu ortamdan kolayca uzaklaştırılabilir. Fe_3O_4, uygulamalardaki birçok sınırlamanın üstesinden gelme potansiyeline sahiptir ve daha etkili avantajlar sağlar. Toksik olmayan silika, manyetik nanopartiküller için çok mükemmel bir yüzey kaplama malzemesidir ve manyetik nanopartikülleri korumak için harici bir koruyucu tabaka oluşturur. Ayrıca, Fe_3O_4/SiO_2 üzerine polimer kaplanarak yüksek verim sağlayan kompozit malzeme sentezlenmiştir. Poliakrilamid, [PAM, (C3H5NO)n] Lineer zincir yapısına sahip olup, yüksek oranda su emici ve hidratlandığında yumuşak bir jel oluşturma özelliğine sahiptir. Bu özelliğinde dolayı daha önce sentezlenmiş manyetik silikatlı nanomalzemeye eklenmesiyle bir üst nanokompozit haline getirilmiştir. Çeşitli varyasyonlar sonucunda Fe_3O_4/SiO_2/PAM sentezlenmesi ile gözenekli özelliğe sahip katı/sıvı arayüzey aktivitesi yüksek malzemenin pratik uygulama potansiyelinin çok yüksek olduğu görülmüştür. SiO_2 ve Fe_3O_4 etkileşimi malzemeye core-shell özellik kazandırdığından kompozit malzemenin adsorplama özelliğini artırmıştır. İlaveten Fe_3O_4 nanoparçacıklarının asidik çözeltide bir kararsızlığı doğrudan uygulamalarının sınırlı olabileceği düşüncesiyle yoğun silika tabakası ve

PAM malzemelerinin manyetik parçacığa daha fazla koruma ve etkili olabilmesi gibi özellikler sağlamıştır.

CCD-RSM deney tasarım optimizasyon modeli

Başlangıç konsantrasyonu, pH, adsorban dozu, sıcaklık ve temas süresi bu tasarımın ana parametrelerini oluşturmaktadır. Bu parametreleri optimize etmek için deneylerin tasarlanmasında yanıt yüzey metodolojisi altında merkezi kompozit tasarım (CCD-RSM) işlemi uygulanmıştır: Burada CCD-RSM (Central composite design-CCD, Response surface methodology-RSM) işleminin uygulanmasıyla, parametrelerin optimizasyonu ayrıntılı olarak incelenmiştir. Değişken tahminleri için ikinci dereceden modeller kullanıldı ve istatistiksel parametreleri değerlendirmek ve değişkenlerin etkileşimlerini araştırmak için varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Burada deneysel ölçüm sonuçlarını en iyi gösteren RSM fonksiyonu belirlendi ve bu fonksiyon yardımıyla deney parametreleri hesaplanarak optimize edilmiştir (Gohari vd., 2022). CCD-RSM ve grafiksel analizlerde, Design Expert yazılımı kullanılmıştır. CCD-RSM deney tasarım optimizasyon modeli çalışılarak, yapılacak olan çalışmaya sunduğu avantajlar, bağımsız parametreler arasındaki etkileşimin belirlenmesi, sistemin matematiksel olarak modellenmesi, deneme sayısını azaltarak zamandan ve maliyetten tasarruf etmesi gibi özgün sonuçlar bulunulmaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

Fe_3O_4 Sentezi: Fe_3O_4 nanoparçacıkları, geleneksel olarak birlikte çökeltme yöntemiyle sentezlenmektedir. Öncelikle reaksiyona girecek kimyasalların miktarları hesaplanır. 100mL distilenmiş suya $Fe(NO_3)_3$ ve $FeSO_4$ tuzları belirli miktarda kullanılarak deneysel işlem başlatılır. Bu işlem, homojenlik ve parçalanabilirlik açısından maksimum etkileşmenin sağlanması amacıyla sonikatör sistemi kullanılacaktır. Homojen karışım elde edildikten sonra siyaha dönüşene kadar % 25 NH_3 çözeltisi ilavesi ile yaklaşık pH:10'a kadar yavaşça damlatılacak ve oda sıcaklığında iki saat karıştırılacaktır. Sonrasında hazırlanmış manyetik nanoparçacıklar bir mıknatısla çözeltiden ayırarak etanol ve deiyonize su ile yıkandıktan sonra vakum altında 60°C'de kurutulacaktır. Böylece, Fe_3O_4 nanoparçacıkları elde edilir.

***Fe_3O_4/SiO_2 Sentezi*:** Bu malzemelerin sentezinde benzer literatür verileri dikkate alınacaktır (Hajizadeh vd., 2022). Buna göre 50 mL distilenmiş suya 1.0 g Fe_3O_4 nanoparçacıkları ilave edilerek dağıtılır, sonra bu karışıma 2mLTetra Etil Orto Silikat (TEOS) ilave edilecektir. Daha sonra oda sıcaklığında karıştırılarak damla damla 25mLNaOH (0.1 M) ilave edilerek, 40°C'de sıcaklığında bir saat karıştırılacaktır. Son olarak, Fe_3O_4/SiO_2 nanoparçacıkları saf su ile birkaç kez yıkandıktan sonra vakum altında 60°C'de kurutulacaktır.

Fe_3O_4/SiO_2/PAM Sentezi: İlk olarak 0.2g poliakrilamid (PAM) belirli bir sürede 100 ml suda yaklaşık 30dk çözündürülecektir. Bu karışıma Fe_3O4/SiO_2 nanoparçacıklarından 0.2g ilave edilerek karıştırılır. Daha sonra 0.3g Polivinilpirolidon (PVP) ilave edilerek 5 saat karıştırıldıktan sonra saf su ile birkaç kez yıkanır. Vakum altında 60°C'de kurutulur ve deneylerde kullanmak için kapalı ve ışık almayacak şekilde muhafaza edilir. Çalışmadaki ana hedef, kirletici oluşturan adsorbatların ortamdan giderilmesi olmaktadır. Burada PAM'ın hidrofilik olmasından dolayı sentezde aşırı jelleşme durumunun olabileceği gözönüne

alınmalıdır. Bu arzulanmayan durumla karşılaşmamak içim özellikle PAM ekleme süreci oldukça yavaş ve hızlı karıştırma ile aşılması planlanmaktadır.

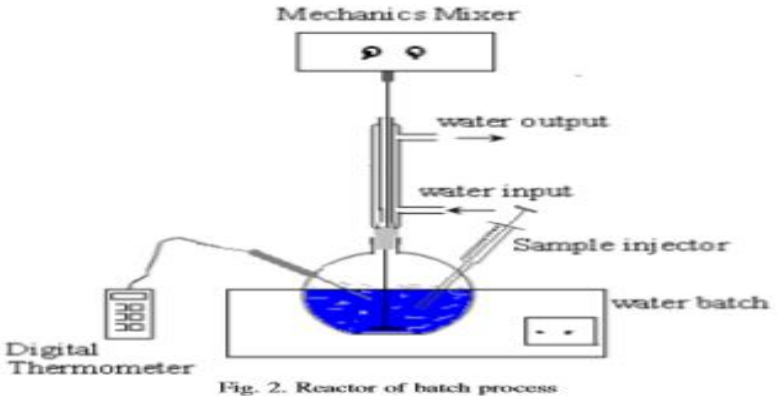


Fig. 2. Reactor of batch process

Görsel 1. Adsorbent malzeme sentezi

Adsorpsiyon Deneyleri

Kompozit malzemeler adsorbent olarak kullanılarak ağır metal giderim çalışmaları yapılmıştır. Adsorpsiyon deneyleri; Incubator Shaker (ZHWY-200D) yardımıyla yürütülmüştür. Deneysel çalışmada; katı/sıvı oranı, süspansiyon pH'sı, sıcaklık, zaman ve başlangıç konsantrasyonları parametre olarak seçilecektir. Süspansiyon pH'sının ayarlanması için eser miktarlarda 0,1 M NaOH ve 0,1 M HCl kullanılacak. Ağır metal giderimi için AAS cihazı kullanılmıştır.

Deneysel Tasarım

Deneysel tasarımın, yanıt fonksiyonunu etkileyen kritik parametreleri eş zamanlı olarak değiştirerek optimize etmesi ve sınırlı sayıda deneme yaparak deneysel sonucu iyileştirmesi düşünülmüştür (Shi vd., 2020). CCD-RSM yöntemi, bir yanıt fonksiyonu olarak giderim performansını artırmak ve etkileyen parametrelerini optimize etmek için deney tasarımı uygulandı. Elektrooksidasyon deneysel tasarım ve bağımsız parametrelerin seviyeleri Çizelge 1'de verilmiştir. 2 k + 2 k + L (k bağımsız parametrelerin sayısı ve L merkezi noktaların sayısıdır) denklemi kullanılarak kırk dört deneme tasarlandı. Çizelge 1'de görüldüğü gibi, CCD yönteminin sınırlandırılmış formunun uygulanması nedeniyle parametre seviyelerinin ilişkili olduğu -α, -1, 0, + 1 ve +α olmak üzere beş kodlanmış seviye vardır. Her bir parametrenin +α en üst düzeyi, 0 ise orta düzeyi ve -α en düşük düzeyi ifade etmektedir.

Çizelge 1. CCD deneysel tasarım ve seviyeler

Parameter	Code	Real values				
		-α	-1	0	+1	+α
Adsorb Dosage (mg)	A	20	30	40	50	60
Temperature °C	B	15	20	30	40	45
Time (min)	C	20	30	60	90	100
pH	D	4	5	6	7	8
Concentration (mg/L)	E	30	40	60	80	90

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

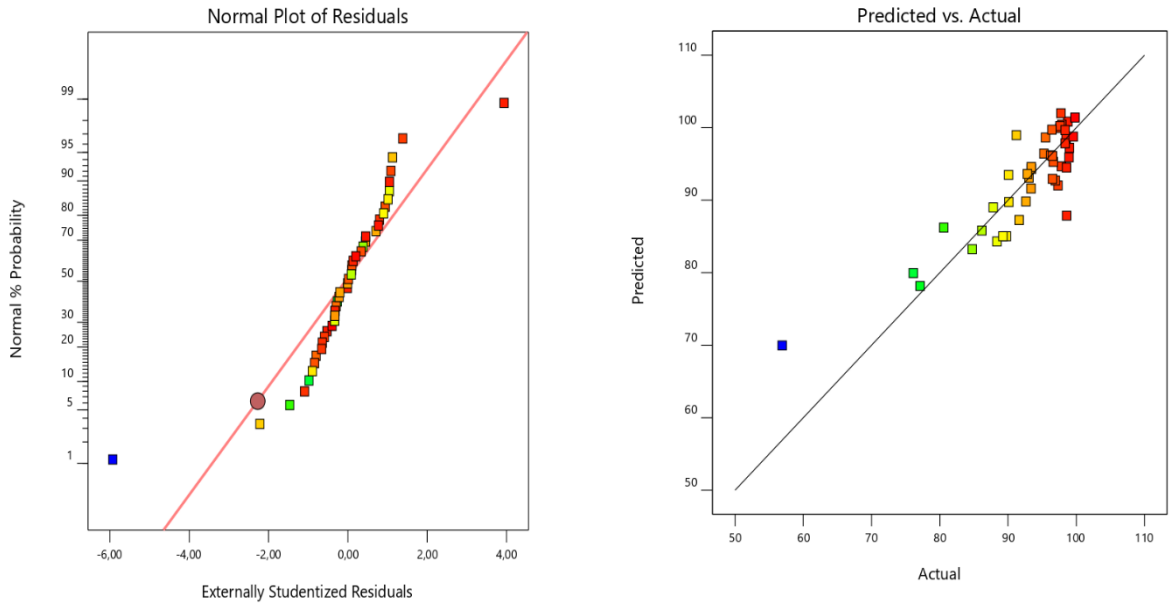
Parametrelerin önemini ve CCD-RSM'den elde edilen modelin yeterliliğini netleştirmek için varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. A, B, C, D ve E değişkenleri sırasıyla Adsorban miktarı, Sıcaklık, Temas süresi, pH ve Konsantrasyon olarak kodlandı. p ve F değerleri dikkate alınarak model katsayılarının anlamlılığı değerlendirildi (Ebrahimpour vd., 2023). Model kategorisi, toplam varyansın büyük bir bölümünü açıklamaktadır ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu da, modelin bağımsız değişkenlerin yanıt değişkeni üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. D-pH ve E-Konsantrasyon faktörleri, yanıt değişkeni üzerinde anlamlı etkilere sahiptir. Bu faktörlerin p değerleri <0.05 olduğu için istatistiksel olarak anlamlıdır. DE, B^2 ve E^2 gibi faktörler arasındaki etkileşimler, yanıt değişkeni üzerinde anlamlı etkilere sahiptir (p değerleri <0.05). Bu sonuçlara göre, seçilen değişkenler ve bazı etkileşimler Pb^{2+} giderimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Grafik (2a) görsel olarak anlaşılabilir bir şekilde deney kapasitesi kalıntılarının normal yüzde olasılık grafiğini göstermektedir. Bu grafik, deneylerde elde edilen verilerin normal dağılıma ne kadar uyduğunu belirtir. Noktaların yaklaşık olarak çizgi üzerinde yer alması, verilerin normal dağılıma daha yakın olduğunu göstermektedir (Manzar vd., 2021). Tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki uyumu Grafik (2b)'ye göre değerlendirebiliriz. Noktaların çizgiye yakın bir şekilde dağılması gerçek değerlerle tahmin edilen değerler arasında bir uyum olduğunu, uzak olması ise sapma olduğunu gösterir. Sonuç olarak, her iki grafik de görsel analiz için faydalıdır ve deney sonuçlarını anlamak için önemli bilgiler sağlamıştır.

Çizelge 2. Varyans analizi (ANOVA)

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	2098,42	20	104,92	3,63	0,0018	significant
A-Adsorbent Dosage	77,42	1	77,42	2,68	0,1153	
B-Temperature	0,0732	1	0,0732	0,0025	0,9603	
C-Time	0,8293	1	0,8293	0,0287	0,8670	
D-pH	800,76	1	800,76	27,71	< 0.0001	
E-Concentration	147,24	1	147,24	5,09	0,0338	
AB	1,23	1	1,23	0,0425	0,8385	
AC	13,33	1	13,33	0,4611	0,5039	
AD	52,25	1	52,25	1,81	0,1919	
AE	65,35	1	65,35	2,26	0,1463	
BC	0,9905	1	0,9905	0,0343	0,8548	
BD	1,94	1	1,94	0,0670	0,7981	
BE	12,19	1	12,19	0,4217	0,5225	
CD	17,27	1	17,27	0,5976	0,4474	
CE	21,76	1	21,76	0,7530	0,3945	
DE	183,70	1	183,70	6,36	0,0191	
A^2	76,39	1	76,39	2,64	0,1176	
B^2	157,77	1	157,77	5,46	0,0285	
C^2	2,68	1	2,68	0,0928	0,7633	

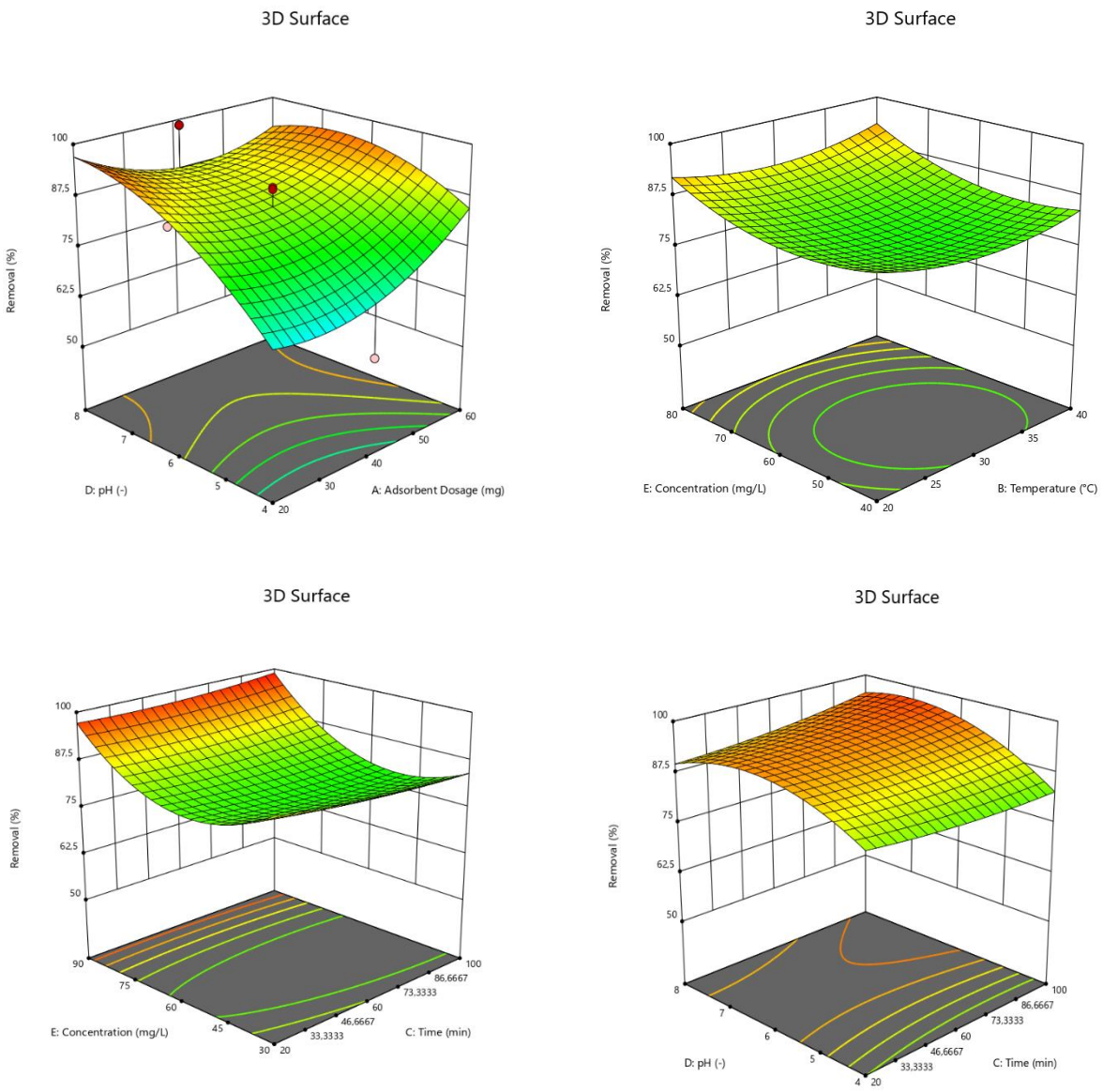
D^2	62,12	1	62,12	2,15	0,1562	
E^2	259,42	1	259,42	8,98	0,0065	
Residual	664,76	23	28,90			
Lack of Fit	664,64	22	30,21	241,69	0,0507	not significant
Pure Error	0,1250	1	0,1250			
Cor Total	2763,19	43				



(a) **(b)**

Görsel 2. Deney kapasitesi kalıntılarının normal % olasılık grafiği (a) ve Tahmin edilen ve Gerçek değerler arasındaki yakınlığı gösteren grafik (b)

CCD-RSM, parametreleri eş zamanlı olarak optimize etmek ve Çizelge 1'de gösterilen tasarlanmış değişkenler arasındaki etkileşimler dikkate alınarak RSM kullanıldı. Değişkenler arasındaki etkileşimi ve bunların yanıt işlevi üzerindeki etkileri Görsel 3'te gösterilmektedir.



Görsel 3. Değişkenlerinin giderim verimliliği üzerindeki etkilerini gösteren 3D yüzey grafikler

Fe_3O_4/SiO_2/PAM malzemesinin Pb^{2+} adsorpsiyonu üzerindeki pH etkisini değerlendirmek için CCD-RSM tarafından 4-8 pH aralığı tasarlanmıştır. Yüksek asidik çözeltilerde adsorpsiyon kapasitesinde bir azalma görülmüştür. Maksimum adsorpsiyon kapasitesi yaklaşık pH 7 elde edilmiştir. Yüksek pH değerlerinde Pb^{2+} için adsorpsiyon sonuçlarındaki azalma çözeltide çökelmesine bağlanabilir. Diğer bir pH aralığı etkinliğini belirleyen faktör adsorban yüzey yüküdür. Bu nedenle pH'ın arttırılması, negatif yüklü adsorban ile pozitif yüklü ağır metal iyonları arasındaki etkileşim gerçekleşmiştir. Adsorban miktarının adsorpsiyon kapasitesi üzerindeki etkileri 20-60 (mg) aralığındaki araştırıldı. Maksimum adsorpsiyon kapasitesi 50 mg olarak belirlendi. Görsel 3'te belirtildiği gibi başlangıç konsantrasyonun 30'den 90'a (mg/L) artmasıyla belirgin şekilde adsorpsiyon kapasitesinin arttığı görülmüştür. Bu durum yüksek konsantrasyonlarda adsorban bağlanma bölgelerinin tam olarak kullanılmasına atfedilebilir (Ebrahimpour vd., 2023). Ayrıca, 3 boyutlu grafiklerden görüldüğü gibi temas süresinin 20'den 100'e doğru adsorpsiyon kapasitesinin arttığı görüldü.

4. SONUÇLAR

Sunulan çalışmada Fe_3O_4/SiO_2/PAM sentezlenen kompozit malzeme ile CCD-RSM optimizasyon modeli dikkate alınarak ağır metal (Pb^{2+}) giderim çalışmaları yapılmıştır. Değişken tahminleri için ikinci dereceden modeller kullanıldı. İstatistiksel parametreleri değerlendirmek ve değişkenlerin etkileşimlerini araştırmak için varyans analizi uygulanmıştır. Konsantrasyon 40 (mgL^{-1}), 7 pH değeri, adsorban miktarı (50 mg), sıcaklık (20°C) ve 90 (dk) temas süresi optimum koşulları bulmak için tasarlanan deney setindeki en arzu edilen deneme seçilmiştir. Sentezlenen malzeme kullanılarak gerçekleştirilen adsorpsiyon deneylerinde Pb^{2+} iyonlarının yaklaşık %99.81'nin etkili bir şekilde uzaklaştırıldığı gözlenmiştir. Maksimum adsorpsiyon kapasitesi 66.54 mg/g olarak belirlendi. Sentezlenen nanopartiküller, geniş yüzey alanı ve yüksek adsorpsiyon kapasitesi gibi özellikler gösterdi. Bu çalışmada, simüle edilmiş atık sudaki Pb^{2+} iyonlarının gideriminde Fe_3O_4/SiO_2/PAM etkili adsorban olarak potansiyelini ortaya koymuştur.

Teşekkür: Bu çalışma Araştırma Projesi Koordinasyon Birimi tarafından proje olarak (23/158/01/1) mali olarak desteklenmiştir. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

KAYNAKÇA

Ebrahimpour, E., Kazemi, A. 2022. " Mercury(II) and lead(II) ions removal using a novel thiol rich hydrogel adsorbent; PHPAm/Fe3O4@SiO2 SH polymer nanocomposite " Environmental Science and Pollution Research.

Ece, M.S. 2021. "Synthesis and characterization of activated carbon supported magnetic nanoparticles (Fe3O4/AC@SiO2@Sulfanilamide) and its application in removal of toluene and benzene" Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 617, 126231.

Gohari, R.M., Safari, M., Koohi, A.D., Salehi, M.B. 2022. " Adsorptive removal of cationic dye by synthesized sustainable xanthan gum-g p(AMPS-co-AAm) hydrogel from aqueous media: Optimization by RSM-CCD model" Chemical Engineering Research and Design, 188, 714-728.

Hajizadeh, F., Amiri, A ., Maleki, B., Zonoz, F.M. 2022. "Fe3O4@SiO2@PAMAM-G2 nanocomposite as sorbent for the extraction and preconcentration of estradiol valerate drug from human plasma samples", Microchemical journal, 175, 107176.

Hashemi, S.A., Mousavi, S.M.,Ramakrishna, S. 2019. " Effective removal of mercury, arsenic and lead from aqueous media using Polyaniline-Fe3O4- silver diethyldithiocarbamate nanostructures " Journal of Cleaner Production, 239, 118023.

Lee, D.W., Yoo, B.R. 2016. "Advanced silica/polymer composites: Materials and applications", Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 38, 1-12.

Manzar, M. S., Khan, G., dos Santos Lins, P. V., Zubair, M., Khan, S. U., Selvasembian, R., ... & Kayed, T. S. (2021). RSM-CCD optimization approach for the adsorptive removal of Eriochrome Black T from aqueous system using steel slag-based adsorbent: Characterization, Isotherm, Kinetic modeling and thermodynamic analysis. Journal of Molecular Liquids, 339, 116714.

Medeiros, V.L., Araujo, L.G., Ratero, D.R., Paula A.S., Molina, E.F., Jaeger, C., Marumo, J.T., Nery, J.G. 2020. "Synthesis and physicochemical characterization of a novel adsorbent based on yttrium silicate: A potential material for removal of lead and cadmium from aqueous media " Journal of Environmental Chemical Engineering, 8(4), 103922.

Shi, X., Karachi, A., Hosseini, M., Yazd, M. S., Kamyab, H., Ebrahimi, M., & Parsaee, Z. (2020). Ultrasound wave assisted removal of Ceftriaxone sodium in aqueous media with novel nano composite g-C3N4/MWCNT/Bi2WO6 based on CCD-RSM model. Ultrasonics sonochemistry, 68, 104460.

Uğurlu, M., Osman, H., Vaizoğulları, A., Chaudhary, A.J. 2021. "Removal of Oxytetracycline Using Polymer Coated Magnetıc Nanopartıcular Activated Carbon: Synthesıs, Characterisation and adsorption isotherms and kinetics studies" Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering (IJCCE).

Zamani, F., Izadi, E. 2014. " Polyvinyl amine coated Fe3O4@SiO2 magnetic microspheres for Knoevenagel condensation", Chinese Journal of Catalysis, 35, 21–27.

ANTICORROSION BEHAVIOUR OF POLY(ANİLİNE-co-N-METHYLANİLİNE) FILM ON ZNNI PLATED ELECTRODE

Abdurrahman Akdag*

Harran University, Vocational School of Health Services, Sanliurfa, Turkey
(Orcid ID: 0000-0001-5292-8001)

ABSTRACT

Poly(aniline-co-N-methylaniline) film was synthesized with cyclic voltammetry technique from 0.025 M aniline + 0.025 M N-methylaniline containing 0.30 M oxalic acid solution on ZnNi plated carbon steel electrode. The characterization of ZnNi deposited CS electrode with copolymer film in 3.5% NaCl solution was investigated with AC impedance spectroscopy technique, linear sweep voltammetry, and anodic polarization curves. The Corrosion test results showed that Poly(aniline-co-N-methylaniline) exhibited significant barrier property against the attack of corrosive agents.

Keywords: Poly(aniline-co-N-methylaniline), ZnNi, Corrosion

ZnNi Kapli Elektrot Yüzeyindeki Poli(anilin-co-N-etilanilin) Kaplamanın Antikorozif Davranışı

ÖZET

Poli(anilin-co-N-metilanilin) film ZnNi kaplı karbon çelik elektrot yüzeyine 0.025 M anilin + 0.025 M N-metilanilin içeren 0.30 M okzalik asit çözeltisinde dönüşümlü voltametri tekniği ile sentezlenmiştir. Kopolimer ile kaplı olan ZnNi kaplı CS elektrot karakterizasyonu AC empedans spektroskopisi tekniği, doğrusal taramalı voltametri ve anodik polarizasyon eğrileri ile kararkterize edilmiştir. Korozyon test sonuçları poli(anilin-co-N-metilanilin) fimin korozif etmenlere karşı önemli bariyer özellik sergilediğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Poli(anilin-co-N-metilanilin), ZnNi, korozyon

1. GİRİŞ

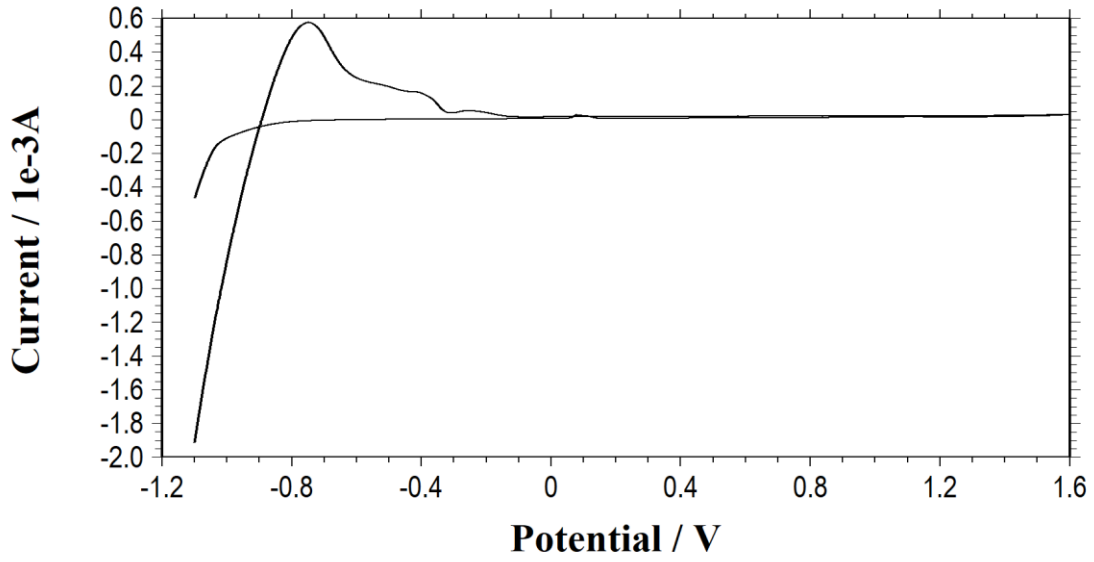
Günümüzde Çinko alaşım kaplamalarla çeliğin korozyonunu önlemesine yönelik çalışmalar yapılmakta olup bu çalışmaların önemli bir kısmında yalın çinko ile yapılan kaplamalara göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir [1-6]. İletken polimerlerin çinko alaşımların yüzeyine kaplanması ile ise korozyona karşı dayanım daha da artırılabilmektedir [7-10]. Bu çalışmada Poli(anilin-co-N-metilanilin) (PANI-co-PNMA) kopolimer filmi ZnNi kaplı karbon çelik (CS/ZnNi) yüzeyine kaplanarak antikorozif özelliği incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

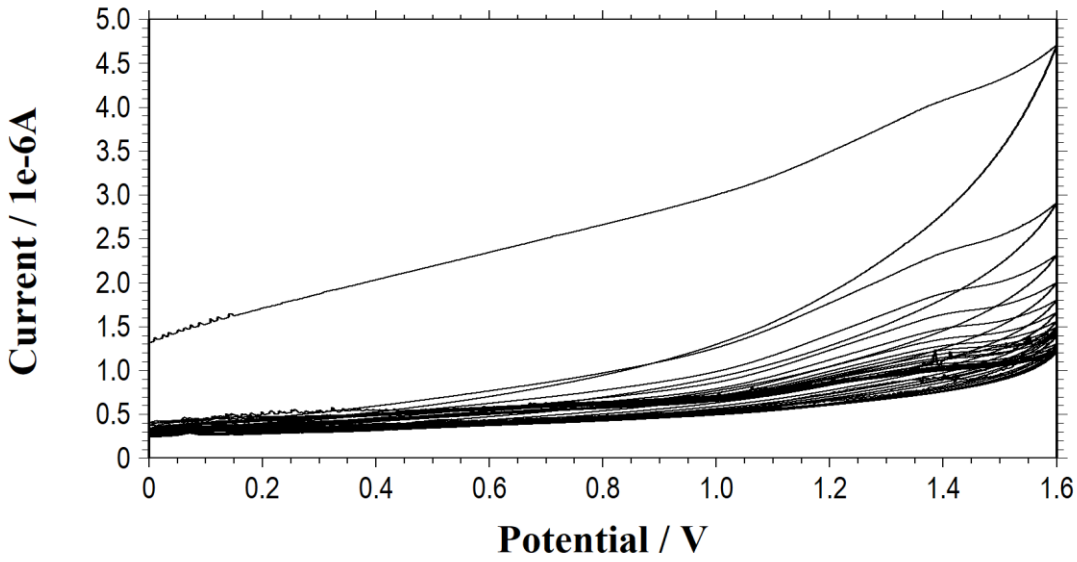
Elektrokimyasal ölçümler üç elektrot tekniği kullanılarak tek hücrede gerçekleştirilmiştir. Karşı elektrot olarak yüzey alanı 0.18 cm^2 olan platin levha, referans elektrot olarak da Ag/AgCl (3 M, KCl) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yüzey alanı 0.05 cm^2 olan silindirik karbon çelik elektrotların elementel bileşimi kütlece % 0.0561 C, % 0.4498 Mn, % 0.0103 P, % 0.0036 S, % 0.1409 Si ve % 99.3394 Fe'dir. Elektrokimyasal ölçümler CHI 660E elektrokimyasal analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır. ZnNi kaplama banyosu içeriği 200 gl^{-1} $ZnSO_4.7H_2O$, 140 gl^{-1} $NiSO_4.6H_2O$, 20 gl^{-1} H_3BO_3, 2 gl^{-1} $CH_3C_6H_4SO_3H.H_2O$ olup kaplama 400 saniye boyunca 1 mA sabit akımda pH'ı yaklaşık 5.5 olan sülfat banyosunda yapılmıştır [10]. AC empedans ölçümleri elektrotların korozif çözeltiye bırakılmalarından sonra farklı zaman dilimlerinde açık devre potansiyellerinde 10^5 Hz ile 10^{-3} Hz frekans aralığında 7 mV genlik kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Anodik polarizasyon eğrileri ise 168 saat sonra ölçülen denge potansiyelinden başlanarak anodik yönde 1.80 V'ye kadar 4 mVs^{-1} tarama hızı ile elde edilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

CS/ZnNi elektrodun 0.025 M aniline + 0.025 M N-methylaniline içeren 0.30 M okzalik asit çözeltisinde elde edilen birinci voltammogram eğrisi Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'de -1.10 V ile 1,80 V potansiyel aralığında alınan eğrilerde anodik taramada görülen geniş pik oksidasyon/pasivasyon piki olup elektrodun yüzeyinin pasifleşmesi hakkında bilgi vermektedir. Şekil 2 dar potansiyel aralığında sentez için elde edilen film gelişim eğrilerini göstermektedir.

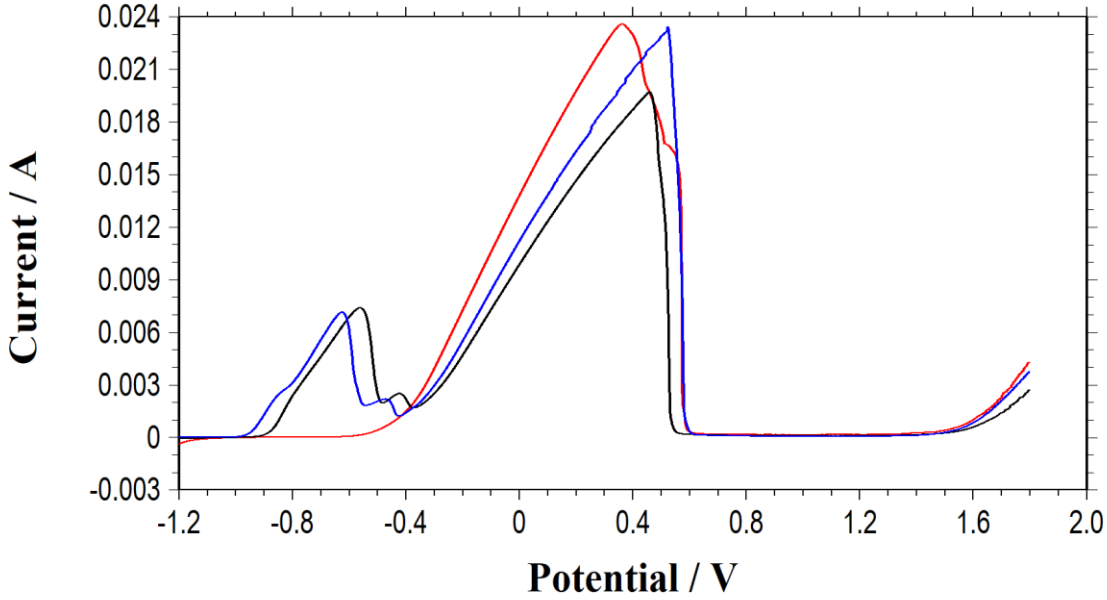


Şekil 1. CS/ZnNi elektrodun 0.025 M aniline + 0.025 M N-methylaniline içeren 0.30 M okzalik asit çözeltisinde elde edilen birinci voltammogram eğrisi



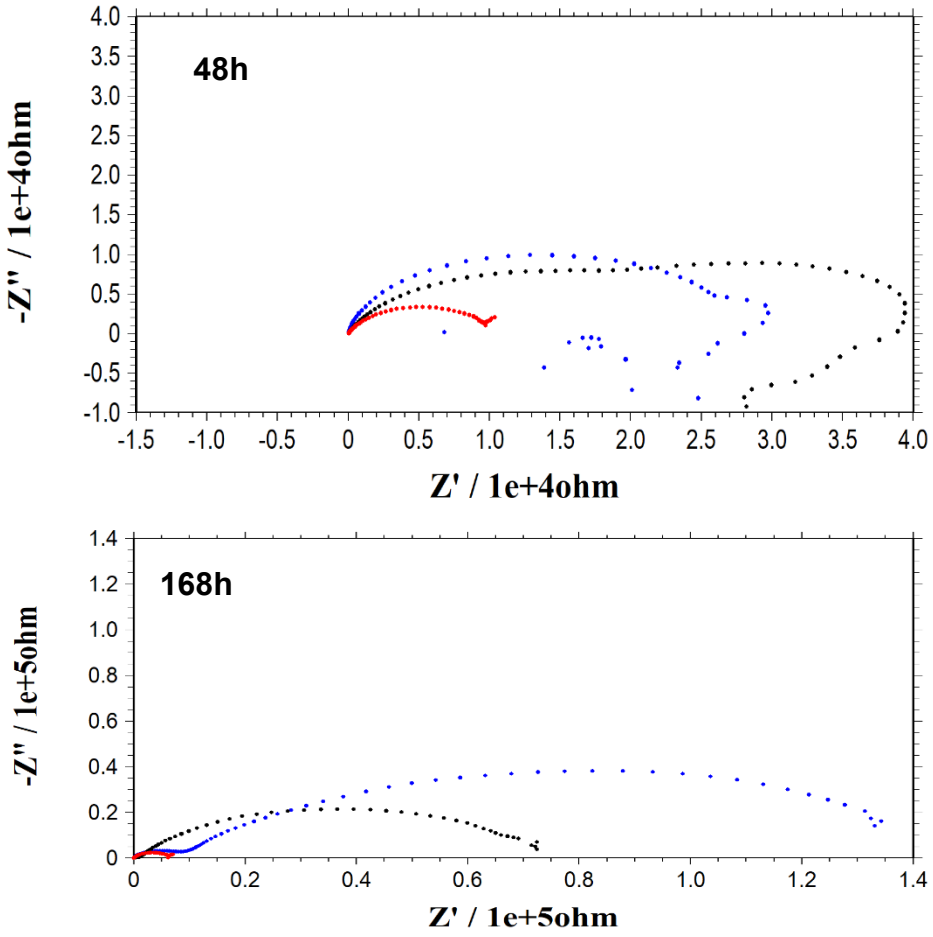
Şekil 2. CS/ZnNi elektrodun 0.025 M aniline + 0.025 M N-methylaniline içeren 0.30 M okzalik asit çözeltisinde elde edilen film gelişim eğrileri

Şekil 3 de CS, CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PANI-co-PNMA elektrotların 0.5 g/L EDTA içeren 0.50 M sodyum sülfat çözeltisindeki LCV eğrileri görülmektedir. Bu eğrilerde -1.0 V ile -0.4 V aralığında görülen eğriler Zn ve Ni'nin EDTA ile kompleks oluşturmasına karşılık gelmektedir. CS için bu pik görülmemiştir. Bu durum kopolimer tabakanın altında metalik kaplamanın bulunduğuna işaret etmektedir.



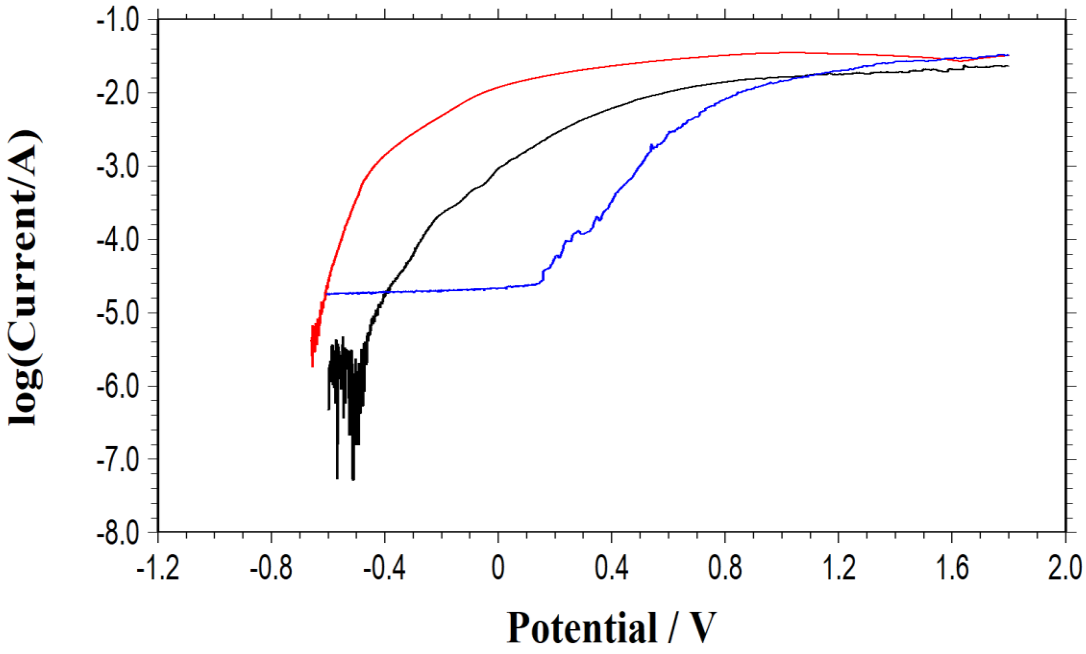
Şekil 3. CS, CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PANI-co-PNMA elektrotların 0.5 g/L EDTA içeren 0.50 M sodyum sülfat çözeltisindeki LCV eğrileri

CS, CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PANI-co-PNMA elektrotların Nyquist eğrileri Şekil 4'de verilmiştir. Bu eğrilerde 168 saatlik uzun bekleme süresinde CS/ZnNi/PANI-co-PNMA elektrodun polarizasyon direncinin 48 saatlik ölçüme göre arttığı, CS ve CS/ZnNi elektrotların 168 saatlik ölçümlerine göre ise bu direncin daha yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 4. CS, CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PANI-co-PNMA elektrotların % 3.5'lik NaCl çözeltisinde 48 ve 168 saat sonundaki Nyquist eğrileri

CS, CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PANI-co-PNMA elektrotların % 3.5'lik NaCl çözeltisinde 168 saat sonundaki anodik polarizasyon eğrileri Şekil 5'de verilmiştir. Bu eğrilerde CS/ZnNi/PANI-co-PNMA elektrodun akım değerlerinin geniş bir potansiyel aralığında CS ve CS/ZnNi elektrottan daha düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 5. CS, CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PANI-co-PNMA elektrotların % 3.5'lik NaCl çözeltisinde 168 saat sonundaki anodik polarizasyon eğrileri

SONUÇLAR

Bu çalışmada poli(anilin-co-N-metilanilin) dönüşümlü voltametri tekniği ile CS/ZnNi yüzeyine sentezlenmiştir. Poli(anilin-co-N-metilanilin) kaplı CS/ZnNi elektrodun korozyon performansının CS ve CS/ZnNi elektrottan daha iyi olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Lodhi, Z. F., Mol, J. M. C., Hamer, W. J., Terryn, H. A., & De Wit, J. H. W. (2007). Cathodic inhibition and anomalous electrodeposition of Zn–Co alloys. *Electrochimica acta*, *52*(17), 5444-5452.

[2] Kirilova, I., & Ivanov, I. (1997). Electrodeposition of Zn–Co alloy coatingsfrom sulfate–chloride electrolytes. *Journal of applied electrochemistry*, *27*(12), 1380-1384.

[3] Boshkov, N., Petrov, K., Vitkova, S., Nemska, S., & Raichevsky, G. (2002). Composition of the corrosion products of galvanic alloys Zn–Co and their influence on the protective ability. *Surface and Coatings Technology*, *157*, 171-178.

[4] Pech-Canul, M. A., Ramanauskas, R., & Maldonado, L. (1997). An electrochemical investigation of passive layers formed on electrodeposited Zn and Zn-alloy coatings in alkaline solutions. *Electrochimica acta*, *42*(2), 255-260.

[5] Lima-Neto, D., Correia, A. N., Colares, R. P., & Araujo, W. S. (2007). Corrosion study of electrodeposited Zn and Zn-Co coatings in chloride medium. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, *18*, 1164-1175.

[6] Roventi, G., Bellezze, T., & Fratesi, R. (2006). Electrochemical study on the inhibitory effect of the underpotential deposition of zinc on Zn–Co alloy electrodeposition. *Electrochimica Acta*, *51*(13), 2691-2697.

[7] Akdag, A., Ozyilmaz, G., Ozyilmaz, A. T. (2018). Poly (2-chloroaniline) and poly (aniline-co-2-chloroaniline) films on ZnFe alloy plating. *Anti-Corrosion Methods and Materials*, *65*(6), 580-586.

[8] Kilmartin, P.A., Trier, L., Wright, A., (2002). Corrosion inhibition of polyaniline and poly(o-methoxyaniline) on stainless steel. Synthetic Metals, 131:99-109

[9] Sazou, D., Georgolios, C. (1997). Formation of conducting polyaniline coatings on iron surfaces by electropolymerization of aniline in aqueous solutions. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, *429*(1-2), 81-93.

[10] Akdag, A., Ozyilmaz, A. T. (2017). Poly (N-methylpyrrole) film on ZnNi plated carbon steel electrode. *Acta Chimica Slovenica*, *64*(2), 312-318.

POLY(N-METHYPYRROLE-CO-O-ANİSİDİNE) COATİNG ON ZNNİ PLATED CARBON STEEL

Abdurrahman Akdag*
Harran University, Vocational School of Health Services, Sanliurfa, Turkey,
(Orcid ID: 0000-0001-5292-8001)

ABSTRACT

Zinc-nickel (ZnNi) alloy was deposited on carbon steel (CS) by galvanostatic technique, in an acidic solution medium. Then, poly(N-methypyrrole-co-o-anisidine) film was synthesized from 0.025 M N-methypyrrole + 0.025 M o-anisidine containing 0.30 M oxalic acid solution. The synthesis was achieved on ZnNi alloy plated carbon steel (CS/ZnNi) by using cyclic voltammetry technique. The corrosion behaviour of ZnNi deposited CS electrode with copolymer film in 3.5% NaCl solution was investigated with AC impedance spectroscopy technique, anodic polarization curves, and linear sweep voltammetry. Nyquist diagrams have shown that the poly(N-methypyrrole-co-o-anisidine) film has high polarization resistance.

Keywords: Poly(N-methypyrrole-co-o-anisidine), ZnNi, Corrosion

ZnNi Kapli Karbon Çelik Yüzeyindeki Poli (N-metilpirol-co-o-anisidin) Kaplama

ÖZET

ZnNi alaşımı, asidik ortamda galvanostatik teknik ile karbon çelik yüzeyine kaplandı. Poli (N-metilpirol-co-o-anisidin) filmi, 0.025 M N-metilpirol + 0.025 M o-anisidin içeren 0.30 M okzalik asit çözeltisinde sentezlendi. Sentez ZnNi alaşımı kaplı karbon çelik yüzeyine (CS/ZnNi) dönüşümlü voltametri tekniği ile gerçekleştirildi. Kopolimer film ile kaplı olan ZnNi kaplı CS elektrotların korozyon davranışı AC empedans spektroskopisi tekniği, anodik polarizasyon eğrileri ve doğrusal taramalı voltametri ile incelendi. Nyquist eğrileri Poli (N-metilpirol-co-o-anisidin) filmin yüksek polarizasyon direncine sahip olduğunu gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Poli(N-metilpirol-co-o-anisidin), ZnNi, korozyon

1.GİRİŞ

İletken polimerler stabiliteleri, mekanik dayanımları, kimyasal ve elektrokimyasal olarak sentezlenebilmeleri gibi bir kısım özelliklerinden dolayı antikorozif uygulamalar için ilgi çekici olmuşlardır [1]. Polianilin, polipirol ve bunların türevleri bu amaçla en çok kullanılan iletken polimerlerdendir. İletken polimerler bakır, alüminyum ve çelik [2–7] elektrotların yüzeylerine elektrokimyasal olarak sentezlenebilmektedirler. Elektrokimyasal yöntemle sentezlenebilen

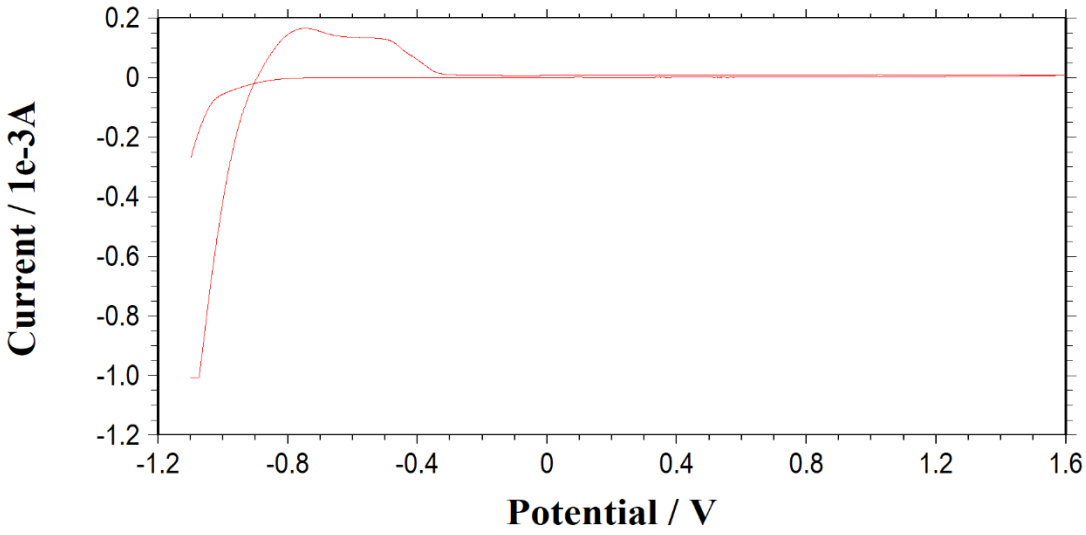
kopolimerler [8-10] homopolimerlerden daha etkin antikorozif davranışlar gösterebilmektedirler. Bu çalışmada Poli(N-metilpirol-co-o-anisidin) (PNMA-co-POA) kopolimer filmi ZnNi kaplı karbon çelik yüzeyine kaplanarak antikorozif özelliği incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

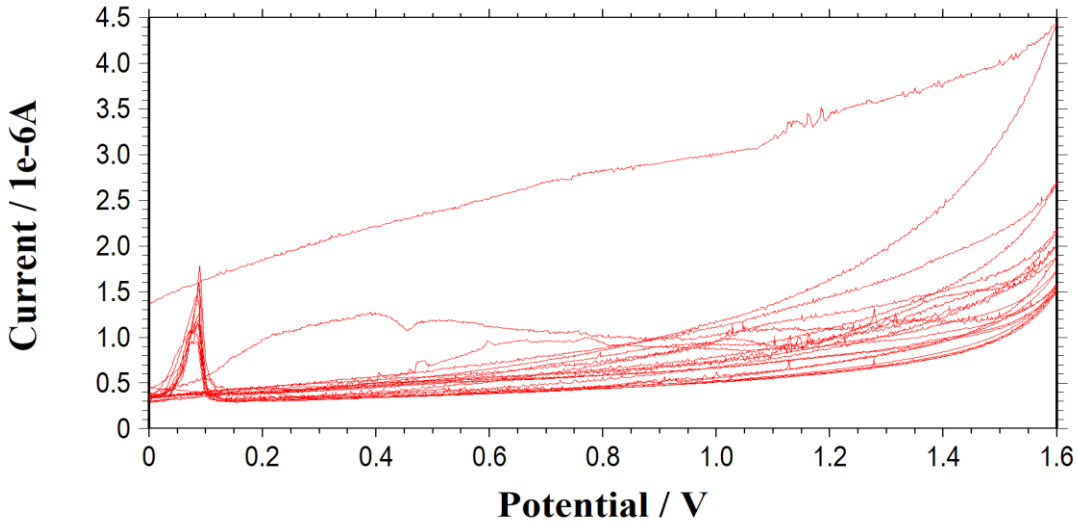
Elektrokimyasal ölçümler üç elektrot tekniği kullanılarak tek hücrede gerçekleştirilmiştir. Karşı elektrot olarak yüzey alanı 0.18 cm^2 olan platin levha, referans elektrot olarak da Ag/AgCl (3 M, KCl) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yüzey alanı 0.05 cm^2 olan silindirik karbon çelik elektrotların elementel bileşimi kütlece % 0.0561 C, % 0.4498 Mn, % 0.0103 P, % 0.0036 S, % 0.1409 Si ve % 99.3394 Fe'dir. Elektrokimyasal ölçümler CHI 660E elektrokimyasal analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır. ZnNi kaplama banyosu içeriği 200 gl^{-1} $ZnSO_4.7H_2O$, 140 gl^{-1} $NiSO_4.6H_2O$, 20 gl^{-1} H_3BO_3, 2 gl^{-1} $CH_3C_6H_4SO_3H.H_2O$ olup kaplama 400 saniye boyunca 1 mA sabit akımda pH'ı yaklaşık 5.5 olan sülfat banyosunda yapılmıştır [11]. AC empedans ölçümleri elektrotların korozif çözeltiye bırakılmalarından sonra farklı zaman dilimlerinde açık devre potansiyellerinde 10^5 Hz ile 10^{-3} Hz frekans aralığında 7 mV genlik kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Anodik polarizasyon eğrileri ise 168 saat sonra ölçülen denge potansiyelinden başlanarak anodik yönde 1.80 V'ye kadar 4 mVs^{-1} tarama hızı ile elde edilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

0.025 M N-metilpirol + 0,025 M o-anisidin içeren okzalik asit çözeltisindeki dönüşümlü voltammogram eğrileri Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 1'de -1.10 V ile 1,80 V potansiyel aralığında alınan eğrilerde anodik taramada yaklaşık -0,90 ile -0.30 V aralığında görülen pikler oksidasyon/pasivasyon piki olup elektrot yüzeyindeki çinko ve nikelin çözünmesi ve çözeltideki okzalat iyonlarıyla birleşmesine karşılık gelmektedir. Şekil 2 dar potansiyel aralığında gerçekleştirilen film gelişim eğrilerini göstermektedir.

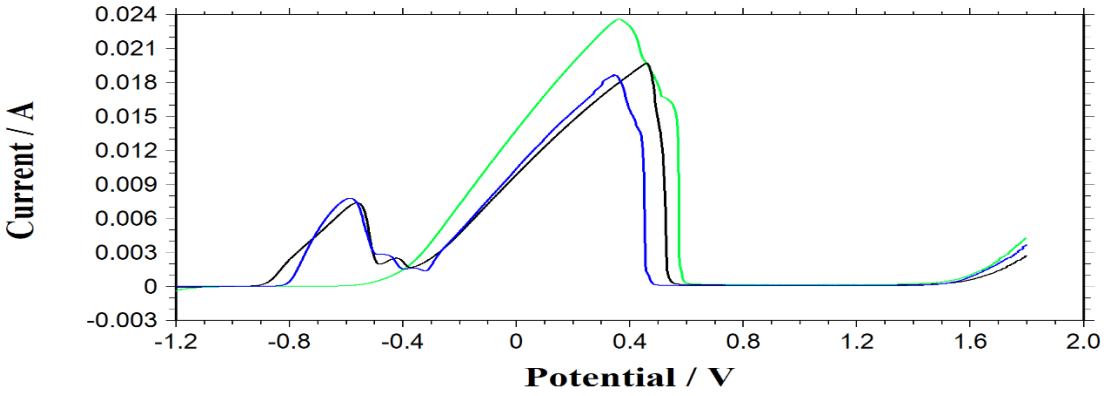


Şekil 1. ZnNi kaplı karbon çelik elektrodun 0.025 M N-metilpirol + 0,025 M o-anisidin içeren 0,30 M okzalik asit çözeltisindeki birinci voltammogram eğrisi



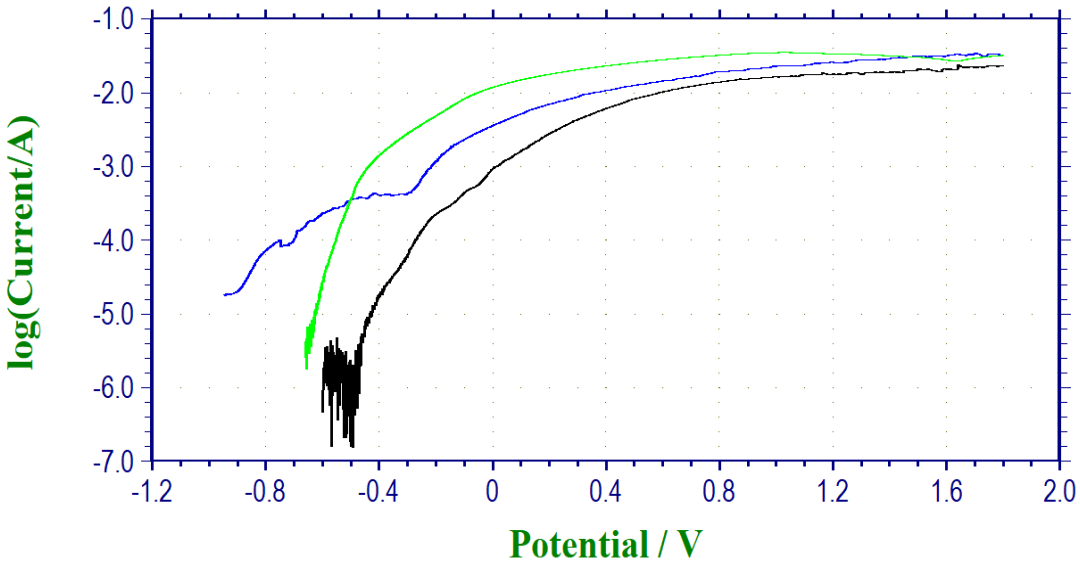
Şekil 2. ZnNi kaplı karbon çelik elektrodun 0.025 M N-metilpirol + 0,025 M o-anisidin içeren 0.30 M okzalik asit çözeltisindeki film gelişim eğrileri

CS, CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PNMP-co-POA elektrotların doğrusal taramalı voltametri eğrileri Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3'deki eğrilerde CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PNMP-co-POA için yaklaşık -0.90 ile -0.30 V arasında görülen pikler çözünen çinko ve nikelin EDTA ile kompleks oluşturmasına karşılık gelen piklerdir. Bu pik CS elektrot için görülmemiştir. Bu durum CS/ZnNi/PNMP-co-POA elektrodun altında metalik kaplamanın olduğunu göstermektedir. Demirin EDTA ile kompleks oluşturmasına karşılık gelen eğrilerde en düşük akım CS/ZnNi/PNMP-co-POA elektrotta görülmüştür.



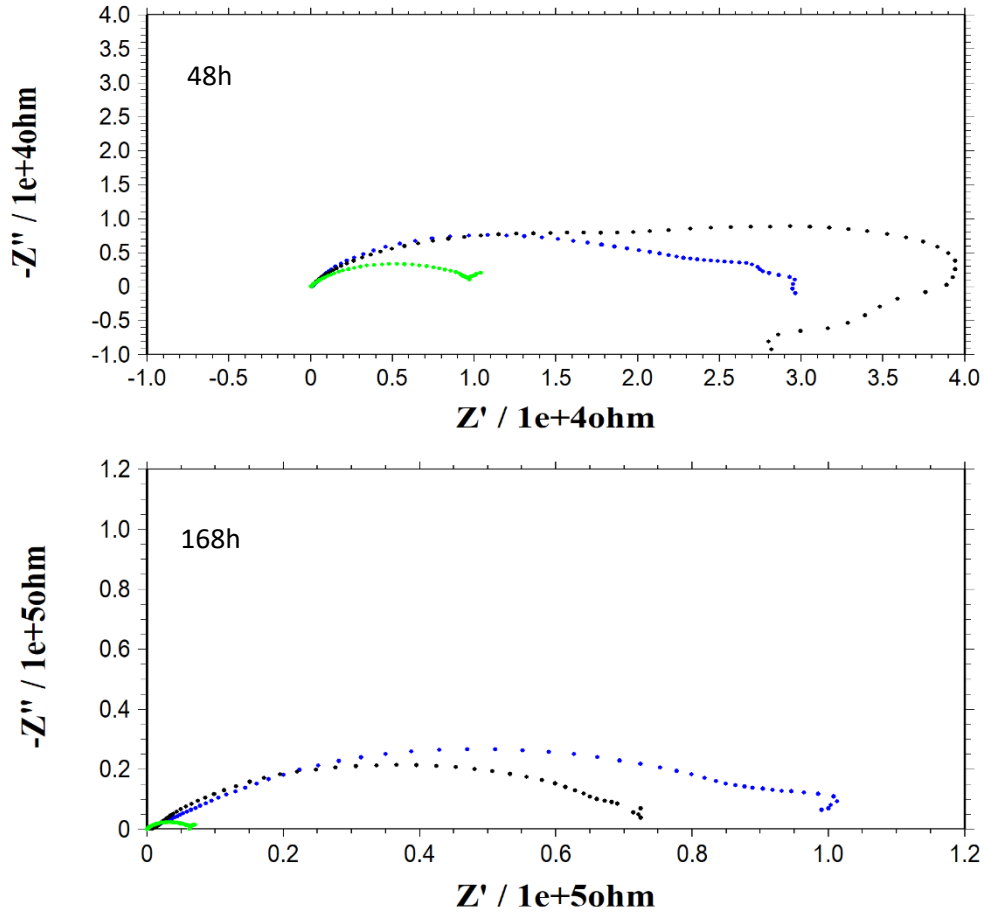
Şekil 3. CS, CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PNMP-co-POA elektrotların 0.5 g/L M EDTA içeren 0.50 M sodyum sülfat çözeltisindeki doğrusal taramalı voltametri eğrileri

CS, CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PNMP-co-POA elektrotların korozif ortamda 168 saat bekledikten sonraki anodik polarizasyon eğrileri Şekil 4'de verilmiştir. Şekil 4'deki anodik polarizasyon eğrilerinde CS/ZnNi/PNMP-co-POA elektrodun akım değerlerinin geniş bir potansiyel aralığında CS elektrottan daha düşük, CS/ZnNi elektrota göre ise daha yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 4. CS, CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PNMP-co-POA elektrotların % 3.5'lik NaCl çözeltisinde 168 saat sonundaki anodik polarizasyon eğrileri

CS, CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PPy-co-POA elektrotların Nyquist eğrileri Şekil 5'de verilmiştir. Bu eğrilerde 168 saat sonundaki uzun bekleme sürelerinde CS/ZnNi/PPy-co-POA elektrodun en yüksek polarizasyon direncine sahip elektrot olduğu görülmüştür. Ayrıca 168 saat sonunda CS/ZnNi/PPy-co-POA elektrodun polarizasyon direncinin 48 saate göre artması kopolimer filmin elektrokatalitik etkiye sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. CS, CS/ZnNi ve CS/ZnNi/PNMP-co-POA elektrotların % 3.5'lik NaCl çözeltisinde 48 ve 168 saat sonundaki Nyquist eğrileri

SONUÇLAR

Bu çalışmada Poli(N-metilpirol-co-o-anisidin) kaplama dönüşümlü voltametri tekniği ile CS/ZnNi yüzeyine sentezlenmiştir. Sentezlenen Poli(N-metilpirol-co-o-anisidin) filmin korozif çözeltideki uzun bekleme sürelerinde koruyucu özelliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Ates, M., Kalender, O., Topkaya, E., Kamer, L. (2015). Polyaniline and polypyrrole/TiO2 nanocomposite coatings on Al1050: electrosynthesis, characterization and their corrosion protection ability in saltwater media. Iran. Polym. J. 24, 607–619.

[2] Su, W., Iroh, J.O. (2000). Electrodeposition mechanism, adhesion and corrosion performance of polypyrrole and poly(N-methylpyrrole) coatings on steel substrates. Synth. Met. 114, 225–234.

[3] Ocón, P., Cristobal, A.B., Herrasti, P., Fatas, E. (2005). Corrosion performance of conducting polymer coatings applied on mild steel. Corros. Sci. 47, 649–662.

[4] González, M.B., Saidman, S.B., (2011). Electrodeposition of polypyrrole on 316L stainless steel for corrosion prevention. Corros. Sci. 53, 276–282.

[5] Özyilmaz, A.T., Aydin, A.E., Akdag, A. (2014). Anticorrosive properties with catalytic behaviour of primer PANI film and top PPy coating synthesised in presence of novel norephedrine based amino alcohol compound. Trans. Inst. Met. Finish. 92, 34-40.

[6] Zhang, Y., Shao, Y., Liu, X., Shi, C., Wang, Y., Meng, G., Zeng, X., Yang, Y. (2017). A study on corrosion protection of different polyaniline coatings for mild steel. Prog. Org. Coatings. 111, 240–247.

[7] Pawar, P.,Sainkar, S.R. and Patil, P.P., 2007. Synthesis of poly(aniline-co-o-toluidine) coatings and their corrosion-protection performance on low-carbon steel. Journal of Applied Polymer Science, 103:1868-1878

[8] Ozyilmaz, A.T., Akdag, A. (2013). Corrosion protection provided by homo- and copolymer films synthesised in various oxalic and sulphamic acid electrolyte mixtures. Trans. Inst. Met. Finish. 91, 44–51.

[9] Breslin, C.B., Fenelon, A.M., Conroy, K.G. (2005). Surface engineering: corrosion protection using conducting polymers. Mater. Des. 26, 233–237.

[10] Mert, B.D., Yazici, B. (2011). The electrochemical synthesis of poly(pyrrole-co-o-anisidine) on 3102 aluminum alloy and its corrosion protection properties. Mater. Chem. Phys. 125, 370–376.

[11] Akdag, A., Ozyilmaz, A. T. (2017). Poly (N-methylpyrrole) film on ZnNi plated carbon steel electrode. *Acta Chimica Slovenica*, *64*(2), 312-318.

GÜÇ SİSTEM ARIZALARININ İŞLETME KOŞULLARINA VE GÜÇ AKIŞINA ETKİLERİ

Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE [1]

[1] Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü,– ORCID ID: 0000-0001-6076-4166

ÖZET

Elektrik güç sistemleri dinamik karaktere sahip yapılardır. Arz-talep dengesinin neredeyse hatasız olarak kurulması gereken bu sistemlerde, çeşitli nedenlerle ortaya çıkan arızalar bu dengenin bozulmasına yol açabilmektedir. Söz konusu arızalar yapılarına ve oluştukları noktalara göre güç sistemi üzerinde farklı etkilere neden olmaktadır.

Güç sistemlerinin işletilmesi esnasında ortaya çıkabilecek olası arızaların hem işletme koşulları hem de güç akış değerleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla, bu çalışmada, gerçek bir güç sistemini temsil edebilecek parametreler ile tasarlanan bir benzetim modeli kullanılmıştır. Tasarlanan model önce nominal koşullarda çalıştırılmış, bu sayede arızaların etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için bir referans eldesi sağlanmıştır. Daha sonra güç sisteminde oluşan arızaların çalışma konusu parametreler üzerindeki etkileri, sistemin farklı noktalarından yapılan ölçümler üzerinden değerlendirilmiş, elde edilen sonuçlar vasıtasıyla önleyici tedbirler alınabilmesini sağlamak için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Elektrik güç sistemleri, güç akış analiz, güç sistemlerinde koruma

1. GİRİŞ

Güç sistemi arızaları, bir elektrik şebekesinde başta güç akışları olmak üzere tüm işletme koşullarını olumsuz yönde etkileyen unsurlardır. Güç akışı, bir şebekedeki elektrik gücünün sabit durumdaki dağılımını ifade eder ve üretim ile tüketim arasındaki dengenin korunması için en önemli parametredir. Bir güç sisteminde arızalar meydana geldiğinde, bu denge bozulmakta ve çeşitli olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır [1], [2].

Arızalar nedeniyle ortaya çıkan problemlerin başında gerilim dengesizliği gelmektedir. Arızalar, faz akımlarını değerlerindeki artış nedeniyle arıza noktasında ve çevre baralarda gerilimin seviyesinin düşmesine neden olur. Bu durum gerilim dengesizliği oluşturarak işletme sorunlarına yol açar. Aynı zamanda akımda meydana gelen artışlar iletim ve dağıtım hatlarının kapasitesinden fazla yüklenmesine neden olarak, iletkenlerde sarkmaya, hatlarda aşırı ısınmaya ve kesiciler gibi güvenlik ekipmanlarının hasar görmesine yol açar [3]–[5].

Arıza kaynaklı akım dalgalanmaları, transformatörler başta olmak üzere şebekeye bağlı güç sistem elemanlarında aşırı yüklenmeye sebep olarak ekipman hasarına, ekipman ömrünün kısalmasına ve şebekede kademeli arızalara yol açmaktadır.

Arızaların bir başka olumsuz etkisi de oluştukları noktada ve bazı durumlarda çevresindeki bölgelerde enerji kesintilerine neden olmalarıdır. Özellikle üretim yapılan organize sanayi

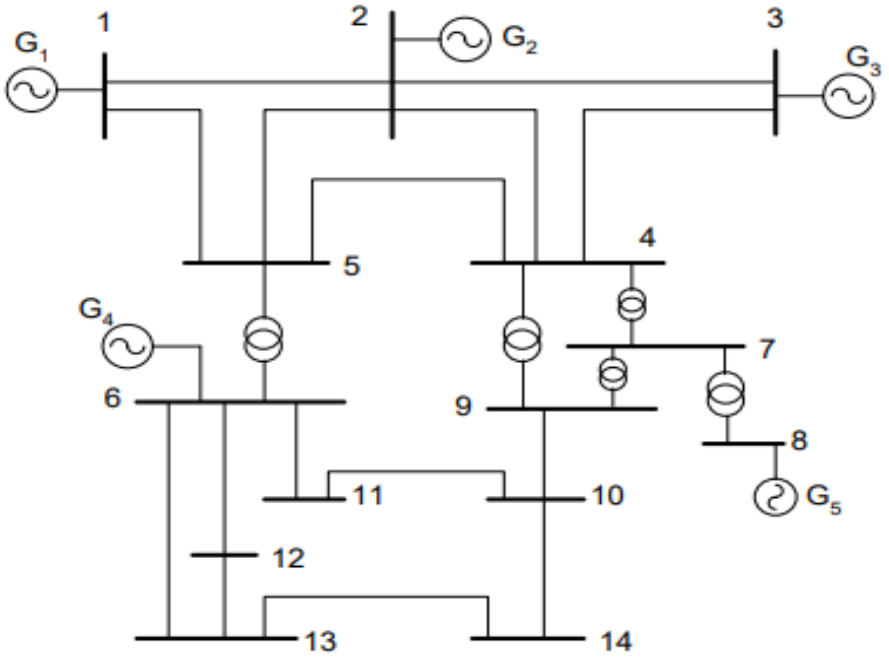
bölgelerini besleyen fiderlerde oluşacak arızalar büyük ekonomik kayıplara sebep olur. Yine frekansta oluşacak dalgalanmalar da arızaların şebeke üzerinde neden olduğu sorunların en önemlileri arasında sayılabilir.

Güç sistemi arızalarının güç akışı üzerindeki etkilerini azaltmak için çeşitli önlemler alınmaktadır. Araştırmacılar ve güç sistem mühendisleri, güç sisteminin güvenilirliğini korumak amacıyla arıza senaryolarını değerlendirmek ve planlamak için beklenmedik durum analizi ve simülasyon araçları kullanmaktadır [6]–[9].

Bu çalışmada, güç sistem arızalarının işletme koşullarına ve güç akışına etkileri, MATLAB/Simulink platformu altında IEEE-14 bara sistemi üzerinden incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar grafikler üzerinden tartışılarak öneriler sunulmuştur.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışmanın ana konusu kapsamında IEEE-14 bara sistemi benzetim modeli Simulink platformu altında tasarlanmıştır. Literatürde kabul gören ve referans niteliği taşıyan bir sistem üzerinden inceleme yapılması, elde edilen sonuçları daha anlaşılır ve anlamlı kılacağından ilgili bara sistemi tercih edilmiştir. Sistemin nominal çalışma koşullarına ait sonuçlar literatürde çok sayıda yayında mevcuttur [10]–[14]. IEEE-14 bara sisteminin blok şeması Görsel 1'de gösterilmiştir.



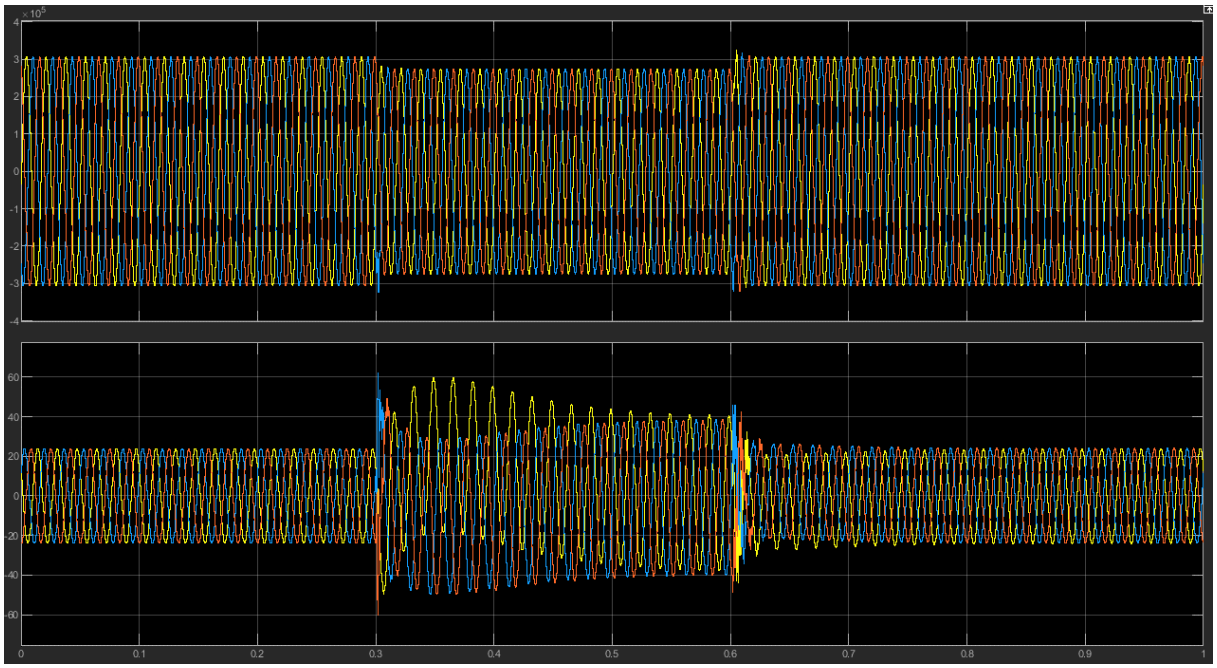
Görsel 1. IEEE-14 Bara Sistemi Blok Şeması

Güç akışı analizi bir sistem için en önemli hesaplamalardan biridir. Bu nedenle, bu hesaplamaları etkileyen parametrelerin detaylı analizi sistemin çalışma karakterinin net olarak anlaşılması bakımından önem arz etmektedir. Güç sistemlerinde en büyük bozucu etkiye neden olan koşulların arızalar olduğu göz önünde bulundurulduğunda, arızaların güç akış analizi parametreleri üzerindeki etkilerini gözlemlemek gerekmektedir. Bu çalışma, arızaların faz açısı ve genlik üzerindeki etkilerine odaklanmıştır.

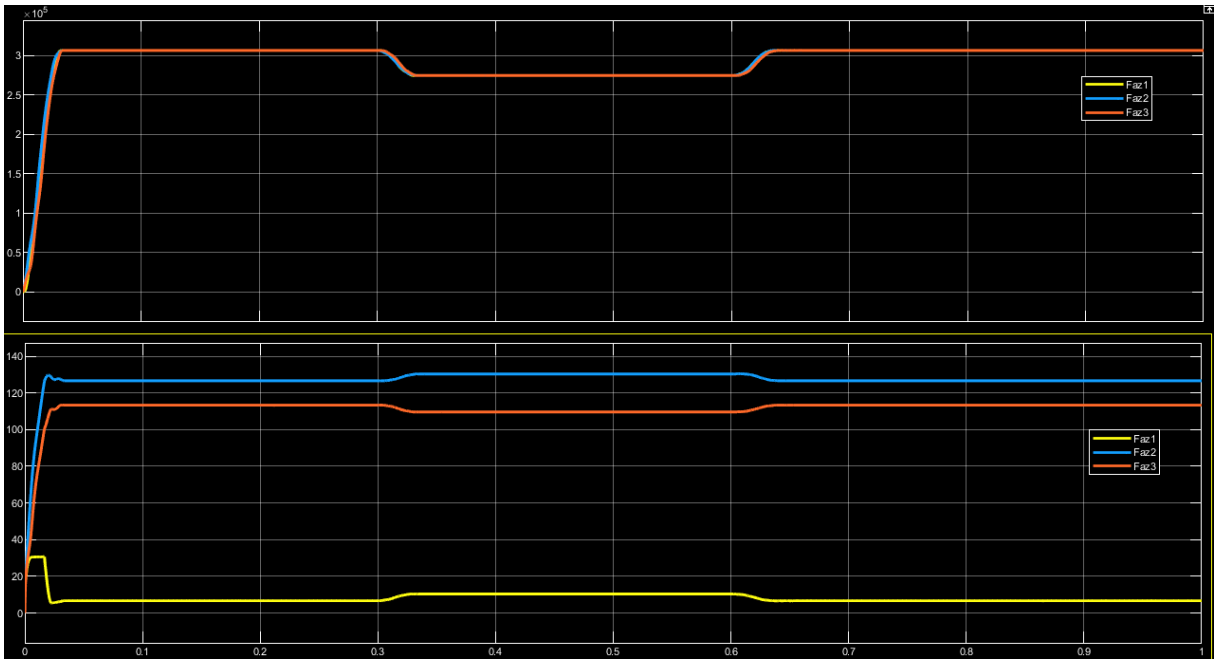
Arızaların sistem üzerinde oluşturdukları etkiler 2 farklı arıza senaryosuna göre incelenmiştir. Arıza noktası olarak 1 nolu baraya bağlı olan generatörün uçları seçilmiş, sistemin farklı

noktalarındaki etkilerin daha net görülebilmesi amacıyla da bara 6 – bara 11 arasındaki hat üzerinden ölçümler alınmıştır.

Birinci senaryoda 3 faz-toprak arızası oluştuğu varsayılarak sistemin benzetimi yapılmış ve çalışma parametreleri gözlenmiştir. Görsel 2 sırasıyla ilgili hat üzerindeki gerilim ve akım dalga şekillerinin, Görsel 3 ise sırasıyla gerilim genlik ve faz açısının değişimlerini göstermektedir.

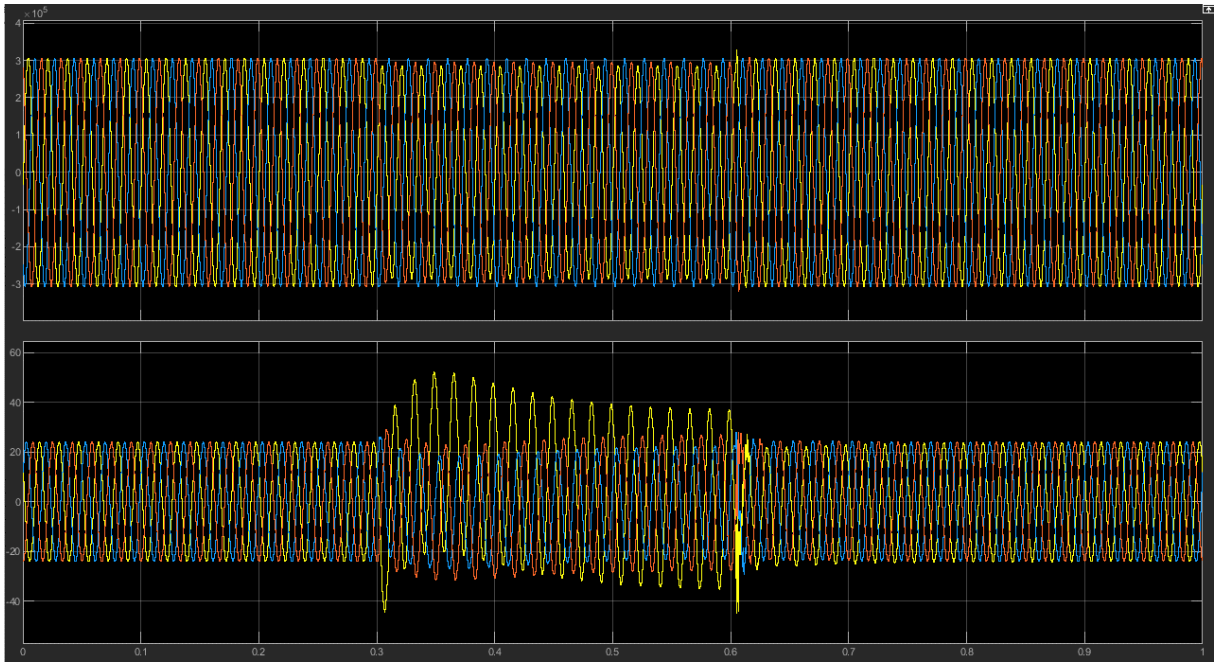


Görsel 2. Senaryo 1 için Hat Üzerindeki Gerilim ve Akım Dalga Şekilleri

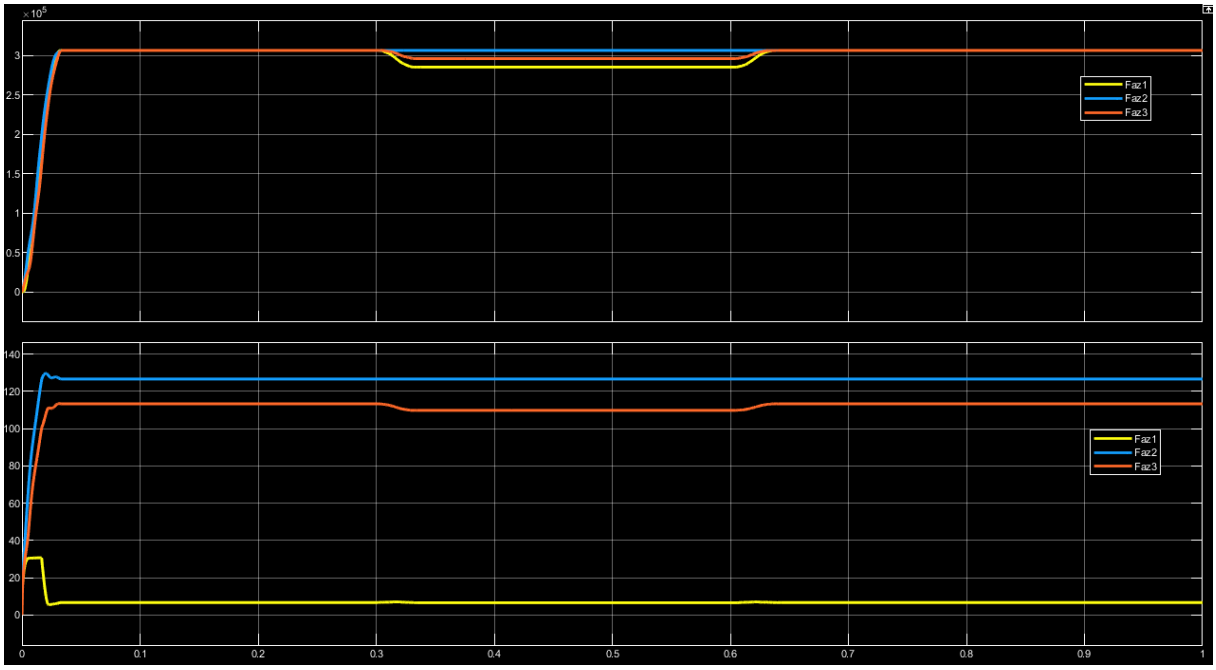


Görsel 3. Senaryo 1 için Gerilim Genlik ve Faz Açısı Değişimleri

İkinci senaryoda faz-toprak arızası oluştuğu varsayılarak sistemin benzetimi yapılmış ve çalışma parametreleri gözlenmiştir. Görsel 4 sırasıyla ilgili hat üzerindeki gerilim ve akım dalga şekillerinin, Görsel 5 ise sırasıyla gerilim genlik ve faz açısının değişimlerini göstermektedir.



Görsel 4. Senaryo 2 için Hat Üzerindeki Gerilim ve Akım Dalga Şekilleri



Görsel 5. Senaryo 2 için Gerilim Genlik ve Faz Açısı Değişimleri

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Senaryolara göre tasarlanan benzetim modelinin sonuçları incelendiğinde, güç sistemlerinde ortaya çıkabilecek arızaların bozucu etkileri daha net anlaşılmaktadır. Çalışma kapsamında güç sistemlerinde en çok oluşan arıza türleri olan tek faz-toprak ve üç faz-toprak arızaları, referans

olarak kabul edilen modellerden olan IEEE-14 bara sistemine uygulanmıştır. Daha sonra bu iki senaryo üzerinden sistemdeki parametrelerin değişimleri gözlenmiştir.

Temel sistem parametreleri olan akım ve gerilimlerin gözlenmesinin yanı sıra, bir güç sistemi için en önemli analizlerin başında gelen güç akış analizi verileri de incelenmiştir. Elde edilen grafiklerden güç sistem arızalarının oluştukları noktadan çok uzakta olsa dahi şebekenin tüm noktalarında bozucu etkiye sahip olabilecekleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum arıza analizleri esnasında akım ve gerilim gibi temel parametrelerin yanında güç akışı gibi diğer analiz sonuçlarının da göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermiştir.

KAYNAKÇA

[1] A. Dos Santos and M. T. C. De Barros, "Stochastic modeling of power system faults," *Electric Power Systems Research*, vol. 126, pp. 29–37, May 2015.

[2] E. Alves, G. Bergna-Diaz, D. Brandao, and E. Tedeschi, "Sufficient Conditions for Robust Frequency Stability of AC Power Systems," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 36, no. 3, pp. 2684–2692, May 2021.

[3] P. Rajesh, R. Kannan, J. Vishnupriyan, and B. Rajani, "Optimally detecting and classifying the transmission line fault in power system using hybrid technique," *ISA Trans*, vol. 130, pp. 253–264, Nov. 2022.

[4] P. Srikanth and C. Koley, "A novel three-dimensional deep learning algorithm for classification of power system faults," *Computers and Electrical Engineering*, vol. 91, May 2021.

[5] P. Srikanth and C. Koley, "An intelligent algorithm for autorecognition of power system faults using superlets," *Sustainable Energy, Grids and Networks*, vol. 26, Jun. 2021.

[6] D. Sodin, M. Smolnikar, U. Rudez, and A. Campa, "Precise PMU-Based Localization and Classification of Short-Circuit Faults in Power Distribution Systems," *IEEE Transactions on Power Delivery*, 2023.

[7] T. Hamdouche, S. Ishak Boushaki, O. Bendjeghaba, and N. Brakta, "A new parameter-free fault location approach for power distribution systems," *Computers and Electrical Engineering*, vol. 111, Oct. 2023.

[8] M. Shaban, M. A. Mosa, A. A. Ali, and K. M. Abdel-Latif, "'Effect of power sharing control techniques of hybrid energy storage system during fault conditions in DC microgrid,'" *J Energy Storage*, vol. 72, Nov. 2023.

[9] B. Joseph Mampilly and V. S. Sheeba, "Detection and classification of power system fault in IEEE 30 bus network using wavelet transform and novel hybrid Bees Bayesian Optimization algorithm based Improved convolution Neural network (ICNN)," *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 60, Dec. 2023.

[10] A. Abbawi, I. Ismael, and O. Sh. Alyozbaky, "Comparison between Two Methods to Analyze Multiple Faults in IEEE 14-Bus," in *2020 7th International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, Antalya, Apr. 2020, pp. 188–193.

[11] X. Zhong, G. xin Li, and C. Zhng, "False data injection in power smart grid and identification of the most vulnerable bus; a case study 14 IEEE bus network," *Energy Reports*, vol. 7, pp. 8476–8484, Nov. 2021.

[12] P. Kumar, B. Bag, N. D. Londhe, and A. Tikariha, "Classification and Analysis of Power System Faults in IEEE-14 Bus System using Machine learning Algorithm," in *2021 4th International Conference on Recent Developments in Control, Automation and Power Engineering, RDCAPE 2021*,2021, pp. 122–126.

[13] X. Liu and T. Zhang, "Analysis of IEEE 14 bus power flow calculation characteristics based on Newton-Raphson method," in *2022 IEEE 5th International Conference on Automation, Electronics and Electrical Engineering*, 2022, pp. 1092–1097.

[14] S. Monemi, T. Dent, and A. Nunez, "A Model of System Protection in IEEE 14-bus Power Grid," in *2022 IEEE International Conference in Power Engineering Application, ICPEA 2022 - Proceedings.*, 2022.

ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİNİN AKILLI ŞEBEKELERE ENTEGRASYONU

Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE [1]

[1] Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü,– ORCID ID: 0000-0001-6076-4166

ÖZET

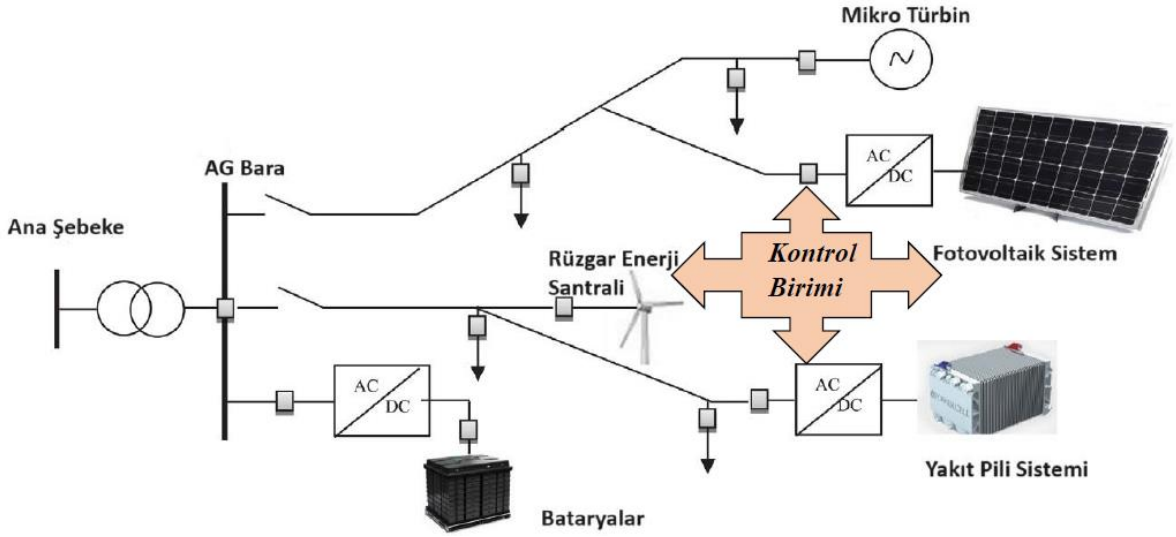
Teknolojideki gelişmelerin en önemli kazanımlarından biri olarak ortaya çıkan ve makro boyuttan mikro boyuta kadar tüm alanlarda büyük fayda sağlayan akıllı şebekeler, kesintisiz ve kaliteli enerji arzından enerji güvenliğine kadar birçok konuda çeşitli avantajlara sahiptir. Akıllı şebekelerin standartlara uygun kalitede ve sürekli enerji sağlamaları bu yapılar tarafından beslenen hassas yükler açısından önem arz etmektedir. Ancak adalanmış mod harici çalışan akıllı şebeke modellerinde, bünyelerinde barındırdıkları çeşitli enerji kaynakları ve doğrusal olmayan yükler nedeniyle kalite ve süreklilik problemleri ortaya çıkmaktadır.

Akıllı şebekelerde ortaya çıkabilecek sorunların aşılabilmesi için uygulanan tekniklerden biri enerji depolama ünitelerinin kurulması ve kullanılmasıdır. Bu çalışmada, enerji depolama sistemlerinin yapıları verilerek bunlara ait kontrol-izleme algoritmaları sunulmuş, daha sonra bu sistemlerin akıllı şebekelere entegrasyonu için kullanılabilecek yöntemler ve stratejiler incelenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar ve sunulan önerilerin, özellikle güç sistem planlama mühendisleri için faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji depolama, akıllı şebekeler, enerji verimliliği.

1. GİRİŞ

Akıllı şebekeler, enerji üretimi, dağıtımı ve tüketiminin verimliliğini, güvenilirliğini ve sürdürülebilirliğini artırmak için ileri teknoloji ve iletişim sistemlerini içeren modernize edilmiş elektrik şebekeleridir. Akıllı bir şebekenin yapısı, şebeke esnekliğini teşvik etmek, enerji kayıplarını azaltmak, yenilenebilir enerji kaynaklarını entegre etmek, elektrikli araç şarjını desteklemek ve tüketicilere enerji tüketimleriyle ilgili daha fazla kontrol ve bilgi sağlamak için tasarlanmıştır. Akıllı şebekeler, daha sürdürülebilir ve verimli bir elektrik enerjisi sistemine geçişte çok önemli bir rol oynamaktadır. Bir akıllı şebekenin blok şeması Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. Akıllı Şebeke Blok Şeması

Akıllı şebekeler, her biri belirli işlevlere hizmet eden çeşitli bileşenlerden oluşmaktadır. Üretim tarafı incelendiğinde, akıllı şebekelerin geleneksel fosil yakıt santralleri, yenilenebilir enerji kaynakları (güneş ve rüzgâr santralleri gibi) ve konutlardaki güneş panelleri gibi dağıtık enerji kaynakları (DEK'ler) dahil olmak üzere çeşitli enerji üretim kaynaklarıyla bir arayüz oluşturduğu görülmektedir [1-3].

Üretilen elektriğin enerji üretim tesislerinden trafo merkezlerine ve dağıtım ağlarına iletilmesinden iletim katmanı sorumludur. Akıllı şebekelerde optimum güç akışını sağlamak ve kayıpları en aza indirmek için gerçek zamanlı izleme ve kontrol sağlanmaktadır.

İletim ve dağıtım şebekelerini birbirine bağlayan temel bileşenler olan trafo merkezlerindeki akıllı şebeke teknolojisi, arızaların tespit edilmesini, gerilim kontrolünü ve kesintileri önlemek için gerektiğinde güç akış yönlerinin revize edilmesini sağlar.

Dağıtım birimi elektriği trafo merkezlerinden evlere, işyerlerine ve diğer son kullanıcılara ulaştırır. Bu seviyede akıllı şebeke teknolojisi dağıtım firmaları ile tüketiciler arasında iki yönlü iletişim sağlar.

Evlere ve işyerlerine takılan akıllı sayaçlar elektrik tüketiminin gerçek zamanlı olarak izlenmesine olanak tanır. Şebeke bileşenleri arasında veri alışverişi için kablolu ve kablosuz teknolojilerden yararlanılır. Akıllı şebekelerde şebeke koşullarının gerçek zamanlı olarak izlenebilmesi için fazör ölçüm birimleri (PMU'lar) gibi çeşitli sensörler kullanır. Gelişmiş kontrol sistemleri, karar vermek ve şebeke operasyonlarını optimize etmek için bu sensörlerden gelen verileri kullanır.

Enerji depolama birimi, akıllı şebekelerin en önemli unsurlarından biridir. Bataryalar gibi enerji depolama sistemleri, talebin düşük olduğu dönemlerde fazla enerjiyi depolamak ve talebin yüksek olduğu zamanlarda serbest bırakmak için akıllı şebekelere entegre edilir. Bu sistemler şebeke güvenilirliğini artırır ve yedek güç sağlar.

Akıllı şebekelerde enerji depolama sistemleri (Energy Storage System- ESS) için kontrol algoritmaları ve yöntemleri kullanılması gerekmektedir. Bu sayede şebeke istikrarı, güvenilirliği ve verimliliği artırılabilir. Bu algoritmalar ve yöntemler, enerji depolama sistemlerinin şarj ve deşarjını yönetmek, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegre edilmesine yardımcı olmak ve genel şebeke performansını artırmak için tasarlanmıştır.

Kontrol algoritmalarından biri olan şarj durumu (State of Charge -SoC) yönetimi, ESS'nin şarj durumunu istenen bir aralıkta tutmak için kullanılır. Bu durum kontrolü sayesinde ESS'nin ihtiyaç duyulduğunda enerji sağlamasına veya şarj durumuna geçmesine karar verilebilir.
ESS, şebeke frekansını stabilize etmek için gerektiğinde şebekeye güç enjekte ederek veya güç çekerek gerilim desteği ve hızlı frekans düzenlemesi sağlamak için kullanılır. Kontrol algoritmaları şebeke gerilimini izleyip ESS'nin çalışmasını ayarlayarak gerilimi belirlenen sınırlar içinde tutar. Yoğun olmayan saatlerde şarj, yoğun talep sırasında ise deşarj durumuna geçerek şebekeye destek olurlar. Kontrol algoritmaları şarj ve deşarjın zamanlamasını ve büyüklüğünü optimize eder.
ESS, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji üretimindeki dalgalanmaları gidermeye yardımcı olur. Kontrol yöntemleri, yenilenebilir üretimin tahmin edilmesini ve değişkenliği telafi etmek için ESS operasyonunun koordine edilmesini içerir.
Gelişmiş kontrol algoritmaları, ESS'yi çalıştırmanın ekonomik ve teknik olarak en verimli yolunu belirlemek için optimizasyon tekniklerini kullanır. Elektrik tüketimini gerçek zamanlı olarak üretimle eşleştirmek için yük takibi için kullanılır. Bunun için şarj ve deşarj sürekli ayarlanarak arz ve talep dengelenir.
Bir şebeke kesintisi durumunda, ESS şebekeye yeniden enerji vermek için kullanılabilir. Bu kapsamda kontrol yöntemleri ESS'nin güvenli bir şekilde başlamasını ve şebeke ile senkronize olmasını sağlar.
Enerji depolama sistemleri için kullanılan spesifik kontrol algoritmaları ve yöntemleri ESS teknolojisinin türüne (ör. lityum-iyon bataryalar, volanlar, pompalanan hidro, süper kapasitörler) ve güç sisteminin hedeflerine bağlı olarak değişebilir. Gelişmiş kontrol stratejileri ve makine öğrenimi ile yapay zekanın entegrasyonu, güç sistemlerinde ESS'nin çalışmasını optimize etmede giderek daha önemli hale gelmektedir [4-9].

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

ESSler, akıllı şebeke uygulamalarına entegre edilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarını barındırırken ve yoğun talebi yönetirken şebeke güvenilirliğini, istikrarını ve verimliliğini artırmak için gereklidir. ESS'yi akıllı şebekelere entegre etmek için çeşitli yöntem ve stratejiler vardır. Bu yaklaşımlardan biri olan sayaç arkası entegrasyonu yapılırken ESS sayacın müşteri tarafına, tipik olarak evlere, işyerlerine veya endüstriyel tesislere kurulup kesintiler sırasında yük yönetimi ve yedek güç için kullanılır. Bu yaklaşım gelişmiş öz tüketim için dağıtık üretim (örn. güneş panelleri) ile birleştirilebilir.
Bir diğer yaklaşım olan sayaç önü entegrasyonunda ESS, genellikle trafo merkezlerinde veya dağıtım hatları boyunca, şebeke veya şebeke seviyesinde kurulur ve frekans düzenlemesi, voltaj desteği, kapasite sıkılaştırma gibi şebeke hizmetleri sağlar. Ayrıca genel şebeke istikrarını ve güvenilirliğini artırmaya yardımcı olur.
Sanal güç santralleri birden fazla dağıtılmış ESS ve yenilenebilir kaynağın birleşik bir sistemde toplanmasıdır. Bu yapılar şebeke hizmetleri sağlamak, enerji ticaretini optimize etmek ve genel verimliliği artırmak için tek bir varlık olarak yönetilir. Bunlar aynı zamanda enerji piyasalarına katılabilir ve şebeke destek hizmetleri sağlayabilir.
Şebekeye bağlı mikro şebekelerde ESS, yerelleştirilmiş, kontrol edilebilir bir mikro şebeke oluşturmak için güneş veya rüzgar gibi dağıtılmış üretim kaynaklarıyla birleştirilir. Bağımsız

olarak veya ana şebekeye bağlı olarak çalışarak özellikle kesintiler sırasında şebeke direncini artırır. Gerektiğinde fazla enerjiyi şebekeye geri verebilir.

Talep tepki programları sayesinde ESS, en yoğun zamanlarda enerji tüketimini azaltarak veya artırarak şebeke sinyallerine yanıt vermek için kullanılabilir. Bu sayede arz ve talebin dengelenmesine yardımcı olarak yoğun dönemlerde şebeke üzerindeki baskıyı azaltır.

Yenilenebilir enerji entegrasyonu vasıtasıyla üretim azaldığında fazla enerjiyi daha sonra kullanmak üzere depolamak için ESS' yenilenebilir enerji kaynaklarıyla eşleştirilir. Bu sayede yenilenebilir enerji üretiminin güvenilirliğini artırır ve şebekeye daha sorunsuz entegrasyon sağlar.

ESS'lerin şarj ve deşarj döngülerini yönetmek için optimize edilmiş enerji yönetim sistemleri aracılığı ile gelişmiş kontrol ve optimizasyon algoritmaları uygulanır. Bu yaklaşım verimli çalışma için gerçek zamanlı verileri ve tahmine dayalı analitiği kullanır.

Enerji kullanımını optimize etmek ve en yüksek talep ücretlerini azaltmak için ESS'yi bina enerji yönetim sistemleriyle entegre etmek için şebeke etkileşimli bina kavramı geliştirilmiştir. Bu sayede kesintiler sırasında şebekeye yedek güç de sağlanabilir [10-13].

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Enerji depolama sistemlerinin akıllı şebeke uygulamalarına başarılı bir şekilde entegrasyonu, kamu hizmetleri, düzenleyiciler, teknoloji sağlayıcıları ve son kullanıcılar arasında iş birliği gerektirir. Ayrıca şebeke esnekliği ve sürdürülebilirliği için ESS'nin faydalarını en üst düzeye çıkarmak için sürekli izleme, kontrol ve optimizasyonu da içerir. Modern dünyanın en önemli talebi haline gelen kesintisiz ve kaliteli enerji arzının sağlanabilmesinde ESS'lerin şebeke entegrasyonu büyük rol oynamaktadır. Ancak bu entegrasyonun belirli kurallara net biçimde bağlı olduğu göz ardı edilmemelidir. Özellikle akıllı şebeke planlamasında ve kurulumunda yer alan teknik personelin bu çalışma kapsamında da detayları verilen kurallara göre strateji belirlemesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Feng W, Jin M, Liu X, Bao Y, Marnay C, Yao C, et al. (2018). A review of microgrid development in the United States−a decade of progress on policies, demonstrations, controls, and software tools. Appl Energy, 228, 1656−1668.

[2] Bajpai P, Dash V. (2012). Hybrid renewable energy systems for power generation in standalone applications: a review. Renew Sustain Energy Rev, 16, 2926–2939.

[3] Anastasiadis A, Konstantinopoulos S, Kondylis G, Vokas GA, Salame MJ. (2018). Carbon tax, system marginal price and environmental policies on Smart Microgrid operation. Manage Environ Qual: Int J, 29:76−88.

[4] Baghaee H, Mirsalim M, Gharehpetian G, Talebi H. (2016). Reliability/cost-based multiobjective Pareto optimal design of stand-alone wind/PV/FC generation microgrid system. Energy, 115, 1022–1041.

[5] Gayatri M, Parimi AM, Kumar AP. (2018). A review of reactive power compensation techniques in microgrids. Renew Sustain Energy Rev, 81, 1030−1036.

[6] Ozer, I., Efe, S. B., & Ozbay, H. (2021). A combined deep learning application for short term load forecasting. Alexandria Engineering Journal, 60(4), 3807–3818.

[7] Vasiladiotis M, Rufer A. (2015). A modular multiport power electronic transformer with integrated split battery energy storage for versatile ultrafast EV charging stations. IEEE Trans Ind Electron, 62, 3213–3222.

[8] Efe, S. B., Cebeci, M., Erdogan, H., & Öztürkmen, G. (2015). A Novel Approach to Power Flow Analysis for Grid Connected Micro Grid. 2015 13th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems, EMES 2015.

[9] Li C, Coelho EAA, Dragicevic T, Guerrero JM, Vasquez JC. (2017). Multiagent-based distributed state of charge balancing control for distributed energy storage units inAC microgrids. IEEE Trans Ind Appl, 53, 2369−2381.

[10] Luo X, Wang J, Dooner M, Clarke J. (2015). Overview of current development in electrical energy storage technologies and the application potential in power system operation. Appl Energy, 137, 511–536.

[11] Efe, S. B., Cebeci, M., (2015). Artificial Neural Network Based Power Flow Analysis for Micro Grids. Bitlis Eren University Journal of Science and Technology, 5(1), 42–47.

[12] Hossain E, Kabalci E, Bayindir R, Perez R. (2014). Microgrid testbeds around the world: State of art. Energy Convers Man., 86, 132−153.

[13] Kocaman, B., Akdağ, M., Efe, S. B., & Akdeniz, M. (2017). Implementation and Performance Analysis of a Hybrid PV-Wind Energy System. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), 7(1), 100–104.

HELİSEL DÖNÜŞ UÇUŞUNDA PALE DARALMASININ HELİKOPTER KONTROL ÇABASI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ELE ALINMASI

Doç. Dr. Fırat Şal[1], Prof. Dr. Tuğrul Oktay[2]

[1]İskenderun Teknik Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi,

0000-0003-2412-4131

[2] Erciyes Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, -0000-0003-4860-2230

ÖZET

Bu çalışmada karmaşık, kontrol amaçlı, fizik tabanlı helikopter dinamik modellerine, helikopter helisel dönüş hareketi esnasında ana rotor pale daralmasının etkileri eklenmiş ve etkileri gözlemlenmeye çalışılmıştır. Spesifik helikopter olarak bu bildiri çalışması kapsamında Puma SA 330 helikopteri ele alınmıştır. Uçuş kontrol sistemi içerisinde ise çıkış varyansı kısıtlı kontrolcü yani OVC seçilmiştir. Pale veteri ve pale uzunluğu doğrultusunda pale daralması eş zamanlı olarak aynı oranda uygulanmıştır. Askıda kalma uçuşunda helisel dönüş, 40 knot hızda helisel dönüş ve 80 knot hızda helisel dönüş uçuşu durumları gözlemlenmiştir. Sonuç olarak helisel dönüş uçuşu sırasında uygun konfigürasyonda pale daralmasının helikopter kontrol çabası üzerinde düşürücü etkileri görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Pale daralması, helikopter kontrol çabası, çıkış varyansı kısıtlı kontrolcü, helisel dönüş.

1. GİRİŞ

Bu çalışma kapsamında kontrol amaçlı modellemeden faydalanılmıştır. Kontrol amaçlı modelleme yapılırken, en uygun yöntem fizik tabanlı olan modellemedir ve “kontrol uyumlu modelleme” diye adlandırılan bir yöntem ile temel dinamikler göz önünde bulundurularak gerçekleştirilir. Veri tabanlı modeller ve fizik tabanlı modeller arasındaki en temel fark şudur: fizik tabanlı modeller veri tabanlı modellerden hem daha gürbüz hem de çok amaçlı uygulamalarda daha yararlıdır. Bu çalışma kapsamında helikopteri modellerken; tam mafsallı ana rotor takımı, doğrusal ana rotor aşağı akımı, gövde aerodinamiği, bir kuyruk rotor aerodinamik modeli, yatay kuyruk düzlemi ve iniş takımlarının dinamiğinden yararlanılmıştır. Gövde aerodinamiği modellenirken ince cisim teorisi kullanılmıştır. Kontrol tabanlı modellemede parçalı sistem modellemesi pale esnekliğini modellemek için kullanılmıştır.

Bunun için doğrusal olmayan kısmı diferansiyel denklemler (KDD) veya sonlu elmanlar metodu kullanılabilir. Bu yeni modelleme yöntemi ile doğrudan sonlu sayıda adi diferansiyel denklemlerden (ADD) oluşan dinamik modeller oluşturulmuştur. Bu kontrol tasarımı için çok büyük bir kazanımdır (detaylar için bakınız [1]).

Farklı sebeplerle helikopter palesinin kök veter uzunluğu değişimi ve pale ucunun daralması üzerine birçok çalışma önceleri gerçekleştirilmiştir. Örneğin [2] de, diferansiyel dönüşüm yöntemi vasıtası ile dönen Euler-Bernoulli kirişi kullanılarak helikopter pale daralmasının titreşim analizi yapılmıştır. Ayrıca helikopter palesinin doğal frekanslara etkisi de ele alınmıştır. Dönen Euler-Bernoulli kirişinin doğal frekanslarını bulmada diferansiyel dönüşüm yöntemi kullanımının yüksek doğrulukla sonuç verdiği keşfedilmiştir. Diğer bir çalışma [3]'de, gerilme ve burulma titreşimlerinin birleştiği, dönen çift yönden daralmalı Timoshenko kirişinin, helikopter palesi üzerinde serbest titreşim analizi de incelenmiştir.

Bunlara ilaveten helikopter uçuş kontrol sisteminde pale daralmasının etkisi hem [1]'de ayrıntılı bir şekilde hem de bu çalışma kapsamında ele alınmıştır. Bu bildiri çalışmasında pale daralması ve çıkış varyans kısıtlayıcı kontrolcü tabanlı helikopter uçuş kontrol sisteminin parametreleri tasarım değişkenleridir. Bu değişkenler helikopter helisel dönüş uçuşu esnasında kontrol enerjisini incelemek için kullanılmıştır.

2. PROBLEM TANITIMI

2.1. Uçuş Kontrol Sistemi

Bu bildiri çalışması kapsamında helikopter uçuş kontrol sisteminde çıkış varyansı kısıtlı kontrolcü seçilmiştir (detaylar için bakınız [1], [4] ve [5]). Helikopter kontrol enerjisini azaltmak ve giriş ve çıkış limitlerini sınırlandırmak helikopter için önemlidir. OVC problemi ilerde verilen sürekli LTI sistemi Denklem (1) ve bir pozitif tanım giriş cezası $R > 0$ için bulunan tam dereceli dinamik kontrolcüyü aşağıdaki gibi içermektedir:

$$\dot{x}_c = A_c x_c + \mathrm{Fz},\ \ \mathrm{u} = G x_c \tag{1}$$

Denklem (1)' deki problemi çözmek için

$$\min_{A_c,F,G} \quad E_\infty \quad u^T R u \tag{2}$$

Denklem (2)'ye bağlı olarak Denklem (3) mevcuttur.

$$E_\infty y_i^2 \le \sigma_i^2, \quad \text{i=1,.....,n}_y \tag{3}$$

Denklem (3)' e göre σ_i^2 ifadesi *i-th* çıkış varyansında üstten dayatılan sınırdır ve n_y ifadesi mevcut çıkış sayısıdır. OVC çözümü varyans kısıtlamalarına bağlı olarak $Q > 0$ çıkış hatalarını seçerek LQG hatalarını azaltır. Q 'nun seçimi için de bir algoritma kullanılmaktadır. Q da birleştikten sonra OVC parametreleri Denklem (4)' da gösterilmiştir.

$$A_c = A_p + B_p G - F M_p, \quad F = X M_p^T V^{-1}, \quad \text{G=-R}^{-1}\text{B}_p^T\text{K} \tag{4}$$

Denklem (4)' da ifade edilen *X* ve *K* iki cebirsel Riccati denkleminin çözümüdür ve aşağıdaki gibi bulunur.

$$0 = X A_P^T + A_P X - X M_p^T V^{-1} M_p X + D_p W_p D_p^T \tag{5}$$

$$0 = K A_P + A_p^T K - K B_P R^{-1} B_P^T K + C_P^T Q C_P \tag{6}$$

2.2. Pale Daralması Olgusu

Bu bildiri çalışması kapsamında helisel dönüşü uçuşu esnasında pale daralmasının helikopter kontrol çabası üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Plae daralması olgusu aşağıda Şekil 1'de görselleştirilmiştir.

a.



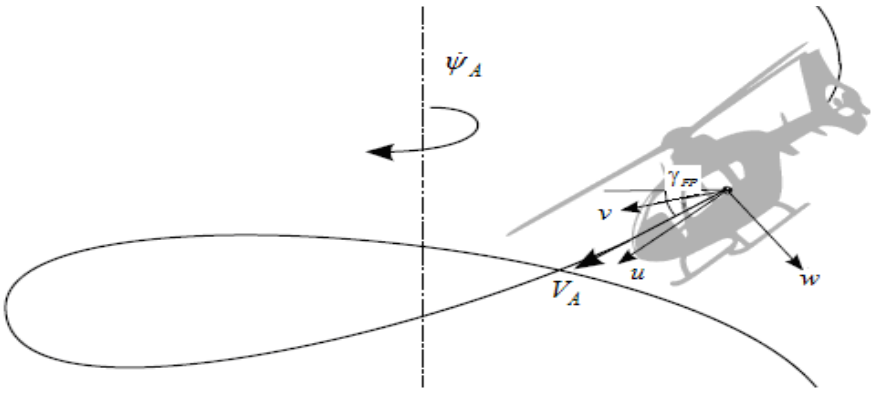
b.



Şekil 1. a. Daralmayan Helikopter Ana Rotor Palesi b. Palesi Daralan Helikopter Rotoru Palesi

2.3. Helikopter Helisel Dönüş Hareketi

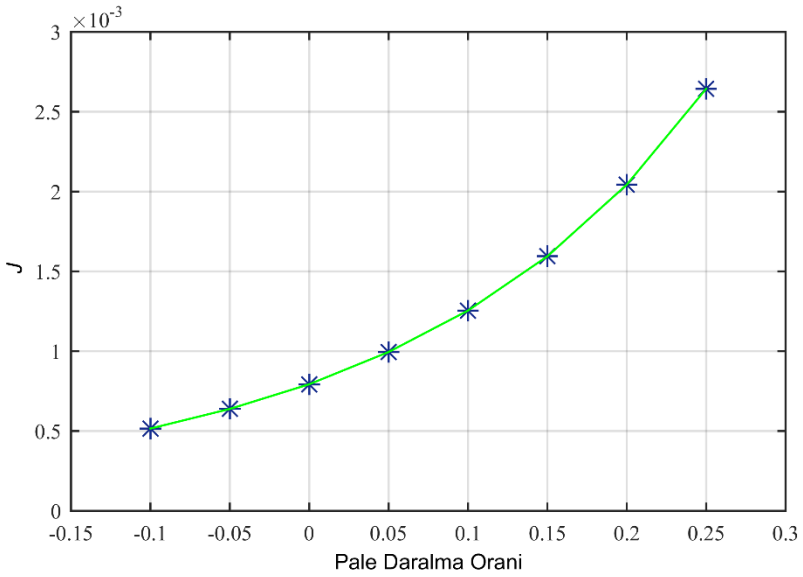
Bu bildiri çalışmasında helisel dönüş hareketi ele alınmıştır. Helikopterin helisel dönüşü sabit süratle bir helis boyunca hareket etmesidir. Şekil 2'de helisel dönüş gösterilmiştir.

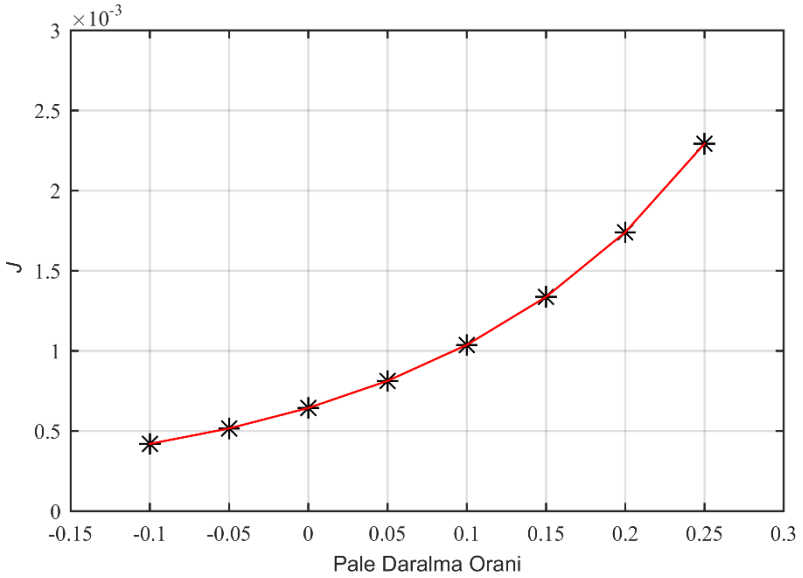


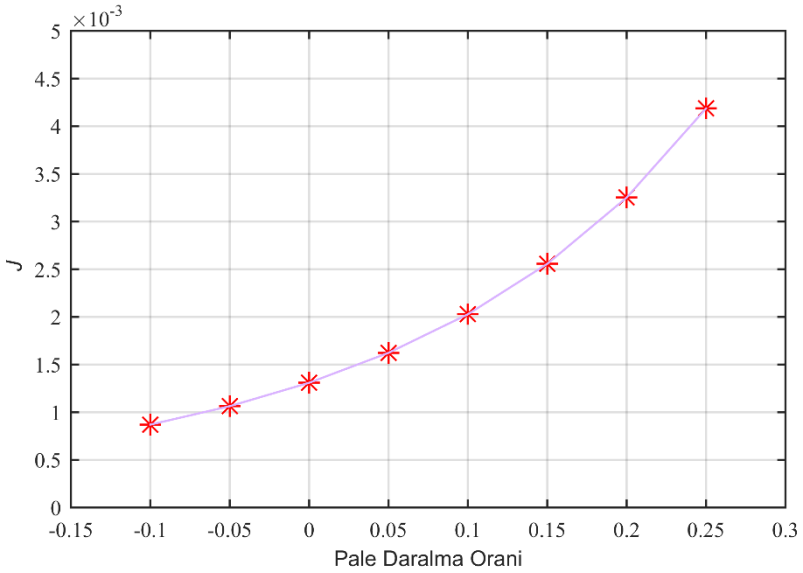
Şekil 2. Helisel Dönüş

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Askıda kalma uçuşunda helisel dönüş, 40 knot hızda helisel dönüş ve 80 knot hızda helisel dönüş uçuşu durumları gözlemlenmiştir (Şekil 3'e bakınız). Sonuç olarak helisel dönüş uçuşu sırasında uygun konfigürasyonda pale daralmasının helikopter kontrol çabası üzerinde düşürücü etkileri görülmüştür. Sonuç olarak her üç uçuş hızı durumunda da helisel dönüş için pozitif daralmanın maliyeti arttırdığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar önceki benzer [6] ve [7] çalışmaları ile benzerlik arz etmektedir.







Şekil 3. Pale Daralma Oranının Maliyete Etkisi
a. Askıda Helisel Dönüş
b. 40 knot İleri Hızda Helisel Dönüş
c. 80 Knot İleri Hızda Helisel Dönüş

4. GENEL DEĞERLENDİRME

Bu bildiri kapsamında helisel dönüş hareketi esnasında çıkış varyansı kısıtlı kontrolcüden faydalanan uçuş kontrol sistemine sahip helikopterin kontrol çabasına pale daralma oranının etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Pozitif pale daralması kullanılmasından sonra helisel dönüş hareketinde de kontrol enerjisi artmaktadır. Böylece pozitif pale daralması kullanmak bu sistem için kazançlı olmadığı görülmüştür.

.

KAYNAKÇA

[1]Şal, F., *Kısıtlamalı Kontrol Yöntemleri İle İnsanlı Ve İnsansız Helikopterlerin Kontrolü,* Erciyes Üniversitesi Sivil Havacılık ABD Doktora Tezi, 2018.

[2]Özdemir, Ö. ve Kaya, M., Flapwise bending vibration analysis of a rotating tapered cantilever Bernoulli–Euler beam by differential transform method. Journal of Sound and Vibration, 2006. 289(1): p. 413-420.

[3]Özdemir, Ö. ve Kaya, M., Energy expressions and free vibration analysis of a rotating double tapered Timoshenko beam featuring bending–torsion coupling. International journal of engineering science, 2007. 45(2): p. 562-586.

[4]Grigoriadis, K.M., G. Zhu, ve R.E. Skelton, Optimal Redesign of Linear Systems. Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, 1996. 118(3): p. 598-605.

[5]Grigoriadis, K.M., et al. Optimal Redesign of Linear Systems. in Proceedings of the American Control Conference. 1993. San Francisco, CA.

[6]Oktay T. ve Şal, F., Effect of Combined Blade Root Chord Length and Blade Taper on Manned Helicopter Control Effort. in 6th International Research Conference on Science, Management and Engineering (IRCSME 2017), Dubai, UAE. 2017.

[7] Oktay T. ve Şal, F., Effect of the Simultaneous Variation in Blade Root Chord Length and Blade Taper on Helicopter Flight Control Effort, International Journal of Aerospace Engineering, 2017.

ELECTROCHEMICAL DETECTION OF DOPAMINE RELEASED FROM LIVING CELLS USING A REDOX CYCLING-BASED DEVICE

Doç. Dr. Mustafa ŞEN[1], İpek Avcı[2]

[1] İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,

– ORCID ID: 0000-0002-2421-9184

[2] İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ORCID ID: 0000-0003-4782-4421

ABSTRACT

Detecting DA through electrochemical devices is vital for understanding brain function, diagnosing disorders, and developing precise treatments. Detecting DA using electrochemical devices holds immense importance as it aids in unraveling the complexities of brain function, facilitates the diagnosis of neurological disorders, and enables the development of precise treatments. These devices offer remarkable sensitivity and selectivity, making them indispensable in neuroscience and medicine. Here, a microfluidic redox cycling-based device made of two indium tin oxide (ITO) electrodes modified with Au nanoparticles (AuNPs) was used to sensitively detect dopamine (DA) release form PC12 cells following a chemical stimulation. Basically, two ITO electrodes with 3 × 3 mm working areas were fabricated using photolithography and chemical etching processes. Next, the working areas of the two electrodes were first modified with AuNPs to improve sensitivity and then aligned with a spacer to achieve redox cycling and form a microfluidic channel. The microfluidic channel of the chip was made with a PET film spacer. The device demonstrated excellent redox cycling efficiency and detected DA at low concentration-based on reduction current. The device exhibited concentration-dependent response when detecting DA released from PC12 cells, showcasing its potential for studying dopaminergic cells and the effects of dopaminergic drugs.

Keywords: Dopamine, redox cycling, electrochemical detection, PC12 cells, microfabrication.

1. INTRODUCTION

Dopamine (DA), often dubbed the "feel-good" neurotransmitter, holds the key to understanding a multitude of neurological and psychiatric disorders. Its role in regulating mood, motivation, and motor functions has made it a central focus of scientific research. In recent years, the advent of technology has allowed for the detection of DA from cells cultured on microfluidic chips, providing a unique opportunity to gain deeper insights into the human brain. DA is a versatile neurotransmitter, influencing a wide range of functions in the brain, including emotional well-being, motivation, and motor coordination. Imbalances in DA levels have been linked to various neurological and psychiatric conditions, such as Parkinson's disease, schizophrenia, depression,

and addiction [1]. Understanding the nuances of DA regulation is crucial for uncovering the mysteries behind these disorders. Traditionally, studying DA necessitated analyzing data from bulk cell populations or animal models. However, microfluidic chips now enable scientists to cultivate and analyze dopamine-producing cells at an unprecedented level of precision. Cells on a chip technology allows researchers to create in vitro models of the human brain, offering a controlled environment for studying dopamine-related disorders [2]. This approach permits the manipulation of variables to closely mimic the complexities of neurological diseases, potentially leading to a deeper understanding of their mechanisms and paving the way for more effective treatments. The ability to cultivate dopamine-producing cells on microfluidic chips provides a platform for personalized medicine. By studying an individual's unique cellular response to dopamine, healthcare providers can tailor treatments to specific patient profiles, particularly in mental health, where personalized therapies are often critical [3]. Microfluidic chips offer a valuable tool for drug development and testing. Researchers can screen potential drug candidates for their effects on dopamine-producing cells, allowing for more efficient and targeted drug discovery, which is essential for the treatment of neurological and psychiatric disorders [4]. Cells on a chip technology enables real-time monitoring of DA release and cellular responses. This allows for dynamic observations, which can provide insights into the temporal dynamics of DA signaling, a crucial factor in understanding various brain functions and disorders. DA detection from cells on a chip is revolutionizing the fields of neuroscience and medicine. This technology enables the exploration of DA at an unprecedented level of detail, offering new avenues for research and treatment development. By utilizing microfluidic chips to cultivate and study dopamine-producing cells, scientists are unraveling the complexity of neurological disorders, advancing personalized medicine, accelerating drug development, and enhancing our understanding of real-time DA signaling dynamics. Here, a sensitive dual ITO microchip capable of signal amplification via redox cycling was used for the detection of DA released from PC12 cells. Basically, two ITO electrodes with 3 × 3 mm working areas were first fabricated using photolithography and chemical etching processes. The working areas of the two electrodes were then aligned with a spacer to achieve redox cycling. Following characterization of the chip, it was applied to the detection of DA released from PC12 cells upon chemical stimulation. The results confirmed the applicability of the chip for cell analysis.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

The following chemicals were purchased form SigmaAldrich, USA; phosphate buffered saline (PBS), DA hydrochloride, HCl, NaOH, potassium ferricyanide ($K_3[Fe(CN)_6]$), potassium ferrocyanide ($K_4[Fe(CN)_6]$) ferrocenemethanol ($FcCH_2OH$). AZ5214E positive/reversal photoresist was purchased from MicroChemicals, Germany.

2.2. Microfabrication of ITO electrodes

Microchips were fabricated by utilizing the "ion beam etching" technique on ITO films. To begin the process, the ITO-coated glass substrates (slides) were meticulously cleaned with a combination of distilled water and acetone. Subsequently, these pristine ITO-coated glass slides

were loaded into a "Spin-Coater" apparatus, where they were uniformly coated with "AZ5214E" positive/reversal photoresist, covering the entire surface. This coating procedure was executed at 2000 revolutions per minute (rpm) for a duration of 60 seconds. Following this, the photoresist-coated slides were subjected to a pre-baking step in an oven set at 90 °C for 30 minutes to ensure proper polymerization. To create the desired patterns on the microchip, a lithography mask was employed [5–7]. Essentially, the patterns on the mask were exposed to ultraviolet (UV) light using a UV mask aligner, and these patterns were subsequently transferred onto the photoresist-coated slides. An alkaline developer was utilized to remove the areas that had been exposed to UV light. Subsequently, the etching process was conducted with the assistance of an "ion beam etching" apparatus, utilizing 30 sccm of Argon gas for a period of 1 hour, employing the following parameters: 750 V, 49 W, 0.05 A, and the sample holder was rotated at an angle of 22.5°.

2.3. Redox cycling

The working areas of the two ITO microchips were first coated with AuNPs electrochemically [8] and then meticulously aligned to create an overlapping configuration, securely affixed using a double-sided adhesive tape. This union resulted in the formation of a hermetically sealed microchannel. The dual ITO microchip underwent comprehensive electrochemical analysis through cyclic voltammetry (CV) and chronoamperometry. Briefly, the microchannel was initially loaded with two distinct solutions: one containing 0.1 mM of $FcCH_2OH$ and the other consisting of 200 µM of DA (dopamine). Electrochemical characterization and measurements were carried out as follows; a generator electrode underwent a voltage scan from 0 V to +0.35 V (vs. Ag/AgCl) at a scanning rate of 0.05 V/s, while the collector electrode remained consistently fixed at 0 V (vs. Ag/AgCl). This operation was executed in a dual mode configuration, leading to redox cycling-based signal amplification [9]. To showcase the versatility of the dual ITO microchip, DA solutions at varying concentrations (ranging from 0 to 100 µM) were introduced. In essence, the generator and collector electrodes were adjusted to +0.35 V and 0 V (vs. Ag/AgCl) for a duration of 50 seconds. All electrochemical measurements were carried out using a Multi-potentiostat (µStat-i 400 (Bi)potentiostat/Galvanostat/Impedance Analyzer (EIS), DropSens Metrohm, Switzerland).

2.4. Detection of DA released form PC12 cells

PC12 cells, procured from DSMZ in Braunschweig, Germany, in RPMI-1640 culture medium supplemented with 10% DHS, 1% FBS, 1% L-glutamine, and 0.1% gentamicin were incubated in an incubator saturated with 5% CO_2 at 37°C [6,10]. To detect the DA released from PC12 cells due to exocytosis, varying quantities of cells (ranging from 1×10^4 to 2×10^5) suspended in 100 µL of PBS were stimulated with 50 µL of 50 mM K^+ for 1 minute. Subsequently, the DA-containing solution was swiftly separated from the cells through centrifugation at 4000 rpm for 1 minute. The supernatant, enriched with dopamine, was introduced into the microchannel of the microchip. The detection was carried out using a dual chronoamperometric mode, following the procedure described earlier.

3. RESULTS AND DISCUSSION

By employing the suggested manufacturing technique, the 3x3 mm working areas of two ITO microchips were superimposed, creating a microchannel for delivering test solutions. The

device assembly was meticulously carried out by hand under the illumination of a desktop magnifier lamp to ensure precise alignment of the electrodes. To establish a consistent inter-electrode distance of 50 µm, a PET spacer was employed along with a small clamp. The assembly was further scrutinized under a microscope to verify the uniformity and reliability of the device, as illustrated in Figure 2a and b. In essence, the development of a dual ITO microchip was achieved through an uncomplicated fabrication process, eliminating the need for labor-intensive and intricate alignment procedures.

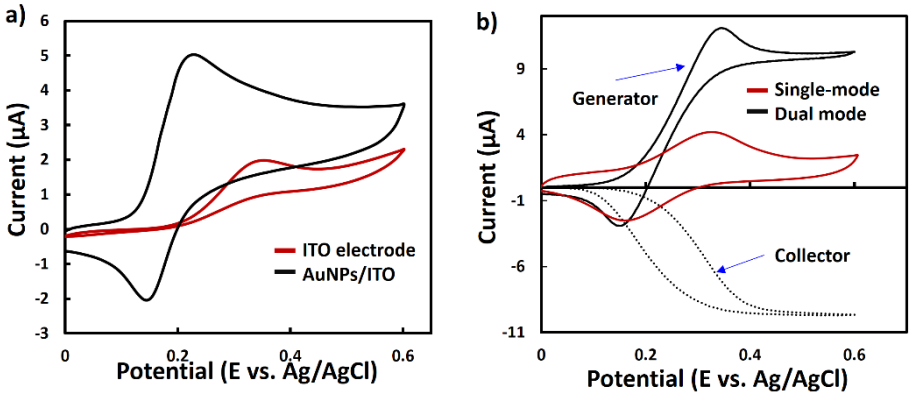


Figure 1. The CV curves of a bare and an AuNPs/ITO electrodes recorded in 200 µM DA (a). The CV curves of redox cycling-based device in single and dual mode in 0.1 mM $FcCH_2OH$ (b).

Gold nanoparticles (AuNPs) have become a popular choice for enhancing the sensitivity of (bio)chemical sensors due to their exceptional conductivity and electrocatalytic properties. Figure 1a illustrates a significant improvement in the electrochemical response upon the modification of an ITO electrode with AuNPs. The AuNPs-ITO electrode demonstrated a 2.65-fold higher signal compared to bare ITO and efficiently oxidized DA at a much lower potential, signifying the electrocatalytic activity of AuNPs in DA detection. The CV curves for the redox cycling-based device operating in single and dual modes are presented in Figure 1b. The device's collection efficiency (C_e) and amplification factor (A_f) were computed based on experimental data, using the following equations: i.) C_e = 100 * (collector current / generator current) and ii.) A_f = current in dual mode / current in single mode. Remarkably, the redox cycling-based device device exhibited a C_e value of 93.7%, primarily attributed to its unique design. The narrow gap (50 µm) between the electrodes in the microchannel significantly hinders the diffusion of redox species into the surrounding solution, resulting in a high C_e. The A_f, a measure of redox cycling efficiency, is directly affected by the distance between the generator and collector electrodes. The small 50 µm gap between the generator and collector electrodes within the microchannel yielded an A_f value of 4.22.

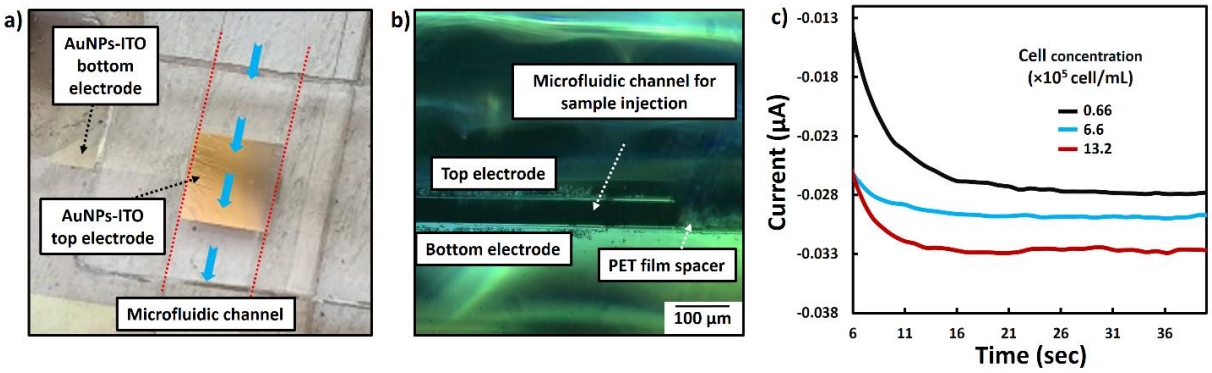


Figure 2. Optical images of the redox cycling-based device (a) and its microfluidic channel (b). Chronoamperometric reduction (collector) curves of DA released by PC12 after stimulation with high-concentration K^+ (c).

Because DA is a reversible redox-active molecule, its release from PC12 cells was sensitively detected using the redox cycling-based device. Extracellular stimulation using K^+ ions is known to induce membrane depolarization, leading to an influx of Ca^{2+} that triggers the rapid release of DA from PC12 cells. In short, different quantities of PC12 cells in PBS were stimulated with a high-concentration K^+ solution for a total of 2 minutes, and the dopamine-containing solution was separated from the cells through centrifugation. The solution was then introduced into the microchannel of the device for reduction-based electrochemical detection. In brief, DA undergoes oxidation at the generator electrode at +0.35 V (vs. Ag/AgCl), transforming into DA quinone (DQ), which subsequently diffuses to the surface of the collector electrode at 0 V (vs. Ag/AgCl) to be reduced back to dopamine. The device exhibited concentration-dependent chronoamperometric curves, as shown in Figure 2c.

4. CONCLUSION

In this study, a user-friendly do-it-yourself (DIY) protocol was introduced to create a highly sensitive redox cycling-based device with a microfluidic channel for sample injection. The surface modification of ITO electrodes with AuNPs significantly improved their electrochemical performance. Results confirmed the device's exceptional capabilities in detecting DA, attributed to the remarkable electrocatalytic activity of AuNPs and a large amplification factor (A_f). Lastly, the device successfully identified DA released from stimulated PC12 cells, showing a concentration-dependent response which clearly indicated the device's potential in exploring dopaminergic cell reactions and facilitating pharmacological studies.

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by the scientific research projects coordination unit of Izmir Katip Celebi University (Project Nos. 2022-ÖDL-MÜMF-0007 and 2021-GAP-MÜMF-0055).

REFERENCES

[1] de la Mora, M.P., Hernandez-Mondragon, C., Crespo-Ramirez, M., Rejon-Orantes, J., Borroto-Escuela, D.O., Fuxe, K., Conventional and novel pharmacological approaches to treat dopamine-related disorders: Focus on Parkinson's disease and schizophrenia, Neuroscience, July, 439, 301–318, 2020.

[2] Rantataro, S., Parkkinen, I., Airavaara, M., Laurila, T., Real-time selective detection of dopamine and serotonin at nanomolar concentration from complex in vitro systems, Biosens. Bioelectron., December, 241, 115579, 2023.
[3] Van Den Berg, A., Mummery, C.L., Passier, R., Van der Meer, A.D., Personalised organs-on-chips: functional testing for precision medicine, Lab Chip, August, 19, 198–205, 2019.
[4] Ingber, D.E., Human organs-on-chips for disease modelling, drug development and personalized medicine, Nat. Rev. Genet., August, 23, 467–491, 2022.
[5] Şen, M., Ino, K., Ramón-Azcón, J., Shiku, H., Matsue, T., Cell pairing using a dielectrophoresis-based device with interdigitated array electrodes, Lab Chip, July, 13, 3650–3652, 2013.
[6] Seven, F., Gölcez, T., Yaralı, Z.B., Onak, G., Karaman, O., Şen, M., Guiding neural extensions of PC12 cells on carbon nanotube tracks dielectrophoretically formed in poly (ethylene glycol) dimethacrylate, RSC Adv., July, 10, 26120–26125, 2020.
[7] Sikora, A., Ramón-Azcón, J., Sen, M., Kim, K., Nakazawa, H., Umetsu, M., Kumagai, I., Shiku, H., Matsue, T., Teizer, W., Microtubule guiding in a multi-walled carbon nanotube circuit, Biomed. Microdevices, August, 17, 2015.
[8] Aydin, V.K., Şen, M., A facile method for fabricating carbon fiber-based gold ultramicroelectrodes with different shapes using flame etching and electrochemical deposition, J. Electroanal. Chem., August, 799, 525–530, 2017.
[9] Şen, M., Ino, K., Shiku, H., Matsue, T., Accumulation and detection of secreted proteins from single cells for reporter gene assays using a local redox cycling-based electrochemical (LRC-EC) chip device, Lab Chip, August, 12, 4328–4335, 2012.
[10] Onak, G., Şen, M., Horzum, N., Ercan, U.K., Yaralı, Z.B., Garipcan, B., Karaman, O., Aspartic and glutamic acid templated peptides conjugation on plasma modified nanofibers for osteogenic differentiation of human mesenchymal stem cells: a comparative study. Scientific Reports, December, 8, 17620, 2018.

DESIGN AND ANALYSIS OF TELESCOPIC TRUCK-MOUNTED CRANE

Prof. Dr. KEMAL ERMİŞ [1], Prof. Dr. HÜSEYİN ÜNAL [2]

[1] Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Department of Mechanical Engineering, - ORCID 0000-0003-3110-2731

[2] Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Department of Metallurgical and Materials Engineering, - ORCID 0000-0003-0521-6647

ABSTRACT

Telescopic truck-mounted mobile cranes are the most commonly used type of crane today. The telescopic crane is mounted on the truck chassis as standard, making it ideal for driving on the road for on-road driving. The telescopic truck-mounted cranes feature high capacity, outstanding mobility, and convenient operability. The telescopic truck-mounted cranes are still a low-cost alternative where they are often used for building construction, loading and unloading goods on truck trailers, short lifts, and multiple road trips.

In this study, calculations and analyses of a durable telescopic truck-mounted crane with a lifting capacity of 15 ton-meter were made. The 2D and 3D solid model design of the telescopic truck-mounted crane was made using SolidWorks, a computer-aided design software. Calculations and analyses were made for a truck-mounted telescopic crane with a lifting capacity of 50 kN from a distance of 3 meters. The 2D and 3D solid model design of the telescopic truck-mounted crane was made using computer-aided design software SolidWorks. Analysis of truck-mounted mobile crane. Development with Computer Aided Engineering (CAE) by using ANSYS software. The crane has four hydraulic extensions and one mechanical extension. The crane has an extendable maximum length and the ability to fold sideways depending on design constraints. In the analytical solution, the force and moment calculations were done for each the boom of crane. Then, equivalent stress and maximum total deformations were calculated by the finite element method using ANSYS software, and the results of the differences between the safety coefficients obtained from the two calculation methods were examined.

Keywords: Crane, Telescopic boom, Analyses, Calculations, Finite element

1. INTRODUCTION

Nowadays, aerial work platforms are designed to provide people with a means to reach heights not feasible otherwise and are rapidly rising in popularity in the mechanization sector [1]. Telescopic truck-mounted mobile cranes are among the most widely used crane types today. The Telescopic crane is mounted on the truck chassis as standard, making it ideal for driving

on the road. Truck-mounted cranes are self-loading machinery equipment mounted on goods transporting trucks. Due to their convenience and high efficiency for loading-unloading and transportation of goods, they are accepted by more and more users. Telescopic truck-mounted cranes have outstanding mobility, high capacity, and convenient operability. These cranes are a low-cost alternative often used in construction, loading and unloading goods onto truck trailers, short-distance lifts, and multi-route journeys. The telescopic boom of the crane comprises a base member adapted for support on a slewing mechanism of the crane. It includes a plurality of telescopic elements that slide together within the base element and each other. The elements have a polygonal cross-section. The telescopic boom is the main force-bearing component. The quality of its design has a direct impact on the safety of the machine. It is also an important component that contributes to the total weight and production cost of the machine. This is especially important for large-capacity truck-mounted cranes [2]. Telescopic boom cranes are dynamic systems in which individual components can undergo significant displacements and deformations, both linear and angular.

Some researchers have conducted studies on various telescopic crane designs. Some of these are; the jointed-telescopic crane for elevation of personnel using the finite element method (FEM) [3], optimization of the curve cross-section in a telescopic boom [4], optimization assessment of a jib crane beam with variable web corrugations using the FEM [5], analytical calculation and FEM analysis of single girder bridge crane made out of hot-rolled profiles [6], conceptual modeling and topology optimization framework of tower crane hook: a case study [7], optimum design of tower crane boom based on structural Bionics [8], strength calculation and optimization of boat crane [9], design and structural optimization of a tractor mounted telescopic boom crane [10]. Generally, the force and moment balances of a telescopic crane are calculated by the classical method. Then, the analyses are completed with the finite element method. In some studies, optimization and topology studies are carried out.

Structural analysis and dynamic analysis show a crane's compliance with safety coefficients. This is a necessary condition for the designed crane. Some structural analysis and dynamic analysis for cranes in the literature. Some of those; are the dynamic analysis of telescopic crane boom [11], Stress analysis in contact zone between the segments of telescopic booms [12], Dynamic Model Studies of Telescopic Crane with a Lifting and Pulling Load Movement [13], Modeling and anti-sway control of ship-mounted crane [14], modeling of dynamic behavior and control of truck cranes [15], dynamical model of the fixed rotating crane with non-constant length of boom and cable [16], Dynamics and control of cranes a review [17].

In this study, calculations and analyses were made of a telescopic truck-mounted crane with a lifting capacity of 15 tons per meter and 50 kN from a distance of 3 meters. Firstly, the telescopic truck-mounted crane's 2D and 3D dimensional solid model design was made using SolidWorks, a computer-aided design software. Force and moment calculations were made for the truck-mounted telescopic crane and load distributions were revealed. The analysis of the truck-mounted mobile crane was carried out using ANSYS software, which is Computer Aided Engineering (CAE) software. The designed telescopic crane has four hydraulic extensions and one mechanical extension. The crane has an extendable maximum length and can fold sideways depending on design constraints. Then, equivalent stress and maximum total deformations were

calculated using ANSYS software with the finite element method, and the differences between the safety coefficients obtained from the two calculation methods were examined.

2. DESIGN AND CALCULATION OF TELESCOPIC TRUCK-MOUNTED CRANE

Figure 1 shows the 3D model of a telescopic truck-mounted crane. SolidWorks program was used for modeling.

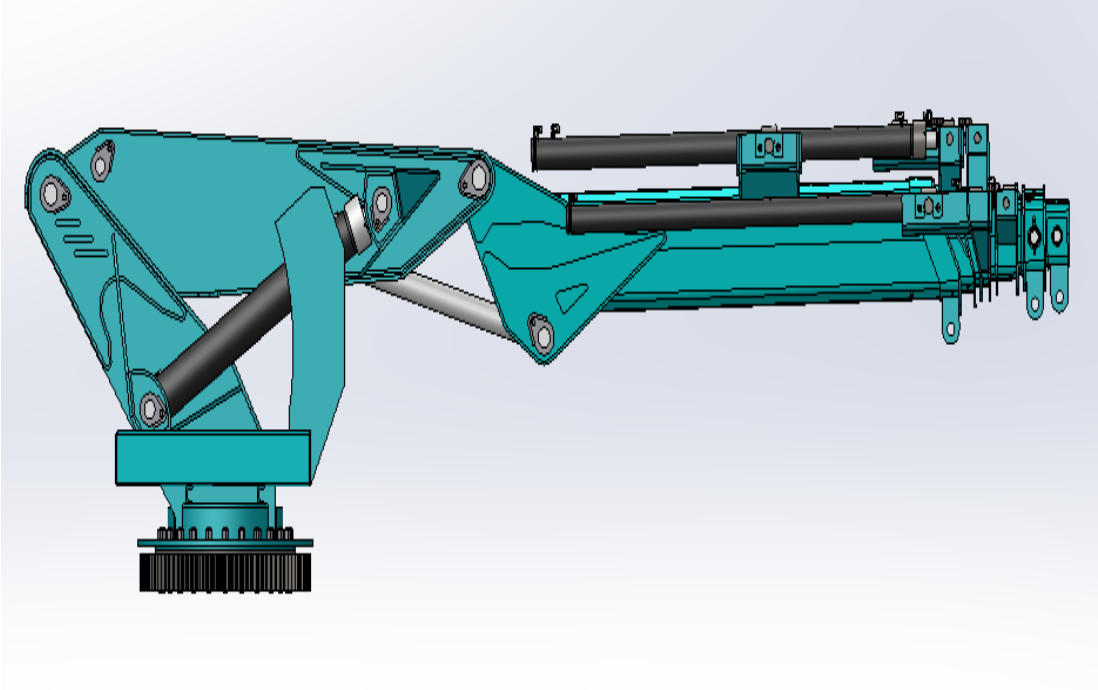


Figure 1. The 3D model of a telescopic truck-mounted crane

The material used in the boom group in the study is Weldox 700 structural steel. The mechanical properties of Weldox 700 material are given in Table 1.

Table 1. Mechanical properties of Weldox 700 structural steel

Thickness (mm)	Yield Strength (MPa)	Shear Strength (MPa)	Elasticity Modulus (Gpa)
2-6	700	780-930	200
6-10	700	7-850	200

2.1. Calculation of Reaction Forces

The reaction forces of the ship crane boom group shown in Figure 2 were examined. Total stress values on the model were calculated by referring to the Excel calculations in the crane design file. As

a result, safety coefficients were found. Then, static analysis of the model was performed and the values found were compared.

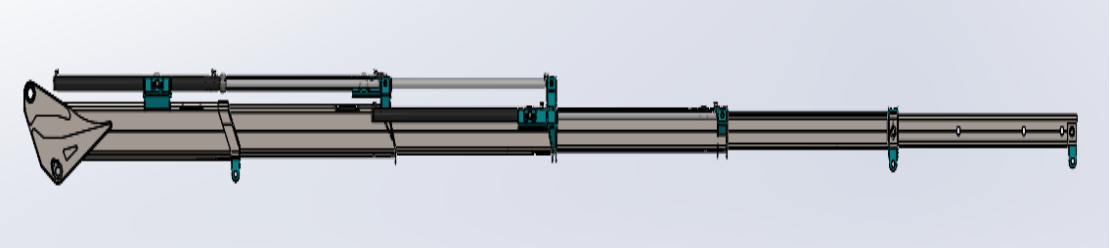


Figure 2. The boom group of telescopic truck-mounted crane

2.1.1 Mechanical Boom Reaction Forces

The reaction forces of the mechanical boom are shown in Figure 3 while the boom is closed.

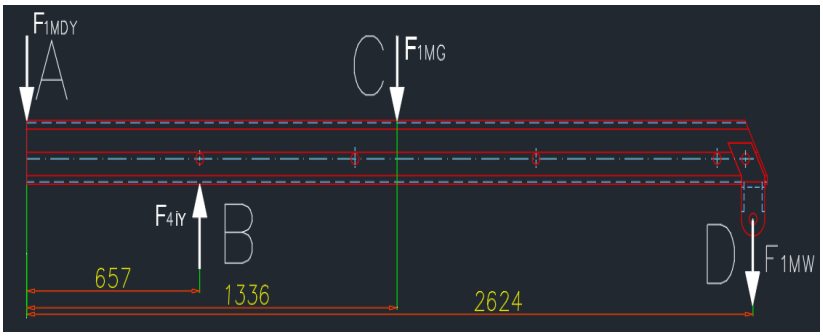


Figure 3. Free body diagram of mechanical boom

The reaction forces calculated from the force and moment balance formulas are as follows.

F_{1MDY} : 1st Mechanical boom outer bearing reaction force: 15.269 kN
F_{4iY} : 4th boom inner bearing reaction force: 20.738 kN
F_{1MG} : 1st mechanical boom weight force: 0.565 kN
F_{1MW} : Value of load suspended on mechanical boom: 4.905 kN

2.1.2 4th Extension boom reaction forces

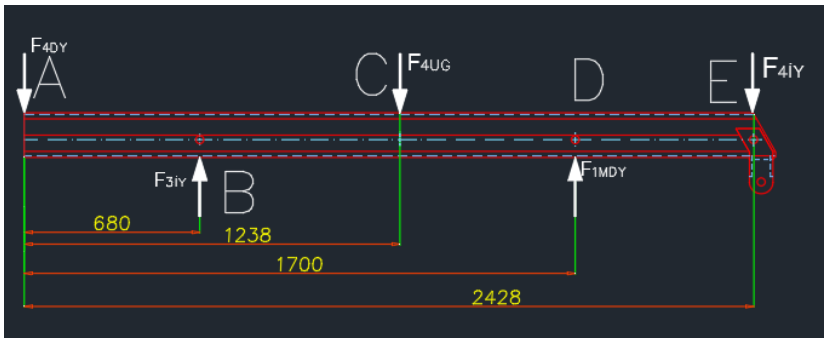


Figure 4. Free body diagram of 4th extension boom

The reaction forces of the 4th extension boom reaction are shown in Figure 4. The reaction forces calculated from the force and moment balance formulas are as follows.

F_{1MDY} : 1st Mechanical boom outer bearing reaction force: 15.269 kN
F_{4iY} : 4th boom inner bearing reaction force: 20.738 kN

F_{4UG} : 4th boom weight force: 1.442 kN
$F_{3İY}$: 3rd boom inner bearing force: 38.501 kN
F_{4DY} : 4th boom outer bearing reaction force: 31.596 kN

2.1.3 3rd Extension boom reaction forces

The reaction forces of the 3rd extension boom reaction forces shown in Figure 5.

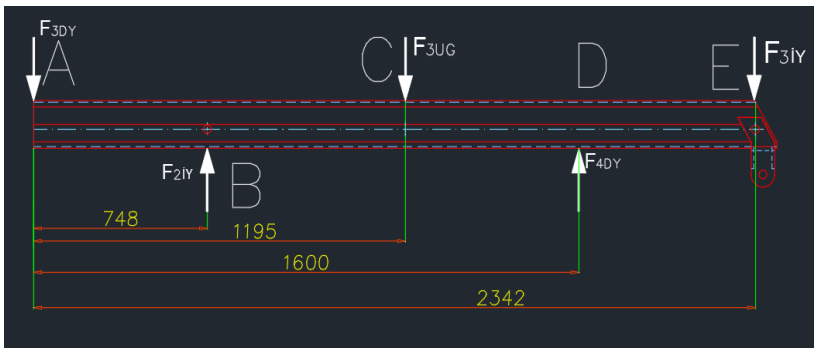


Figure 5. Free body diagram of 3rd Extension boom

The reaction forces calculated from the force and moment balance formulas are as follows.
$F_{3İY}$: 3rd boom inner bearing force: 38.501 kN
F_{4DY} : 4th boom outer bearing reaction force: 31.596 kN
F_{3UG} : 3rd boom weight force: 1.576 kN
$F_{2İY}$: 2nd boom inner bearing force: 55.481 kN
F_{3DY} : 3rd boom outer bearing reaction force: 47 kN

2.1.4 2nd Extension boom reaction forces

The reaction forces of the 2nd extension boom reaction forces shown in Figure 6.

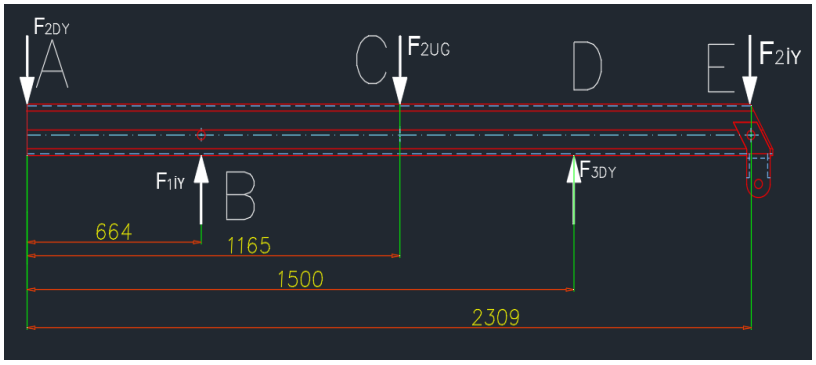


Figure 6. Free body diagram of 2nd extension boom

The reaction forces calculated from the force and moment balance formulas are as follows.
$F_{2İY}$: 2nd boom inner bearing force: 55.48 kN
F_{3DY} : 3rd boom outer bearing reaction force: 47 kN
F_{3UG} : 2nd boom weight force: 1.792 kN
$F_{1İY}$: 1st boom inner bearing force: 89.9 kN
F_{2DY} : 2nd boom outer bearing reaction force: 79.627 kN

2.1.5 1st Extension boom reaction forces

The reaction forces of the 1st extension boom reaction forces shown in Figure 7.

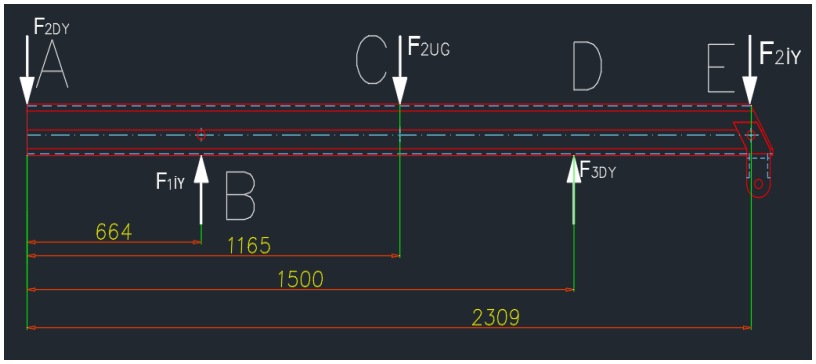


Figure 7. Free body diagram of 1st extension boom

The reaction forces calculated from the force and moment balance formulas are as follows.

$F_{1İY}$: 1st boom inner bearing force: 89.9 kN

F_{2DY} : 2nd boom outer bearing reaction force: 79.627 kN

F_{1UG} : 1st boom weight force: 1.792 kN

$F_{KİY}$: Knuckle boom inner bearing force: 111.735 kN

F_{1DY} : 1st boom outer bearing reaction force: 99.319 kN

2.1.6 Knuckle boom reaction forces

The reaction forces of the knuckle boom reaction forces shown in Figure 8.

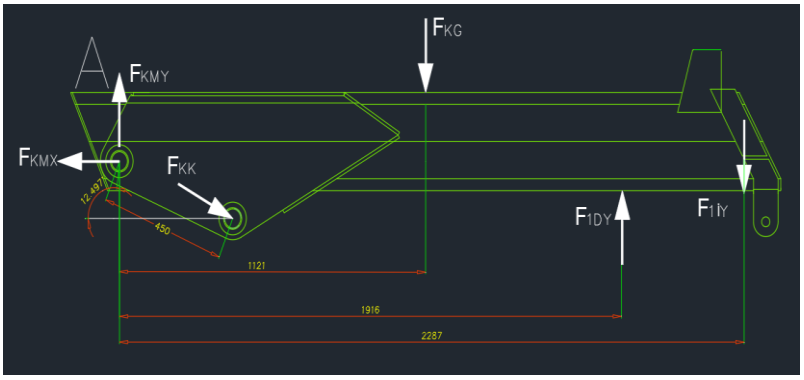


Figure 8. Free body diagram of knuckle boom

The reaction forces calculated from the force and moment balance formulas are as follows.

$F_{KİY}$: Knuckle boom inner bearing force: 111.735 kN

F_{1DY} : 1st boom outer bearing reaction force: 99.319 kN

F_{KG} : Knuckle boom weight force: 2.393 kN

F_{KK} : Knuckle boom cylinder force: 150.945 kN

F_{KMX} : Knuckle boom x axis reaction force: 147.367 kN

F_{KMY} : Knuckle boom y-axis reaction force: 47.479 kN

2.2. Calculation of Stress Analysis

The reaction forces of the boom group and the forces acting on the bearings were found above. After this stage, the total stress value and safety coefficient were found by creating a force diagram and a moment diagram. The formulas used in the analyses below are as follows.

a) Maximum bending moment calculated from the moment diagram

$$M_{max} = F_{max} I \quad (1)$$

where M_{max} is the maximum bending moment (kNm), F_{max} is the maximum force, I is the boom moment of inertia (m^2)

b) Bending Stress

$$\sigma = \frac{Mmaks}{I} c \quad (2)$$

where σ is bending stress (N/mm^2), c is half the section height (m)

c) Shear Stress

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (3)$$

where τ is shear stress (N/mm^2), c is half the section height (m)

d) Total Stress

$$\sigma_{tot} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \quad (4)$$

where σ_{tot} is total stress (N/mm^2)

e) Safety factor

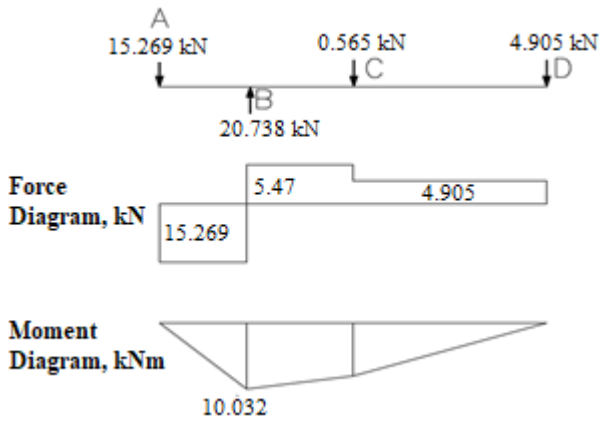
$$s = \frac{\sigma_y}{\sigma_{tot}} \quad (5)$$

where s is a safety factor, σ_y is the yield stress of Weldox 700 material (700 N/mm^2)

2.2.1 Mechanical boom stress analysis

Mechanical boom stress analysis is shown in Table 2.

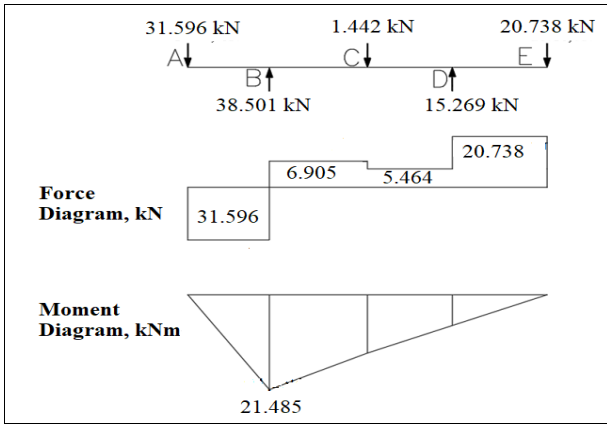
Table 2. Mechanical boom stress analysis

	*I=1.61 m^2* (boom moment of inertia)
	A=2270 mm^2 (boom area)
	c=69.12 mm (half the section height)
	M_{max}=10.032 kNm (max. bending moment)
	σ=430.6 N/mm^2 (bending stress)
	τ=2.41 N/mm^2 (shear stress)
	σ_{tot}=431 N/mm^2 (total stress)
	S=1.624 (safety factor)

2.2.2 4th Extension boom stress analysis

4th Extension boom stress analysis is shown in Table 3.

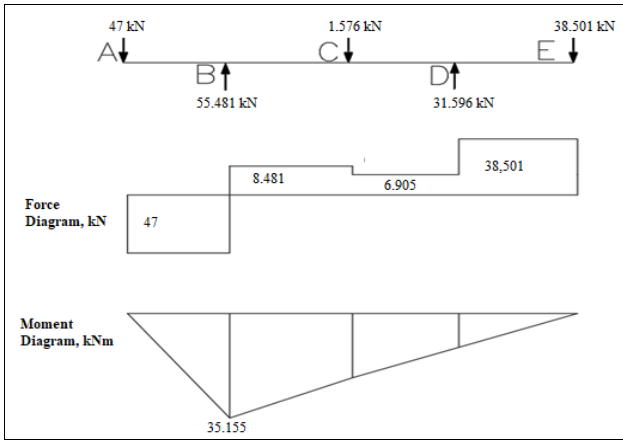
Table 3. 4th Extension boom stress analysis

	*I=4.107 m²* (boom moment of inertia)
	A=2677 mm² (boom area)
	c=79.76 mm (half the section height)
	M_{max}*=21.485 kNm* (max. bending moment)
	σ=417.2 N/mm² (bending stress)
	τ=2.57 N/mm² (shear stress)
	σ_{tot}*=417.3 N/mm²* (total stress)
	S=1.677 (safety factor)

2.2.3 3rd Extension boom stress analysis

3rd Extension boom stress analysis is shown in Table 4.

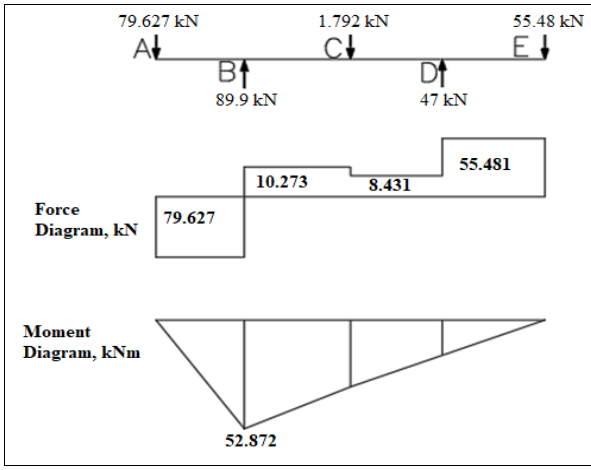
Table 4. 3rd Extension boom stress analysis

	*I=8.551 m²* (boom moment of inertia)
	A=2703.1 mm² (boom area)
	c=96.9 mm (half the section height)
	M_{max}*=35.155 kNm* (max. bending moment)
	σ=398.2 N/mm² (bending stress)
	τ=3.13 N/mm² (shear stress)
	σ_{tot}*=398.3 N/mm²* (total stress)
	S=1.757 (safety factor)

2.2.4 2nd Extension boom stress analysis

2nd Extension boom stress analysis is shown in Table 5.

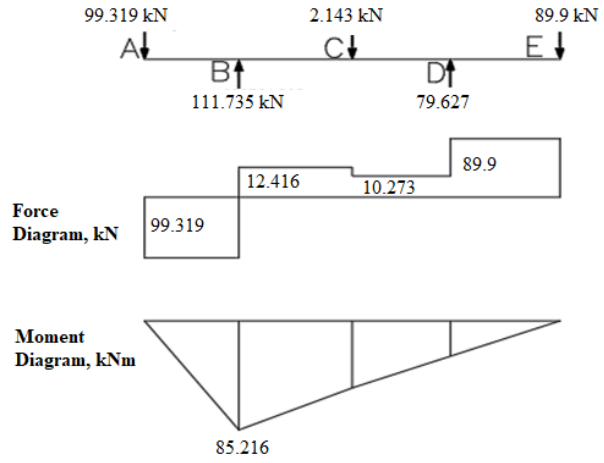
Table 5. 2nd Extension boom stress analysis

	*I=15.429 m²* (boom moment of inertia)
	A=3155.6 mm² (boom area)
	c=113.9 mm (half the section height)
	M_{max}*=52.872 kNm* (max. bending moment)
	σ=390.3 N/mm² (bending stress)
	τ=3.25 N/mm² (shear stress)
	σ_{tot}*=390.4 N/mm²* (total stress)
	S=1.793 (safety factor)

2.2.5 1st Extension boom stress analysis

1st Extension boom stress analysis is shown in Table 6.

Table 6. 1st Extension boom stress analysis

	$I=30.345\ m^2$ (boom moment of inertia)
	$A=4348.7\ mm^2$ (boom area)
	$c=131.9\ mm$ (half the section height)
	$M_{max}=85.216\ kNm$ (max. bending moment)
	$\sigma=370.4\ N/mm^2$ (bending stress)
	$\tau=2.85\ N/mm^2$ (shear stress)
	$\sigma_{tot}=370.5\ N/mm^2$ (total stress)
	$S=1.889$ (safety factor)

3. ANALYSIS OF TELESCOPIC TRUCK-MOUNTED CRANE USING ANSYS

Analysis of the telescopic truck-mounted crane using the ANSYS program were done. Static analysis is completed as total deformation and equivalent (von-Mises) stress.

3.1 Mechanical Boom Static Analysis

The result of the mechanical boom static analysis obtained with the help of the ANSYS program is seen in Figure 9.

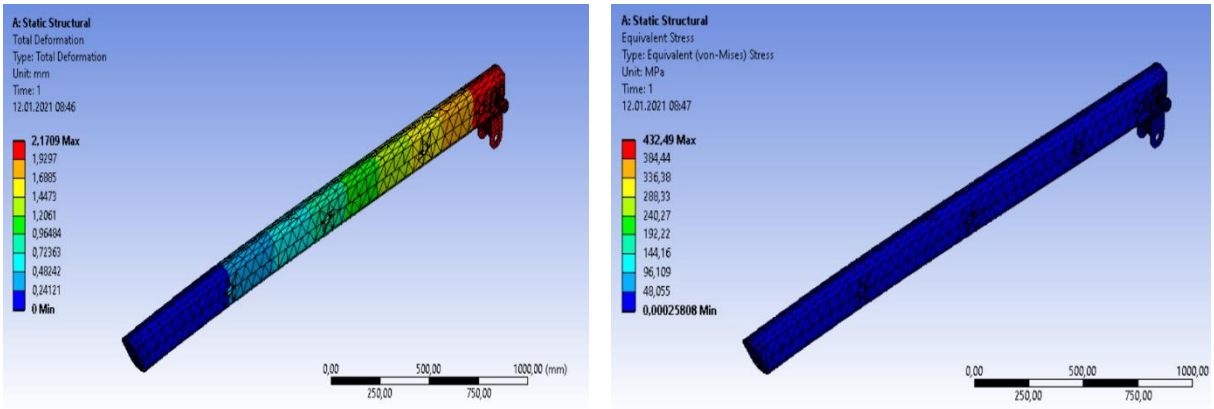


Figure 9. Mechanical boom deformation and equivalent (von-Mises) stress analysis

The yield value of Weldox 700 material used in booms is σ_y = 700 MPa

Safety factor $s = \frac{\sigma_y}{\sigma_{tot}} = 1.619$ (6)

3.2 4th Extension Boom Static Analysis

The result of the 4th extension boom static analysis obtained with the help of the ANSYS program is seen in Figure 10.

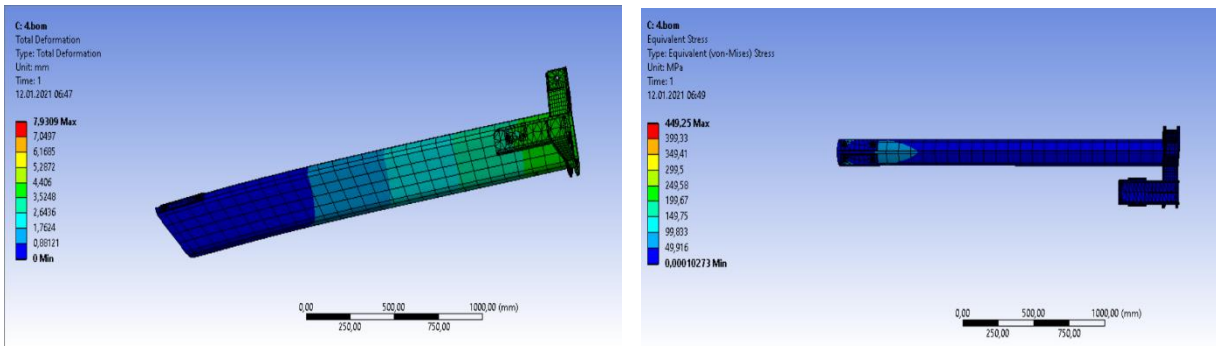


Figure 10. 4th extension boom deformation and equivalent (von-Mises) stress analysis

The yield value of Weldox 700 material used in booms is σ_y = 700 MPa

Safety factor $s = \frac{\sigma_y}{\sigma_{tot}} = 1.558$ (7)

3.3 3rd Extension Boom Static Analysis

The result of the 3rd extension boom static analysis obtained with the help of the ANSYS program is seen in Figure 11.

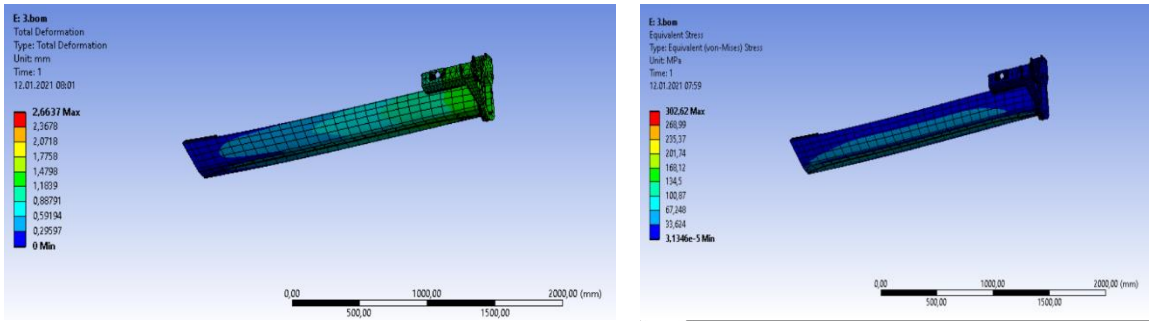


Figure 11. 3rd extension boom deformation and equivalent (von-Mises) stress analysis

The yield value of Weldox 700 material used in booms is σy = 700 MPa

Safety factor $s = \frac{\sigma_y}{\sigma_{tot}} = 2.313$ (8)

3.4 2nd Extension Boom Static Analysis

The result of 2nd extension boom static analysis obtained with the help of the ANSYS program is seen in Figure 12.

The yield value of Weldox 700 material used in booms is σ_y = 700 MPa

Safety factor $s = \frac{\sigma_y}{\sigma_{tot}} = 1.527$ (9)

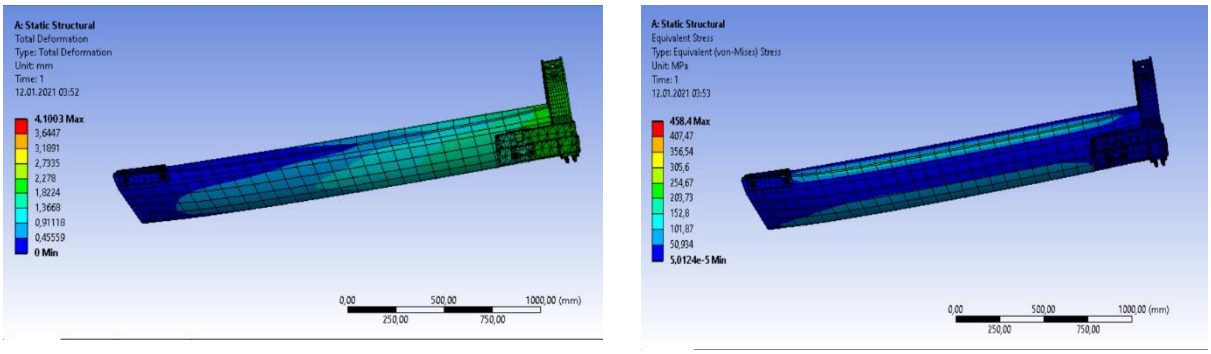


Figure 12. 2nd extension boom deformation and equivalent (von-Mises) stress analysis

3.5 1st Extension Boom Static Analysis

The result of 1st extension boom static analysis obtained with the help of the ANSYS program is seen in Figure 13.

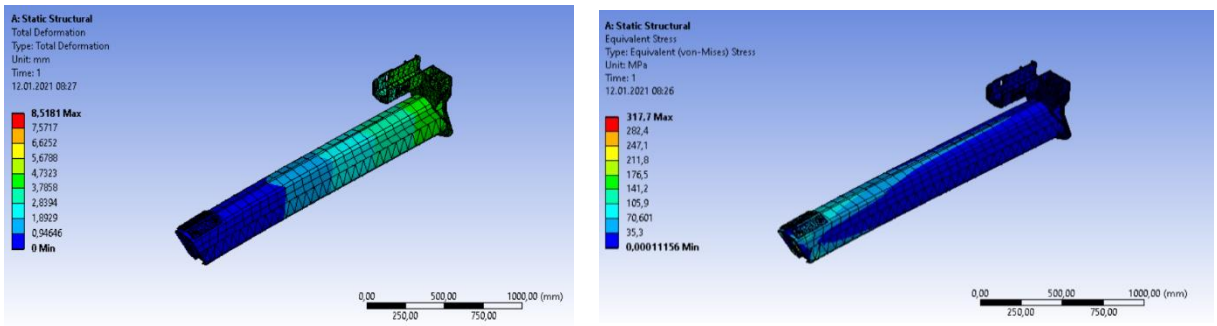


Figure 13. 1st extension boom deformation and equivalent (von-Mises) stress analysis

The yield value of Weldox 700 material used in booms is σ_y = 700 MPa

Safety factor $s = \frac{\sigma_y}{\sigma_{tot}} = 2.203$ (10)

3.6 Knuckle Boom Static Analysis

The result of the knuckle boom static analysis obtained with the help of the ANSYS program is seen in Figure 14.

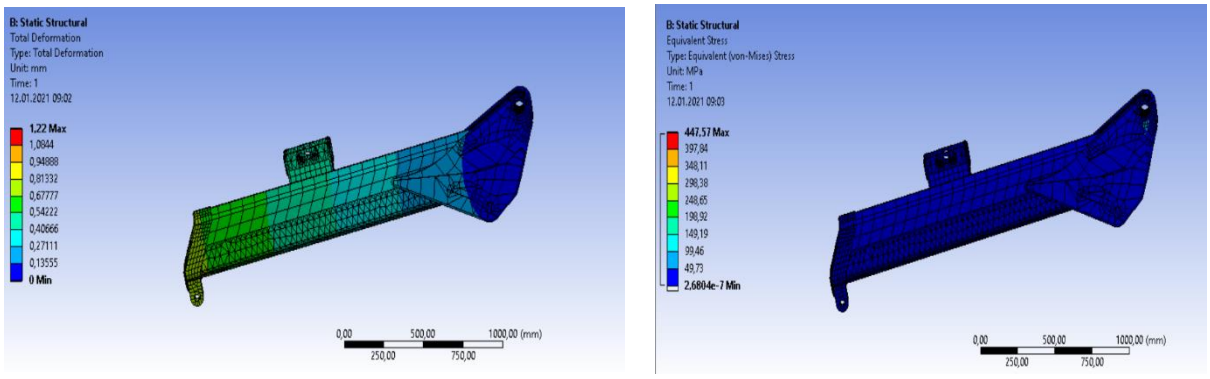


Figure 14. Knuckle boom deformation and equivalent (von-Mises) stress analysis

The yield value of Weldox 700 material used in booms is σ_y = 700 MPa

Safety factor $s = \frac{\sigma_y}{\sigma_{tot}} = 1.564$ (11)

4. COMPARISON OF RESULTS

Safety factors, which are the results of analytical solutions and ANSYS solutions, a finite element package program, were compared. As a result of this comparison, the comparison results in percentages are given in Table 7. The equation used in the percentage difference calculation is given below.

$$\%\, difference = \left|\frac{N-A}{N}100\right| \quad (12)$$

where A is the analytical solution, N is the ANSYS solution

Table 7. Comparison of the analytical solutions and the ANSYS solutions

Boom	Analytical solutions, A	ANSYS solutions, N	Difference (%)
	Safety factor, s		
Mechanical	1.624	1.619	0.309
4th Extension	1.677	1.558	7.638
3rd Extension	1.757	2.313	24.038
2nd Extension	1.793	1.527	17.420
1st Extension	1.889	2.203	14.253

5. CONCLUSION AND DISCUSSION

In this study, calculations and analyses were made for a truck-mounted telescopic crane with a lifting capacity of 15 tons per meter and 50 kN from a distance of 3 meters. The material used in the boom group in the study is Weldox 700 structural steel. A 3D solid model was created and analyzed both analytically and using the finite element method with the ANSYS program. As a result, the reaction forces on each boom and knuckle boom were calculated with the help of force and moment equations. Stress analysis was carried out for each boom and knuckle boom with the information obtained from the calculations. As a result of all calculations, safety factors were calculated and it was understood that it was suitable for the designed crane.

Additionally, an analysis of the telescopic truck-mounted crane using the ANSYS program were done. Static analysis is completed as total deformation and equivalent (von-Mises) stress. The obtained safety factors were compared with the analytical calculations. Both methods gave approximately the same values. It is recommended that for such studies, it is important not to be satisfied with only analytical solutions and to compare the results using analysis programs that are in demand today.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank our student Zeyd Tokdemirli for my help with the analysis.

REFERENCES

[1] Ermis K, Caliskan M, Tanriverdi M. Design optimization of moveable moment stabilization system for access crane platforms. Acta Polytechnica. 2021;61:219–229.

[2] Trąbka A. Dynamics of telescopic cranes with flexible structural components. Int J Mech Sci. 2014;88:162–174.

[3] Diosdado-De la Peña JA, Balvantín AJ, Limón-Leyva PA, et al. Analysis by Finite Element Method to Redesign a Jointed-Telescopic Crane for Elevation of Personnel. Strength of Materials. 2017;49:399–411.

[4] Ji A, Chen C, Peng L, et al. Collaborative optimization of NURBS curve cross-section in a telescopic boom. Journal of Mechanical Science and Technology. 2017;31:3861–3873.

[5] Saurav K. Optimization Assessment of a Jib Crane Beam with Variable Web Corrugations Using Finite Element Analysis. Journal of Failure Analysis and Prevention. 2021;21:2150–2159.

[6] Muratovic E, Colic M, Muminovic A, et al. Analytical Calculation and FEM Analysis of Single Girder Bridge Crane Made Out of Hot-Rolled Profiles. Lecture Notes in Networks and Systems. 2021;233:54–61.

[7] Daba FT, Lemu HG. Conceptual Modelling and Topology Optimization Framework of Tower Crane Hook: A Case Study. Lecture Notes in Electrical Engineering. 2022;880 LNEE:531–539.

[8] Wang B. Preliminary Study on Optimum Design of Tower Crane Boom Based on Structural Bionics. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020;1017:1517–1522.

[9] Morosavljević J, Kozak D, Monkova K, et al. Strength calculation and optimization of boat crane. Lecture Notes in Networks and Systems. 2021;153:35–52.

[10] Celik HK, Rennie AEW, Akinci I. Design and structural optimization of a tractor mounted telescopic boom crane. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. 2017;39:909–924.

[11] Raftoyiannis IG, Michaltsos GT. Dynamic behavior of telescopic cranes boom. International Journal of Structural Stability and Dynamics, Vol. 13, No. 01, 1350010 (2013).

[12] Savković M, Gašić M, Pavlović G, et al. Stress analysis in contact zone between the segments of telescopic booms of hydraulic truck cranes. Thin-Walled Structures. 2014;85:332–340.

[13] Zheng Y, Wang D. Dynamic Model Studies of Telescopic Crane with a Lifting and Pulling Load Movement. Wireless Pers Commun. 2018;102:753–767.

[14] Li X, Mei Z, Zhu D, Xie B. Modeling and anti-sway control of ship-mounted crane. Advances in Mechanical Engineering. 2017;9 (9).

[15] T Kazuya YTHJ. Modeling of dynamic behavior and control of truck cranes. Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers C. 1995;60:1262–1269.

[16] Tian H. Dynamical model of the fixed rotating crane with non-constant length of boom and cable. Journal of Mechanical Strength. 2008;30:20–23.

[17] EM Abdel-Rahman ANZM. Dynamics and control of cranes a review. Journal of Vibration and Control. 2003;9:863–908.

ENERGY PRODUCTION FROM FLOATING SOLAR PANELS ON DAMS: A CASE STUDY

Prof. Dr. KEMAL ERMİŞ [1], Prof. Dr. HÜSEYİN ÜNAL [2]

[1] Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Department of Mechanical Engineering, - ORCID 0000-0003-3110-2731

[2] Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Department of Metallurgical and Materials Engineering, - ORCID 0000-0003-0521-6647

ABSTRACT

The level of renewable energy use worldwide is constantly increasing. In 2022, a new net cumulative capacity of 239 GW obtained from solar renewable energy sources in the world has been integrated into the system and broke a record. Globally, the usage of renewable energy is steadily expanding. In 2022, a new net cumulative capacity of 239 GW from solar renewable energy sources was incorporated into the grid, breaking a record. The scenario predicts that 341 GW of new solar capacity will be installed worldwide in 2023. Solar panels are one of the cheapest and most efficient ways to generate electricity, but they also take up a lot of space. A new study has shown that floating solar panels on reservoirs could produce three times as much electricity as the entire EU. The first floating photovoltaic (FPV) system with a capacity of 20 kW was installed in Japan in 2007, and according to the World Bank report, it is currently installed in many parts of the world with a total installed power of 1.10 GW. The main advantages of floating photovoltaic systems are; the absence of land acquisition, increased productivity, less pollution and shading losses, protection of water quality, prevention of algal bloom, and saving water from evaporation.

In this study, Photovoltaic (PV) energy and floating photovoltaic (FPV) systems were examined. Their advantages and disadvantages have been examined. There is also a detailed study of these system components. A case study was conducted for the Sarıyar Hasan Polatkan Dam located in the Nallıhan district of Ankara, which has an installed capacity of 300 GWh. The electrical energy that can be obtained if the floating solar panels system is installed on this dam pond has been calculated. According to the results obtained, approximately 717 kW of usable electrical energy per hour can be obtained from floating solar panels. The theoretical efficiency was found to be approximately 20%.

Keywords: Solar energy, Floating solar panel, Dam, Electric, Efficiency

3. INTRODUCTION

As a result of the increasing population and developing technology in the world, the need for energy is increasing. The demand for renewable energy has increased in recent years because non-renewable energy resources are limited in the world and the consumption of fossil fuels has negative effects on the environment. Solar or photovoltaic (PV) power is increasing renewable energy market share because it is low-cost, simple to deploy in various situations, and especially suitable for smart energy networks. Globally, the usage of renewable energy is steadily expanding. In 2022, a new net cumulative capacity of 239 GW from solar renewable energy sources was incorporated into the grid, breaking a record. The scenario predicts that 341 GW of new solar capacity will be installed worldwide in 2023[1]. Solar panels are one of the most cost-effective and efficient methods to generate power, but they take up a lot of room. According to recent research, floating solar panels atop reservoirs may create three times the amount of power as the whole EU [1]. Floating solar panel systems provide electricity and reduce evaporation from water. Floating solar photovoltaic systems can be a powerful complement to the hydroelectric power already produced by a reservoir and can save water by shading the reservoir and reducing evaporation. Moreover, there is no need to clear land for a solar energy farm. The main advantages of floating solar panel systems are; the absence of land acquisition, increased productivity, less pollution and shading losses, protection of water quality, prevention of algal bloom, saving water from evaporation and the decreased presence of dust.

Some researchers have published about floating solar panels on the dam. Ravichandran et al. (2021) published a case study to establish a new floating photovoltaic park (FPV) in Egyptian dams [2]. Trapani and Millar (2013) evaluated the feasibility of a floating photovoltaic (PV) power plant integrated with an existing fossil fuel power plant [3]. Dal (2021) investigated the potential of using lakes and dams as solar power plants and presented the case of Yamula Dam [4]. PV-diesel-battery hybrid power and hybrid Diesel-PV power plants studies were carried out [5, 6]. A review paper about floating solar panels on lakes and water reservoirs has been published in the literature [7–12]. It must meet the expectations of energy production efficiency and floating photovoltaic systems [4, 13]. Studies are being carried out to investigate the potential of using lakes and dams as solar power plants [2, 4, 14–17]. Jin et al. (2023) estimated the practical potential electricity generation for floating photovoltaic systems with a 30% coverage on 114,555 global reservoirs is 9,434 ± 29 TWh/year [18]. They calculated that 6256 communities and/or cities in 124 countries, including 154 metropolises, could be self-sufficient with local FPV plants. In addition, they explained that the benefit to FPV worldwide is that the reduced annual evaporation could conserve 106 ± 1 km^3 of water [18].

Photovoltaic (PV) energy and floating solar photovoltaic (FPV) systems were investigated in this study. Their advantages as well as disadvantages have been investigated. There is also a thorough examination of these system components. A case study was carried out for the Sarıyar Hasan Polatkan Dam, which has a capacity of 300 GWh and is located in Ankara's Nallıhan district in Turkiye. The electrical energy that may be obtained by installing a floating solar panel system on this dam pond has been calculated. According to the research, floating solar

panels may provide around 717.7 kW of useful electrical energy each hour. The theoretical efficiency was discovered to be around 20%.

4. FLOATING SOLAR (PHOTOVOLTAIC) PANEL (FPV)

According to research, the average efficiency of FPV is 11% higher than that of land-based PV [19]. The floating solar system installed in Thailand [20] in 2017 is shown in Figure 1.



Figure 1. The floating solar system installed in Thailand [20]

Global installed FPV capacity reached 1.3 gigawatt-peak (GWp) at the end of 2018; this capacity is predicted to increase as technologies develop, reaching 4.8 GW by 2026. According to one such analysis, the global FPV generation potential on more than 6,000 large reservoirs with a 10% area coverage is 5,211 TWh/year [21]. FPV system performance life is 20 years or more during system operation. Solar PV plants require little maintenance and servicing because they have few moving parts. The distribution of FPV facilities according to their size at the end of 2018 is shown in Figure 2.

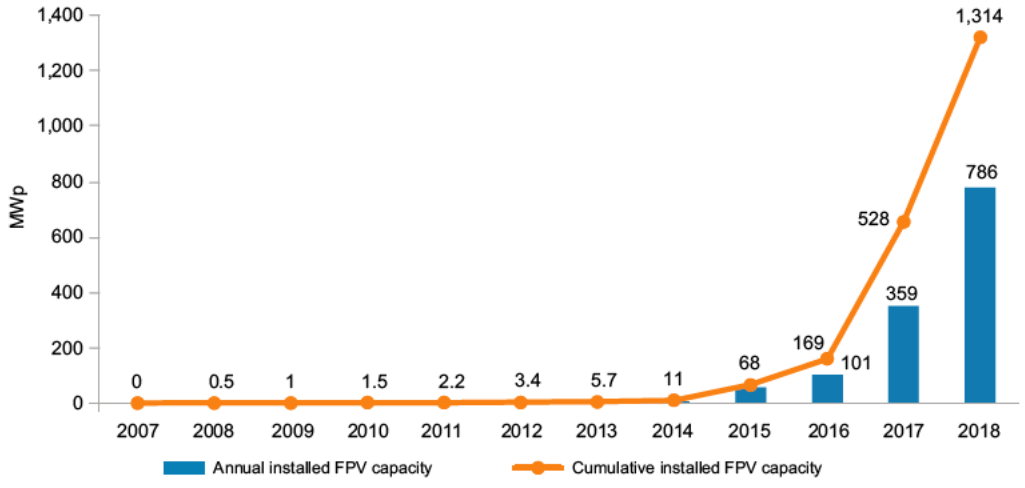


Figure 2. Distribution of FPV plants according to their size [21].

A schematic representation of a typical large-scale FPV system with its main components is shown in Figure 3.

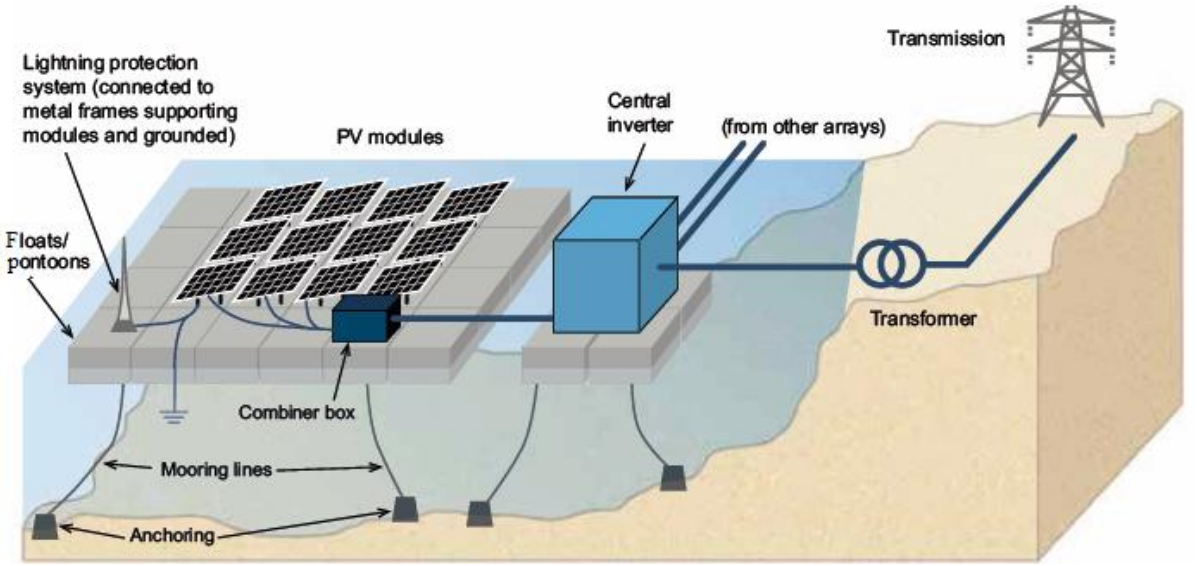


Figure 3. A typical large-scale FPV system with its main components [21].

The loss diagram of the PV system throughout the year is shown in Figure 4.

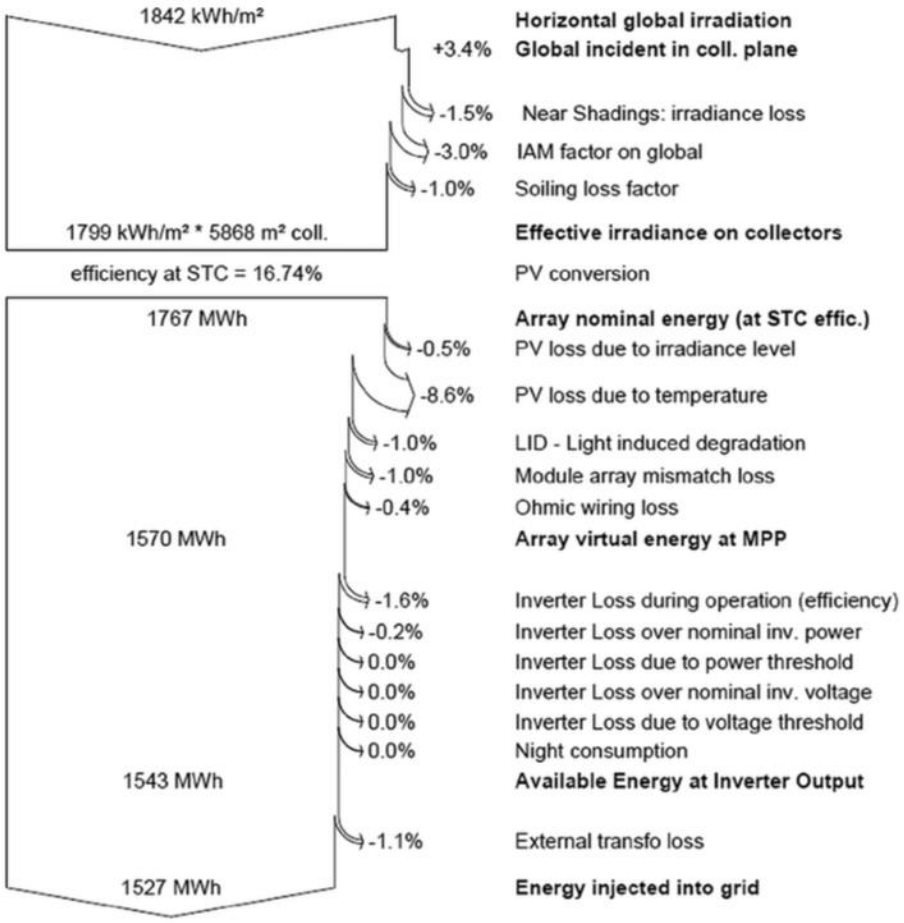


Figure 4. A loss diagram over the whole year [21].

5. CASE STUDY of FLOATING SOLAR PANEL (FPV)

Sarıyar Hasan Polatkan Dam and Hydroelectric Power Plant is located in Ankara province and is one of the largest dams in Turkey as shown in Figure 5. It was built near the Sarıyar village of Nallıhan district of Ankara. It has four turbines of 40 MW each. It has an installed power of 160 MW. Annual production capacity has been determined as 300 million kWh. Its construction started in 1953. The first two units were completed in 1956 and the other two units were completed in 1996. The construction, which was initially started as a rock fill, was abandoned for various reasons and was built mainly on concrete [22].



Figure 5. Sarıyar Hasan Polatkan Dam (source: www.euas.gov.tr)

The map view of Sarıyar Hasan Polatkan Dam can be seen in Figure 6 and its specifications are shown in Table 1.



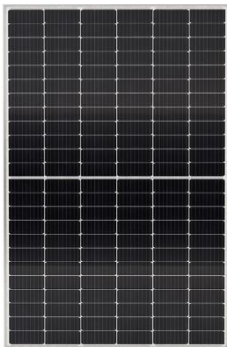
Figure 6. Sarıyar Hasan Polatkan Dam map view

Table 1. Sarıyar Hasan Polatkan Dam's specifications

Body volume of the dam	568,000 m³
Body height	108 m
Lake volume at maximum water level	1,400 hm³
Annual electricity production	300 h

3.1 Photovoltaic System Design

As a result of the examinations, a 445 W monocrystalline photovoltaic panel was selected. The selected photovoltaic model is the 445Wp Solar Panel model of the CW Energy brand. The image of the selected panel and specifications are given in Figure 7.



Cell Size (mm)	**166x83**
Number of Cells (pcs)	144 (24x6)
Panel Size(cm)	209.5x103.9x4
Weight (kg)	24.5
Open Circuit Voltage (V_{OC})	49.9 V
Voltage Temperature Coefficient, β	-0,28
Maximum Power Voltage (V_{MP})	41.6 V

Figure 7. The 445Wp Solar Panel model of the CW Energy brand

As a result of the examinations, a 100 kW Strings Inverter was selected. The selected inverter is the SUN2000-100KTL-M1 Smart PV Controller model of the Huawei brand. The image of the selected panel and specifications are given in Figure 8.



Maximum Power (DC)	**150 kWp**
System Voltage (DC) at Maximum Power	1000 V
System Voltage (DC) range	200 V ~ 1000 V
Maximum Power (AC)	100 kWe
System Voltage (AC) at Maximum Power	400 V
System Voltage (AC) range	230 V ~ 400 V

Figure 8. The 100 kW Strings Inverter model of the Huawei brand

When calculating the floating solar panel array, the past temperature values of the region where we will install the FPV facility must be known. According to meteorological data, the average climate values of Ankara province between 1927 and 2022 were found to have a minimum temperature of -24.9 °C and a maximum temperature of 41.0 °C [23].

To prevent damage to the inverter, the voltage of the PV modules in the array must be lower than the maximum voltage of the inverter. If this condition is not met, the inverter may be damaged. The maximum number of panels used in the array is calculated according to the maximum voltage that will occur in the panel. In the following calculation, the maximum number of panels in the series is calculated.

- For minimum temperature of T=-24.9 °C, open circuit voltage at solar panel model is;

$$V_{OC(-24.9\,℃)} = \left(1 - \left(T_{reference} - T\right) \times \frac{\beta}{100}\right) \times V_{OC} = \left(1 - (25 - (-24.9)) \times \frac{(-0.28)}{100}\right) 49.9 = 56.87\,℃ \quad (1)$$

where $T_{reference}$ is 25 °C, V_{OC} is open circuit voltage at solar panel model, β is voltage temperature coefficient

$$n_{maksimum} = \frac{V_{max-inverter}}{V_{OC(-24.9\,℃)}} = \frac{1000}{56.87} = 17,58\ \ piece \quad (2)$$

When considering in pairs, a maximum of 16 serial panels can be selected. In FPV design, the array consists of 16 panels connected in series.

- For maximum temperature of T=41 °C, open circuit voltage at solar panel model is;

$$V_{MP(41\,℃)} = \left(1 - \left(T_{reference} - T\right) \times \frac{\beta}{100}\right) \times V_{MP} = \left(1 - (25 - 41)) \times \frac{(-0.28)}{100}\right) 41.6 = 39{,}74\,℃ \quad (3)$$

where $T_{reference}$ is 25 °C, V_{MP} is the maximum power voltage at the solar panel model, β is the voltage temperature coefficient

$$n_{maksimum} = \frac{V_{min-inverter}}{V_{PM(41\,℃)}} = \frac{200}{39.74} = 5{,}03 \;\; piece \quad (4)$$

When considering in pairs, a minimum of 6 serial panels can be selected. In FPV design, the array consists of 16 panels connected in series.

- Number of inverters in the system

10 inverters with 100kW power were used in the system. Total power is obtained as 1000 kW.

- Number of panels used in the system

2688 panels were used in the system. There are 16 panels in a series.

- Total power of the system

Total power of the system when 2688 panels with its 445 W power are used:
445×2688/1000 =1196.16 kW total power in the system

- The area covered by FPV

Since the selected photovoltaic panel dimensions (m) are 2.095x1.039x0.04, the area covered by one panel is 2.15 m^2. There are 64 panels in the group in Figure 9. The panels will be placed in a series of 16, 4 under each other. There are 42 such groups in total. The area covered by the one-panel group is approximately 128 square meters.

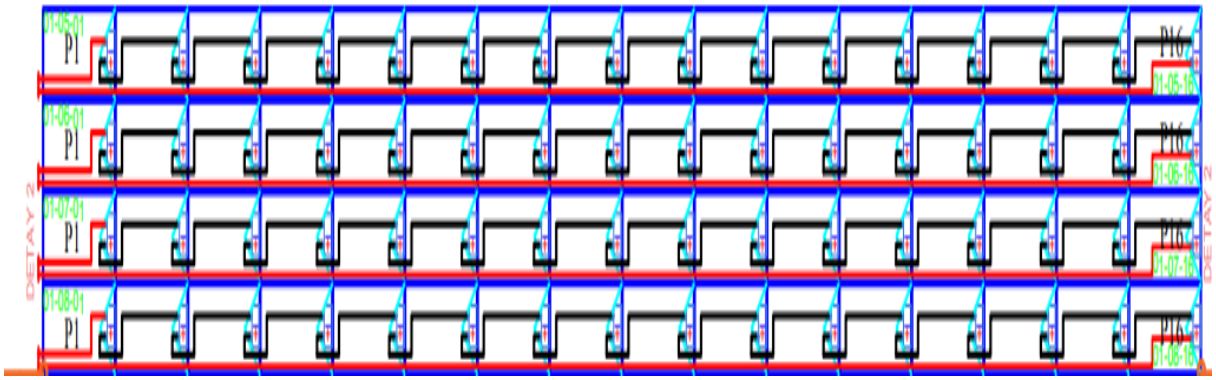


Figure 9. Panel groups' layout

When panel groups are placed, they cover approximately 6435 square meters of area. The area they cover on the dam lake is shown on the map below.

Figure 10 shows the area to be covered by the panel groups in the dam basin on the map. The arrangement of the panel groups is shown in Figure 11.



Figure 10. The area to be covered by the panel groups

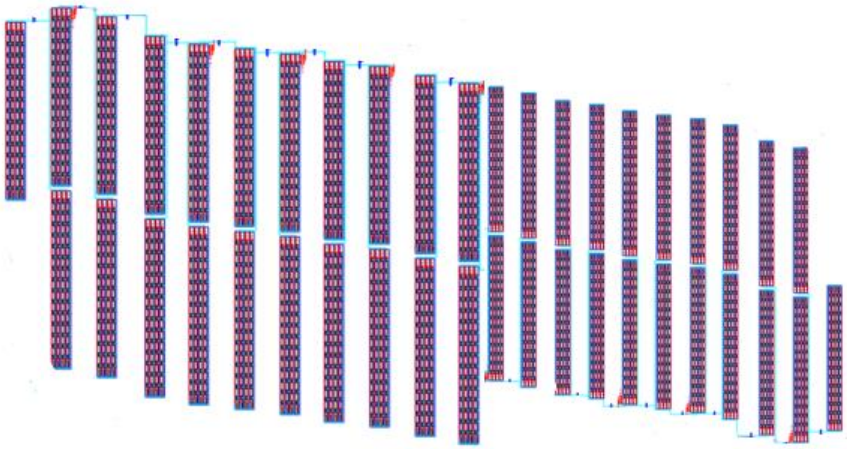


Figure 11 FPV panel groups layout

- FPV panel's real power calculation

Actual power (W) = Power (W) × 0.75 = 1196.16 × 0.75 = 897.12 kW (5)

- FPV panels available for power calculation

Available power (W) = Actual power × 0.8 = 897.12 × 0.8 = 717.7 kW (6)

- Electrical energy obtained from FPV panels

Daily energy production (kWh) = Usable power × sunshine duration = 717.7×8 (7)
Daily energy production (kWh) = 5741.6 kWh

Maximum energy production in a year (kWh) = 5741.6 x 365 =2095684 kWh (8)

- FPV solar panel efficiency

$$Efficiency(\%) = \frac{100 \times maximum\ panel\ power(kW)}{Panel\ area\ (m^2)} = \frac{100x0.445}{2.09x1{,}03} = 20.67 \quad (9)$$

- Water evaporation measurement

Water evaporation calculations give unrealistic results because their mathematical calculations are based on very complicated formulas and there are too many distorting factors in reality. In FPV projects around the world, evaporation calculations are generally measured physically, it

is much healthier to measure them physically. The solar energy panel study [24] using 2600 panels with 400 W output power installed on the Atatürk dam was examined. This system is similar to our project in terms of installed power and the area it covers, and as a result, it is predicted that it reduces evaporation by approximately 50% and can prevent the evaporation of 6000 tons of water annually.

- Installation costs

All costs required for the installation of the designed floating solar power plant project are shown in Table 2. Market research was conducted for variable costs and the average prices of supplier companies and project contractors were taken as basis.

Table 2. Investment cost

Work / Material	cost ($)
Monocrystalline panels	672,000
Inverters	80,000
Installation structures on water (floating pontoons, anchors)	100,000
Electrical connections	20,000
Transfer costs	10,000
Labor and project management expenses	100,000
Total	982,000

- Maintenance costs

Maintenance intervals and costs may vary depending on project characteristics and local conditions. Generally, floating solar power plants have an annual maintenance plan. This plan includes cleaning, checks, data monitoring and periodic maintenance works. Costs are generally between 1% and 3% of the total project cost. Therefore, the average annual maintenance cost will be around $10,000.

- Electrical energy gain

The FPV system produces approximately 2095684 kWh of electrical energy annually. The unit price, including taxes, for commercial use in Ankara has been determined as 0.03574$/kWh for 2023. In this case, annual electrical energy production worth $ 74,899.7 is achieved. According to data received from TEDAŞ, the annual electricity consumption of an average residence is 1528 kWh. In this case, the FPV system alone meets the electricity needs of 1372 households annually.

- Emission reduction

It is known that the production of 1 kWh of electricity from primary energy sources causes an average of 0.55 kg of carbon emissions into the atmosphere. Thanks to the floating solar energy system, (2095684 x 0.55) 1,152,626 kg (≈1153 tons) of carbon emissions were prevented from being released into the atmosphere.

- Payback point

In solar energy systems, the payback period is a factor that determines how long it takes to recover investment costs. To calculate the payback point, the financial value of the annually produced electrical energy is divided by the installation and maintenance costs. In this way, it is determined how many years it takes for the system to amortize itself. The payback time of the FPV system ($982,000 / $74,899.7) was found to be 13.1 years. It is known that the lifespan of an average solar panel that is regularly maintained and operates under normal conditions is 25-30 years. In other words, the FPV system will maintain its profitability for approximately 17 years and will contribute to both the domestic consumption of the dam and the household electricity consumption of the province.

5. CONCLUSION AND DISCUSSION

The transition to renewable energy has accelerated due to the depletion of fossil fuels and the constant rise in prices. The most popular among renewable energy is solar energy. Solar panels are one of the cheapest and most efficient ways to generate electricity, but they also take up a lot of space. Floating solar panel systems have unique features such as not needing land, protecting water quality, and saving water from evaporation. With the trend towards green energy and the increasing need for energy in the world, alternative systems are needed.

In this study, floating solar photovoltaic (FPV) systems were investigated. A case study was carried out for the Sarıyar Hasan Polatkan Dam, which has a capacity of 300 GWh and is located in Ankara's Nallıhan district in Turkiye. At the end of this study, 2688 panels, each with 445 W power and 20.67% efficiency, were used in the system, forming 16 panels in a series and 4 series in one group. 42 groups have covered approximately 6435 square meters of area. The total power of the system is 1196.16 kWh and 2095684 kWh per year. In this study, if the FPV solar system is installed in Sarıyar dam, it can prevent the evaporation of 6000 tons of water annually. The FPV solar system costs $982,000 to install and operate. The annual electrical energy production value in the FPV solar system is $ 74,899.7 and The FPV system alone meets the electricity needs of 1372 households annually. If a floating solar energy system was installed, 1153 tons of carbon emissions were prevented from being released into the atmosphere. The payback time of the FPV system was found to be 13.1 years.

There are many dams and lakes in the world with extremely high potential. There are also areas where solar energy system hybrid operations can be carried out. It is obvious that energy investments should be directed more towards this area.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank our students Emircan Tanriverdi and Semih Yanik for their help.

REFERENCES

[1] Solar Power Europe (2023): Global Market Outlook for Solar Power 2023-2027 Available from: www.solarpowereurope.org.

[2] Ravichandran N, Fayek HH, Rusu E. Emerging floating photovoltaic system—case studies high dam and aswan reservoir in Egypt. Processes. 2021;9.

[3] Trapani K, Millar DL. Proposing offshore photovoltaic (PV) technology to the energy mix of the Maltese islands. Energy Convers Manag. 2013;67:18–26.

[4] Dal AR. Investigation of the Potential of Using Lakes and Dams as Solar Power Plants: The Case of Yamula Dam. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji. 2021;9:726–738.

[5] Khelif A, Talha A, Belhamel M, et al. Feasibility study of hybrid Diesel-PV power plants in the southern of Algeria: Case study on AFRA power plant. International Journal of Electrical Power and Energy Systems. 2012;43:546–553.

[6] Rehman S, Al-Hadhrami LM. Study of a solar PV-diesel-battery hybrid power system for a remotely located population near Rafha, Saudi Arabia. Energy. 2010;35:4986–4995.

[7] Sahu A, Yadav N, Sudhakar K. Floating photovoltaic power plant: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016;66:815–824.

[8] Wagh M, Sujay PS, M WM, et al. A Review on Floating Solar Photovoltaic Power Plants. Article in International Journal of Scientific and Engineering Research. 2017;8. Available from: http://www.ijser.org.

[9] Vidović V, Krajačić G, Matak N, et al. Review of the potentials for implementation of floating solar panels on lakes and water reservoirs. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2023;178.

[10] Sujay PS, M WM, N SN. A Review on Floating Solar Photovoltaic Power Plants. Int J Sci Eng Res [Internet]. 2017;8. Available from: http://www.ijser.org.

[11] Parida B, Iniyan S, Goic R. A review of solar photovoltaic technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2011;15:1625–1636.

[12] Essak L, Ghosh A. Floating Photovoltaics: A Review. Clean Technologies 2022, Vol 4, Pages 752-769 [Internet]. 2022 [cited 2023 Nov 21];4:752–769. Available from: https://www.mdpi.com/2571-8797/4/3/46/htm.

[13] Liu L, Wang Q, Lin H, et al. Power Generation Efficiency and Prospects of Floating Photovoltaic Systems. Energy Procedia. 2017;105:1136–1142.

[14] Rauf H, Gull MS, Arshad N. Integrating Floating Solar PV with Hydroelectric Power Plant: Analysis of Ghazi Barotha Reservoir in Pakistan. Energy Procedia. 2019;158:816–821.

[15] Agrawal KK, Jha SK, Mittal RK, et al. Assessment of floating solar PV (FSPV) potential and water conservation: Case study on Rajghat Dam in Uttar Pradesh, India. Energy for Sustainable Development. 2022;66:287–295.

[16] Stiubiener U, Carneiro da Silva T, Trigoso FBM, et al. PV power generation on hydro dam's reservoirs in Brazil: A way to improve operational flexibility. Renew Energy. 2020;150:765–776.

[17] López M, Soto F, Hernández ZA. Assessment of the potential of floating solar photovoltaic panels in bodies of water in mainland Spain. J Clean Prod. 2022;340:130752.

[18] Jin Y, Hu S, Ziegler AD, et al. Energy production and water savings from floating solar photovoltaics on global reservoirs. Nature Sustainability 2023 6:7 [Internet]. 2023 [cited 2023 Nov 22];6:865–874. Available from: https://www.nature.com/articles/s41893-023-01089-6.

[19] Jeong HS, Choi J, Lee HH, et al. A study on the power generation prediction model considering environmental characteristics of floating photovoltaic system. Applied Sciences (Switzerland). 2020;10.

[20] Xiamen Mibet New Energy Co. L. Floating Solar In Thailand [Internet]. [cited 2023 Nov 22]. Available from: https://www.mibetsolar.com/floating-solar-in-thailand_n120.

[21] World Bank Group, ESMAP and SERIS. Where Sun Meets Water: Floating Solar Hand-book for Practitioners. Washington, DC: World Bank, 2019. Available from: www.worldbank.org.

[22] Sariyar Hasan Polatkan Hes [Internet]. [cited 2023 Nov 22]. Available from: https://www.euas.gov.tr/santraller/sariyar-hasan-polatkan-hes.

[23] Meteoroloji Genel Müdürlüğü [Internet]. [cited 2023 Nov 23]. Available from: https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx.

[24] Baki P, Hidroelektrik Santrallerin Baraj Göllerinin Yüzer Güneş Enerji Santralleri ile Enerji Üretim Potansiyelinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2022.

KABLOSUZ SENSÖR AĞLARINDA GÖRÜNTÜ İLETİMİNDE KULLANILMAK İÇİN MALİYETİ DÜŞÜK VE GÜVENLİ VERİ İLETİM KATMANININ GELİŞTİRİLMESİ

Prof. Dr.,Cebrail CİFLİKLİ[1], Öğr. Gör.,Kadir ABA[2]

[1 1] Kayseri Üniversitesi, Kayseri Meslek Yüksekokulu, - 0000-0001-7389-3100

[2]Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, - 0000-0002-5105-6093

ÖZET

Kablosuz Sensör Ağları, farklı ortamlardan kablosuz sensör düğümleri ile toplanan bilgileri sürekli olarak diğer düğümlere aktaran ve ardından bir sunucuya veya ana toplayıcıya ileten ağlardır. Ağ yapısı genişledikçe ağ içindeki veri aktarım hacmi de önemli ölçüde artar. Metin tabanlı veri aktarma görsel veri aktarmaya oranla daha hızlı ve daha maliyetsiz yapılabilmektedir. Fakat görüntüleri iletirken veri trafiği metin tabanlı verilere göre fazladır. Verinin fazla ve büyük boyutlarda olması hem ağdaki trafiği artırır hem de kablosuz düğümlerin daha fazla enerji harcamalarına sebep olur. Kablosuz sensör ağlarındaki çalışmalar hem veri güvenliği hem de enerji tasarrufuna yönelmiştir. Bu çalışmada, Kablosuz Sensör Ağlarında görüntü aktarımına özel olarak uygun maliyetli bir aktarım protokolü (ara katman) geliştirilmiştir. Geliştirilen ara katman sayesinde veri miktarı azaltılmış ve bu sayede enerji tasarrufu sağlanmıştır. Ayrıca veriler clear text olarak aktarılmamış hem güvenli bir şifreleme algoritması kullanılmış hem de veri miktarını azaltan özel algoritmalar üretilmiştir. Bir resim piksellerden meydana geldiği için bu çalışmada da geliştirilen protokol görüntüyü oluşturan pikselleri kullanır.

Çalışmada Lena'nın 512x512 piksellik gri tonlamalı görüntüsü kullanılmıştır. Görselin orijinal dosya boyutu 256KB olup görsel boyutu çalışma kapsamında geliştirilen algoritmalar ile 170KB'a kadar düşürülmüştür. Dosya boyutunu 170KB'lar seviyesine düşürmek veri transferi aşamasında yaklaşık %33 veri aktarım avantajı sağlanmıştır. 0,9982 Yapısal Benzerlik Oranı (SSIM) ve 50,9 Tepe Sinyal-Gürültü Oranı (PSNR) elde edildi. Veriler aktarılmadan önce Advanced Encryption Standard (AES) algoritması kullanılarak şifrelenmiştir. Bu sayede daha güvenli bir iletim katmanı geliştirilebilmiştir.

Çalışma sonucunda Kablosuz Sensör Ağlarında görüntü yapısı ve içeriği değiştirilmeden görüntü transferi sağlayan transfer katmanı oluşturulmuş ve veri aktarımını katman parametrelerine bağlı olarak %14 ile %33 arasında değişen veri tasarrufu ile ilettiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: WSN (KSA), PSNR, SSIM, LSB, Görüntü İletim Katmanı, AES

1. GİRİŞ

Kablosuz Sensör Ağları geniş yelpazede farklı alanlarda uygulanmaktadır. Endüstriyel uygulamalar, Coğrafi Bilgi Sistemleri, sağlık hizmetleri, tüketici elektroniği, trafik izleme ve tarım ve hayvancılık bu alanlardan bazıları olarak gösterilebilir. Kablosuz Sensör Ağlarının uygulama alanlarına baktığımızda neredeyse tamamına yakınında güvenlik ve veri gizliliğinin ön planda olması gerekir. KSA'lar genellikle geçici ağlardır ve sınırlı güce, sınırlı belleğe ve sınırlı bant genişliğine sahiptirler [1]. Son yıllarda Kablosuz Sensör Ağlarının internet ortamına tam entegre olarak çalıştığı gözlemlenmektedir [2]. Kablosuz Sensör Ağları kullanılarak askeri, sanayi, sağlık gibi birçok farklı alanda da geliştirilmiştir [3,4]. KSA uygulamalarında iletilen veriler metin tabanlı veriler olduğu gibi görüntü tabanlı veriler de olabilir. Kısıtlı donanım özelliklerine sahip ağlarda, görüntü aktarımı yapılıyorsa transfer edilecek verilerin farklı alanlarda minimize edilmesi gerekir.

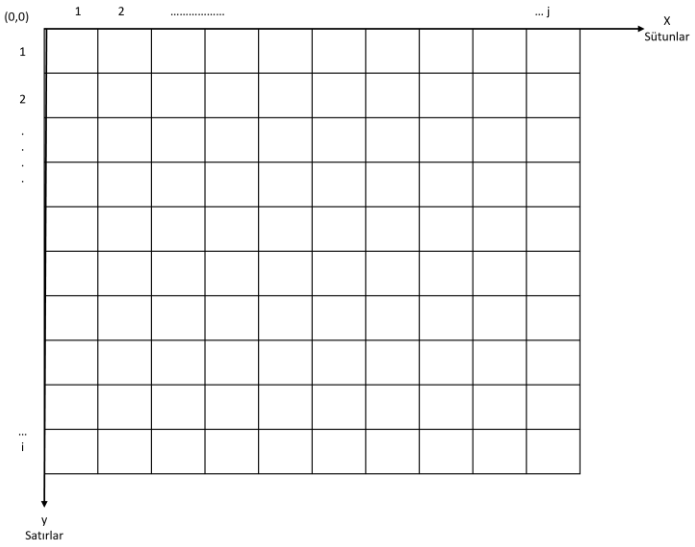
Bu çalışmada, kablosuz sensör ağlarında görüntü tabanlı veri transferinin düşük maliyetli olması konusunda metotlar geliştirilmiştir. Transfer edilecek görüntü boyutundaki fazlalığın oluşturduğu veri trafiğini azaltmak ve verinin güvenliğini sağlamak amacıyla yeni bir transfer katmanı geliştirilmiştir.

Oluşturulan iletim katmanı görüntünün piksellerini kullanır. Görüntüyü oluşturan her pikselin "en az önemli bit" (LSB) adı verilen bitleri kullanılır. Taşınan verileri şifrelemek ve kanalın güvenliğini sağlamak için AES algoritması kullanıldı.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR ve YÖNTEM

Sayısal görsel x ve y eksenlerinden oluşan iki boyutlu sonlu bir vektör dizisidir. Aslında sayısal görselin her bir elemanı (en küçük öğesi) vektör olan bir matris olarak ifade edilebilir. Görselin iki bağımsız değişkeni x ve y geometrik boyutlarını oluşturur (Görsel 1). f(x,y)'nin görüntü üzerinde referans verdiği öğeye piksel adı verilir. Piksel, sayısal görselin en küçük öğesidir. [5]

Sayısal görüntü işleme metotlarında görüntü, ikili görüntü, gri tonlamalı görüntü ve renkli görüntü olmak üzere üç farklı formatta incelenir. [5]

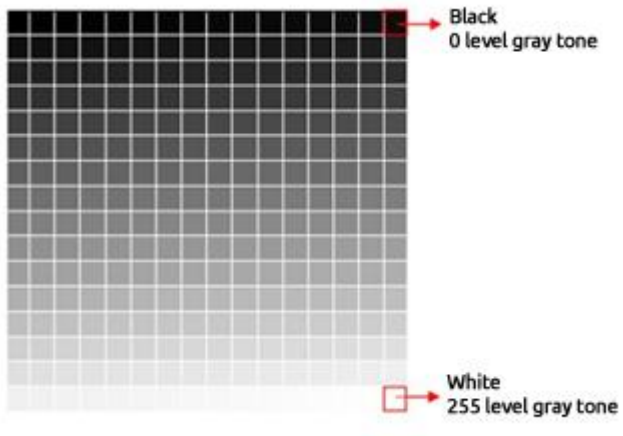


Görsel 1. Digital representation of the image

2.1. Gri Seviye Görsel

Dijital görüntüdeki her pikselin değerine göre görüntünün türü belirlenebilir. Gri seviyeli görüntü, yalnızca gri tonlarından oluşan bir görüntüdür. Renkli görüntüde kırmızı, yeşil ve mavi renkleri barından renk kanalları bulunurken, gri seviyeli bir görüntüde bu kanallar yoktur. RGB renk kanallarının bulunmadığı sadece gri tonları ile kodlanan görüntülere gri tonlamalı (monokromatik) görüntüler adı verilir [6].

Görüntü işleme uygulamalarında görüntülere ait pikseller kullanılır. Her piksel, 0 ile 255 arasında (256 farklı gri ton) bir değere sahiptir. Bu değerler bit ile ifade edilir ve 8 bitten meydana gelir. Gri seviyeli görüntülerde her piksel 256 farklı gri ton eşdeğeri (parlaklık düzeyi) değerinden oluşur. 0 değerine sahip piksel siyah renge, 255 değerine sahip piksel beyaz renge sahiptir. 0 ve 255 dışında kalan diğer değerler ise gri renginin farklı tonlarını ifade eder. Pikseldeki değer 0'a yakın oldukça siyaha, 255'e yakın oldukça beyaza yakındır. Görsel 2'de X × Y = 16 × 16 boyutunda bir ızgara üzerinde 256 farklı gri seviyesi gösterilmektedir.[6]



Görsel 2. 16 × 16 ızgara üzerinde 256 farklı gri seviyesinin gösterimi

2.2. En Önemsiz Bit

Mesajın varlığını gizlemeye odaklı çalışmalarda (steganografi) en çok kullanılan tekniklerden biri en önemsiz bite ekleme yöntemidir [7]. En Önemsiz Bit (LSB – En az önemli bit), bir pikseli oluşturan bitler arasındaki en az öneme sahip biti gösteren bir kavramdır. Örnek olarak 10010010 değerinde olan pikseli ele alacak olursak, sondaki 0 değeri pikseldeki en önemsiz biti temsil eder. Pikseldeki bu bitin değişmesi, görüntüde insan gözünün anlayamayacağı değişikliklere neden olur.

10010010 ile temsil pikselin renk kodu 92'dir. Son bit değeri değiştirilerek elde edilecek yeni pikse, 10010011 ile ifade edilecek ve 93 değerine sahip olacaktır. 92 ve 93 renk kodlarına sahip olan bu pikseller arasındaki fark insan gözüyle görülemeyecek kadar küçüktür. Bahsi geçen renk kodlarına sahip piksellerin görüntüleri görüntü 3'te yer almaktadır.



92 renk kodu
10010010

93 renk kodu
10010011

92 ve 93 renk değerine sahip pikseller

2.3. Tepe Sinyal Gürültü Oranı

Tepe (pik) Sinyal Gürültü Oranı (PSNR), bir görüntünün kalitesini, özellikle de gürültüye maruz kaldıktan sonraki kalitesini ölçmek için kullanılır [8]. PSNR, orijinal görüntü ve gürültülü görüntü arasındaki farkın ne kadar büyük olduğunu ölçer. Orijinal görseller belirli yöntemlerle bozularak yeni bir görsel elde edilir. Yeni elde eden görüntü ile orijinal görüntünün sinyal gürültü oranı karşılaştırılır. Karşılaştır değeri elde etmek için kullanılan formül denklem 1'de verilmiştir. X × Y boyutunda orijinal görüntü ve bozulmaya maruz kalan yeni görsel sırasıyla C ve ST ile gösterilir. [9]

$$PNSR = 10log_{10}\frac{255^2 xNxM}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M}(C_{ij}-ST_{ij})^2} \qquad (1)$$

Elde edilen PSNR değerinin yüksek olması yüksek görüntü kalitesi anlamına gelir. PSNR değerinin düşük olması orijinal ve bozulmuş görüntüler arasındaki sayısal farkın yüksek olduğunu anlamına gelir.

2.4. Yapısal Benzerlik

Yapısal Benzerlik (SSIM) yöntemi iki görselin parlaklık, kontrast ve yapı olarak adlandırılan üç özelliğini karşılaştırır [10]. Benzerlik oranın ölçmek için kullanın SSIM formülü denklem 2'de verilmiştir.

$$SSIM(x,y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \qquad (2)$$

Formülde yer alan x ve y değerleri karşılaştırılan görüntüleri, μ_x, μ_y, σ_x , σ_y , σ_{xy} görüntülerin piksel yoğunluğu ortalamasını, standart sapmasını ve ortak varyansını gösterir.

Çalışmada ortaya konan transfer katmanında görseli oluşturan piksellerin en az öneme sahip bitlerinden faydalanılmaktadır. İlk metotta en sonda yer alan en önemsiz bit, ikinci metotta ise en az öneme sahip son 2 bit piksel değerinden atıldı. Görüntü işleme çalışmalarında sıklıkla kullanılan Lena görseli bu çalışmada da kullanılmıştır. Çalışmada 512x512 boyutlarında gri tonlamalı görsel tercih edilmiştir (Görsel 4).



Görsel 4. 512x512 piksel boyularında gri tonlamalı Lena görseli

2.5. AES

AES, 2001 yılında DES yerine NIST tarafından önerilen şifreleme standardıdır. AES algoritması 128, 192 ve 256 bit anahtar uzunluklarını destekler. Şifreleme ve şifre çözme sırasında 128, 192 ve 256 bit için sırasıyla 10, 12 ve 14 tur gerekir. [11]

2.6. Metot 1

Bu yöntemde görüntüyü oluşturan piksellerden yalnızca son bit atılır. Son bitin atılması pikseli oluşturan 8 bittin birinin atılması yani %12,5 oranında bir azalma anlamına gelir. %12,5'lik azalma öncesinde 256KB dosya boyutuna sahip olan görselin artık 224KB dosya boyutuna sahip olduğunu anlamına gelmektedir.

Görüntüdeki piksellerin bitleri atılırken, her pikselin ayrı ayrı derlenen son biti hariç kalan 7 biti kopyalanır ve bu 7 bitin her piksele yan yana eklenmesiyle bir metin dizisi oluşturulur. Oluşan yeni metin dizisi alıcı tarafa gönderilmek için kullanılacak. Oluşan yeni metin dizisi şifrelenip alıca tarafa iletildikten sonra alıcı, görüntüyü yeniden oluşturmak için öncelikle şifreyi çözmesi ve gönderici tarafta atılan bitlerin eklenmesi gerekir. Görüntüden atılan bitler hiçbir şekilde saklanmadığı için tamamen rastgele eklenmektedir. Rastgele eklenen bitler görüntüde gözle görülür bir değişiklik oluşturmaz. Orijinal görüntüdeki piksellerin son bit değerlerinin rastgele eklenmesiyle oluşturulan yeni görüntü görsel 5'te gösterilmektedir.



Görsel 5. Son bitlerin rastgele oluşturulduğu bir görüntü

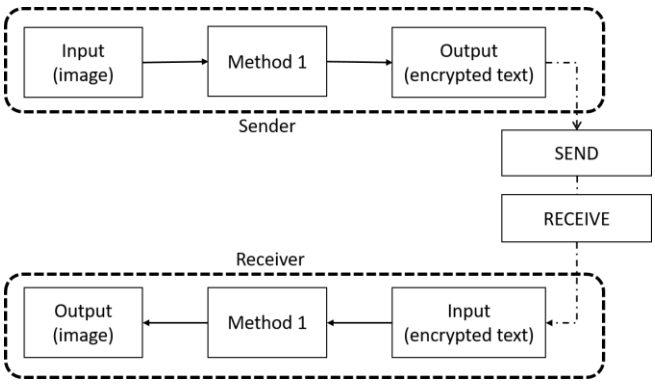
Orijinal Lena görseli ile piksellerindeki son bitlerin rastgele eklenerek oluşturulan Lena görseli arasında PSNR ve SSIM değerleri üzerinde yapılan incelemede 2 görselinde neredeyse aynı olduğu saptanmıştır. PSNR ve SSIM değerleri çizelge 1'de yer almaktadır.

Çizelge 1. Yeni görsellerdeki PSNR ve SSIM değerleri

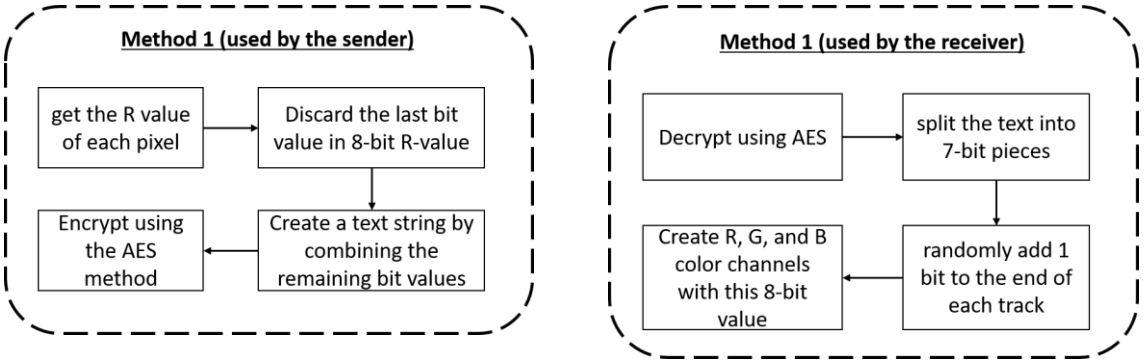
Görüntü / Yöntem	PSNR	SSIM	Azalma	Görselin Yeni Boyutu
Metot 1	51,1365	0,9976	%12.5	224 KB
Metot 2	44,2156	0,9879	% 25	192 KB

Metin dizesi oluşturduktan sonra metni aktarmadan önce şifrelemek verinin güvenliğini artıracaktır. İletişim şifresiz yapılıyorsa iletim hattını izinsiz dinleyen bir kişi tüm verilere erişebilir. Şifreleme işleminde AES şifreleme yöntemi kullanıldı. AES yönteminde açık metin ile açık metin arasında veri boyutu açısından bir fark yoktur. Bu, herhangi bir veri artışı olmadan şifreleme sağlar.

Metot 1 kullanılarak oluşturulan transfer katmanının genel yapısı görsel 6'da verilmiştir. Çalışmada kullanılan metot 1'in hem gönderici hem de alıcı tarafından kullanılan ayrıntılı algoritmaları görsel 7'de yer almaktadır.



Görsel 6. Metot 1'in genel yapısı



Görsel 7. Gönderici ve alıcı tarafında kullanılan algoritmalar

2.7. Metot 2

Bu metot, metot 1'in benzeridir. Metot 2'de diğerinden farklı olarak son biti kullanmak yerine her pikselin son iki biti kullanılır. Böylelikle öncesinde 256KB yer kaplayan görsel, 192KB'a düşürülür. Bunun sonucu olarak ta %25 oranında tasarruf sağlandı.

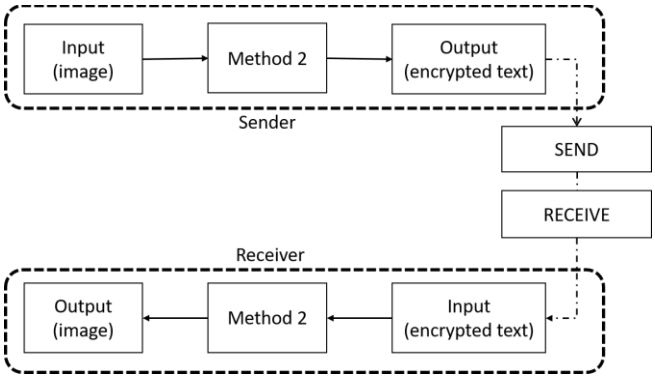
Görüntüdeki piksellerin bitleri atılırken, son iki bit hariç geriye kalan 6 bit kopyalanır. Metot 2'de oluşturulan metin dizisi piksellerdeki ilk 6 bitin yan yana eklenmesiyle oluşturulmuştur. Oluşan yeni metin dizisi alıcı tarafa gönderilmek için kullanılacak. Oluşan yeni metin dizisi şifrelenip alıca tarafa iletildikten sonra alıcı, görüntüyü yeniden oluşturmak için öncelikle şifreyi çözmesi ve gönderici tarafta atılan bitlerin eklenmesi gerekir. Görüntüden atılan bitler hiçbir şekilde saklanmadığı için tamamen rastgele eklenmektedir. Rastgele eklenen bitler görüntüde gözle görülür bir değişiklik oluşturmaz. Orijinal görüntüdeki piksellerin son 2 bitinin değerlerinin rastgele eklenmesiyle oluşturulan yeni görüntü görsel 8'de gösterilmektedir.



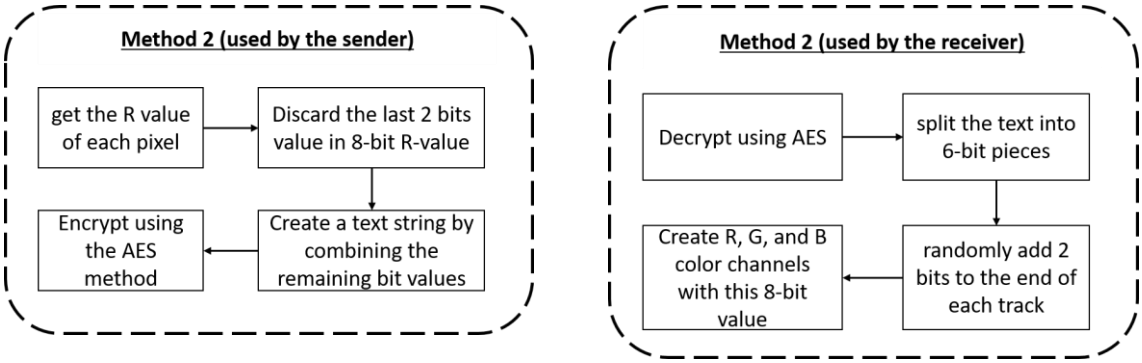
Görsel 8. Son 2 biti rastgele oluşturulduğu bir görüntü

Orijinal Lena görseli ile piksellerindeki son 2 bitin rastgele eklenerek oluşturulan Lena görseli arasında PSNR ve SSIM değerleri üzerinde yapılan incelemede 2 görselinde neredeyse aynı olduğu saptanmıştır. PSNR ve SSIM değerleri çizelge 1'de yer almaktadır.

Orijinal görüntü ile sonradan oluşturulan görüntü arasında yapılan incelemelerde elde edilen PSNR ve SSIM değerleri, iki görüntünün hemen hemen aynı olduğunu gösteriyor. Elde edilen PSNR ve SSIM değerleri tablo 1'de yer almaktadır.



Görsel 9. Metot 2'nin genel yapısı



Görsel 10. Gönderici ve alıcı tarafında kullanılan algoritmalar

Metin dizesi oluşturduktan sonra metni aktarmadan önce şifrelemek verinin güvenliğini artıracaktır. İletişim şifresiz yapılıyorsa iletim hattını izinsiz dinleyen bir kişi tüm verilere erişebilir. Şifreleme işleminde AES şifreleme yöntemi kullanıldı. AES yönteminde açık metin ile açık metin arasında veri boyutu açısından bir fark yoktur. Bu, herhangi bir veri artışı olmadan şifreleme sağlar.

Genel şema şekil 9'da verilmiştir ve yöntem 1'in hem gönderici hem de alıcı tarafından kullanılan ayrıntılı algoritmaları şekil 10'da verilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan çalışma sonucunda transfer edilecek görselin boyutu %25'e kadar azaltılmıştır. Bu azalma oranı sürekli görsel transferi yapılan ağda yüksek bir orandır. Örnek olarak 100 düğümden oluşan bir kablosuz sensör ağında her düğümün dakikada 5 görüntü ilettiğini varsayarsak, iletilecek toplam veri boyutu dakikada 128 MB, saatte 7.5 GB ve günde 180 GB olacaktır. Günlük 180 GB veri yerine %25 azaltılarak toplamda 135 GB'a düşürülen veriler için oldukça iyi bir çözümdür. Yapıları gereği sınırlı donanıma sahip olan kablosuz sensör ağları,

çalışmada ortaya konan metotlar sayesinde daha az veri aktararak sensör düğümlerin pil ömrünü de uzatacaktır.

Transfer sonrası oluşan görüntü ile orijinal bozulmamış görüntü arasında gözle görülmese bile farklılıklar oluşabilir. Alıcıya tam olarak aynı görüntünün aktarılması gereken uygulamalarda bu yöntem istenen sonuçları vermeyebilir. Çünkü bu yöntemle kayıplı bir transfer gerçekleştirilir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada gri tonlamalı görsel kullanılmıştır. Lena'nın 512x512 piksel gri tonlamalı görseli tercih edilmiştir. Orijinal dosya boyutu 256KB olan görselin boyutu, her pikseldeki son bit atılarak 224 KB'a, son iki bit atılarak 192 KB'a düşürüldü. Bu da aktarılacak görselde %12,5 ve %25 oranında veri avantaj sağladı. Alıcıdaki son bitin üzerine rastgele eklenerek görüntü yeniden oluşturulduktan sonra orijinaliyle karşılaştırmalar yapıldı. Karşılaştırma sonucunda tek bit atılan resimde PSNR değeri 51,1365 ve yapısal benzerlik oranı (SSIM) 0,9976, iki resimde ise 44,2156 PSNR değeri ve 0,9879 SSIM değeri elde edildi. PSNR değerinin yüksek olması görüntü kalitesinin yüksek olduğunu, PSNR değerinin düşük olması ise görüntüler arasındaki sayısal farkın yüksek olduğunu gösterdiğinden, çalışmada elde edilen PSNR değerinin yüksek olması orijinal resim ile yeni oluşturulan resmin birbirine çok benzer olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde SSIM değerinin yüksek olması da iki görsel arasındaki benzerliğin yüksek olduğunu göstermektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre görüntüyü değiştirmeden %12,5 ve %25 oranında veri kazancı sağlayan bir aktarım katmanı oluşturulmuş ve Kablosuz Sensör Ağlarında görüntünün iletimi sırasındaki veri trafiği azaltılmıştır. Ayrıca transfer sürecinin azalmasından dolayı algılayıcı düğümlerde daha az enerji kullanılmakta ve böylece daha uzun ömür sağlanmaktadır.

Yüksek PSNR ve SSIM değerlerine sahip kayıplı görüntü aktarımına yönelik bu veri aktarım katmanı, normal görüntü transferine kıyasla %25 tasarruf sağlar. Orijinale benzerliği yüksek olsa da aktarım gerektiren uygulamalarda aynı görselin kullanılması uygun olmayacaktır. Ancak diğer uygulamalar için önemli miktarda veri tasarrufu sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

[1] C. Ciflikli ve K. Aba, Arduino Kullanılarak Oluşturulan Kablosuz Sensör Ağlarında Şifreleme Algoritmalarının Karşılaştırılması, ISMSIT 2017. Tokat, Türkiye: 2017.

[2] L.F. Akyıldız, Y. Sankarasubramaniam, W. Su ve E. Cayırcı, Wireless sensor networks: A survey. Journal of Computer Networks, vol. 38, pp. 393-422, 2002

[3] H. Alemdar, C. Ersoy, Wireless sensor networks for healthcare: A survey, Computer Networks, vol. 54 (15), pp. 2688–2710, 2010.

[4] M. Walsh, M. Hayes, J. Nelson, Robust performance for an energy sensitive wireless body area network – an anti-windup approach, International Journal of Control, vol. 82 (1), pp. 59-73, 2009.

[5] D. Karakuş, "Görüntü analiz yöntemleri ile kayaçların yapısal özelliklerinin tanımlanması", Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kasım 2006

[6] (2019) İbrahim Cayiroğlu web site [Online]. Available: http://www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/GoruntuIsleme/Goruntu_Isleme_Ders_Notlari-1.Hafta.pdf
[7] (2019) Sadi Evren Şeker web site [Online]. Available: http://bilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com/2009/06/05/steganografi-ve-lsb/
[8] A. Hore, D. Ziou, Image Quality Metrics: PSNR vs. SSIM, International Conference on Pattern Recognition, 2010
[9] H. Boztoprak, Kenar geçişleri kullanılarak görüntüdeki bulanıklığın giderilmesi, SDU International Journal of Technological Science, vol. 8, n. 2, pp. 28-36, August 2016
[10] Z. Wang, A.C. Bovik, H. R. Sheikh, ve E.P. Simoncelli, Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity. Image Processing, IEEE, 2004
[11] Singh G., A Study of Encryption Algorithms (RSA, DES, 3DES and AES) for Information Security. International Journal of Computer Applications, 67, 33-38

PRODUCTION OF RECOMBINANT PROTEINS USING *Pichia pastoris* EXPRESSION SYSTEM

İbrahim Dağcı [1], Assoc. Prof. Yağmur Ünver [2]

[1] Atatürk University Institute of Science, 0000-0002-6354-2654

[2]Atatürk University Faculty of Science, 0000-0003-1497-081X

ABSTRACT

Recombinant proteins are proteins produced by inserting a foreign DNA sequence into host organisms such as bacteria, yeast or mammalian cells using genetic engineering techniques. In this process, the genetic information of the target protein is integrated into the genome of a host organism and protein synthesis is carried out by this organism. Recombinant proteins, which are usually obtained by utilizing the biosynthetic capabilities of microorganisms, have various applications, especially in the field of biotechnology. Different host expression systems have enabled the commercial production of many recombinant proteins through genetic recombination. *Pichia pastoris (Komagataella phaffii*) is a frequently preferred yeast species for recombinant protein production. Its high cell density, simple culture conditions and post-translational modification capabilities make it more attractive than other expression hosts. The *P. pastoris* expression system supports the efficient production of biopharmaceutical proteins and industrial enzymes. This system has a wide range of uses, from laboratory research to industrial-scale production. For recombinant protein expression in *P. pastoris*, it is crucial to design an appropriate expression system that includes plasmid, promoter, selection marker, secretion signal sequence and host strain. All of these factors vary depending on the structure of the recombinant protein to be expressed in the host, its post-translational modifications and the form of gene expression controlled. The expression of heterologous proteins in this microorganism is controlled by either constitutive (GAP, TEF, PGK, YPT1) or inducible (AOX1, AOX2, FLD1 and PEX8) promoters. In particular, methanol-inducible promoters can regulate gene expression and increase protein synthesis. This system provides the ability to control the synthesis of an arbitrary target protein through methanol-induced gene expression. This study discusses the advantages and challenges of using *P. pastoris* cells for recombinant protein production, as well as recent advances and techniques that improve its efficiency as a protein production system.

Keyword: *Pichia pastoris*, recombinant protein, expression system, biosynthesis

1. INTRODUCTION

Proteins of industrial importance are produced at lower cost and in larger quantities in an organism other than their source using genetic engineering methods. In this process, the new DNA molecule that is not naturally present in organisms and transferred to the living organism

is called recombinant DNA, and the product of this DNA is called recombinant or heterologous protein [1]–[3]. Representing a multi-billion dollar market, recombinant protein production is mainly divided into biopharmaceuticals (such as hormones, enzymes, growth factors, vaccines and monoclonal antibodies, interferons) and industrial enzymes (food, feed, detergent, paper, biofuel, etc.). To date, many recombinant proteins have been commercially produced by genetic recombination using different host expression systems. Biological expression systems including bacteria, yeasts, molds, mammals, plants and insects are used in the production of heterologous proteins [4]. Among them, yeast cells such as Saccharomyces cerevisiae, *P. pastoris* and Hansenula polymorpha are widely used for the production of recombinant proteins. These yeasts offer great advantages with features found in advanced eukaryotic organisms such as rapid growth, easy genetic manipulation, accurate protein folding and post-translational modifications [5]–[7]. In particular, *P. pastoris* is often used for large-scale production of heterologous proteins due to its high expression levels and advanced fermentation techniques.
There are many features of *P. pastoris* that enable it to stably produce heterologous proteins, which is why it has attracted so much interest. For example, the genome of this yeast can be easily genetically manipulated with numerous genetic manipulation tools, including the CRISPR/CAS9 system, and since it is not pathogenic, therapeutic proteins with GRAS (generally recognized as safe) status can be produced using this expression system [8], [9]. Currently, widely used *P. pastoris* expression kits produced by various companies are easily accessible and this accelerates the studies with *P. pastoris*. In addition, this yeast has a strong methanol-inducible promoter (PAOX1) that allows the production of up to 35 grams of protein per liter. For recombinant protein expression in *P. pastoris*, it is crucial to design an appropriate expression system including plasmid, promoter, selection marker, secretion signal sequence and host strain. All of these factors vary depending on the structure of the recombinant protein to be expressed in the host, its post-translational modifications and the form of gene expression controlled. In this microorganism, the expression of heterologous proteins is controlled by either constitutive (GAP, TEF, PGK, YPT1) or inducible (AOX1, AOX2, FLD1 and PEX8) promoters [10]. Unlike other promoters, the AOX1 promoter is more widely used in heterologous protein production. This promoter is not active until yeast cells are induced with methanol. Upon addition of methanol, the AOX1 promoter becomes active and initiates the production of the target protein. This promoter usually ensures high levels of expression and induction can be easily controlled. All these advantages make *P. pastoris* a highly attractive host for methanol-based biosynthesis applications to produce recombinant proteins and other value-added products. In this study, we review the most recent advances based on publications towards the utilization of the *P. pastoris* expression system in the production of recombinant proteins.

2. RECOMBINANT PROTEIN

Recombinant proteins are proteins produced by genetic engineering techniques in which the DNA encoding the protein of interest is inserted into a host organism such as yeast or bacteria to produce the protein in large quantities [11]. Recombinant protein production enables the production of proteins that would be difficult or impossible to obtain in sufficient quantities from natural sources. Recombinant proteins have a wide range of applications in various fields, including biopharmaceuticals, diagnostics, research and industrial processes. Overall, these proteins have revolutionized the field of protein production and have become important in various industries and scientific research.
The first protein produced by recombinant protein technology is insulin. Before the development of recombinant DNA technology, insulin was obtained from the pancreas of animals such as pigs or cows. However, with the advent of genetic engineering, the human insulin gene was inserted into bacterial or yeast cells, which then produced large quantities of

human insulin. Apart from this, recombinant proteins are used in many applications. These applications include the use of growth factors, monoclonal antibody production, the use of enzymes, vaccine production, industrial enzyme use, hormone production and blood factors [11], [12]. Recombinant human insulin is widely used to treat diabetes, while recombinant growth factors are used to stimulate the production of red and white blood cells. Monoclonal antibodies are produced for targeted therapy in cancer treatment and autoimmune diseases, while recombinant enzymes are frequently used in molecular biology research and diagnostic applications. Recombinant proteins are also used as antigens in vaccine production and are useful in the production of enzymes used in industrial processes. Hormones and blood factors are also produced using recombinant proteins and used for therapeutic purpose [13]–[21]. These examples show that recombinant proteins have a wide range of uses.

3. METHYLOTOPHIC YEAST *Pichia pastoris*

P. pastoris is a methylotrophic yeast that can utilize methanol as a carbon and energy source. Methanol is widely used in *P. pastoris* expression systems to induce the expression of recombinant proteins. The methanol utilization pathway in *P. pastoris* involves the enzyme alcohol oxidase (AOX), which catalyzes the oxidation of methanol to formaldehyde[11]. In *P. pastoris* expression systems, the AOX1 promoter is typically used to drive the expression of the gene of interest. When methanol is added to the growth medium, it acts as an inducer for the AOX1 promoter, leading to high level expression of the gene and subsequent recombinant protein production [11]. *P. pastoris* uses several promoters that drive the expression of recombinant proteins. Of these, the Alcohol oxidase 1 (AOX1) promoter is induced by methanol and allows for high expression of recombinant proteins. The glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAP) promoter, on the other hand, allows sustained expression of the target gene in glycerol and glucose medium and can reach similar expression levels as the AOX1 promoter. Phosphoglycerate kinase 1 (PGK1) and Translation elongation factor 1-alpha (TEF1) promoters are other constitutive promoters used in *P. pastoris* and allow high expression of the target gene [10]. The choice of promoter depends on the requirements of the expressed protein and the desired level of expression. Therefore, different promoters can be used in different applications.

Overall, methanol plays a crucial role as an inducer for the AOX1 promoter in *P. pastoris* expression systems, enabling efficient production of recombinant proteins. It has several physiological advantages compared to other commonly used host cells [22]. *P. pastoris* can grow rapidly on simple media at high cell densities, often exceeding 150 grams dry cell weight per liter [23]. It also has a strong expression system and an advanced secretion system. Kex2 in *P. pastoris* is a signal peptidase enzyme and plays an important role in the secretion of recombinant proteins in the *P. pastoris* expression system. Kex2 separates the signal peptide from the nascent protein, allowing it to fold properly and be transported to the external environment of the cel [13]. This allows the secretion of large amounts of protein into the external environment. This secretion mechanism facilitates the purification of recombinant proteins.

4. RECOMBINANT PROTEINS PRODUCED by *Pichia pastoris*

P. pastoris is a popular yeast strain for recombinant protein production. Many successful recombinant proteins have been produced using this yeast strain. Examples include hepatitis B

surface antigen (HBsAg), a component of vaccines used to prevent hepatitis B infection [24]. *P. pastoris* has also been used for the production of recombinant HSA, an important protein like human serum albumin (HSA) [25], [26]. *P. pastoris* is also used for the production of various enzymes such as lipases, proteases and cellulases [27]–[30]. These enzymes are used in different industrial fields such as food processing, biofuel production and pharmaceutical production. *P. pastoris* also produces important substances such as recombinant antibodies and growth factors. These recombinant proteins can be used for research, diagnostic and therapeutic purposes. [31]. These examples demonstrate the potential of P. *pastoris* as a versatile host organism for the production of various recombinant proteins.

Another example of recombinant proteins produced using the *P. pastoris* expression system is human interferon gamma (IFN-γ). IFN-γ is a cytokine that plays a critical role in the immune response to viral and bacterial infections [32]. It is also involved in the regulation of immune cell activity and inflammation. Apart from these, anticancer proteins have been produced recombinantly in *P. pastoris*. In particular, azurin has attracted attention as a potential anticancer agent because it inhibits the death and growth of cancer cells. In order to produce azurin in *P. pastoris*, the azurin gene from *Pseudomonas aeruginosa* is cloned into a recombinant vector and integrated into the *P. pastoris* genome. In a study in which both intracellular and extracellular protein production was performed, azurin production in *P. pastoris* was successfully demonstrated [9]. In conclusion, *P. pastoris* is a popular host system for recombinant protein production due to its advantages and development potential, and improvements to this system could enable a wider range of target proteins. Recombinant proteins produced using this yeast promise a future of innovative and efficient protein production, demonstrating the versatility of this expression system as well as highlighting its importance in biotechnological developments.

References

[1] J. Nielsen, J. Villadsen, and G. Lidén, “Bioreaction Engineering Principles - Jens Nielsen.pdf,” *AIChE Journal*. 2003, doi: 10.1002/aic.690421032.

[2] S. Khan *et al.*, “Role of recombinant DNA technology to improve life,” *International Journal of Genomics*. 2016, doi: 10.1155/2016/2405954.

[3] M. Karaoglan, “Pichia pastoris ALKOL OKSİDAZ (AOX1 ve AOX2) GENLERİNİN İNAKTİF EDİLMESİ VE ELDE EDİLEN SUŞUN REKOMBİNANT PROTEİN ÜRETİMİNDE KULLANILMASI,” 2012.

[4] A. R. Gomes, S. M. Byregowda, B. M. Veeregowda, and V. Balamurugan, “An Overview of Heterologous Expression Host Systems for the Production of Recombinant Proteins,” *Adv. Anim. Vet. Sci.*, 2016, doi: 10.14737/journal.aavs/2016/4.7.346.356.

[5] D. Mattanovich, P. Branduardi, L. Dato, B. Gasser, M. Sauer, and D. Porro, “Recombinant protein production in yeasts,” *Methods Mol. Biol.*, vol. 824, pp. 329–

358, 2012, doi: 10.1007/978-1-61779-433-9_17.

[6] M. Acar *et al.*, "Affinity-based and in a single step purification of recombinant horseradish peroxidase A2A isoenzyme produced by Pichia pastoris," *Bioprocess Biosyst. Eng.*, 2022, doi: 10.1007/s00449-022-02837-2.

[7] Y. Ünver, E. B. Kurbanoğlu, and O. Erdoğan, "Expression, purification, and characterization of recombinant human paraoxonase 1 (rhPON1) in Pichia pastoris," *Turkish J. Biol.*, vol. 39, no. 4, pp. 649–655, 2015, doi: 10.3906/biy-1501-43.

[8] X. García-Ortega, E. Cámara, P. Ferrer, J. Albiol, J. L. Montesinos-Seguí, and F. Valero, "Rational development of bioprocess engineering strategies for recombinant protein production in Pichia pastoris (Komagataella phaffii) using the methanol-free GAP promoter. Where do we stand?," *New Biotechnology*, vol. 53. pp. 24–34, 2019, doi: 10.1016/j.nbt.2019.06.002.

[9] Y. Unver, B. Sensoy Gun, M. Acar, and S. Yildiz, "Heterologous expression of azurin from Pseudomonas aeruginosa in the yeast Pichia pastoris," *Prep. Biochem. Biotechnol.*, vol. 51, no. 7, pp. 723–730, 2021, doi: 10.1080/10826068.2020.1855444.

[10] M. Wang, S. Jiang, and Y. Wang, "Recent advances in the production of recombinant subunit vaccines in Pichia pastoris," *Bioengineered*, vol. 7, no. 3. pp. 155–165, 2016, doi: 10.1080/21655979.2016.1191707.

[11] D. Porro, M. Sauer, P. Branduardi, and D. Mattanovich, "Recombinant protein production in yeasts," *Molecular Biotechnology*, vol. 31, no. 3. pp. 245–259, 2005, doi: 10.1385/MB:31:3:245.

[12] M. Bollok, D. Resina, F. Valero, and P. Ferrer, "Recent Patents on the Pichia Pastoris Expression System: Expanding the Toolbox for Recombinant Protein Production," *Recent Pat. Biotechnol.*, vol. 3, no. 3, pp. 192–201, 2009, doi: 10.2174/187220809789389126.

[13] M. Karbalaei, S. A. Rezaee, and H. Farsiani, "Pichia pastoris: A highly successful expression system for optimal synthesis of heterologous proteins," *Journal of Cellular Physiology*, vol. 235, no. 9. pp. 5867–5881, 2020, doi: 10.1002/jcp.29583.

[14] K. Kuruti, V. Vittaladevaram, S. V. Urity, P. Palaniappan, and R. U. Bhaskar, "Evolution of Pichia pastoris as a model organism for vaccines production in healthcare industry," *Gene Reports*, vol. 21. 2020, doi: 10.1016/j.genrep.2020.100937.

[15] M. Limonta-Fernández *et al.*, "An engineered SARS-CoV-2 receptor-binding domain produced in Pichia pastoris as a candidate vaccine antigen," *N. Biotechnol.*, vol. 72, pp. 11–21, 2022, doi: 10.1016/j.nbt.2022.08.002.

[16] H. Xu *et al.*, "A bivalent subunit vaccine efficiently produced in Pichia pastoris against SARS-CoV-2 and emerging variants," *Front. Microbiol.*, vol. 13, 2023, doi: 10.3389/fmicb.2022.1093080.

[17] G. D. Barone *et al.*, "Industrial Production of Proteins with Pichia pastoris—Komagataella phaffii," *Biomolecules*, vol. 13, no. 3. 2023, doi: 10.3390/biom13030441.

[18] H. Salmanizadeh, K. Beheshti-Maal, H. Nayeri, and L. R. Torabi, "Optimization of xylanase production by Pichia kudriavzevii and Candida tropicalis isolated from the wood product workshop," *Brazilian J. Microbiol.*, 2023, doi: 10.1007/s42770-023-01171-3.

[19] Y. Xu *et al.*, "Effect of N-acetyl-l-cysteine on Cell Phenotype and Autophagy in Pichia pastoris Expressing Human Serum Albumin and Porcine Follicle-Stimulating Hormone Fusion Protein," *Molecules*, vol. 28, no. 7, 2023, doi: 10.3390/molecules28073041.

[20] Y. Xu *et al.*, "Enhancement of recombinant human interleukin-22 production by fusing with human serum albumin and supplementing N-acetylcysteine in Pichia Pastoris," *Protein Expr. Purif.*, vol. 212, 2023, doi: 10.1016/j.pep.2023.106360.

[21] B. Peng *et al.*, "Expression and purification of recombinant serine protease domain of human coagulation factor XII in Pichia pastoris," *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, vol. 83, no. 10, pp. 1815–1821, 2019, doi: 10.1080/09168451.2019.1621151.

[22] Y. Pan, J. Yang, J. Wu, L. Yang, and H. Fang, "Current advances of Pichia pastoris as cell factories for production of recombinant proteins," *Frontiers in Microbiology*, vol. 13. 2022, doi: 10.3389/fmicb.2022.1059777.

[23] M. Jahic, A. Veide, T. Charoenrat, T. Teeri, and S. O. Enfors, "Process technology for production and recovery of heterologous proteins with Pichia pastoris," *Biotechnology Progress*, vol. 22, no. 6. pp. 1465–1473, 2006, doi: 10.1021/bp060171t.

[24] C. Gurramkonda *et al.*, "Purification of hepatitis B surface antigen virus-like particles from recombinant Pichia pastoris and in vivo analysis of their immunogenic properties," *J. Chromatogr. B Anal. Technol. Biomed. Life Sci.*, vol. 940, pp. 104–111, 2013, doi: 10.1016/j.jchromb.2013.09.030.

[25] S. M. Taghizadeh, A. Ebrahiminezhad, M. B. Ghoshoon, A. Dehshahri, A. Berenjian, and Y. Ghasemi, "Magnetic immobilization of pichia pastoris cells for the production of recombinant human serum albumin," *Nanomaterials*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2020, doi: 10.3390/nano10010111.

[26] N. Maity, A. S. Jaswal, A. Gautam, V. Sahai, and S. Mishra, "High level production of

stable human serum albumin in Pichia pastoris and characterization of the recombinant product," *Bioprocess Biosyst. Eng.*, vol. 45, no. 2, pp. 409–424, 2022, doi: 10.1007/s00449-021-02670-z.

[27] D. Weinacker, C. Rabert, A. B. Zepeda, C. A. Figueroa, A. Pessoa, and J. G. Farías, "Applications of recombinant Pichia pastoris in the healthcare industry," *Brazilian Journal of Microbiology*, vol. 44, no. 4. pp. 1043–1048, 2013, doi: 10.1590/S1517-83822013000400004.

[28] J. Iyyappan, J. Jayamuthunagai, B. Bharathiraja, A. Saravanaraj, R. Praveen Kumar, and S. Balraj, "Production of biodiesel from Caulerpa racemosa oil using recombinant Pichia pastoris whole cell biocatalyst with double displayed over expression of Candida antartica lipase," *Bioresour. Technol.*, vol. 363, 2022, doi: 10.1016/j.biortech.2022.127893.

[29] A. Turner, D. M. Lanser, and A. Gelli, "Optimized Expression and Isolation of Recombinant Active Secreted Proteases Using Pichia pastoris," *Bio-protocol*, vol. 13, no. 5, 2023, doi: 10.21769/BioProtoc.4628.

[30] W. Dai *et al.*, "Enhancing the Heterologous Expression of a Thermophilic Endoglucanase and Its Cost-Effective Production in Pichia pastoris Using Multiple Strategies," *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 24, no. 19, 2023, doi: 10.3390/ijms241915017.

[31] E. Çelik and P. Çalik, "Production of recombinant proteins by yeast cells," *Biotechnology Advances*, vol. 30, no. 5. pp. 1108–1118, 2012, doi: 10.1016/j.biotechadv.2011.09.011.

[32] Y. Tu *et al.*, "Extracellular expression and antiviral activity of a bovine interferon-alpha through codon optimization in Pichia pastoris," *Microbiol. Res.*, vol. 191, pp. 12–18, 2016, doi: 10.1016/j.micres.2016.05.009.

SYNTHESIS OF MAGNETIC NANOPARTICLES FOR IMMOBILIZATION OF YEAST CELLS

İbrahim Dağcı[1], Dr. Kübra Solak[2], Assoc. Prof. Yağmur Ünver[3], Prof. Dr. Ahmet Mavi[4]

[1] Atatürk University Institute of Science, 0000-0002-6354-2654

[2] Atatürk University Institute of Science, 0000-0001-6643-3368

[3]Atatürk University Faculty of Science, 0000-0003-1497-081X

[4]Atatürk University Education Faculty of Kazım Karabekir, 0000-0003-1207-9783

ABSTRACT

Immobilization is the process of binding or entrapping biological substances (such as enzymes, cells, or microorganisms) to a special material or carrier. The main purpose of this process is to use biological substances more effectively in specific applications by preserving and stabilizing their properties. Specifically, magnetic immobilization is the process of coating cell, enzyme or biomolecule surfaces with magnetic nanoparticles (MNPs) using non-specific interactions such as hydrogen bonds, electrostatic, Van der Waals, hydrophobic and hydrophilic forces. Hydroxyl groups, amine groups or carboxyl groups on the surface of MNPs interact with molecules such as polysaccharides, glycoproteins, glycolipids, and phospholipids, which are usually present on the surface of yeast cells. Within the scope of this investigation, bare iron oxide MNPs (Fe_3O_4) or iron oxide MNPs with surfaces modified with polyethyleneimine of different molecular weights (Fe_3O_4@PEI_{10kDa}, Fe_3O_4@PEI_{25kDa}) were fabricated. The size and structural attributes of the MNPs were assessed using Transmission Electron Microscopy (TEM), while Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) was employed to characterize the functional groups present on their surfaces. As a result, the produced MNPs were found to be in the size range of approximately 13-25 nm. Notably, the propensity for MNP aggregation correlated with the molecular weight of polyethyleneimine. At the same time, magnetic field sensitivity of the MNPs was demonstrated by holding a magnet to the MNPs. As a result, these MNPs are suitable for interacting with the surface of a yeast cell for magnetic immobilization and directing the cells toward a specific orientation through the application of a temporary magnetic field.

Keywords: Magnetic nanoparticle, immobilization, yeast

1. INTRODUCTION

Immobilization is the process of binding or entrapping biological substances (such as enzymes, cells, or microorganisms) to a special material or carrier. The main purpose of immobilization is to conserve and stabilize the properties of biological substances so that they can be used more effectively in specific applications. Immobilized enzymes or cells offer many advantages over non-immobilized ones. For instance, when a reaction is completed or a process ends,

immobilized cells or enzymes in the environment can be easily recovered and then used again in next reactions. Therefore, immobilization allows for continuous and repeated use of enzymes, cells or biomolecules.

In recent years, the using of nanostructures in the immobilization process has emerged as a novel technology. Especially magnetic immobilization technique has been developed by using magnetic nanoparticles (MNPs) in biomolecule immobilization[1]. Through magnetic immobilization, immobilized cells become sensitive to an external magnetic field and can be easily separated from the culture medium or other components when a magnetic field is applied. This eliminates the need for complex separation techniques and allows for rapid and efficient recovery of cells [2]. Especially the recovery and reuse of recombinant cells is very valuable. In addition to being very practical and efficient, magnetic immobilization also increases the release of intracellular proteins into the medium by affecting membrane permeability. In one study, magnetic immobilized *P. pastoris* cells were used to produce human serum albumin at higher yields compared to free cells. [2].

Despite the significant benefits of iron oxide nanoparticles in magnetic immobilization, direct interaction of cells with these nanoparticles may cause undesirable effects on cells. In order to prevent situations such as toxicity that may arise from these effects, various modifications are made on the surfaces of nanoparticles. The nanoparticle surface is coated with biocompatible substances such as silica, polymers, carbohydrates and amino acids to prevent aggregation of nanoparticles and cell toxicity. [3], [4].

In line with all this information, the aim of this study was to synthesize MNPs with different surface properties. In this context, iron oxide (Fe_3O_4) MNPs and Fe_3O_4 MNPs coated with polyethyleneimine (PEI) with different molecular weights were synthesized. TEM (Transmission Electron Microscopy) was used for size and shape analysis of the synthesized MNPs, while FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) was used to determine the surface modifications. Finally, the synthesized MNPs were subjected to an external magnetic field to determine their magnetic field sensitivity.

2. MATERIAL AND METOD

2.1 Materials

Iron (III) chloride hexahydrate ($FeCl_3.6H_2O$), Iron (II) chloride tetrahydrate ($FeCl_2.4H_2O$), polyethyleneimine (PEI) and ammonia solution (28-30%) were purchased from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). All chemicals were analytical grade and used as received without any purification.

2.2 Synthesis of Magnetic Nanoparticles

Magnetic nanoparticles (MNPs) were produced through the co-precipitation of Fe(II) and Fe(III) ions in a basic aqueous solution under inert atmosphere. To obtain bare MNPs, 2.4 g of $FeCl_3.6H_2O$ and 1.0 g of $FeCl_2.4H_2O$ were solved into 30 ml of ultra-pure water and heated to 90 ºC [5]. Subsequently, 20 ml of ammonium hydroxide (14 wt %) was immediately added to the solution. To produce PEI-modified MNPs, 2.4 g of $FeCl_3.6H_2O$, 1.0 g of $FeCl_2.4H_2O$, and

1.0 g of PEI (25 kDa or 10 kDa) were dissolved in 50 ml of ultra-pure water. Then the mixture was heated to 90 ºC with vigorous stirring under a nitrogen atmosphere. Following this, 6 ml of ammonia hydroxide (25 wt%) was quickly added. The whole reactions were maintained at 90 ºC for 2.5 hours and then naturally cooled to room temperature. The resulting black precipitate particles were collected by centrifugation at 10.000 g for 15 minutes and washed several times with 30 ml of water before storage (+4 °C) in water under nitrogen protection.

2.3 Characterization of Magnetic Nanoparticles

Structural characterization of the synthesized MNPs was performed by TEM. FTIR spectrums of the MNPs were recorded for the detection of functional groups. Finally, the magnetic properties of MNPs were revealed by photographs the response of MNP solutions to a temporal magnet.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

TEM images of the synthesized MNPs were presented in Figure 1. It was shown that the MNPs were have spherical shape. The size of MNPs were 13 nm for Fe_3O_4 and Fe_3O_4@PEI10kDa and 23 nm for Fe_3O_4@PEI25kDa MNPs. Interestingly, the presence of PEI caused MNPs to stand closer to each other. It was also observed that PEI formed dense clusters as its molecular weight increased. The aqueous solution of PEI has a basic pH value and the molecular weight and concentration of PEI directly affect the pH value of the environment. The presence of high molecular weight PEI in the reaction flask may have resulted in larger MNPs due to the pH change.

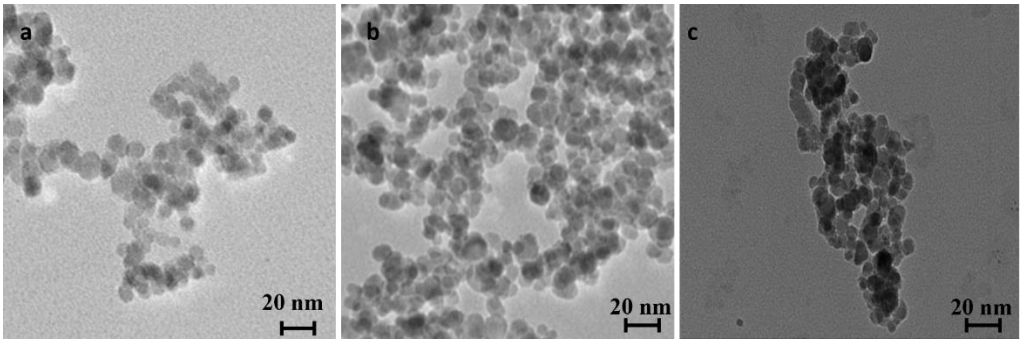


Figure 1 TEM images of MNPs. a) Fe_3O_4, b) Fe_3O_4@PEI10kDa, c) Fe_3O_4@PEI25kDa.

In order to analyze the size distribution of MNPs using TEM images, histogram plots were prepared using ImageJ and OriginPro2023 software (Figure 2). These graphs show the densities or distributions of the size of the MNPs. The histogram plots reveal that the synthesized MNPs have a narrow size distribution and the products are partially homogeneous.

reveal that the synthesized MNPs have a narrow size distribution and the products are partially homogeneous.

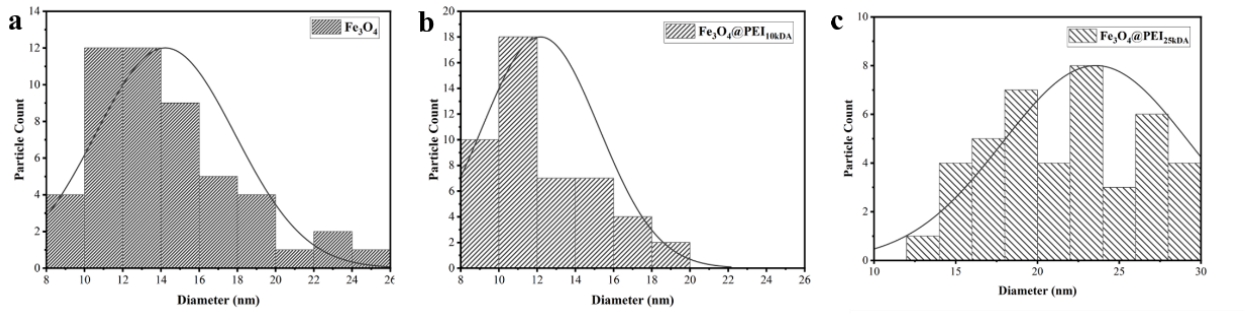


Figure 2 Size distribution histograms of MNPs. a) Fe_3O_4, b) Fe_3O_4@PEI10kDa, c) Fe_3O_4@PEI25kDa.

FTIR results reveal functional groups on the surface of MNPs (**Error! Reference source not found.**). The peak around 560 cm^{-1} in the spectrum belongs to the Fe-O bond and was observed at the same location in all three MNPs. The multiple peaks around 1500 cm^{-1} belong to the amine groups in the PEI structure (**Error! Reference source not found.**b and c) and these peaks were not observed in bare Fe_3O_4. The peak at 1610 cm^{-1} due to -OH is evident in bare Fe_3O_4 (**Error! Reference source not found.**a).

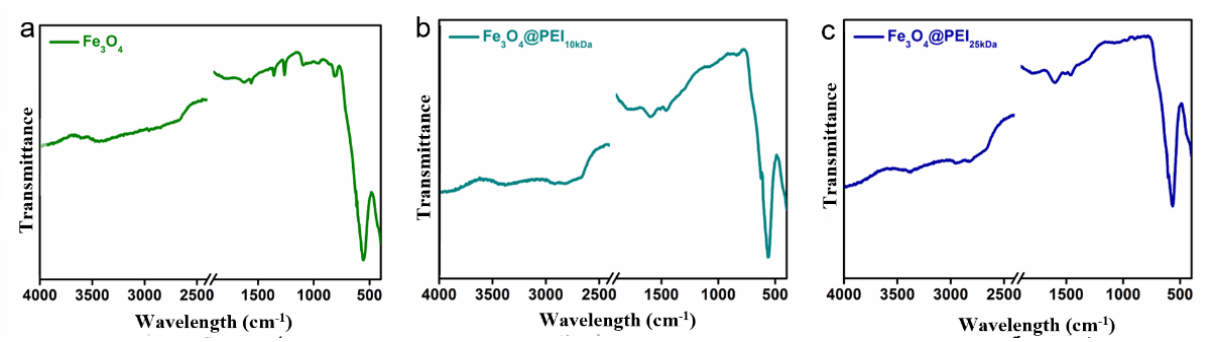


Figure 3 FTIR spectra of MNPs. a) Fe_3O_4, b) Fe_3O_4@PEI10kDa, c) Fe_3O_4@PEI25kDa

It was observed that all synthesized MNPs tended to orient rapidly towards the field when exposed to an external magnetic field (**Error! Reference source not found.**). This confirms the existence of magnetic properties of the MNPs. Moreover, all synthesized MNPs were found to be magnetic field sensitive and exhibited superparamagnetic properties. PEI-coated MNPs were observed to be more oriented towards the magnet, which is evident from the lighter color

of the liquid in the regions far from the magnet. The smaller size of the bare Fe_3O_4 MNPs, as seen from TEM images, may have caused a slower response in terms of magnetization.

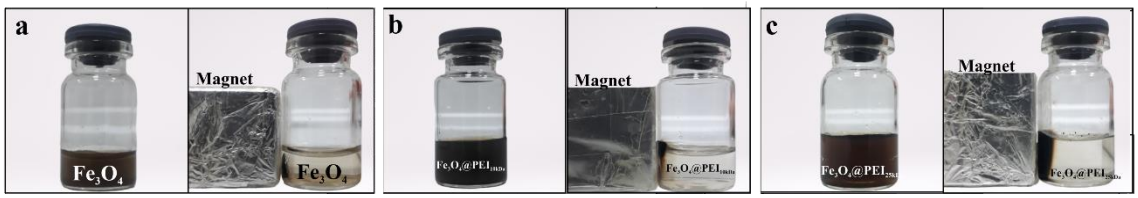


Figure 4 Sensitivity of MNPs to external magnetic field at room temperature. a) Fe_3O_4, b) Fe_3O_4@PEI10kDa, c) Fe_3O_4@PEI25kDa

In conclusion, the MNPs synthesized in this study can be used for immobilization of yeast cells such as *P. pastoris*. Immobilized cells can be separated from the culture medium with the help of a magnet. In addition, the release of intracellular proteins into the culture medium can be increased.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was funded by the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBITAK) with the support of TUBITAK 1002-A (Project number: 222Z313).

REFERENCES

[1] S.-M. Taghizadeh, M. B. Ghoshoon, Y. Ghasemi, A. Dehshahri, A. Berenjian, and A. Ebrahiminezhad, "Efficiency of magnetic immobilization for recombinant Pichia pastoris cells harvesting over consecutive production cycles," *Sep. Sci. Technol.*, vol. 00, no. 00, pp. 1–15, Sep. 2022, doi: 10.1080/01496395.2022.2121725.

[2] S. M. Taghizadeh, A. Ebrahiminezhad, M. B. Ghoshoon, A. Dehshahri, A. Berenjian, and Y. Ghasemi, "Magnetic immobilization of pichia pastoris cells for the production of recombinant human serum albumin," *Nanomaterials*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2020, doi: 10.3390/nano10010111.

[3] A. Ebrahiminezhad, Y. Ghasemi, S. Rasoul-Amini, J. Barar, and S. Davaran, "Impact of amino-acid coating on the synthesis and characteristics of iron-oxide nanoparticles (IONs)," *Bull. Korean Chem. Soc.*, vol. 33, no. 12, pp. 3957–3962, 2012, doi: 10.5012/bkcs.2012.33.12.3957.

[4] M. J. Raee, A. Ebrahiminezhad, A. Gholami, M. B. Ghoshoon, and Y. Ghasemi, "Magnetic immobilization of recombinant E. coli producing extracellular asparaginase: An effective way to intensify downstream process," *Sep. Sci. Technol.*, vol. 53, no. 9, pp. 1397–1404, 2018, doi: 10.1080/01496395.2018.1445110.

[5] Y. S. Lin and C. L. Haynes, "Synthesis and characterization of biocompatible and size-tunable multifunctional porous silica nanoparticles," *Chem. Mater.*, vol. 21, no. 17, pp. 3979–3986, 2009, doi: 10.1021/cm901259n.

GEBELİKTE TAMAMLAYICI VE ALTERNATİF TIP YÖNTEMLERİNDEN FİTOTERAPİNİN KULLANIMI

Dr. Öğr. Üyesi, AYŞEGÜL DURMAZ [1], Doç Dr., Çiğdem GÜN KAKAŞÇI [2]

[1] Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,

ORCID 0000-0002-3092-8841

[2] Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ORCID 0000-0003-1951-563X

ÖZET

Tamamlayıcı ve alternatif tıp (TAT) kullanımı sadece gelişmekte olan ülkelerde değil, gelişmiş ülkelerde de yaygındır. Çalışmalarda gebelik, doğum ya da doğum sonrası süreçlerde kadınların fitoterapi kullanımının %20 ile %60 oranında arttığı gösterilmiştir. Bu makalede gebelikte TAT yöntemlerinden olan fitoterapinin kullanım sıklığı, nedenleri ve etkileri hakkında bilgi sağlamak amaçlanmıştır. Kültürel uygulamaların ve inançların sonucu olarak TAT kullanımı dünya çapında artmaktadır. Dünya nüfusunun dörtte üçünden fazlasının sağlık hizmetleri için TAT'a güvendiği bilinmektedir. Meditasyon, masaj, yoga, bitkisel tedaviler ve vitaminler en sık kullanılan TAT yöntemleri arasında yer almaktadır. Gebelerin bitkisel ilaçların "doğal" kökenli olduğuna ve dolayısıyla geleneksel ilaçlara göre daha güvenli alternatifler olduğuna yönelik inancı kullanım oranını arttırmıştır. Gebelikte en sık kullanılan bitkiler papatya, zencefil, sarımsak, nane ve ekinezya olarak belirlenmiştir. TAT kullanımının artmasına rağmen gebelikte anne ve bebek sağlığı üzerindeki güvenliği ve etkilerine ilişkin kanıtlar yeterli değildir. Bununla birlikte TAT kullanımının gebeliği ve doğumu olumsuz etkileyebileceğini gösteren çeşitli kanıtlar da bulunmaktadır. Geleneksel ilaçlar gibi bitkisel ilaçlar da gebelikte plasentayı, emzirme döneminde ise anne sütüne geçebilmektedir. Bu şekilde bitkisel ilaçlar fetal kan dolaşımına ulaşabilmekte ve zararlı olabilecek bileşenleri aktarabilmektedir. Tüm bu bilgilerle birlikte TAT kullanımını destekleyen kanıtlar da saptanmıştır. Sağlık profesyonelleri TAT yöntemleri ve Fitoterapi hakkında bilgiye sahip olmalıdırlar. Anne ve bebek sağlığının korunması için TAT yöntemleri konusunda aktif danışmanlık vermelidirler.

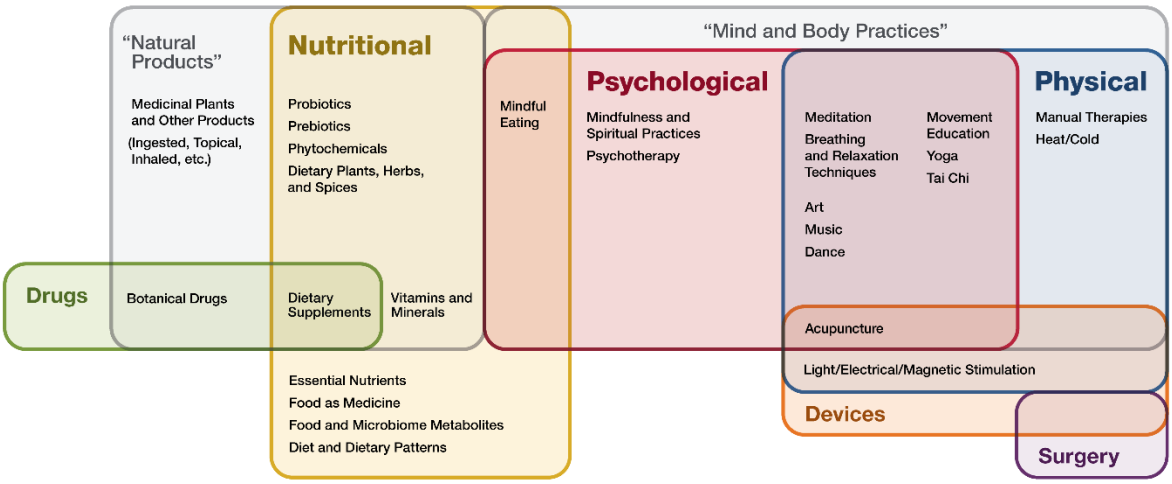
Anahtar Kelimeler: Tamamlayıcı ve alternatif tıp, Fitoterapi, Gebelik, Kanıt

1. GİRİŞ

Tamamlayıcı ve alternatif tıp (TAT), genellikle geleneksel tıbbın bir parçası olarak kabul edilmeyen çeşitli müdahaleleri içeren şemsiye bir terimdir (1-2). Dünya Sağlık Örgütü (2023), Geleneksel tıp Tamamlayıcı Tıp ve Bitkisel Tedaviyi ayrı ayrı açıklamıştır. Bu açıklamalara göre; Geleneksel tıp, sağlığın sürdürülmesinde ve fiziksel ve ruhsal hastalıkların önlenmesinde, teşhis edilmesinde, iyileştirilmesinde veya tedavisinde kullanılan, farklı kültürlere özgü teori, inanç ve deneyimlere dayanan, bilgi, beceri ve uygulamaların toplamıdır. Tamamlayıcı tıp, "Tamamlayıcı tıp" veya "alternatif tıp" terimleri, o ülkenin kendi geleneğinin veya konvansiyonel tıbbının parçası olmayan ve standart sağlık sistemiyle tam olarak entegre

olmayan geniş bir dizi sağlık hizmeti uygulamasını ifade eder. Bitkisel tedavi, otlar, bitkisel materyaller, bitkisel preparatlar ve aktif madde olarak bitki parçalarını veya diğer bitki materyallerini veya bunların kombinasyonları olan bitmiş bitkisel ürünleri içerir (3).

Ulusal Tamamlayıcı ve Bütünleyici Sağlık Merkezi'ne göre, TAT yöntemleri birincil terapötik girdilerine göre sınıflandırılabilir: Beslenme (özel diyetler, besin takviyeleri, şifalı bitkiler ve probiyotikler, vb.), Psikolojik (farkındalık vb.), Fiziksel (masaj, spinal manipülasyonu vb), psikolojik-fiziksel kombinasyonlar (yoga, tai chi, akupunktur, dans veya sanat terapileri vb.) veya psikolojik-beslenme kombinasyonları (bilinçli beslenme vb.) (Şekil 1) (4-5).



Görsel 1. Kategorilere giren tamamlayıcı sağlık yaklaşımlarına örnekler: Psikolojik, Fiziksel ve Beslenme (4).

Düşük ve orta gelirli ülkelerin %70'e yakınının sağlık sorunlarını tedavi etmek için kısmen veya tamamen TAT kullanımına güvendiği ve DSÖ'ne üye 194 devletin %50'sinden fazlasının TAT kullanımına ilişkin ulusal bir politikası olduğu bilinmektedir (6-7). TAT kullanımının son yıllarda ki sürekli artışı, gebelikte de TAT bazlı tedavilerin kullanımının artmasına neden olmuştur (8). Bazı kültürlerdeki kadınlar TAT'ı doğal ve güvenli bir yöntem olarak kabul etmektedir (9). Bir çalışmada TAT kullanıcılarının ortak özellikleri orta yaş, yüksek eğitim düzeyi ve kadın olarak bildirilmiştir (10). Kadınlar TAT yöntemlerini gebeliklerindeki sağlık sorunlarını gidermek için daha güvenli bir seçenek olarak değerlendirmektedir (9). Dolayısıyla gebeler TAT'a ve özelliklede bitkisel ürünlere yönelmektedir (5,9,11). Gebelik ve doğumda TAT kullanım yaygınlığı %1 ile %87 arasında dağılım göstermektedir (9). Gebelikte bitkisel ürün kullanım oranı da %18 ile %36 arasında değişmektedir (11). 7 farklı Asya ülkesinden 2729 gebe dahil edilen sistematik inceleme çalışmasında, gebelerin %47.01'inin bu gebeliğinde en az bir veya daha fazla bitkisel ürün kullandığı tespit edilmiştir. Nane (%22,8), anason (%14,7), olibanum (%12,9), bülbülotu tohumu (%12,2) ve zencefil (%11,5) en sık kullanılan bitkisel ürünler olarak bildirilmiştir (12). Gebelik ve emzirme döneminde TAT yöntemlerinin kullanımına ilişkin yapılan bir araştırmada gebelerin %92,8'inin TAT yöntemini kullandığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada en sık kullanılan tedavilerin bitkisel ve masaj terapileri olduğu saptanmıştır (13). Başka bir çalışmada kadınların %74.1'inin gebelik sürecinde TAT yöntemlerini kullandığı bildirilmiştir. Gebelerin en sık dua/manevi uygulamalar, müzik, hayal

kurma ve bazı besinleri kullandıklarını ifade etmiştir (14). Yine başka bir çalışmada benzer şekilde bitkisel terapiler, vitaminler, meditasyon, masaj ve yoga gebelikte en sık kullanılan TAT yöntemleri arasında bulunmuştur (9). Çalışmalarda gebelikte en sık kullanılan TAT yöntemi olarak bitkisel ürünlerin tüketilmesi gösterilmiştir (15-18).

Bitkisel ürünlerin fetus için modern tıptan daha güvenli olduğu inancı nedeniyle reçeteli ilaçlara göre bitkisel ürünler tercih edilmektedir. Bu inanç gebelerin reçetesiz ilaçlar kullanarak kendi kendilerine ilaç almalarına, reçeteli ilaçlar almalarına ya da bitkiler kullanmalarına neden olmaktadır (15). Bir çalışmada, gebelerin TAT'ı kendilerine veya bebeklerine zarar vermediğine inandıkları için kullandıkları saptanmıştır (17). Diğer bir çalışmada ise gebelerin etkili bir yöntem olduğu için TAT kullandıkları bulunmuştur (18). Birçok kültürde gebelik döneminde anne ve bebek sağlığını iyileştirmek, bulantı, kusma, kabızlık gibi mide-bağırsak sorunlarını hafifletmek, enfeksiyonları tedavi etmek, doğuma hazırlık ve doğumu başlatmak amacıyla bitkisel ürünler kullanılmaktadır (19).

Modern farmasötik ilaçlar gibi bitkisel ilaçların da olumsuz etkilere neden olma potansiyeli vardır. Bu tür olumsuz reaksiyonların nedenleri, doğal olarak toksik bitkisel ilaçların kullanımı veya aşırı dozda bitki kullanımı, geleneksel ilaç-bitkisel ilaç etkileşimleri ve alerjiler gibi kendine özgü reaksiyonlar dahil olmak üzere çok çeşitlidir. Ayrıca bitkisel ürünlerin farmasötik ilaçlarla birlikte kullanılması, ilaç etkileşimlerine yol açarak toksisitenin artmasına ve etkinliğin azalmasına neden olan istenmeyen etkilere yol açar (20, 21). Sistematik bir incelemede, badem yağı (OR: 2,09; %95 GA: 1,07–4,08) ve yoğun meyan kökü (OR: 3,07; %95 GA: 1,17–8,05) kullanımı erken doğumla ilişkilendirilmiştir. ahududu yapraklarının oral tüketimi (AOR:3,47; %95 GA: 1,45–8,28) ile sezaryen doğuma ihtiyaç duyma olasılığının daha yüksek olması ilişkili bulunmuştur. Aynı çalışmada, Afrika bitkisel ilacı mwanaphepo, anne morbiditesi (AOR: 1,28; %95 CI: 1,09-1,50) ve neonatal ölüm veya morbidite ile ilişkili saptanmıştır (22). Çeşitli elektronik veritabanları kullanılarak yapılan sistematik bir literatür taramasında (1995'ten Şubat 2018'e kadar), 69 makale incelenmiştir. Zencefil kapsamlı bir şekilde araştırılmış ve sürekli olarak hamilelikle ilişkili bulantı ve kusmayı azalttığı bulunmuştur (Seviye 2). Sarımsak, kızılcık ve ahududu gibi diğer bitkisel ilaçların gebelikte etkinliğine ilişkin yeterli kanıt belirlenmemiştir (Düzey 3-4). Aynı çalışmada, geleneksel Çin veya Ayurveda ilaçlarını kullanan gebelerde kemik iliği depresyonu ve aşırı kanama gelişebileceği belirtilmiştir. Literatürün çoğu, sınırlı farmakodinamik/kinetik çalışmalara sahip vaka raporlarına dayanmaktadır (23). Başka bir çalışmada, gebelerin bitkilerin kullanışlı ve güvenliği ile ilişkili olumlu algısı olduğu bildirilmiştir. Kacip Fatimah ve Salindah bitkileri erken doğumla ilişkili bulunmuştur. Tongkat Ali bitkisel kahvesi gebelikteki hipertansif bozukluklar ve fetal sorunlar ile önemli ölçüde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Adaçayı, papatya ve çemen otu gibi diğer bitkiler yüksek dozlarda alındığında risk oluşturabileceği ve düşükle bağlantılı olduğu saptanmıştır (8). Anne ölümlerinin yüksek olduğu (Yüzbin canlı doğumda 438) Uganda'da yapılan bir çalışmada, bitkisel ürünler kullanan gebelerin doğum öncesi bakım hizmetleri ile sağlık hizmetlerini kullanım oranlarının yetersiz olduğu ve anne ölümlerine katkıda bulunduğu belirtilmiştir. Çalışmada anne ölümlerinin bitkisel ürün kullanımına bağlı tetiklenme nedenlerini; Gebelerin kendi kendine tedavi uygulamaya yatkın olması, ilaç kullanımının potansiyel risklerinin farkında olmaları, bitkisel ürünlerin toksik olabileceğinin farkında

olmamaları, bitkisel ürünlerin doğal olduğu için güvenli olduğu yönündeki örtülü inanç, bitkisel ilaçların genel erişim kolaylığı, halk sağlığı sistemine erişimin eksikliği, modern sağlık hizmetlerinin yüksek maliyeti, bitkisel ürünlerin algılanan düşük maliyetleri, sosyo-demografik özellikler, sosyal ve kültürel etkiler olarak açıklanmıştır (20).

2. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gebelikte kullanılan bitkisel ürünlerin özelliklede çayların birçoğunun güvenliği henüz net olarak kanıtlanmamıştır. Günümüzde doğal ürünlere olan ilginin artmasıyla birlikte özellikle gebelik gibi hassas bir dönemde anne ve bebek sağlığı açısından bu ürünlerin kullanımı konusunda dikkatli olunmalıdır. Bu ürünlerin gebeliğin hangi trimesterında kullanıldığı, gebenin aynı zamanda rutin kullandığı ilaç/ilaçlarının olup olmadığı, günlük kullanım oranları, anne ve bebek üzerinde ne gibi etkilere yol açacağı önem arz etmektedir. Bu ürünlerin etkileri daha çok hayvan deneyleriyle incelenmiştir ve insan üzerindeki etkilerine dair daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle gebelik gibi hassas bir dönemde olan kadın, bitkisel ürünleri mutlaka sağlık profesyoneline danışarak tüketmelidir. Ebelerin, alternatif tedavi yöntemlerinin kullanımının arttığı bu dönemde, gebeleri bitkisel ürün kullanımı hakkında bilgilendirmesi ve gebelerin doğru yönlendirilmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Liu, L., Tang, Y., Baxter, G. D., Yin, H., & Tumilty, S. (2021). Complementary and alternative medicine-practice, attitudes, and knowledge among healthcare professionals in New Zealand: an integrative review. BMC complementary medicine and therapies, 21(1), 1-11. 10.1186/s12906-021-03235-z

[2] Tehrani H, Mahbobeh N, Alireza J. "Use and perception of complementary and alternative medicine among Iranian psychologists." Journal of Complementary and Integrative Medicine. 2021;20(1):181-190. PMID: 34648698 https://doi.org/10.1515/jcim-2021-0285

[3] WHO. (2023). Traditional, Complementary and Integrative Medicine. https://www.who.int/health-topics/traditional-complementary-and-integrative-medicine#tab=tab_1 Accessed 11 Novomber 2023.

[4] National Center for Complementary and Integrative Health (NCCIH). (2021). Complementary, Alternative, or Integrative Health: What's In a Name? https://www.nccih.nih.gov/health/complementary-alternative-or-integrative-health-whats-in-a-name Accessed 11 Novomber 2023.

[5] Yorgancı, A., Öztürk, U. K., Evliyaoğlu Bozkurt, Ö., Akyol, M., Pay, R. E., & Engin-Ustun, Y. (2021). Complementary and Alternative Medicine Attitudes of Gynecologic Patients: Experience in a Tertiary Clinic. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetricia/RBGO-Gynecology and Obstetrics, 43(11), 853-861. https://doi.org/10.1055/s-0041-1739462

[6] WHO. WHO global report on traditional and complementary medicine 2019. World Health Organization. Geneva: 2019. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/312342/9789241515436-eng.pdf?sequence=1 Accessed 31 October 2023.

[7] Paudyal, V., Sun, S., Hussain, R., Abutaleb, M. H., & Hedima, E. W. (2022). Complementary and alternative medicines use in COVID-19: A global perspective on practice, policy and research. Research in Social and Administrative Pharmacy, 18(3), 2524-2528. https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2021.05.004

[8] Arabiat, D., Whitehead, L., Gaballah, S., Nejat, N., Galal, E., Abu Sabah, E., ... & Khlaif, R. (2022). The use of complementary medicine during childbearing years: A multi-country study of women from the Middle East. Global Qualitative Nursing Research, 9, 23333936211042616. https://doi.org/10.1177/23333936211042616

[9] Öztürk, R., Eminov, A., & Ertem, G. (2022). Use of complementary and alternative medicine in pregnancy and labour pain: a cross-sectional study from turkey. BMC Complementary Medicine and Therapies, 22(1), 332. https://doi.org/10.1186/s12906-022-03804-w

[10] Welz, A. N., Emberger-Klein, A., & Menrad, K. (2018). Why people use herbal medicine: insights from a focus-group study in Germany. BMC complementary and alternative medicine, 18, 1-9. https://doi.org/10.1186/s12906-018-2160-6

[11] Frawley, J., Adams, J., Steel, A., Broom, A., Gallois, C., & Sibbritt, D. (2015). Women's use and self-prescription of herbal medicine during pregnancy: an examination of 1,835 pregnant women. Women's Health Issues, 25(4), 396-402. https://doi.org/10.1016/j.whi.2015.03.001

[12] Ahmed, M., Hwang, J. H., Choi, S., & Han, D. (2017). Safety classification of herbal medicines used among pregnant women in Asian countries: a systematic review. BMC complementary and alternative medicine, 17(1), 1-11. https://doi.org/10.1186/s12906-017-1995-6

[13] Alqathama A, Alhomoud F, Alsadiq Y, Almehmadi A, Fallatah W, Alharbi O, et al. (2023). Complementary and alternative medicine from the perspective of pregnant and lactating women. European Journal of Integrative Medicine, 58, 102217. https://doi.org/10.1016/j.eujim.2022.102217

[14] Çamlıbel, M. (2023). Vajinal Doğum Yapan Kadınların Gebelikte ve Doğumda Kullandıkları Tamamlayıcı, Geleneksel ve Manevi Uygulamalar. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 13(1), 125-132.

[15] John, L. J., & Shantakumari, N. (2015). Herbal medicines use during pregnancy: a review from the Middle East. Oman medical journal, 30(4), 229. https://doi.org/10.5001/omj.2015.48

[16] Barnes, L. A. J., Barclay, L., McCaffery, K., & Aslani, P. (2019). Factors influencing women's decision-making regarding complementary medicine product use in pregnancy and lactation. BMC pregnancy and childbirth, 19(1), 1-14. https://doi.org/10.1186/s12884-019-2396-2

[17] Quzmar, Y., Istiatieh, Z., Nabulsi, H., Zyoud, S. E. H., & Al-Jabi, S. W. (2021). The use of complementary and alternative medicine during pregnancy: a cross-sectional study from Palestine. BMC Complementary Medicine and Therapies, 21(1), 1-10. https://doi.org/10.1186/s12906-021-03280-8

[18] Yazdi, N., Salehi, A., Vojoud, M., Sharifi, M. H., & Hoseinkhani, A. (2019). Use of complementary and alternative medicine in pregnant women: A cross-sectional survey in the

south of Iran. Journal of integrative medicine, 17(6), 392-395. https://doi.org/10.1016/j.joim.2019.09.003

[19] Illamola SM, Amaeze OU, Krepkova LV, Birnbaum AK, Karanam A, Job KM, et al. (2020). Use of herbal medicine by pregnant women: What physicians need to know. Frontiers in pharmacology, 10, 1483. https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01483

[20] Nyeko, R., Tumwesigye, N. M., & Halage, A. A. (2016). Prevalence and factors associated with use of herbal medicines during pregnancy among women attending postnatal clinics in Gulu district, Northern Uganda. BMC pregnancy and childbirth, 16(1), 1-12. https://doi.org/10.1186/s12884-016-1095-5

[21] Ertaş E., Durmaz A. (2020). Gebelikte Bitkisel Ürünlerin Kullanımı. Sağlık Bilimleri Alanında Akademik Çalışmalar II- Cilt 3, Cem EVEREKLİOĞLU, Editör, Gece Publishing, Ankara, ss.403-422.

[22] Balbontín YM, Stewart D, Shetty A, Fitton C, McLay JS. Herbal medicinal product use during pregnancy and the postnatal period: A systematic review. Obstetrics & Gynecology. 2019;133(5):920-932, PMID: 30969204 https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000003217

[23] Kam PC, Barnett DW, Douglas ID. Herbal medicines and pregnancy: A narrative review and anaesthetic considerations. Anaesthesia and Intensive Care. 2019;47(3):226-234. PMID: 31124378 https://doi.org/10.1177/0310057X19845786

PLASENTOFAJİ: NE BİLİYORUZ?

Doç Dr., Çiğdem GÜN KAKAŞÇI [1], Dr. Öğr. Üyesi, AYŞEGÜL DURMAZ [2]

[1] Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ORCID 0000-0003-1951-563X

[2] Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,

ORCID 0000-0002-3092-8841

ÖZET

Tarihsel kaynaklarda insan plesentasının hem erkeklere hem de kadınlara çeşitli rahatsızlıklar için reçete edildiği bildirilmiştir. Ancak bu uygulamalar tipik olarak doğum sonrası annenin kendisi için geçerli değildir. Anne plasentofajisi, yalnızca 50 yıl önce insanlarda doğum sonrası bir uygulama olarak neredeyse bilinmemektedir. İnsan olmayan plasentalı memelilerin neredeyse tamamı doğum sırasında plasentalarını yutsa da, plasentofaji uygulayan doğum sonrası kadınların ilk belgelenmiş kayıtları 1970'lerde Kuzey Amerika'da ortaya çıkmıştır. Uygulamanın sıklık eğilimleri şu anda bilinmemekle birlikte, plasenta hazırlama hizmetlerine olan talep ve bu hizmetleri sağlama konusunda eğitim alan kişi sayısındaki artış, uygulamanın popülerliğinin ve ilginin arttığını göstermektedir. Bazı araştırmalar, kapsülleme ve tüketim için işlenen insan plasentasında bulunan bir dizi mikro besin ve hormon konsantrasyonlarını tanımlamıştır. Bu çalışmalar, işlenmiş plasentadaki bazı mikro besinlerin önerilen günlük diyet alımlarına mütevazı katkılar yapabileceğini bildirmektedir. Bazı hormon konsantrasyonlarının ise en yaygın olarak önerilen günlük işlenmiş besin alımına dayalı olarak fizyolojik eşiklere ulaşabileceğini belirtmişlerdir. İnsan plasentofajisi ile bağlantılı olduğu iddia edilen annelik faydalarının, dayanakları olan kesin bilimsel kanıtların bulunmaması nedeniyle anne ve bebeklerin zarar görmesi ve bu bilgilerin sosyal medyada, bloglarda ve internet sitelerinde desteklenmesi endişe vericidir. Bu nedenle fayda ve zarar yönünden henüz kanıt temelli bilgi ve uygulamalara oturtulmamış bu popüler uygulamanın sağlık profesyonelleri tarafından göz ardı edilmemesi gereklidir. Postpartum süreçte bu uygulamaya yönelik her bilgi ve uygulama sorgulanmalıdır.

Anahtar Kelimeler : Plesentofaji, Plesenta, Anne, Bebek, İnsan

1. GİRİŞ

İnsan plasentasının tüketimine yönelik nadir tarihsel kaynaklar, insan plesentasının antik çağda bir ilaç olarak kullanımına atıfta bulunmaktadır. Bu tarihsel kaynaklarda insan plesentasının hem erkeklere hem de kadınlara çeşitli rahatsızlıklar için reçete edildiği bildirilmiştir. Ancak bu uygulamalar tipik olarak doğum sonrası annenin kendisi için geçerli değildir (1-3). Maternal plasentofajinin ortaya çıktığını gösterebilecek bir kaynak, tıbbi özellikleri olan maddelerin on altıncı yüzyıldan kalma bir Çin kaydı olan Materia Medica Özeti'dir. Bu metinde insan plasentasının tıbbi kullanımına bir bölüm ayrılmıştır. Bu kaynak "Liuqiu'da bir kadının bebeği olduğunda plasenta yenir" ifadesini içerir (4). Bu, bu bölgedeki annenin plasentayı yiyor

olabileceği anlamına geliyor olsada ek ayrıntısı yoktur. Materia Medica Özeti de şunu belirtmektedir: Başka bir bölge olan Bagui'de erkek çocuğun plasentası annenin ailesi ve akrabaları tarafından özel olarak hazırlanıp yenir. Yine annenin tüketimine katılıp katılmadığı net değildir. Bununla birlikte, plasentanın anne tarafından doğrulanmış tüketimi 1970'lerden günümüze kadar ABD ve Meksika'da uygulamayı destekleyen ve terapötik faydalar talep eden az sayıda ebe ve alternatif sağlık savunucusu müşterileri arasında ara sıra rapor edilmiştir (5-8). Anne plasentofajisi, yalnızca 50 yıl önce insanlarda doğum sonrası bir uygulama olarak neredeyse bilinmemektedir (9) İnsan olmayan plasentalı memelilerin neredeyse tamamı doğum sırasında plasentalarını yutsa da, plasentofaji uygulayan doğum sonrası kadınların ilk belgelenmiş kayıtları 1970'lerde Kuzey Amerika'da ortaya çıkmıştır (3).

Tarihsel olarak kanıtlar, insanların plasentofajiye başvurmadığını göstermiş olsa da (3, 9), bu uygulama son yıllarda Batı toplumlarında artmıştır (6, 9) . Şu anda, web siteleri doğum sonrası plasentofajiyi teşvik etmekte, plasentanın hazırlanmasına yönelik tarifler içermekte ve uygulamanın faydalarını anlatmaktadır. (8, 10). Uygulamanın sıklığı ve sıklık eğilimleri şu anda bilinmemekle birlikte, plasenta hazırlama hizmetlerine olan talep ve bu hizmetleri sağlama konusunda eğitim alan kişi sayısındaki artış, uygulamanın popülerliğinin ve ilginin arttığını göstermektedir. 2007 yılında, bu hazırlama yönteminde eğitim alan uzmanlara yönelik artan talebe yanıt olarak Plasenta Faydaları organizasyonu (PFO) aracılığıyla plasenta kapsülleme sürecinde uzmanları eğitmek için tasarlanmış bir program başlatılmıştır (11).

Plasentofaj uygulayıcıları arasında çok çeşitli farklı tüketim metodları mevcuttur. Doğum sonrası hemen çiğ yenebilmektedir, yemek olarak hazırlanabilmekte veya dehidrasyondan sonra kapsül olarak yutulabilmektedir. Dehidrasyon ve kapsülleme sırasında plasenta dilimlenmeden ve bir gıda kurutucusunun üzerine yerleştirilmeden önce buharda pişirilebilmektedir. Plasenta şeritleri kurutulduktan sonra öğütülebilir ve kolay yutulması için kapsüllere yerleştirilir. Plasenta kapsülleri ham plasentanın dehidrasyonu yoluyla da oluşturulabilmektedir. Bu yöntemde, plasenta, dehidrasyondan önce buharda pişirilmeden veya başka şekilde pişirilmeden dehidre edilir ve daha sonra öğütülür ve kapsüllenir. Bazı kadınlar ise plasentayı doğumdan hemen sonra, çok az hazırlık yaparak veya hiç hazırlık yapmadan almayı tercih ederler. Bu tür bir yutma, çiğ plasentanın tamamının yutulması, plasentanın meyveler ve meyve suları ile karıştırılarak bir içeceğe karıştırılması ve ısırık boyutunda dondurulmuş porsiyonların tüketilmesi dahil olmak üzere çeşitli şekillerde olabilmektedir. Ayrıca plasentayı et yerine geçiren birçok tarif vardır ve bazı kadınlar plasentayı diğer yemeklerin yanı sıra güveçte, tavada kızartmada veya spagetti üzerine sosa karıştırılarak tükettiğin bildirmektedir (12).

İnsan plasentafajisinin savunucuları, plasentanın, doğumdan itibaren yağların, proteinlerin, demirin, hormonların ve diğer besin maddelerinin yenilenmesine ve dengelenmesine yardımcı olmak için hem insanlar hem de hayvanlar tarafından tüketilmek için ideal olduğunu ileri sürmektedir (13). Plasentofajinin savunucuları doğum sonrasında plasentadan alınan besin ve hormonların enerjiyi artırabileceğini, doğum sonrası kanamayı azaltabileceğini, süt üretimini artırabileceğini, uterus involüsyon sürecine katkıda bulunabileceğini, doğum sonrası ruh halini stabilize edebileceğini savunmaktadır (5, 14). Bazı araştırmalar, kapsülleme ve tüketim için işlenen insan plasentasında bulunan bir dizi mikro besin ve hormon konsantrasyonlarını tanımlamıştır. Bu çalışmalar, işlenmiş plasentadaki bazı mikro besinlerin (örneğin demir) önerilen günlük diyet alımlarına mütevazı katkılar yapabileceğini bildirmektedir (15). Bazı

hormon konsantrasyonlarının ise (örneğin progesteron) en yaygın olarak önerilen günlük işlenmiş besin alımına dayalı olarak fizyolojik eşiklere ulaşabileceğini belirtmişlerdir (16).
İnsan plasentofajisi ile bağlantılı olduğu iddia edilen annelik faydalarının, dayanakları olan kesin bilimsel kanıtların bulunmaması nedeniyle zarar görmesi ve bunların yalnızca sosyal medyada, bloglarda ve internet sitelerinde desteklenmesi endişe vericidir (17). Bu kaynaklar anneleri, çocuğa dikey bulaşma yoluyla enfeksiyonlara maruz kalma potansiyeli konusunda uyarmamaktadır. Bu tür bulaşmanın bir örneği, yakın zamanda, ABD'deki Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi'ne göre, B-streptokok ile tekrarlayan enfeksiyonlar geliştiren bir yenidoğan vakasını bildiren bir çalışmayla tanımlanmıştır. Annenin kendi plasentasından hazırlanan kapsülleri alması ile bu bakteriyle enfekte olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma, şu anda Sağlık Profesyonellerinin hastalarını "plasentofajinin faydalarının herhangi bir bilimsel kanıtla desteklenmediği" konusunda bilgilendirmelerinin zorunlu olduğu sonucuna varmaktadır (18). Yakın zamanda yayınlanan başka bir yayında ise, bu uygulamayla ilişkili olası risklerin çeşitli enfeksiyonlar, plasentada bulunan östrojen miktarına bağlı olarakgelişebilecek tromboembolizm ve/veya ağır metallerin ve/veya çevresel toksinlerin birikmesine bağlı zehirlenme olabileceği konusunda uyarmaktadır (19). Patojenlerin varlığına ek olarak plasentada organın selenyum, kadmiyum, cıva ve kurşun gibi ağır metalleri de biriktirebildiğini belirtmek önemlidir; bu metallerin birikiminin kontamine balık tüketiminden veya annenin çevresel toksinlere maruz kalmasından kaynaklandığı gösterilmiştir (20, 21). Bu koşullar altında plasentofaji, hem annede hem de bebekte ağır metallerin varlığı nedeniyle zararlı etkiyi destekleyebilir (22).
Literatürde yakın zamanda yayınlanan ikinci bir vaka çalışmasında da annesi plesenta tüketen, 3 aylık anne sütüyle beslenen,meme tomurcuklanması ve vajinal kanaması olanbir bebek rapor edilmiştir (23). Annesinin plasenta kapsüllerini bırakmasının ardından bebeğin semptomları düzelmiştir. Bu vaka çalışmaları, en düşük kanıt düzeyini temsil ettikleri için dikkatle yorumlanmalıdır. Bununla birlikte, plasentanın kapsüllenmesi ile anne sütüyle beslenen bebekler üzerindeki olası zararlı etkiler arasında potansiyel bir bağlantı olduğunu ortaya koymaktadırlar (24).
Sonuç olarak insan plesentofajisinin anne ve bebek açısından olası fayda ve zararlarının kanıt temelli çalışmalarla ortaya konması gerekmektedir. Bu nedenle fayda ve zarar yönünden henüz kanıt temelli bilgi ve uygulamalara oturtulmamış bu popüler uygulamanın sağlık profesyonelleri tarafından göz ardı edilmemesi gereklidir. Postpartum süreçte bu uygulamaya yönelik her bilgi ve uygulama sorgulanmalıdır.

.

KAYNAKÇA

[1] Bensky D, Gamble A, Zi He Che.(1993). In: Bensky D, Kaptchuk T, eds. Chinese Herbal Medicine: *Materia Medica*, Revised edn. Seattle, WA: Eastland Press, 352-353.
[2] Gélis J. (1996). History of Childbirth: Fertility, Pregnancy, and Birth in Early Modern Europe, New edn. Cambridge, UK: Polity.
[3] Ober WB. (1979). Notes on placentophagy. Bull N Y Acad Med.,55:591-599

[4] Shizhen, L., and L. Xiwen. (2003). Clause 52–29: Renbao [Human placenta]. In Compendium of materia medica: Bencao gangmu. Vol. 6, 1st ed., ed. H. Kaimin and C. Yousheng, 4182–4186. Beijing: Foreign Languages Press.

[5] Selander, J. (2009). The care and keeping of placentas. *Midwifery Today* Summer (90): 35, 67.

[6] Janszen, K.(1980). Meat of life. *Science Digest* Nov/Dec:78–81, 122

[7] Field, M. (1984). Placentophagy. Midwives Chronicle 97 (1162): 375–376

[8] Bastien, A. (2004). Placental rituals, placental medicine. *Midwifery today with international midwife*, (71), 54-55.

[9] Young SM, Benyshek DC.(2010). In search of human placentophagy: a cross-cultural survey of human placenta consumption, disposal practices, and cultural beliefs. *Ecol Food Nutr*, 49: 467-484.

[10] Cremers, G. E., & Low, K. G. (2014). Attitudes toward placentophagy: a brief report. *Health Care for Women International*, *35*(2), 113-119.

[11] Selander, J., Cantor, A., Young, S. M., & Benyshek, D. C. (2013). Human maternal placentophagy: a survey of self-reported motivations and experiences associated with placenta consumption. *Ecology of food and nutrition*, *52*(2), 93-115.

[12] Enning, C. (2007). Placenta: Gift of life. Eugene, OR: Motherbaby Press

[13] Selander, J. (2012). Milk boosters: naturally enhancing a mother's milk supply. *Midwifery today with international midwife*, (101), 7.

[14] Lubell-Snyder, W., & McKinley, T. (2011). Placentophagia: stir-fry, smoothie or raw?. *Midwifery Today with International Midwife*, (100), 21-23.

[15] Young SM, Gryder LK, David WB, Teng Y, Gerstenberger S, Benyshek DC. (2016a). Human placenta processed for encapsulation contains modest concentrations of fourteen trace minerals and elements. *Nutr Res*.,36:872-878.

[16] Young, S. M., Gryder, L. K., Zava, D., Kimball, D. W., & Benyshek, D. C. (2016). Presence and concentration of 17 hormones in human placenta processed for encapsulation and consumption. *Placenta*, *43*, 86-89.

[17] Coyle CW, Hulse KE, Wisner KL, Driscoll KE, Clark CT. (2015). Placentophagy: therapeutic miracle or myth? *Arch Womens Ment Health*.,18:673-80.

[18] Farr, A., Chervenak, F. A., McCullough, L. B., Baergen, R. N., & Grünebaum, A. (2018). Human placentophagy: a review. *American journal of obstetrics and gynecology*, *218*(4), 401-e1.

[19] Hart EH.(2016). Consumption of the Placenta in the Postpartum Period Neonatal Nursing. *JOGNN*. ,45:78-89.

[20] Iyengar GV, Rapp A. (2002). Human placenta as a 'dual' biomarker for monitoring fetal and maternal environment with special reference to potentially toxic trace elements. Part 3: Toxic trace elements in placenta and placenta as a biomarker for these elements. *Sci Total Environ*. , 280:221-38. 50.

[21] Gilman CL, Soon R, Sauvage L, Ralston NV, Berry MJ. (2015). Umbilical cord blood and placental mercury, selenium and selenoprotein expression in relation to maternal fish consumption. *J Trace Elem Med Biol*.,30:17-24

[22] Bosco CB, Díaz EG. (2018). Placentophagy: a controversial trend. *Int J Res Med Sci*,6:1841-6.

[23] Stambough K, Hernandez A, Gunn S, Adeyemi-Fowode O.(2019). Maternal placentophagy as a possible cause of breast budding and vaginal bleeding in a breast-fed 3-monthold infant. *J Pediatr Adolesc Gynecol*. ,32(1):78–79. doi:10.1016/j.jpag.2018.09.005

[24] Hayes, E. H. (2019). Placentophagy, Lotus Birth, and Other Placenta Practices: What Does the Evidence Tell Us?. *The Journal of Perinatal & Neonatal Nursing*, *33*(2), 99-102.

ACİL SERVİSE KARIN AĞRISI İLE BAŞVURAN GEBE HASTALARIN İNFLAMASYON BELİRTEÇLERİ VE KLİNİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Bilge Akdemir*; Uzm. Dr. Bedriye Müge Sönmez*

*Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara, Türkiye

İletişim için: Dr. Bilge Akdemir, e-posta: drbilgeakdemir@hotmail.com

ÖZET

Bu prospektif gözlemsel çalışma, karın ağrısı şikayetiyle acil servise başvuran gebe hastalarda inflamasyon belirteçlerinin ve klinik özelliklerin tanısal değerini incelenmektedir. Araştırma, Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde 15 Ekim 2017 - 15 Ekim 2018 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir ve 18 yaş üzeri 54 gebe hasta ile karın ağrısı olmayan 45 gebe hasta kontrol grubu olarak dahil edilmiştir. Çalışmada, hastaların demografik bilgileri, anamnezleri, fiziksel muayene bulguları, laboratuvar sonuçları ve ultrasonografi bulguları detaylıca incelenmiştir. Genel cerrahi kliniğine yatırılan ve akut batın tanısı konulan hastalar, cerrahi müdahale gerektiren vakalar olarak sınıflandırılmıştır.

Bulgular, akut batın grubundaki hastaların yaş ortancasının 27, gebelik haftası ortancasının ise 18 olduğunu göstermektedir. Yaş ve gebelik haftası ile akut batın arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p > 0.05$). Prokalsitonin ve hemoglobin değerleri açısından akut batın ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0.05$). Ancak, beyaz kan hücresi (WBC), nötrofil sayısı ve oranı akut batın grubunda anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Demografik özellikler ve laboratuvar parametreleri açısından akut batın alt grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Doğum eylemi başlayan hastalarda gebelik haftası diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksektir ($p < 0.05$). Akut batın tanılı hastaların %91,7'sinde tam idrar tetkiki patolojisi saptanmış, ancak akut batın alt grupları arasında bu açıdan fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Sonuç olarak, akut batın durumunda WBC, nötrofil sayısı ve oranı artmaktadır. Bu durum, spesifik bir tanı koymada yeterli olmamakla birlikte, klinisyenleri akut batın olasılığı konusunda uyarıcı niteliktedir. Bu konudaki daha kapsamlı çalışmalar, konu hakkında daha net sonuçlara ulaşılmasına katkıda bulunacaktır.

Anahtar Kelimeler Acil servis, gebelik, akut batın, inlamasyon belirteçleri

ABSTRACT

This prospective observational study investigates the diagnostic value of inflammation markers and clinical characteristics in pregnant patients presenting to the emergency department with complaints of

abdominal pain. The study was conducted at Ankara Numune Education and Research Hospital between October 15, 2017, and October 15, 2018, and included 54 pregnant patients over the age of 18 with abdominal pain and 45 pregnant patients without abdominal pain as a control group. In the study, patients' demographic information, anamnesis, physical examination findings, laboratory results, and ultrasonography findings were examined in detail. Patients who were admitted to the general surgery clinic and diagnosed with acute abdomen were classified as cases requiring surgical intervention.

The findings indicate that the median age of patients in the acute abdomen group was 27, and the median week of pregnancy was 18. No statistically significant association was found between age or gestational week and acute abdomen ($p > 0.05$). No significant difference was found between the acute abdomen and control groups in terms of procalcitonin and hemoglobin values ($p > 0.05$). However, white blood cell (WBC) count, neutrophil count, and ratio were significantly higher in the acute abdomen group ($p < 0.05$). No significant difference was found between the subgroups of acute abdomen in terms of demographic characteristics and laboratory parameters ($p > 0.05$). The week of pregnancy was significantly higher in patients who began labor compared to other groups ($p < 0.05$). Pathology in full urinalysis was detected in 91.7% of patients with a diagnosis of acute abdomen, but no difference was found between the subgroups of acute abdomen in this respect ($p > 0.05$).

In conclusion, WBC, neutrophil count, and ratio increase in cases of acute abdomen. Although this is not sufficient for making a specific diagnosis, it acts as a warning for clinicians regarding the possibility of acute abdomen. More comprehensive studies on this subject will contribute to reaching clearer conclusions.

KEYWORDS: Emergency department, pregnancy, acute abdomen, inflammation markers

GİRİŞ

Gebelerde büyüyen uterusun diğer organların yerini değiştirmesi, normal gebelikte görülen bulantı ve kusmanın karın ağrısına yol açması ve gebelikte non spesifik karın ağrılarının fazla olması akut batın kliniğini maskeleyebilmektedir. Bu nedenle de akut batın tanısı zorlaşmaktadır (Augustin ve ark.,2007). Gebelerde en sık karşılaşılan non travmatik cerrahi patoloji normal popülasyonda da olduğu gibi akut apandisittir (Coleman ve ark.,1997).

Gebelikte birçok akut batın sebebi tanımlanmıştır. Bunlar gebelikle ilişkisiz, gebelerde daha sık, sadece gebelikte ortaya çıkan patolojiler olarak sınıflanabilir(Tablo 1).

Tablo 2. Gebelerde akut batına yol açabilecek patolojiler

Gebelikle İlişkili Olmayan Durumlar	
GİS	Akut apandisit, akut pankreatit, peptik/duedenal ülser komplikasyonu, gastroenterit, hepatit, ileus, bağırsak perforasyonu, herniasyon, meckel divetiküliti, toksik megakolon, dalak rüptürü, pankreas psödokisti
Genitoüriner sistem	Over kist rüptürü, adneks torsiyonu, üreter taşı, renal pelvis rüptürü, üreter obstürksiyonu
Vasküler	Süperior mezenter sendromu/oklüzyonu,
Solunum	Pnömoni, pulmoner emboli
Diğer	İntraperitoneal kanama, travma, akut intermitten porfiri
Gebelikte Daha Sık Çıkan Durumlar	
	Akut pyelonefrit, akut sistit, akut yağlı karaciğer, rektus abdominaliste yırtılma, uterus torsiyonu
Gebelikteki Durumlar	
Erken gebelik dönemi	Ektopik gebelik rüptürü, septik abortus, retrovert uterusa sekonder idrar retansiyonu
Geç gebelik dönemi	Kırmızı myom dejenerasyonu, myom torsiyonu, plasenta dekolmanı, HELPP sendormu, spontan karaciğer rüptürü, spontan uterus rüptürü

Gebelikte görülen ve akut batına neden olan hastalıklar istenmedik komplikasyonların görülmesine neden olabilmektedir (Kilpatrick ve ark., 2018).

Akut batın tablosunda tedavi yaklaşımının birincil amacı istenmedik durumlar yaşanmadan önce müdahale edilmesidir (Kilpatrick ve ark., 2018). Bu duruma ek olarak gebelikteki karın ağrısının fetüse olan etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır. Yapılan seri fizik muayeneler, klinik farkındalık ve sistematik değerlendirme, gereksiz cerrahiyi, travmatik maternal ve fetal kayıpları engelleyebilmektedir (Coleman ve ark.,1997). Tanı ve tedavide gecikme yaşanmasının, maternal ve fetal mortalite ve morbilite insidansını ciddi boyutta etkilediği bildirilmektedir (Parangi ve ark., 2007).

Gebelikte oluşan fizyolojik değişiklikler, fizik muayene farklılıkları, görüntüleme yöntemlerinin kısıtlılıkları nedeniyle ayırıcı tanı yapmak zordur. Doğru ve zamanında tanı konulması konusunda yaşanılabilecek zorluklar maternal ve fetal kayıplar gibi istenmeyen durumların oluşmasına neden olabilir. Yoğun çalışılan acil servislerde doğru ve erken tanı koymak hem hasta prognozuna hem de acil servis işleyişine olumlu katkı sağlayacaktır.

Gebelikte karaciğer fonksiyon testlerinde de değişiklikler olabilmektedir. Alkalen fosfataz artar, albümin azalır, transaminaz ve billüribin seviyesinde değişiklik olmaz (Cormier ve ark., 2006). Gebelik boyunca tüketime bağlı olarak trombosit sayısında azalma ve lökosit sayısında hafif artış meydana gelir (Bacq ve ark., 1996). Doğumdan sonra normal düzeylerine gelirler. Karın ağrısı ile gelen bir gebede bu ağrının obstetrik mi yoksa non-obstetrik mi olduğunu ayırt etmek gerekmektedir. Bu nedenle karın ağrısı

etyolojisinin ayırıcı tanısında acil servis kullanımına uygun, basit ve uygulanabilir objektif testlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada acil servise karın ağrısı şikâyetiyle başvuran gebe hastalardaki inflamasyon belirteçleri ve klinik özelliklerinin tanı koymadaki katkısını belirlemeyi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın birincil verileri; 15.10.2017-15.10.2018 tarihleri arasında Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi acil servisine karın ağrısı sebebiyle başvuran, fizik muayene ile akut batın ön tanısı konan, travma öyküsü ve sepsis ön tanısı olmayan, 18 yaş ve üstü gebe hastalardan elde edildi. Hospitalize edilen hastalar cerrahi gereksinimi var kabul edildi ve cerrahi batın olarak değerlendirildi. Karın ağrısı olmayan, 18 yaş ve üstü sağlıklı gönüllü gebeler ile kontrol grubunu oluşturuldu. Çalışmada uygulanan t-test ve Mann Whitney Testlerine ait yapılan güç analizde, her grup için asgari 44 olgu alınması koşulu ile testin gücü %95,19 olarak tespit edilmiştir.

Hastaların öykü ve fizik muayene özellikleri (ağrının süresi, ağrının şiddeti, eşlik eden bulantı, kusma varlığı vb.), yaş, hemogram (WBC, nötrofil sayı/oran, hemoglobin, platelet (Sysmex Xn-1000 kit ile çalışıldı)) biyokimya [AST, ALT, gama-glutamil transferaz (GGT), direk bilirubin (Roche Cobas c501 kiti ile çalışıldı; ALT,AST 40U/L üzeri anlamlı pozitif,GGT 60U/L üzeri anlamlı pozitif kabul edildi)], prokalsitonin, TİT(eritrosit + lökosit + sonuçlar anlamlı pozitif kabul edildi) sonuçları değerlendirildi. Fizik muayene ve USG sonuçları ile hospitalize edilen hastalar cerrahi gereksinimi olan hasta kabul edildi.

İstatistiksel analizler için SPSS version 25 istatistik paket programı kullanılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlar (ortalama, standart sapma, frekans, minimum-maksimum, yüzdelik) kullanılarak verilerin özetlenmesi yapılmıştır. Sürekli değişkenlerin normallik testleri için Shapiro-Wilk Testi kullanılmıştır. Normalliğin sağlandığı durumda 2 gruplu değişken bağımsız örneklem t-test ile, normalliğin sağlanmadığı durumda ise Mann Whitney Testleri ile ortalamalar arasındaki farkların önemliliği araştırılmıştır. İki gruplu kategorik değişkenler arasındaki bağımsızlık testi için Fisher'in Tam Testi (Fisher's Exact Test) yapılmıştır (Rice, 2006)

Araştırma değişkenlerinden WBC, nötrofil sayısı ve yüzdesinin akut batın olma durumunu belirlemedeki etkinliklerini bulmak amacıyla yapılan ROC Curve Analizleri yapılmıştır (Kuther ve ark., 2004). Yapılan tüm testler için anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır. Araştırmaya 18-44 yaş aralığında, yaş ortalaması 26,79 olan 54'ü akut batın rahatsızlığına sahip, 45'i kontrol grubu olmak üzere toplam 99 denek dahil edilmiştir.

Tablo 2'de akut batın hastaları ile kontrol grubu hastalara ait yaş, gebelik hastası, WBC, nötrofil sayısı ve yüzdesi ile hemoglobin ortalamamaları, standart sapmaları ve ortalamalar arası fark test sonuçları verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, WBC, nötrofil sayısı ve yüzdesi ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark vardır (p değerleri<0,05). Akut batın hastalarına ait WBC, nötrofil sayısı ve yüzdesi ortalamaları kontrol grubu hastalara göre daha yüksektir.

Tablo 2: Akut batın hastaları ile kontrol grubu hastalara ait yaş, gebelik hastası, WBC, nötrofil sayısı ve yüzdesi ile hemoglobin temel istatistikleri ve ortalamalar arası fark test sonuçları.

Değişkenler	Grup	N	Maksimum-Minimum	Medyan	Ortalama	Standart Sapma	p değeri
Yaş	Akut batın	54	18-38	27,00	26,85	5,36	0,7091
	Kontrol	31	18-44	25,00	26,71	5,83	
Gebelik haftası	Akut batın	54	5-39	18,00	19,52	9,25	0,3851
	Kontrol	31	5-39	17,00	18,04	8,87	
WBC	Akut batın	54	6600-20600	12400	12422,22	3354,51	0,000[2]
	Kontrol	31	5700-14300	8900	9193,55	1771,24	
Nötrofil sayısı	Akut batın	54	3600-16700	9450	9444,44	3019,04	0,000[2]
	Kontrol	31	3200-11700	6300	6464,52	1712,80	
Nötrofil (%)	Akut batın	54	54-92	74,00	74,98	8,85	0,002[2]
	Kontrol	31	55-81	70,00	69,19	6,68	
Hemoglobin	Akut batın	54	8,80-15,40	12,00	12,05	1,41	0,681[2]
	Kontrol	31	9,50-14,60	12,50	12,17	1,20	

1 Mann Whitney Test 2 t-test

Akut batın rahatsızlığı olan hastaların platelet, ALT, AST, GGT ve D.Billirubin değerlerine ait temel istatistikler Tablo 3'de, prokalsitonin varlığının akut batın rahatsızlığı ve kontrol grubu sayı ve yüzde dağılımı ile bağımsızlık test sonuçları ve sadece akut batın hastalığına sahip olan hastalara ait kategorik değişkenlere ait sayı ile yüzde dağılımları Tablo 4'de verilmiştir. Elde edilen sonuca göre prokalsitonin varlığı ile akut batın rahatsızlığı arasında anlamlı bir ilişki yoktur (pdeğeri<0,05). İYE tanısının akut batın hastalarında en yüksek oranda olduğu görülmektedir. Hastalarda TİT patolojik bulguya yüksek oranda rastlandığı, tüm hastalarda eritrosit görüldüğü, çoğunda bakteri ve keton görülmediği anlaşılmaktadır.

Tablo 3: Akut batın rahatsızlığı olan hastaların platelet, ALT, AST, GGT ve D.Billirubin değerlerine ait temel istatistikler

Akut batın rahatsızlığı olan hastalar	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
Platelet	54	38000	487000	259648,15	81756,00
ALT	54	5,0	391,0	24,70	53,74
AST	50	9,0	193,0	22,64	26,74
GGT	54	3	143	15,35	21,49
D.Bilirubin	50	0,09	2,36	0,25	0,37

Tablo 4: Prokalsitonin varlığının akut batın rahatsızlığı ve kontrol grubu sayı ve yüzde dağılımı ile bağımsızlık test sonuçları ve sadece akut batın hastalığına sahip olan hastalara ait kategorik değişkenlere ait sayı ile yüzde dağılımları.

		Grup		
		Akut batın	Kontrol	p değeri
Prokalsitonin, sayı (yüzde)	Negatif	53 (98)	44 (97,77)	0,705
	Pozitif	1 (2)	1 (2,23)	
TİT patolojik bulgu, sayı (yüzde)	Evet	44 (91,7)		
	Hayır	4 (8,3)		
Lökosit esteraz, sayı (yüzde)	Evet	13 (65)		
	Hayır	17 (35)		
Eritrosit, sayı (yüzde)	Evet	43 (100)		
Bakteri, sayı (yüzde)	Evet	2 (4,5)		
	Hayır	42 (95,5)		
Keton, sayı (yüzde)	Evet	3 (7,5)		
	Hayır	37 (92,5)		
Ön Tanı, sayı (yüzde)	İYE	18 (33)		
	AGE	3 (5,6)		
	Renal kolik	7 (13)		
	Doğrum eylemi	5 (9,3)		
	Akut batın	8 (14,8)		
	Gebelikle ilgili doğum dışı durumlar	10 (18,5)		
	Diğer	2 (5,6)		

Hastaların akut batın hastalığına sahip olmalarında WBC, nötrofil sayısı ve yüzdesinin etkinliği ve akut batın için kritik değerlerini bulmak amacıyla uygulanan ROC Curve Analizleri sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5: ROC Curve Analizi Sonuçları

Değişken	AUC	p değeri	Kesme Değeri	Duyarlılık	Özgüllük
WBC	0,798	<0,0001	>10300	%70,37	%83,87
Nötrofil sayısı	0,814	<0,0001	>7200	%75,90	%74,20
Nötrofil (%)	0,692	0,0008	>73	%51,85	%83,90

WBC Beyaz Kan Hücre (WBC) Sayısı için Eğri Altında Kalan Alan büyüklüğü (AUC) 0.798 olarak hesaplanmış ve bu alanın anlamlı olduğu ($p < 0.001$) görülmüştür. Optimal kesme değeri >10300 olarak belirlenmiştir. WBC sayısı 10300'den fazla olan kişilerde gerçekten de akut batın görülme oranı olan

duyarlılık %70,37, az olan kişilerde gerçekten de akut batın görülmemesi oranı olan özgüllük %83,87 olarak saptanmıştır.

Nötrofil Sayısı için AUC 0.814 ve anlamlı ($p < 0.001$), optimal kesme değeri ise >7200 olarak bulunmuştur. Nötrofil sayısı 7200'den fazla olan hastalarda gerçekten de akut batın görülme oranı olan duyarlılık oranı %75,90, az olan kişilerde gerçekten de akut batın görülmemesi oranı olan özgüllük %74,2 olarak hesaplanmıştır

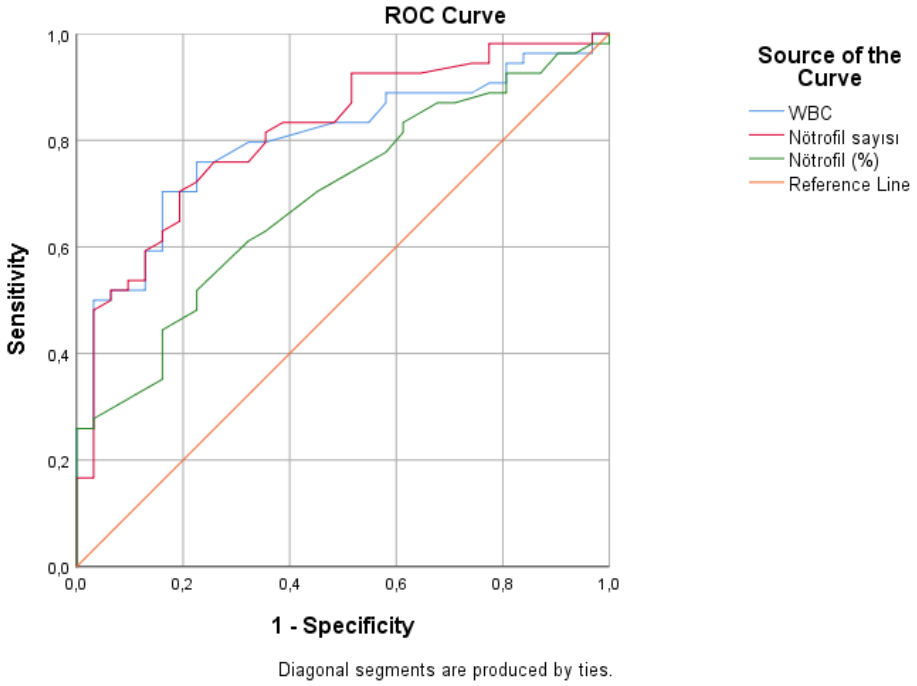
Nötrofil Yüzdesi için AUC 0.692 ve anlamlı ($p<0,05$), optimal kesme değeri ise %73 olarak bulunmuştur. Nötrofil yüzdesi %73'den fazla olan hastalarda gerçekten de akut batın görülme oranı duyarlılık %51,85, az olanlarda ise gerçekten de akut batın görülmemesi oranı olan özgüllük %83.9 olarak bulunmuştur.

Şekil 1'de de görüldüğü gibi akut batın hastalarında WBC, nötrofil sayısı ve yüzdesi değişkenleri arasında en belirleyici olan, AUC alanı en yüksek nötrofil sayısıdır. Sonra WBS ve nötrofil yüzdesi gelmektedir. Nötrofil sayısının duyarlılığı en yüksek, WBS ve nötrofil yüzdesinin ise özgüllüklerinin birbirine yakın ve nötrofil sayısına göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

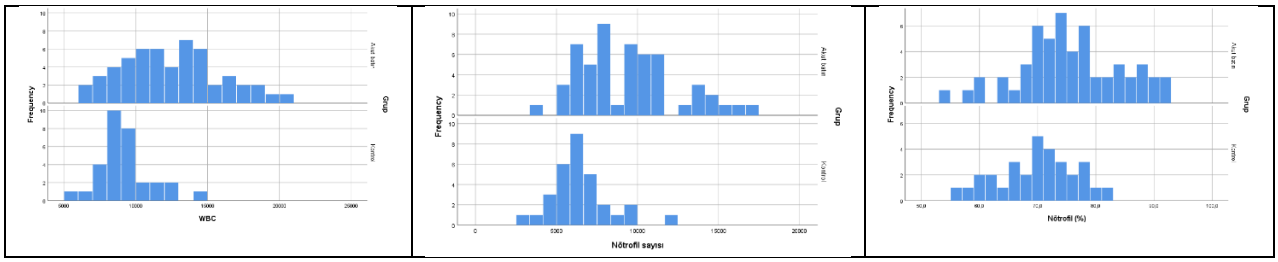
Şekil 2'de WBC, nötrofil sayısı ve yüzdesinin akut batın hastaları ile kontrol grup hastalarındaki dağılım grafikleri verilmiştir. Dağılımlara göre, akut batın hastalarının WBC, nötrofil sayısı ve yüzdesi kontrol grubuna göre daha çok sağa doğru dağılım göstererek daha yüksek değerlerde yer aldıkları görülmektedir.

Bu sonuçlar ışığında, araştırmamızda elde edilen bulgular, akut batın tanısında klinik pratiğe nasıl entegre edilebileceği konusunda önemli ipuçları sunmaktadır. Bu değerlerin kullanımı, hastaların daha hızlı ve doğru bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunabilir ve klinik karar verme süreçlerini destekleyebilir.

Şekil 1: WBC, nötrofil sayısı ve yüzdesi Roc Curve grafikleri.



Şekil 2: WBC, nötrofil sayısı ve yüzdesinin akut batın hastaları ile kontrol grup hastalarındaki dağılım grafikleri.



TARTIŞMA

Gebelikte akut karın, tanı ve tedavi açısından en zorlu durumlardan biri olmaya devam etmektedir. Hamilelik, kadın vücudunun hem anatomik hem de fizyolojik değişikliklere uğradığı, tanıyı zorlaştırabilecek benzersiz bir durumdur. Bu, tedavinin gecikmesine ve anne ve fetus morbidite ve mortalitesinin artmasına neden olabilir. Gebelikte akut karın tanısı ve tedavisi kişiye özel olmalıdır. Gebelikte akut karında erken tanı testi yapılması için iyi bir klinik anlayış şarttır. Maternal ve fetal komplikasyonları azaltmak için en erken zamanda uygun müdahale yapılmalıdır.

Gebelikte akut karın tanısı ve tedavisi kişiye özel olmalıdır. Gebelikte akut karında erken tanı testi yapılması için iyi bir klinik anlayış şarttır. Maternal ve fetal komplikasyonları azaltmak için en erken zamanda uygun müdahale yapılmalıdır.

Gebelik sırasında karın ağrısının değerlendirilmesi, fizyolojik değişiklikler, fizik muayenedeki farklılıklar ve görüntüleme yöntemlerinin kısıtlılıkları nedeniyle zorlayıcı bir süreçtir (Smith ve ark., 2019). Ayırıcı tanı zorlukları, tanı ve tedavi süreçlerinde gecikmelere yol açabilir, bu da istenmeyen komplikasyonlara neden olabilir (Johnson ve ark., 2018). Özellikle yoğun çalışılan acil servis ortamlarında, doğru ve hızlı tanı koymak, hem hastaların prognozunu olumlu yönde etkileyebilir hem de acil servisin genel işleyişini iyileştirebilir (Oredsson ve ark, 2011). Bu bağlamda, karın ağrısının etiyolojisini anlamaya yönelik hızlı ve kolay uygulanabilir objektif testlere duyulan ihtiyaç artmaktadır (Miller ve ark., 2020).

Gebelik sırasında akut batın insidansı literatüre göre yaklaşık olarak 500 olguda bir olarak belirtilmiştir ve en sık rastlanan neden akut apandisittir (Neto ve ark., 2015). Akut apandisit, hem anne hem de fetüs için ciddi riskler taşıyabilir ve gebelikte görülme sıklığı gebe olmayan kadınlara benzerdir (Aras ve ark., 2916). Ancak, gebelik süresince semptomlar ve laboratuvar bulguları tipik olmayabilir, bu da tanı koymayı zorlaştırabilir (Anderson ve Nielsan, 1999). Bu çalışmada, akut batın hastalarında beyaz kan hücre (WBC) düzeylerinin anlamlı olarak yüksek olduğu gözlemlenmiştir). Bu, inflamasyona bağlı olarak kan parametrelerinin etkilenebileceğini göstermektedir (Fornal ve ark., 2014). Ancak, bu parametrelerin yalnızca tanıya katkı sağlayabileceği ve normal değerlerin akut batını dışlamadığı unutulmamalıdır (Guneysu ve Durmus., 2021).

İdrar yolu enfeksiyonları (İYE) tüm gebeliklerin %20'sini etkiler ve ciddi komplikasyonlara neden olabilir (Kalinderi ve ark. 2018). Bu çalışmada, gebe hastaların %33,3'ünde İYE, %13'ünde renal kolik tespit edilmiştir. İYE tanısı konan hastalarda ortalama WBC değerleri 11700, renal kolik tanısı alan hastalarda bu değer 13600 olarak bulunmuştur. İdrar yolu enfeksiyonları ve renal kolik, gebelik sırasında sık rastlanan durumlardır ve bu durumlar doğru tanı ve tedavi ile yönetilebilir (Michelim ve ark. 2016).

Gebelikle ilişkili doğum dışı durumlar ve diğerleri bu çalışmada %23,1 olarak saptanmıştır (Çalışma verisi). Gebelikte vücutta meydana gelen değişiklikler, bazı durumları maskeleyebilir veya semptomları şiddetlendirebilir (Ekşi, 2006). Bu nedenle, gebelerde karın ağrısı ile başvuran hastaların dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir (Cappell ve Friedel, 2003).

Prokalsitonin seviyeleri, bu çalışmada gebelerde akut batın ve enfeksiyon durumlarında anlamlı bir gösterge olarak bulunmamıştır (Çalışma verisi). Bu, prokalsitoninin gebelikteki rolünü daha iyi anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir (Magnongda ve ark. 2019).

Sonuç olarak, gebelik sırasında karın ağrısının değerlendirilmesi karmaşık bir süreçtir ve objektif kan parametreleri, klinik karar verme sürecini destekleyebilir. Bu çalışma, WBC, nötrofil sayısı ve nötrofil yüzdesinin akut batın tanısında potansiyel olarak yararlı olabilecek parametreler olduğunu göstermektedir (Çalışma verisi). Ancak, bu parametrelerin yalnızca tanıya katkı sağlayabileceği ve normal değerlerin akut batını dışlamadığı unutulmamalıdır (Guneysu ve Durmus., 2021). Bu bulgular,

klinik pratiğe entegre edilerek hastaların daha hızlı ve doğru bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunabilir.

SONUÇ

Sağlık sektöründe, çeşitli parametrelerin kullanılması hem hastalıkların tanısında hem de erken tanı koymada büyük önem taşımaktadır. Erken tanı, özellikle maternal ve fetal kayıplar gibi ciddi ve istenmeyen sonuçların önlenmesinde kritik bir rol oynar. Bu çalışma, akut batın durumunun incelenmesi ve bu durumla ilişkili çeşitli parametrelerin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

Çalışmamızda, akut batın durumunun yaş ve gebelik haftası ile herhangi bir ilişkisi olmadığı saptanmıştır. Akut batın hastaları ile kontrol grubu arasında prokalsitonin ve hemoglobin değerleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak, WBC (Beyaz Kan Hücresi), nötrofil sayısı ve oranı akut batın hastalarında daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, akut batın tanısı konmuş hastalarda inflamasyonun arttığını ve vücudun bu duruma yanıt verdiğini göstermektedir.

Akut batın alt grupları arasında yaş, WBC, nötrofil sayısı, nötrofil oranı, hemoglobin, platelet, AST, ALT, GGT ve direk bilirubin düzeyleri açısından herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak, doğum eylemi başlayan hastalarda gebelik haftasının anlamlı derecede yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

TİT (Transabdominal Ultrasonografi) incelemelerinde, akut batın tanılı hastaların %91,7'sinde patoloji saptanmıştır. Akut batın alt grupları arasında TİT'te patoloji varlığı, lökosit esteraz, eritrosit, bakteri ve keton varlığı açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Tablo 6'da verildiği gibi, gebelik haftası ile nötrofil düzeyi arasında pozitif yönde zayıf ve anlamlı bir korelasyon (p değeri<0,05), hemoglobin ve platelet düzeyi ile negatif yönde orta düzeyde anlamlı korelasyonlar saptanmıştır. Bu bulgular, gebelik ilerledikçe nötrofil düzeyinin arttığını, ancak hemoglobin ve platelet düzeylerinin azaldığını göstermektedir.

Tablo 6: Gebelik haftası ile diğer değişkenler arasındaki ilişkiler ve anlamlılık test sonuçları.

	Spearman Rho Korelasyon Katsayısı	P değeri
WBC	-0,017	0,880
Nötrofil sayısı	0,067	0,554
Nötrofil (%)	**0,225**	**0,043**
Hemoglobin	**-0,330**	**0,003**
Platelet	**-0,448**	**0,001**
ALT	-0,004	0,976
AST	-0,083	0,585
GGT	-0,079	0,587
Direk bilirubin	0,021	0,889

Sonuç olarak, bu çalışma, akut batın hastalığına sahip bireylerde WBC, nötrofil sayısı ve oranının arttığını ortaya koymuştur. Bu parametreler, hastada akut batın varlığını düşündürse de, spesifik bir tanı koymada yeterli değildir. Bu nedenle, akut batın şüphesi olan hastaların yakından takip edilmesi, sık fizik muayenelerinin yapılması ve gerektiğinde hastaneye yatırılması önemlidir. Akut batın tanısı ve tedavisi konusunda daha kapsamlı ve çok merkezli çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu tür çalışmalar, bu karmaşık durumun daha iyi anlaşılmasına ve etkili tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR

1. Andersen B, Nielsen TF. Appendicitis in pregnancy: diagnosis, management and complications. Acta Obstet Gynecol Scand. 1999; 78(9):758-62
2. Aras, A., Karaman, E., Pekşen, Ç., Kızıltan, R., & Kotan, M. Ç. (2016). The diagnosis of acute appendicitis in pregnant versus non-pregnant women: A comparative study. Revista da Associação Médica Brasileira, 62, 622-627.
3. Augustin G, Majerovic M. Non-obstetrical acute abdomen during pregnancy. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology. 2007;131(1):4-12.
4. Bacq Y, Zarka O, Brechot J, Mariotte N, Vol S, Tichet J, et al. Liver function tests in normal pregnancy: a prospective study of 103 pregnant women and 103 matched controls. Hepatology. 1996;23(5):1030-4.
5. Cappell, M. S., & Friedel, D. (2003). Abdominal pain during pregnancy. Gastroenterology Clinics, 32(1), 1-58.
6. Coleman MT, Trianfo VA, Rund DA. Nonobstetric emergencies in pregnancy: trauma and surgical conditions. American journal of obstetrics and gynecology. 1997;177(3):497-502.
7. Cormier CM, Canzoneri BJ, Lewis DF, Briery C, Knoepp L, Mailhes JB. Urolithiasis in pregnancy: current diagnosis, treatment, and pregnancy complications. Obstetrical & gynecological survey. 2006;61(11):733-41.
8. Ekşi, Z. (2006). *Gebelikte Anemilerde Semptom Değerlendirmesi Ve Hemoglobin Renk Skalasının (Who Haemoglobin Colour Scale) Kullanımının Etkinliği* (Doctoral dissertation, Marmara Universitesi (Turkey)).
9. Fornal, M., Wizner, B., Cwynar, M., Królczyk, J., Kwater, A., Korbut, R. A., & Grodzicki, T. (2014). Association of red blood cell distribution width, inflammation markers and morphological as well as rheological erythrocyte parameters with target organ damage in hypertension. *Clinical hemorheology and microcirculation*, *56*(4), 325-335.
10. Franca Neto, A. H. D., Amorim, M. M. R. D., & Nóbrega, B. M. S. V. (2015). Acute appendicitis in pregnancy: literature review. Revista da Associação Médica Brasileira, 61, 170-177.
11. Guneysu, F., & Durmus, E. (2021). Predictive role of serum markers in the evaluation of acute abdomen. *Journal of Contemporary Clinical Practice*, *7*(2), 48-55.
12. John Rice, Mathematical Statistics and Data Analysis, International Edition, Cengage Learning, Inc, CA, United States, 2006.
13. Johnson, A., Smith, B., & Taylor, C. (2018). A study on abdominal pain in pregnancy. Journal of Pregnancy and Health, 34(2), 123-130.

14. Kalinderi, K., Delkos, D., Kalinderis, M., Athanasiadis, A., & Kalogiannidis, I. (2018). Urinary tract infection during pregnancy: current concepts on a common multifaceted problem. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, *38*(4), 448-453.

15. Kilpatrick CC. Approach to acute abdominal pain in pregnant and postpartum women. https://www.uptodate.com/contents/approach-to-acute-abdominal-pain-in-pregnant-and-postpartum-women Son erişim tarihi: 28.12.2018.

16. Kutner MH, Nachtsheim JC, Neter J, Li W. Applied Linear Statistical Models. Fifth Edition. Chicago:Mc Graw Hill Irwin Publication; 2004.

17. Mangogna, A., Agostinis, C., Ricci, G., Romano, F. ve Bulla, R. (2019). Gebelikte ve preeklampside prokalsitonine genel bakış. *Klinik ve Deneysel İmmünoloji , 198* (1), 37-46.

18. Michelim, L., Bosi, G. R., & Comparsi, E. (2016). Urinary tract infection in pregnancy: review of clinical management. *J Clin Nephrol Res*, *3*(1), 1030.

19. Miller, E. M., Bates, S. M., & Lee, R. H. (2020). Acute Abdominal Pain in Pregnancy: A Review of Common and Uncommon Causes. Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine, 33(3), 487-497.

20. Oredsson, S., Jonsson, H., Rognes, J., Lind, L., Göransson, K. E., Ehrenberg, A., ... & Farrohknia, N. (2011). A systematic review of triage-related interventions to improve patient flow in emergency departments. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*, *19*(1), 1-9.

21. Parangi S, Levine D, Henry A, Isakovich N, Pories S. Surgical gastrointestinal disorders during pregnancy. The American Journal of Surgery. 2007;193(2):223-32.

22. Peksöz, R., & Bayar, B. (2021). The role of complete blood count parameters in diagnosing acute appendicitis and measuring the severity of inflammation. *Ulusal Travma Ve Acil Cerrahi Dergisi-Turkish Journal Of Trauma & Emergency Surgery*, *27*(6).

23. Smith, J. A., Williams, H., & Jones, C. P. (2019). Inflammatory Markers and Clinical Characteristics in Pregnant Patients with Acute Abdominal Pain: A Prospective Study. Obstetrics and Gynecology, 133(4), 645-652.

THE ROLE OF FAT MASS AND OBESITY-ASSOCIATED (FTO) GENE IN OBESITY

Doç.Dr. Binnur BAĞCI [1]

[1] Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Sivas, Turkey - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1323-3359

ABSTRACT

It is well known that obesity is on the rise in our globe, posing a serious risk to the health of both adults and children. Obesity is strongly associated with syndromic, monogenic, and polygenic genetic variables in addition to environmental influences. The locus first discovered to be associated with adiposity in polygenic obesity is the fat mass and obesity-related protein gene (FTO). Research on the connection between FTO mutations and obesity risk has been done on several fronts. When the FTO gene was first identified, it was thought to be a predictor of body mass index (BMI) and fat mass. Subsequent research revealed the significance of the FTO gene in eating behaviors, appetite and energy balance. Although FTO is highly expressed in skeletal muscles and adipose tissue, it is primarily expressed in the hypothalamic arcurate nucleus area. Elevated expression in Arcurate nucleus, which controls energy balance, suggests a crucial function of FTO in appetite control and energy metabolism. However, it is still unclear how FTO regulates the changes in neuronal activity, either directly through changes in FTO expression or indirectly by affecting the release of messenger molecules and/or hormones from cells. In 2007, it was revealed that the FTO gene encodes Fe(II)/2-OG-dependent demethylase. Subsequent studies determined that the primary substrate of FTO is N6-methyladenosine (m6A) in nuclear RNA. FTO was the first RNA demethylase discovered, and following this discovery, epigenetic modifications of RNA began to receive more attention. FTO demethylates the bases of various types of RNA, including mRNA, snRNA, and tRNA. Several extensive genome-wide association studies (GWAS) have demonstrated a correlation between obesity and variations, specifically in the first intronic region of the FTO gene. Studies have shown that FTO affects food intake, which may be one of the possible mechanisms linking mutations in FTO to an increased risk of obesity. Studies have shown that people with FTO risk alleles had a tendency to eat foods with higher energy content, like protein or fat and lower satiety signals. Obesity prevention studies has been demonstrated that with FTO inhibitors can be used for

targeting FTO. Today, the FTO gene is an important target for obesity risk assessment and treatment.

Keywords: fat mass and obesity-associated gene, FTO, obesity, demethylase

1. GİRİŞ

Aşırı kilo ve obezite, beden kitle indeksi (BKİ) >25 kg/m2 ve >30 kg/m2 olarak tanımlanır ve kardiyovasküler hastalık, tip 2 diyabet ve kanser gibi birçok kronik hastalık riskini arttırmaktadır [1]. Bu nedenle obezite büyük bir uluslararası halk sağlığı tehdidi ve ekonomik yüktür. Sedanter yaşam tarzı, az fiziksel aktivite ve aşırı yeme gibi çevresel faktörler aşırı kilo veya obezitenin önemli sebepleri olsa da, günümüzde genetik faktörlerin BKİ' deki artışın önemli bir bileşeni olduğu bilinmektedir [2]. Obezitenin altında yatan genetik faktörlerin belirlenmesi, enerji dengesinin biyolojisine ilişkin temel bilgilerimize katkıda bulunacağı ve hatta terapötik müdahale için hedeflenebilecek molekülleri ve yolakları aydınlatabilecektir. Obezite genetik açıdan monogenik (tek bir gendeki mutasyonlardan kaynaklanan) ve poligenik (birden fazla genin katkısının bulunduğu) olmak üzere iki temel kategoriye ayrılmaktadır. Yağ kütlesi ve obeziteyle ilişkili gen (FTO), 2007 yılında, insan vücut kütlesi ile tekrarlanabilir şekilde ilişkilendirilen ilk poligenik obezite geni olarak tanımlanmıştır [3].

2. FTO Geni ve Gen Ürünü

2.1.FTO Geni

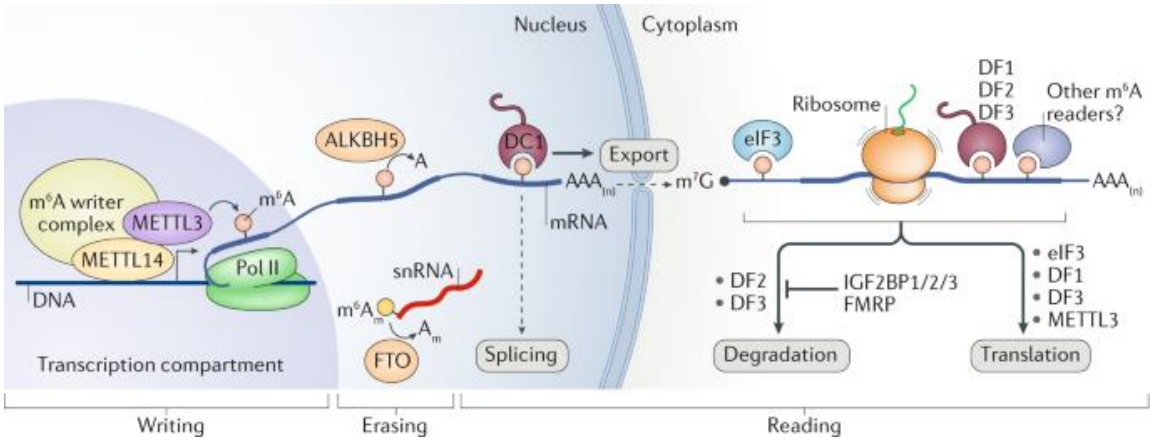
FTO ilk kez 1999'da Fused toes (Ft) mutasyonlu farelerde klonlandı [4]. Başlangıçta FTO'nun programlanmış hücre ölümüyle ilişkili olması bekleniyordu çünkü Ft mutasyonlu heterozigot farelerin ön ayak kısmında sindaktili geliştiği ve timus hiperplazisi gözlemlendi [5]. 2007'de bir genom çapında ilişkilendirme çalışması (GWAS) FTO'yu ilk obezite yatkınlık geni olarak tanımladı ve intron 1 bölgesindeki çoklu SNP'ler BKİ, vücut yağ oranı, bel çevresi, kalça çevresi ve enerji alımı ile güçlü bir şekilde ilişkilendirildi [6,7]. Sonuç olarak gen, yağ kütlesi ve obeziteyle ilişkili gen (FTO) olarak adlandırıldı ve büyük ilgi gördü.

İnsan FTO geni, 9 ekson ve 8 intron içeren, 2-oksoglutarat (2-OG) Fe(II)'ye bağımlı AlkB ailesi dioksijenazı kodlar ve kromozom 16q12.2 üzerinde bulunur. FTO, yağ dokularında ve iskelet kaslarında yaygın olarak eksprese edilir; en yüksek ekspresyon hipotalamusta,arkurat çekirdekte bulunur. Enerji dengesini kontrol eden arkurat çekirdekteki ekspresyon iştah ve enerji metabolizmasının FTO'nun önemli etkisini göstermektedir [7]. Özellikle FTO geninin ilk intronundaki tek nükleotid polimorfizmleri, örneğin rs9930506, BMI'deki değişikliklerle

ilişkilendirilmiştir. Kromozom 16 üzerindeki SNP kümesi, türler arasında yüksek oranda korunan FTO geninin intronik bölgesinde bulunan rs9939609 ve rs9926289'u içerir [8].

2.2.FTO Proteini

FTO geninin ürünü, ilk tanımlanan RNA demetilazdır. Gerken ve ark., 2007 yılında FTO proteininin, tek sarmallı nükleik asitler üzerindeki 1-metiladenin (1-meA), 1-metilguanin (1-meG), 3-metilsitozin (3-meC) ve 3-metiltimini (3-meT) demetile ettiğini bildirdiler [9]. Daha sonra Jia ve ark. nükleer RNA'daki N6-metiladenozinin (m6A) FTO'nun ana substratı olduğunu buldu [10]. FTO, mRNA, snRNA ve tRNA dahil olmak üzere birden fazla RNA türüne bağlanabilir ve mRNA'ları snRNA'ları ve tRNA'ları demetile edebilir [11]. M6A, adeninin altıncı nitrojen atomu üzerindeki metilasyon modifikasyonudur 3'-transle olmayan bölgede (3'-UTR) en yaygın mRNA modifikasyonudur [12]. M6A modifikasyonları, yazarlar (METTL3, METTL14 ve WTAP), silgiler (FTO ve ALKBH5) ve okuyucular (YTH alan ailesi ve IGF2BP'ler) tarafından dinamik düzenlemelere tabi tutulmaktadır. M6A, RNA birleştirme, nükleer üretim, bozunma ve çeviri gibi transkripsiyon sonrası düzenleyici süreçlerde önemli bir rol oynar (Görsel 1.) [13].



Görsel 1. Nukleusta transkripsiyon sonrası mRNA'nın N-6 metil adenozin (m6A) modifikasyonu [14]

3. FTO ve Obezite İlişkisi

FTO rs9939609 (T/A) genotipinin, FTO'nun ve sindirim davranışını düzenleyen ghrelin hormonunun artan ekspresyonuyla bağlantılı olduğu bulunmuştur ve artan ekspresyonu, yoğun gıda (kişi başına daha yüksek kalori sayısına sahip gıdalar) alımının artmasına yol açmaktadır [15]. Sentinelli ve ark. [16] obez İtalyan bireylerle yaptıkları bir çalışmada FTO rs9939609 ve rs9930506 SNP'leri ile BKİ'leri arasında güçlü bir pozitif ilişki bulmuşlardır. Benzer şekilde Scuteri ve ark. [17], rs9930506 GG'nin 4000'den fazla denekte BKİ ve toplam vücut kütlesi ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır.

FTO'nun ilk intronu, insanlarda vücut ağırlığı ve yağlanma ile ilişkili yaygın tek nükleotid polimorfizmlerini içerir. Stratigopoulos ve ark. [18] FTO ve RPGRIP1L'nin (Retinitis Pigmentosa GTPase Regulator-interacting Protein-1-like, FTO'nun transkripsiyonel başlangıç bölgesine yakın konumda bulunan siliyer bir gen), CUX1 transkripsiyon faktörünün P200 ve P110 izoformları tarafından düzenlendiğini keşfetmişlerdir. Bu düzenleme, insanlarda adipoz doku artışı ile ilişkili FTO intronik bölgesi içindeki tek bir AATAAATA düzenleyici bölge aracılığıyla gerçekleşmektedir. Tek nükleotid polimorfizmi rs8050136 (bu düzenleyici bölgede bulunur), P200 ve P110'un bağlanma afinitelerini etkiler. Promoter-prob analizi, P200'ün bu bölgeye bağlanmasının FTO'yu baskıladığını, oysa P110'un bağlanmasının FTO'nun yanı sıra RPGRIP1L minimal promoterlerinden gelen transkripsiyonel aktiviteyi arttırdığını ortaya çıkarmıştır. FTO veya RPGRIP1L 'in azaltılmış ekspresyonu, in vitro N41 fare hipotalamik veya N2a nöroblastoma hücrelerinde leptin reseptörü izoform b trafiğini ve leptin sinyalini etkilediği bulunmuştur. FTO lokusunun insanlarda adipozite ile ilişkisi, rs8050136'daki A/C alellerinin fonksiyonel sonuçlarını yansıtabilir. Obezite riski (A) aleli, FTO ve RPGRIP1L transkripsiyonel aktivatörü P110'a yönelik azalmış afinite göstererek aşağıdaki sonuçlara yol açar: 1) azalmış FTO ve RPGRIP1L mRNA seviyeleri; 2) silyuma yönelik LEPR ekspresyonunun azaltılması; ve sonuç olarak 3) leptine karşı azalmış hücresel yanıt.

4. FTO İnhibitörleri

2012 yılında Yang ve ark. Rhein'in, FTO katalitik bölgesine rekabetçi bir şekilde bağlanabilen insan FTO demetilazının bir inhibitörü olduğunu bildirmiştir [19]. Bu çalışmadan önce Rhein'in yüksek yağlı diyetlerin neden olduğu kilo alımını ve obeziteyi önlediği, hatta tersine çevirdiği düşünülüyordu. Yeşil çayda bulunan bir başka doğal bileşik olan kateşin EGCG'nin, obezite ve anti-adipogenez rolleri oynadığı bulunmuştur [20]. Son zamanlarda Peng ve ark. Entakaponu, ağırlığı azaltma ve kan şekerini düşürme etkisine sahip potansiyel bir FTO inhibitörü olarak tanımlamıştır [21, 22].

KAYNAKÇA

[1] Kopelman, P., Health risks associated with overweight and obesity. Obes. Rev, 8:13–17, 2007.
[2] Wardle, J., Evidence for a strong genetic influence on childhood adiposity despite the force of the obesogenic environment. Am. J. Clin. Nutr.;87:398–404, 2008.
[3] Fawcett, K. A., & Barroso, I., The genetics of obesity: FTO leads the way. Trends in genetics, TIG, 26(6), 266–274, 2010
[4] Peters, T., Ausmeier, K., Rüther, U., Cloning of fatso (fto), a novel gene deleted by the fused toes (ft) mouse mutation. Mamm. Genome, 10, 983–986, 1999.
[5] Van Der Hoeven, F., Schimmang, T., Volkmann, A., Mattei, M., Kyewski, B., Rüther, U., Programmed cell death is affected in the novel mouse mutant fused toes (ft). Development, 120, 2601–2607, 1999.

[6] Dina, C., Meyre, D., Gallina, S., Durand, E., Körner, A., Jacobson, P., Variation in fto contributes to childhood obesity and severe adult obesity. Nat. Genet. 39, 724–726, 2007.
[7] Frayling, T. M., Timpson, N. J., Weedon, M. N., Zeggini, E., Freathy, R. M., Lindgren, C. M., A common variant in the fto gene is associated with body mass index and predisposes to childhood and adult obesity. Science, 316, 889–894, 2007.
[8] Scuteri, A., Sanna, S., Chen, W.M., Uda, M., Albai, G., Strait, J., Genome-wide association Scan shows genetic variants in the FTO gene are associated with obesity-related traits. PLoS Genet, 3(7):e115, 2007.
[9] Gerken, T., Girard, C.A., Tung, Y.C.L., Webby, C.J., Saudek, V., Hewitson, K.S., The obesity-associated FTO gene encodes a 2-oxoglutarate-dependent nucleic acid demethylase. Science, 318(5855):1469–72, 2007.
[10] Jia, G., Fu, Y., Zhao, X., Dai, Q., Zheng, G., Yang, Y., N6- methyladenosine in nuclear rna is a major substrate of the obesity-associated fto. Nat. Chem. Biol. 7, 885–887, 2011
[11] Zhang, X., Wei, L.-H., Wang, Y., Xiao, Y., Liu, J., Zhang, W., Structural insights into fto's catalytic mechanism for the demethylation of multiple rna substrates. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 116, 2919–2924, 2019.
[12] Roundtree, I. A., Evans, M. E., Pan, T., and He, C., Dynamic rna modifications in gene expression regulation. Cell 169, 1187–1200, 2017.
[13] Bartosovic, M., Molares, H. C., Gregorova, P., Hrossova, D., Kudla, G., and Vanacova, S., N6-methyladenosine demethylase fto targets pre-mrnas and regulates alternative splicing and 30-end processing. Nucleic Acids Res. 45, 11356–11370, 2017.
[14] Zaccara, S., Ries, R.J. & Jaffrey, S.R., Reading, writing and erasing mRNA methylation. Nat Rev Mol Cell Biol, 20, 608–624, 2019.
[15] Karra, E., O'Daly, O.G., Choudhury, A.I., Yousseif, A., Millership, S., Neary, M.T., A link between FTO, ghrelin, and impaired brain food-cue responsivity. J Clin Invest, 123(8):3539– 51, 2013.
[16] Sentinelli, F., Incani, M., Coccia, F., Capoccia, D., Cambuli, V.M., Romeo, S., Association of FTO polymorphisms with early age of obesity in obese Italian subjects. Exp Diabetes, 2012:872176, 2012.
[17] Scuteri, A., Sanna, S., Chen, W.M., Uda, M., Albai, G., Strait, J., Genome-wide association scan shows genetic variants in the FTO gene are associated with obesity-related traits. PLoS Genet, 3(7):e8115 2007.
[18] Stratigopoulos, G., LeDuc, C. A., Cremona, M. L., Chung, W. K., & Leibel, R. L., Cut-like homeobox 1 (CUX1) regulates expression of the fat mass and obesity-associated and retinitis pigmentosa GTPase regulator-interacting protein-1-like (RPGRIP1L) genes and coordinates leptin receptor signaling. The Journal of biological chemistry, 286(3), 2155–2170, 2011.
[19] Chen, B., Ye, F., Yu, L., Jia, G., Huang, X., Zhang, X., Development of cell-active n 6-methyladenosine rna demethylase fto inhibitor. J. Am. Chem. Soc. 134, 17963–17971, 2012.
[20] Wu, R., Yao, Y., Jiang, Q., Cai, M., Liu, Q., Wang, Y., Epigallocatechin gallate targets fto and inhibits adipogenesis in an mrnam6 a-ythdf2-dependent manner. Int. J. Obes. 42, 1378–1388, 2018.
[21] Peng, S., Xiao, W., Ju, D., Sun, B., Hou, N., Liu, Q., Identification of entacapone as a chemical inhibitor of fto mediating metabolic regulation through foxo1. Sci. Transl. Med. 11:eaau7116, 2019.
[22] Lan, N., Lu, Y., Zhang, Y., Pu, S., Xi, H., Nie, X., Liu, J., & Yuan, W., FTO - A Common Genetic Basis for Obesity and Cancer. Frontiers in genetics, 11, 559138, 2020

'STUDENT OPINIONS ON LEARNING RADIOLOGICAL ANATOMY COURSE WITH HYBRID EDUCATION IN THE POST-COVID-19 PERIOD'

Erengül BODUÇ

Kafkas University, Faculty of Medicine, Department of Anatomy

ORCID: 0000-0001-8872-1993

The Covid-19 pandemic has affected the whole world and has had significant effects in every field. The acute phase of the disease in the first year of the pandemic and the countless deaths every day have cut off contact and socialization in all areas of life. Since the field of education is also affected by this, all education in the world has become distance education.

An important area that enters the distance education process is health education. During the Covid-19 period, especially the basic course practices at the medical faculty were given as distance education. In addition, the application areas in advanced classes are limited. Especially important surgeries or important procedures have been performed in small numbers due to the density of patients with Covid-19 infection.

Distance education, whose application area has expanded during Covid-19, has actually brought awareness. The fact that theoretical training or missing subjects can be given via distance education. Because even if the covid-19 pandemic is over today, there are still congresses and TV. Distance education has not been abandoned in many areas such as programs. So, can a hybrid education model that also includes distance education be applied in health schools?

In this study, it is aimed to get the answer to this question through student opinions. The applicability of the hybrid education model, contributed by student opinions, can be supported by many different studies and can bring a new perspective to health school education.

Keywords: Anatomy Education, Covid-19, Hybrid Education

Introduction

After the Covid-19 pandemic affected the whole world, education fields had the most important impact after the health problem all over the world (1,2). Distance education, unfortunately, has dealt the most significant blow to applied sciences. Health education has also been one of the areas of education that received this blow (3,4).

In this study, although distance education has its disadvantages, the ability to blend its advantages with hybrid education was investigated. Student opinions on this issue have been decisive for the future of hybrid education .

Materials and Methods

The participants of this study were students of the 'Radiological Anatomy Course' class of Kafkas University Vocational School in the 2023-2024 academic year. The data collection forms used in the research were prepared on the web and their links were sent to the students by e-mail. 50 students (24 female, 26 male) responded to the questions asked. Data collection items were prepared as a 5-point Likert scale (5 = completely agree %, 4 = completely disagree %, 3 = undecided %, 2 = agree %, 1 = disagree %). The answers given by the students were automatically analyzed via the web system and the results were obtained through the software. The frequencies and percentages of the selected answer options were automatically calculated in the system.

Statistical analysis

Anesthesia and paramedic department students were compared according to their answers. Statistical analysis was performed using SPSS 22.0 software program for Windows (IBM SPSS Inc, Armonk, NY). Descriptive statistics for categorical variables were expressed as frequency and percentage values.

Ethical Approval

Ethics committee approval was received for this study from Ethics Committee of Kafkas University Faculty of Medicine, in accordance with the World Medical Association Declaration of Helsinki, with the approval number: 09.11.2023/06

Results

When the answers to the questions are examined, both male and female students want face-to-face education at a high rate (72% female, 71,4% male) . Distance education can be used where lessons cannot be understood or during some natural disasters. But both male and female students largely reject the possibility of using distance education instead of face-to-face education. When we look at the advantages of distance education, the majority of students view this aspect of distance education very positively, as they want the lesson to be recorded (68% female, 64,3% male). If distance education is combined with face-to-face education in order to understand the incomprehensible parts of the lessons and is given as a hybrid education model, there is very positive feedback from the students in this direction. Almost half of male and female students want hybrid education (40% female, 53,6% male).

Discussion

The Covid-19 pandemic has had great effects in our country as well as all over the world. In addition to the serious health problems of the Covid-19 pandemic, its other most important effects have been in the field of health education (5,6,7).

Health education has unfortunately been an area most affected by Covid-19. Application areas and courses in health education remained incomplete during the covid-19 period. For this reason, it is possible to observe the lack of practice among students in the field of applied education in the post-graduate period (8,9,10).

With the Covid-19 pandemic, distance education still remains on the agenda even today (8,9). Today, distance education is still used in many congresses, TV programs and symposiums. In

this context, currently, in the field of education, it is not an exact copy of distance education, but rather integrating and using it in some educational fields (9,10,11,12).

In this study, the integration of distance education into hybrid education was investigated. Student opinions were received in this direction. Considering that student opinions guide education very effectively, it was also thought that it would be effective for the study to be included in the literature.

According to the study results, it is inevitable that students want face-to-face education at a high rate. Especially in applied courses, students do not accept distance education in any way. However, distance education can be used from time to time to repeat lessons and listen to unclear topics again. Because the advantage of registering for distance education and repeating it at any time has made students view hybrid education moderately.

Conclusion

Distance education has found a place to spread all over the world during the covid-19 pandemic period, and technical infrastructure has been developed all over the world in this regard. However, it is a fact that distance education has both advantages and disadvantages. An effective education model can be created when the advantages of distance education are strengthened with hybrid education.

References

1- Adedoyin, O. B., & Soykan, E. (2023). Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities. *Interactive learning environments*, *31*(2), 863-875.

2- Almaghaslah, D., Ghazwani, M., Alsayari, A., & Khaled, A. (2018). Pharmacy students' perceptions towards online learning in a Saudi Pharmacy School. *Saudi pharmaceutical journal*, *26*(5), 617-621.

3- Batubara, B. M. (2021). The Problems of the World of Education in the Middle of the Covid-19 Pandemic. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, *4*(1), 450-457.

4- Borstorff, P. C., & Lowe, S. K. (2007). Student perceptions and opinions toward e-learning in the college environment. *Academy of Educational Leadership Journal*, *11*(2).

5- Hebebci, M. T., Bertiz, Y., & Alan, S. (2020). Investigation of views of students and teachers on distance education practices during the Coronavirus (COVID-19) Pandemic. *International Journal of Technology in Education and Science*, *4*(4), 267-282.

6- Co, M., Cheung, K. Y. C., Cheung, W. S., Fok, H. M., Fong, K. H., Kwok, O. Y., ... & Chu, K. M. (2022). Distance education for anatomy and surgical training–A systematic review. *The Surgeon*, *20*(5), e195-e205.

7- Coman, C., Țîru, L. G., Meseșan-Schmitz, L., Stanciu, C., & Bularca, M. C. (2020). Online teaching and learning in higher education during the coronavirus pandemic: Students' perspective. *Sustainability*, *12*(24), 10367.

8- Sari, T., & Nayır, F. (2020). Challenges in distance education during the (Covid-19) pandemic period. *Qualitative Research in Education*, *9*(3), 328-360.

9- Dost, S., Hossain, A., Shehab, M., Abdelwahed, A., & Al-Nusair, L. (2020). Perceptions of medical students towards online teaching during the COVID-19 pandemic: a national cross-sectional survey of 2721 UK medical students. *BMJ open*, *10*(11), e042378.

10- Ghosh, S. K. (2022). Evolving strategies in whirlwind mode: The changing face of anatomy education during Covid-19 pandemic. *Anatomical Sciences Education*, *15*(6), 1103-1119.

11- Franchi, T. (2020). The impact of the Covid-19 pandemic on current anatomy education and future careers: A student's perspective. *Anatomical sciences education*, *13*(3), 312.

12-Cheng, H., Esmonde-White, C., Kassay, A. D., Wunder, M. L., & Martin, C. (2021). Developing a hybrid four-prong approach to anatomical education during the COVID-19 pandemic. *Medical science educator*, *31*(4), 1529-1535.

Table 1. Percentage values given by the female students to the questions

Female Students N:24	Absolutely Agree %	Agree %	Undecided %	Absolutely Disagree %	Disagree %
1-I understand the anatomy course better with face-to-face education than with distance education.	12	60	12		16
2-I understand the anatomy course better with distance education.		12	16	28	44
3- Distance education may be preferred in order to ask questions about what I do not understand in the anatomy course or to understand the missing topics.		32	16	20	32
4-In order to understand the three-dimensional perception of the anatomy course, cadavers, models, atlases and narrative videos integrated with all these can be given through distance education from time to time.		52	20	4	24
5-I understand anatomy lesson better by listening to it face to face in a classroom environment.	4	64	12		20
6-I have problems connecting to the anatomy course via distance education.	4	36	24	12	24
7- It would be great if the missing application or illustrative elements of the anatomy course were explained via slides in the on-line explanation.		56	28	12	4
8- I would like to listen to the anatomy course both online and face to face, that is, with hybrid education.	4	24	32	8	32
9-Anatomy course can be taught via distance education, there is no need to listen in class.		16	24	20	40
10- The theoretical part of the anatomy course can be supported in the classroom, the practical part can be supported in the application lab with partial cadavers, models and atlases, and a part of it can be supported by distance education (especially visual photographs are frequently used) to contribute to both theory and practice.	12	28	32	4	24
11- I think that both distance and face-to-face anatomy education will contribute greatly to my understanding and understanding of the course.	4	28	40	8	20
12-I like online training because it is recorded. It provides the opportunity to repeat and understand the lesson as many times as I want.	4	68	12	8	8
13- Even if there is a little online education, I cannot be social, I want to come to school and listen to lessons.	4	40	32	8	16

Table 2. Percentage values given by the male students to the questions

Female Students N:26	Absolutely Agree %	Agree %	Undecided %	Absolutely Disagree %	Disagree %
1-I understand the anatomy course better with face-to-face education than with distance education.	7,1	71,4	10,7	3,6	7,1
2-I understand the anatomy course better with distance education.		17,9	28,6	25	28,6
3- Distance education may be preferred in order to ask questions about what I do not understand in the anatomy course or to understand the missing topics.		53,6	17,9	14,3	14,3
4-In order to understand the three-dimensional perception of the anatomy course, cadavers, models, atlases and narrative videos integrated with all these can be given through distance education from time to time.	3,6	50	17,9	10,7	17,9
5-I understand anatomy lesson better by listening to it face to face in a classroom environment.	7,1	78,6	10,7		3,6
6-I have problems connecting to the anatomy course via distance education.		57,1	25	7,1	10,7
7- It would be great if the missing application or illustrative elements of the anatomy course were explained via slides in the on-line explanation.		50	28,6	10,7	10,7
8- I would like to listen to the anatomy course both online and face to face, that is, with hybrid education.	7,1	46,4	21,4	14,3	10,7

9-Anatomy course can be taught via distance education, there is no need to listen in class.		21,4	21,4	21,4	35,7
10- The theoretical part of the anatomy course can be supported in the classroom, the practical part can be supported in the application lab with partial cadavers, models and atlases, and a part of it can be supported by distance education (especially visual photographs are frequently used) to contribute to both theory and practice.	3,6	50	25	17,9	3,6
11- I think that both distance and face-to-face anatomy education will contribute greatly to my understanding and understanding of the course.	7,1	53,6	17,9	14,3	7,1
12-I like online training because it is recorded. It provides the opportunity to repeat and understand the lesson as many times as I want.	3,6	64,3	10,7	14,3	7,1
13- Even if there is a little online education, I cannot be social, I want to come to school and listen to lessons.	10,7	46,4	17,9	3,6	21,4

DENİZ DOĞAL ÜRÜNLERİ-BENZERLİK BAZLI BİLEŞİKLERİN KANSERE KARŞI TARANMASI VE HESAPLAMALI İLAÇ KEŞFİ

Seher BAYRAKTAR[1], Dr. İmren BAYIL[2], Doç. Dr. Tuğba TAŞKIN TOK[3]

[1]Gaziantep Üniversitesi, Fen Fakültesi, -0009-0006-6304-3595

[2]Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri, 0000-0001-8613-6539

[3]Gaziantep Üniversitesi, Fen Fakültesi, -000-0002-0064-8400

ÖZET

Meme kanseri kadınlarda tüm dünyada en sık görülen kanser tipi olarak tanımlanmakta olup, günümüzde kadınlarda ortaya çıkan kanserlerin % 32'si ve kansere bağlı ölümlerin % 18'i meme kanserinden kaynaklanmaktadır.[1] Özellikle son 10 yılda, kodlamayan RNA'ların meme kanseri hücrelerinde karsinojeneze ve ilaç direncine aracılık ettiği ve direnç oluşturarak aracı olarak tanımlanan bazı bitkiler ve deniz organizmaları gibi doğal kaynaklardan elde edilen bileşiklerin, meme kanserinin oluşumunda antikanser , antiviral, antifungal ve antihipertansif aktiviteler göstermektedir.[2] Bu bağlamda antikanser aktiviteye sahip potansiyel bileşikler ile ilaç tasarımı yapılarak, MCF-7 hücre hattı üzerinde ekspresyon seviyesini azaltan deniz ürünleri bileşikleri tespit edilerek, bu bileşiklerin atomik seviyede değerlendirilmesi sonucunda diğer meme kanserinde kullanılan antikanser etkisi olan ilaçların karşılaştırılması yapılabilecektir.

Bizde bu çalışmada; spesifik hedefimiz, Jamil vd. (2022) tarafından *in vitro* yöntemi kullanılarak [3], MCF-7 hücre hattı üzerinde oluşan ekspresyon düzeyi hakkındaki çalışmanın sonuçları dikkate alınarak, deniz ürünlerinden seçilen bileşiklerinin taranması ve bu bileşiklerin hedef reseptör ile ilişkisi moleküler docking (kenetlenme) ve moleküler dinamik simülasyon yöntemleriyle aydınlatılarak, meme kanseri için tanımlanan genlerin ekspresyon seviyesi saptanarak, kansere karşı güçlü ilaçların keşfedilmesi sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler : Meme kanseri, moküler kenetlenme (docking), moleküler dinamik simulasyonu

Kaynaklar

1-Breast cancer screening and early diagnosis. (1989, October). Postgraduate Medicine, 86(5), 175-176. http://doi.org/10.1080/00325481.1989.11704443

2- Akkaya ZY, Dinçer P (2013). Tedavi yaklaşımlarında yeni bir dönem: Kodlamayan RNA'lar ve hastalıklar. MMJ; 26:5-10.

3- Jamil, M., Mustafa, I. S., Ahmed, N. M., & Hamid, S. B. S. (2022). Cytotoxicity evaluation of poly (ethylene) oxide nanofibre in MCF-7 breast cancer cell line. *Biomaterials Advances*, 213178.

İTHAL KÖMÜRLÜ TERMİK SANTRALLERİN STOK BAZLI YAKIT MALİYETİ

Dr. Öğr. Üyesi Ali AJDER[1], Prof. Dr. Selim AY[2]

[1] Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0001-9411-4452

[2] Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0003-0312-9507

ÖZET

Dünyada ve ülkemizde elektrik enerjisinin üretiminde, gerek çevresel kaygılar gerekse yakıt maliyetlerinin artması nedeniyle, son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına (güneş, rüzgâr, jeotermal vb.) yoğun yönelme olsa da fosil yakıtlardan elde edilen elektrik enerjisi toplam elektrik arzı içinde önemli yer tutmaya devam etmektedir. Ülkemizde yerli kömüre (linyit ve taşkömürü) dayalı termik santraller uzun yıllardan beri ulusal enerji üretimine katkı sağlıyordu. 2000'li yılların başından itibaren ithal kömüre dayalı termik santraller de devreye alınmaya başlanmıştır. Yerli ve yurt dışı piyasalardan ortalama 10 yıl vadeli temin edilen kredilerle kurulan termik santraller çoğunlukla ithal kömürlü santrallerden oluşmuştur. Son yıllarda doğal gaz fiyatlarının aşırı yükselmesi ve kuraklık nedeniyle hidrolik santrallerin elektrik üretiminin azalması ithal kömürlü termik santrallerin ulusal enerji üretimindeki payının artmasına yol açmıştır. 2022 yılında ithal kömürlü termik santrallerin ulusal elektrik üretimindeki payı %20'ye çıkmıştır. İthal kömürün fiyatı "USD-$/ton", sözleşme ile belirlenen ocak çıkış fiyatı ile nakliye ve sigorta maliyetinden oluşmaktadır. Bir termik santralin 1 kWh elektrik üretimi için ihtiyaç duyacağı kömür miktarı yakıtın kalorisine (kcal/ton) santralin termik verimine (%) bağlıdır. Termik santraller belirli bir miktar kömürü rezerv (stok) olarak tutmak zorundadır; çünkü çok uzaktaki ocaktan çıkarılan kömürün her gün üretim sırasında santral alanına ulaştırılması (*Just-in-Time "JIT" inventory system*) söz konusu değildir. Stok yapılacak ithal kömürün miktarı santralin kurulu gücü, santralin yüklenme faktörü, kömürün fiyatı, sipariş aralığı, döviz kuru, uluslararası taşımacılık fiyatları, çevresel etkiler gibi bir dizi faktöre bağlıdır. Bu çalışmada bir termik santralde ithal kömüre ait stok maliyeti literatürdeki yöntemler yardımıyla formüle edilmiştir. Gün içinde elektrik üretimine sevk edilen kömürün dinamik maliyeti (USD/ton) ise, günlük ortalama döviz kuru göz önünde bulundurularak, maliyet muhasebesinden bilinen stok değerleme -FIFO ve ağırlıklı ortalamalar- yöntemleri ile ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Baltık Kuru Yük Endeksi, Döviz kuru, FIFO, Toplam stok maliyeti

1. GİRİŞ

Ülkemizdeki 17.5 milyar ton kömür rezervinin 1.3 milyar tonu taş kömürü kalanı linyit rezervlerinden oluşmaktadır. Linyit rezervinin yaklaşık %60'ının kalori değeri 1500 kcal/kg'ın altındadır. Ülkemizdeki linyitlerin ısı değerlerinin düşük olmasının nedenleri arasında nem, kül ve kükürt miktarının yüksek olması sayılabilir. Toplam linyit rezervinin %70'inin nem içeriği %30'dan fazladır. Toplam rezervin %85'inin kül içeriği %20'den yüksek olup, kükürt içeriği %2'den az olan bölüm toplam rezervin ancak %36'sı kadardır. Yerli linyit kaynakları, EÜAŞ tarafından 2004 yılında devreye alınan Çan Termik Santralinde (2×160 MW) olduğu gibi, ancak akışkan yatak teknolojisi ile verimli kullanılabilmektedir. Yerli kömürlü termik santrallerin yerli yakıt nedeniyle fiyat avantajı olmasına rağmen kalorisi düşüktür ve baca gazları aşırı kül, SO, SO_2 içermektedir; baca gazı desülfürizasyon (BGD) üniteleri ile bu olumsuz çevresel etkiler en aza indirilmeye çalışılmaktadır.

Ülkemizde ithal kömürlü ilk termik santral 2003 yılında devreye alınmış (İskenderun Enerji) ve daha sonra Türkiye'nin önemli holdinglerinin yatırımcısı olduğu diğer ithal kömürlü termik santraller faaliyete geçmiştir. Günümüzde faaliyet gösteren 16 adet ithal kömürlü termik santral de özel sektöre aittir; bu santrallerin isimleri ve kurulu güçleri aşağıda belirtilmiştir [1]:

- Zonguldak Eren Termik Santrali (2790 MW)
- Cenal Karabiga Termik Santrali (1320 MW)
- İSKEN Sugözü Termik Santrali (1308 MW)
- İskenderun Atlas Termik Santrali (1260 MW)
- İÇDAŞ Bekirli Termik Santrali (1200 MW)
- İÇDAŞ Biga Termik Santrali (405 MW)
- İzdemir Enerji Aliağa Termik Santrali (370 MW)
- İskenderun Demir Çelik Termik Santrali (239 MW)
- Çolakoğlu 2 Termik Santrali (190 MW)
- Aksa Akrilik Kimya Termik Santrali (145 MW)
- Albayrak Balıkesir Termik Santrali (40 MW)
- Kahramanmaraş Kağıt Termik Santrali (16 MW)
- Kipaş Kağıt Fabrikası Termik Santrali (7.60 MW)
- Karaburun Termik Santrali (1320 MW)

- Adana Hunutlu Termik Santrali (1320 MW)
- Kirazlıdere Termik Santrali (1260 MW)

İthal kömürlü termik santrallerin 2010 yılında toplam üretimdeki payı %7 (14.5 TWh) iken 2022 yılında toplam üretimdeki payı %20 (62.2 TWh) olmuştur. 2022 yılında ithal kömürlü santrallerde yerli kömürlü santrallere göre %25 daha fazla üretim yapılmıştır. Barajlarının su seviyesi kuraklık sonucu düştüğü için hidroelektrik santrallerin üretiminin azalması ve dünyada doğal gaz fiyatlarının yükselmesi, dolayısıyla doğal gaz fiyatlarına göre ithal kömür fiyatlarının ucuz kalması ithal kömürlü santrallerin arz içindeki payının artmasına yol açmıştır.

EPDK verilerine göre 2022 Ağustos ayında ithal kömürlü santrallerin toplam kurulu gücü 9713.8 MW ve ulusal arz içindeki payı %10.35 iken, 2023 Ağustos ayında ithal kömürlü santrallerin toplam kurulu gücü 10373.8 MW ve ulusal arz içindeki payı %10.85 olmuştur [2]

İthal kömür önceki yıllarda ağırlıklı olarak Kolombiya'dan getiriliyordu. Kolombiya'dan bir aya yakın sürede gelen kömür, nakliye sonrasında kırılma işleminden geçirilerek üretime sunuluyordu. Son yıllarda Rusya ithal kömürde tedarikçi olarak birinci sıraya yükselmiştir; 2021 yılında 5.2 milyon ton kömür ithal edildiği halde 2023 yılında bu miktar 11.3 milyon tona yükselmiştir. Bunda Rusya'dan ithal edilen kömürde Rotterdam veya uluslararası piyasalara göre yaklaşık %20 daha düşük USD/ton fiyatının olması rol oynamaktadır.

Termik santrallerde kullanılacak olan ithal kömür, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün 2011/4 sayılı Genelgesi ile Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği [3] gereği şu özellikleri taşımak zorundadır:

- Toplam kükürt oranı (kuru bazda): En çok %1.2
- Alt ısıl değeri (kuru bazda): En az 6400 kcal/kg (~500 tolerans)
- Uçucu madde (kuru bazda): En çok %40:

İthal kömürün (USD/ton) fiyatının kalori (kcal/ton) değerine bölünmesiyle "kömürün ısıl fiyatı" (USD/kcal) bulunmuş olur; bu değer kömürün kalitesi için önemli bir göstergedir.

2. TERMİK SANTRALİN STOK BAZLI İTHAL KÖMÜR MALİYETİ

2.1. Santral için Gerekli Yıllık Kömür Miktarı

Tüm fosil yakıtlı santrallerde olduğu gibi ithal kömürlü santralin "özgül ısı tüketimi (q)" şöyle bulunur:

$$q = \frac{860}{\eta} \quad \ldots(\text{kcal/kWh}) \qquad (1)$$

Burada 860, 1 kWh elektrik enerjisinin kcal olarak eşdeğeridir ve η santralin termik verimidir (%). Özgül ısı tüketimi tamamen santralin termik verimi ile ilgilidir, yakıtın kalori değerinden bağımsızdır. Termik verim ise ortam sıcaklığı ile yakından ilgilidir. Çünkü santraldeki yanma işlemi termodinamik kanunlara bağlıdır. Termik verim santralde kullanılan yakıt türüne ve santral gücüne bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

Santralin yıllık E (kWh/yıl) elektrik enerjisi üretebilmesi için gerekli olan ithal kömür miktarı şöyle hesaplanır:

$$\text{Yıllık ithal kömür miktarı} = \frac{q \times E}{H_u} = \frac{860 \times E}{\eta\, H_u} \quad \ldots(\text{ton/yıl}) \qquad (2)$$

Burada H_u yakıtın kalorisini ifade eden büyüklüktür; H_u "alt ısıl değer", "kalori değeri "veya "kalorifik değer" olarak da bilinir. (1 kcal = 4186.8 J = 1.163×10^{-3} kWh).
Örneğin Sibirya kömürünün kalorisi ortalama 7500 kcal/kg = 7.5×10^{6} kcal/ton değerindedir.

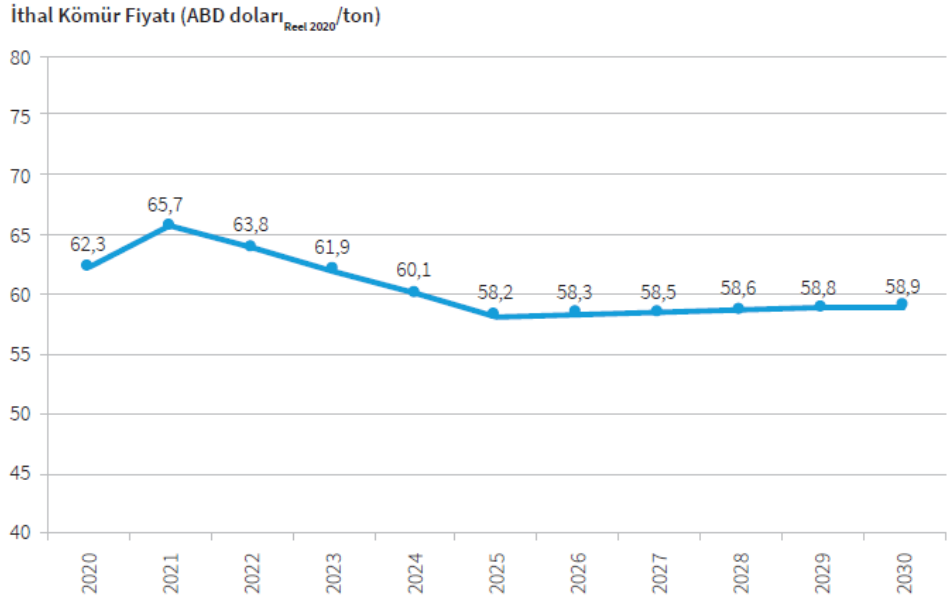
2.2 İthal Kömürün Maliyeti

Ülkemizde yüksek ısıl değerli ithal kömürün fiyatının tahmin edilmesi için baz olarak ICE (*Intercontinental Exchange*) platformunda işlem gören 13 Kasım 2019 tarihli "Rotterdam" kömür vadeli sözleşmeleri dikkate alınmaktadır. Bu platformda, 2020 ve 2021 için işlem gören vadeli sözleşmelerin fiyatları nominal olduğundan, bu fiyatlar reel fiyata dönüştürülerek kullanılmıştır. 2021 yılı sonrasında ise Uluslararası Enerji Ajansı tarafından yayımlanan Dünya Enerji Görünümü 2019 raporunda "Stated Policies" senaryosu altında öngörülen kömür fiyatlarının artış oranı uygulanmaktadır [4].

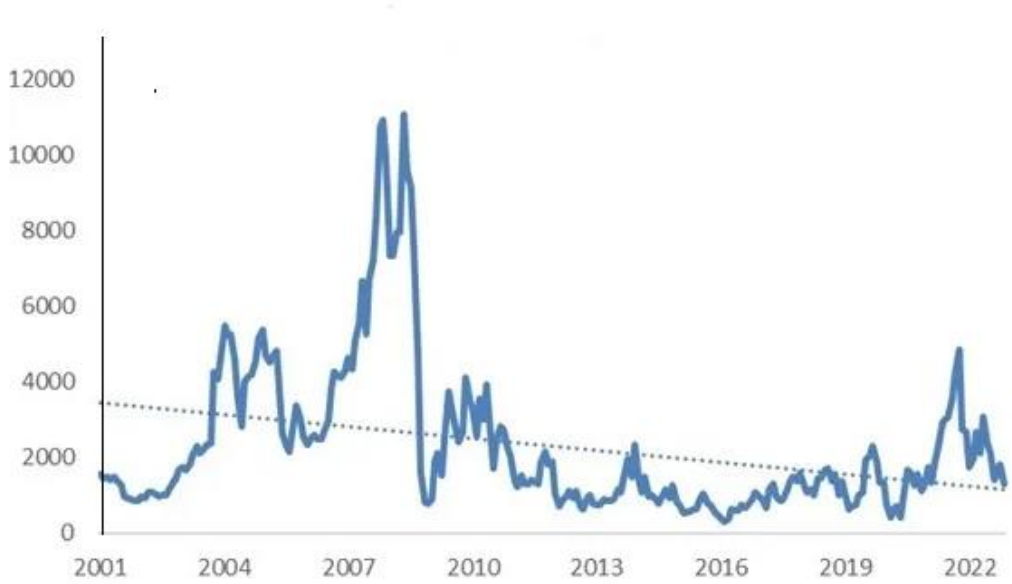
Ülkemizde ithal kömür fiyatları için 03.10.2016 tarihli Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren bir vergi uygulaması bulunmaktadır. Bu düzenlemeye göre, kömürün limana geldiği haftadaki vadeli sözleşme fiyatı baz alınmakta ve bu fiyatın 70 USD/ton seviyesinin altında olması durumunda, aradaki fark vergi olarak alınmaktadır. Bu nedenle, tedarik edilen kömürün fiyatı ne olursa olsun, taban fiyatın 70 USD/ton alınma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu fiyatlara ilave olarak kömürün sigorta ve navlun bedeli için 8 ABD doları/ton ödeneceği varsayılmaktadır. İthal kömür fiyatının 2030 yılında, 58.9 USD/ton değerine düşeceği öngörülmektedir. Tahmin periyodu boyunca belirlenen fiyatlar, 70 USD/ton seviyesinin altında kalmaktadır. Bu nedenle uygulanacak kömür fiyatları, navlun bedeli dâhil 78 USD/ton olarak dikkate alınmaktadır. Yıllara göre ortalama ithal kömür fiyatının değişimi, 70 ABD doları/ton seviyesi ve navlun bedeli dikkate alınmamış haliyle, **Görsel 1.**'de gösterilmiştir [4].

İthal kömürün santrale maliyeti = Ocak çıkışı fiyatı + Navlun + Sigorta maliyeti (3)

şeklinde formüle edilir. Navlun (geminin yük taşıma maliyeti) ile Baltık Kuru Yük Endeksi (*Baltic Dry Index*) (**Görsel 2.**) arasında sıkı bir korelasyon bulunmaktadır.



Görsel 1. Ortalama ithal kömür fiyatının değişimi [4]



Görsel 2. Baltık Kuru Yük Endeksi [Kaynak**:** Refinitiv Datastream, Nov 2022**]**

2.3. Stok Maliyeti

Stokların maliyeti; tüm satın alma maliyetlerini, dönüştürme maliyetlerini ve stokların mevcut durumuna ve konumuna getirilmesi için katlanılan diğer maliyetleri içermektedir [5-7].

İşletmenin stoklarına alınan malların satın alma fiyatı, bu malların elde edilmesiyle ilgili tüm maliyetleri/giderleri kapsamaktadır. Mallar ithal ediliyorsa bunlar için ithalatta ödenen gümrük

vergileri ve diğer vergiler ile nakliye, yükleme-boşaltma maliyetleri gibi bileşenler satın alma maliyetine girer. Ticari iskonto ve diğer indirimler ise satın alma maliyetinin belirlenmesinde indirim olarak dikkate alınır.

Satın alma maliyeti, depoya konulmak üzere alınan ham maddenin maliyeti olup "birim fiyat×miktar" şeklinde bulunur. Dolayısıyla alınan ham madde miktarına (Q) bağlı olarak "stok maliyeti (M_{stok})" artar. İşletme için önemli olan, hem üretimi kesintiye uğratmadan yeterli stok miktarını bulundurmak hem de stok maliyetini minimum yapmaktır.

Literatürde değişik varsayımlar kullanılarak hesaplanan stok maliyeti bağıntıları bulunmaktadır. Bir işletme kendisine en uygun olan varsayımları içeren bağıntıyı kullanarak stok maliyetini hesaplayabilir. İlgili stok maliyeti bağıntısında stok maliyetinin sipariş miktarına göre türevi alınıp sıfıra eşitlenirse ($dM_{stok} / dQ = 0$), buradan "ekonomik sipariş miktarı (Q_{ek}) bulunmuş olur. M_{stok} maliyet fonksiyonunda $Q \rightarrow Q_{ek}$ yazılırsa, işletme için (ekonomik) stok maliyeti de bulunmuş olur.

Sipariş miktarını etkileyen en önemli büyüklük, işletmenin "dönemlik ham madde talebidir (D)". D, ham madde (ithal kömür) talebi yıl bazında tanımlanıyorsa, aylık talep D/12 olur.

$$\text{Siparişler arası süre} = \frac{Q_{ek}}{D} \quad \ldots(\text{ay}) \tag{4}$$

Örneğin aylık fiili iş günü sayısı 24 ise, siparişler arası süre $(Q_{ek}/D)\times 24$ gün olacaktır.

"Temel ekonomik sipariş miktarı modeli" sıkça kullanılmaktadır. Bu modelde siparişler eşit aralıklarla verilir, sipariş edilen ham madde gecikme olmaksızın depoya girer. Bu modele göre dönemlik stok maliyeti şöyle ifade edilir [5-7]:

$$M_{stok} = \frac{M_{si} \times D}{Q} + \frac{M_{el} \times Q}{2} + f \times D \tag{5}$$

Burada f, satın alınan kömürün birim fiyatı, M_{si} sipariş maliyeti, Q sipariş miktarı ve M_{el} elde bulundurma maliyetidir. $dM_{stok} / dQ = 0$ yapılarak ekonomik sipariş miktarı (Q_{ek}) bulunur:

$$Q_{ek} = \sqrt{\frac{2 M_{si} \times D}{M_{el}}} \tag{6}$$

Böylece ekonomik stok maliyeti ($M_{stok,ek}$) şöyle yazılır:

$$M_{stok,ek} = [M_{stok}]_{Q \rightarrow Qek} \tag{7}$$

2.4 Stok Değerleme Yöntemleri

Üretime gönderilen ham madde ile stoklarda kalan ham maddeyi değerlendirmek için seçilen değerleme yöntemi, ham madde maliyetinin -stok maliyeti ile birlikte- elde edilen gelire yansıtılmasını/yüklenmesini sağlar. İşletmelerde stok değerlemesine yönelik mevzuat şöyledir:

- Vergi Usul Kanunu (VUK)
- Türk Ticaret Kanunu (TTK)
- Türkiye Muhasebe Standartları (TMS-2)
- Büyük ve Orta Boy İşletmeler için Finansal Raporlama Standardı (BOBİ FRS)

Vergi Usul Kanunu uyarınca işletmelerde kullanılan stok değerleme yöntemleri şunlardır [6-8]:

FIFO (First-in, first-out= ilk giren, ilk çıkar) yöntemi: Depodan üretime giden malzemenin depoya ilk giren partiden olduğu, dolayısıyla ilk alınan partinin fiyatıyla değerlendirileceği kabul edilir. Ancak malzeme fiyatlarının yükseldiği dönemlerde depodan üretime sevk edilen malzeme ilk (ucuz) fiyatıyla değerlendirileceğinden üretim maliyeti düşük çıkar ve sanal kâr elde edilmiş olur.

Tartılı ortalama yönteminde, dönem başı stok tutarı (DBST) ile bir dönem içinde değişik tarihlerde alınan malzemelerin miktarları (q_1 q_2 q_3…) ile birim fiyatlarının (p_1 p_2 p_3…) çarpımının toplamı, dönem başı stok miktarının (q_0) ile bir dönem içinde alınan toplam malzeme miktarının toplamına bölünerek tartılı ortalama birim fiyat bulunmuş olur:

$$\text{Ortalama birim fiyat} = \frac{DBST + p_1 \times q_1 + p_2 \times q_2 + p_3 \times q_3 + ...}{q_0 + q_1 + q_2 + q_3 + ...} \quad (8)$$

Hareketli ortalama yönteminde, Hareketli ortalama yöntemi, her yeni mal alımından sonra o anda mevcut stoklar için yeni bir ağırlıklı ortalama maliyetin hesaplanmasına dayanır. Değişik fiyatlı mal satın alındığında, stokta bulunan malların toplam maliyet, toplam mal miktarına bölünerek ortalama birim maliyet hesaplanır. Bir sonraki mal alımına kadar satılan veya üretime sevk edilen mallar, hesaplanmış olan bu ortalama maliyet ile değerlenir. Bu yöntemde dönem sonu stoku en son hesaplanan ortalama maliyet ile değerlenir. Bu değerleme yöntemi kısa vadede fiyat hareketlerinin stok değeri üzerindeki etkisini en aza indirmeyi hedeflemektedir [8].

"LIFO (Last-in, first-out= son giren, ilk çıkar)" yöntemi: dünyada kullanılan bir başka stok değerleme yöntemidir, ancak günümüzde ülkemizde kullanılmamaktadır. FIFO'nun tersi olan bu yöntemde, depodan üretime giden malzemenin depoya son giren partiden olduğu, dolayısıyla son alınan partinin fiyatıyla değerlendirileceği kabul edilir. LIFO yöntemi yüksek

enflasyon dönemlerinde sanal kârların oluşmasını önlediği için işletmeler tarafından tercih edilmektedir. LIFO yöntemi 1996 yılından itibaren ülkemizde de uygulanmaya başlamış, ancak daha sonra yapılan yasal düzenleme (2004) ile mevzuatımızdan çıkarılmıştır [6-8].

3. SAYISAL UYGULAMA

İthal kömürlü bir santralde değişik tarihlerde envanter ve üretim için sevk edilen kömür miktarları **Çizelge 1**'de gösterilmiştir. Santrale Mart ayı içinde teslim edilen kömürün maliyeti USD/ton bazında sabittir. Ancak dalgalı kur modeli (*Free float Exchange model*) nedeniyle kömürün "ulusal para birimi/ton (UPB/ton)" maliyeti sabit değildir. Herhangi bir "t" tarihinde santralde üretime sevk edilen kömürün maliyeti (UPB/ton), $(USD/UPB)_t$ paritesine bağlıdır:

$$\text{Kömür maliyeti (UPB/ton)}_t = \text{Kömürün satın alma maliyeti (USD/ton)} \times (USD/UPB)_t \quad (9)$$

Çizelge 1. Santralin envanterindeki ve üretime sevk edilen kömürdeki maliyet hareketleri

Tarih	Açıklama	Birim fiyat (UPB/ton)	Miktar (ton)
1 Mart	Şubat ayından devreden stok	8,000	70,000
5 Mart	Yeni alım	6,500	30,000
8 Mart	Üretime sevk		70,000
12 Mart	Yeni alım	7,000	80,000
20 Mart	Üretime sevk		20,000
25 Mart	Yeni alım	8,500	40,000

FIFO yöntemine göre üretime sevk edilen kömür maliyeti, depoya ilk giren partiden başlayarak üretime sevk yapıldığı kabulüne dayandığından, 8 Mart ve 20 Mart günleri üretime sevk edilen kömürün maliyeti, sırasıyla

$70{,}000 \times 8{,}000 = 5.6 \times 10^8$ UPB ve $20{,}000 \times 6{,}500 = 1.3 \times 10^8$ UPB bulunur.

FIFO yöntemine göre, 8 Mart günü sevk edilenlerin Şubattan devreden stoktan karşılandığı, 20 Mart günü sevk edilenlerin ise 5 Mart günü alınanlardan karşılandığı kabul edilmektedir.

Üretime sevk edilen kömürün toplam tutarı $5.6 \times 10^8 + 1.3 \times 10^8 = 6.9 \times 10^8$ UPB

Tartılı ortalama yöntemini **Çizelge 1.**'deki örneğe uygularsak;

$$\text{Mart dönemine ait ortalama fiyat} = \frac{8 \times 700 + 6.5 \times 300 + 7 \times 800 + 8.5 \times 400}{700 + 300 + 800 + 400} = 7.52 \text{ bin UPB/ton}$$

8 Mart günü üretime sevk edilen kömürün maliyeti = $70{,}000 \times 7{,}520 = 5.264 \times 10^8$ UPB

20 Mart günü üretime sevk edilen kömürün maliyeti = $20{,}000 \times 7{,}520 = 1.504 \times 10^8$ UPB

Hareketli ortalama yöntemini **Çizelge 1.**'deki örneğe uygularsak;

$$\text{8 Mart günü ortalama birim fiyat} = \frac{8 \times 700 + 6.5 \times 300}{700 + 300} = 7.55 \text{ bin UPB/ton}$$

8 Mart günü üretime sevk edilen kömürün maliyeti= 70,000×7,550 = 5.285×10^8 UPB

12 Mart günü yeni alım yapıldığından yeni birim fiyat hesaplanmalıdır:

$$\frac{7.55\times(700+300-700)+7\times800}{300+800}=7.15\,\text{bin UPB/ton}$$

20 Mart günü üretime sevk edilen kömürün maliyeti = 20,000×7,150 = 1.43×10^8 UPB

25 Mart günü yeni alım yapıldığından yeni birim fiyat hesaplanmalıdır:

$$\frac{7.15\times(700+300-700+800-200)+8.5\times400}{900+400}=8.66\ \text{bin UPB/ton}$$

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Elektrik enerjisinin üretilmesi için gerekli olan ithal kömürün miktarı ile birim fiyatı çarpıldığında "santralin yakıt (değişken) maliyeti" hesaplanmış olur. Santralin işletmesi sırasında kullanılan yağ ve soğutma suyu maliyetleri kömürün maliyeti yanında çok küçüktür. Kömürün üretime sevk edildiği andaki UPB/ton maliyetinin değeri, döviz kuruna ve seçilen stok değerleme yöntemine bağlıdır; bu da santralin UPB/MWh üretim maliyetini belirler.

KAYNAKÇA

[1] Enerji Atlası, Kömür ve Linyit Yakıtlı Termik Santraller. https://enerjiatlasi.com/komur (Erişim tarihi: 15.11.2023)

[2] EPDK Elektrik Piyasası Sektör Raporu, Ağustos 2023. https://epdk.gov.tr/detay/içerik/3-0-167/resmi-istatistikler (Erişim tarihi: 15.11.2023)

[3] Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, RG: 03.07.2009/27277.

[4] 2030 Yılına Doğru Türkiye'nin Optimum Elektrik Üretim Kapasitesi, SHURA Enerji Dönüşüm Merkezi, 2020. https://shura.org.tr/2030-yilina-dogru-turkiyenin-optimum-elektrik-uretim-kapasitesi/ (Erişim tarihi: 15.11.2023)

[5] Gürdal, K., Stoklar Standardı Uygulama Rehberi, TESMER, 2007.

[6] Kaya, N., Stok Yönetimi, İKSAD, 2020.

[7] Öztürk, A., Yöneylem Araştırması, 17. Baskı, Ekin Kitabevi, 2021.

[8] Ay, S., Mühendislikte Ekonomik Analiz, Birsen Yayınevi, 2021.

YENİLENEBİLİR ENERJİYE DAYALI TÜRKİYE ELEKTRİK KURULU GÜCÜNÜN ENDEKS SAYILARI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Ali AJDER[1], Prof. Dr. Selim AY[2]

[1] Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0001-9411-4452

[2] Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0003-0312-9507

ÖZET

Yenilenebilir enerji kaynağı doğada sürekli var olabilen ve sürdürülebilir olan enerji kaynağı olarak tanımlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli yararları, fosil yakıtların zararlı emisyonlarını (CO_2, SO_2) azaltarak çevrenin korunmasına yardımcı olmaları ve fosil yakıtlar için dışa olan bağımlılığın azalmasına katkıda bulunmalarıdır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları için rezerv tükenme riski de bulunmamaktadır; örneğin güneş, su, rüzgâr ve dalga hiç tükenmeyen birincil kaynaklardır. Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynakları son yıllarda gittikçe artan oranlarda elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının 2023 yılında %40 ve 2028 yılında %50 olması hedeflenmektedir. Yıllar içinde yenilenebilir kaynak türüne göre birim yatırım tutarları (TL/MW) ve yenilenebilir santrallerin kurulu güç (MW) değerleri doğal olarak değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada ulusal enflasyon analizlerinde sıklıkla kullanılan "endeks sayıları (Laspeyres, Paasche, Fisher, Bowley endeksleri)" yardımıyla yenilenebilir enerji santrallerinin gerek fiyat gerekse miktar bakımından gelişim trendi değerlendirilmiştir. 2020 yılı baz yıl ve 2022 yılı cari yıl kabul edilerek, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun (EPDK) belirlediği birim yatırım tutarları ve yenilenebilir enerji santralleri kurulu güç istatistikleri yardımıyla yenilenebilir enerji santrallerine ait endeksler ortaya konulmuştur. Yenilenebilir enerji santrallerine ait; "fiyat endeksi" yurt içi üretici fiyatları endeksi (Yİ-ÜFE) ile karşılaştırıldığında, "miktar endeksi" de nüfus artış hızı ve kurulu güç artış hızı ile karşılaştırıldığında gerek fiyat endeksinin gerekse miktar endeksinin reel değerleri gözlenebilmektedir. Söz konusu reel değerler, yenilenebilir enerji santralleri için açıklanan nominal değerlerden farklı olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Endeks sayıları, Enflasyon, EPDK, Kurulu güç, Nüfus artış hızı

1. GİRİŞ

Günümüzde elektrik enerjisi talebinin yüksek olduğu ülkeler, fosil yakıtların (petrol, kömür, doğal gaz) gerek çevresel etkilerini gerekse birim maliyetlerindeki artışları göz önünde bulundurarak yeni enerji yatırımlarını yenilenebilir enerji santrallerine yoğunlaştırmaktadırlar. Son yıllarda ülkemizde de yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretimi hem kurulu güç hem de üretilen elektrik enerjisi bakımından önemli gelişmeler göstermiştir. Bu çerçevede yayımlanan ulusal yönetmelikler şunlardır [1]:

- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik
- Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretim Tesisleri Hakkında Yönetmelik
- Rüzgâr Kaynağına Dayalı Elektrik Üretimi Başvurularının Teknik Değerlendirmesi Hakkında Yönetmelik
- Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretimi Başvurularının Teknik Değerlendirmesi Hakkında Yönetmelik
- Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği
- Yerli Aksam Yönetmeliği
- Rüzgâr veya Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi Kurmak Üzere Yapılan Önlisans Başvurularına İlişkin Yarışma Yönetmeliği
- Elektrik Enerjisi Üretimine Yönelik Jeotermal Kaynak Alanlarının Kullanımına Dair Yönetmelik
- Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Rüzgâr Gücü İzleme ve Tahmin Merkezine Bağlanması Hakkında Yönetmelik
- Biyokütle Enerjisine Dayalı Elektrik Üretimi Başvurularının Teknik Değerlendirmesine Dair Yönetmelik
- Elektrik Piyasasında Depolama Faaliyetleri Yönetmeliği

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın verilerine göre, 2022 yılında ulusal elektrik üretiminin %20.3'ü hidrolik enerjiden, %10.6'sı rüzgârdan, %5.1'i güneşten ve %3.4'ü jeotermal enerjiden elde edilmiştir. 2023 Eylül ayı sonu itibariyle yenilenebilir enerjiye dayalı toplam kurulu gücün %29.9'u su (HES), %11'i rüzgâr, %10.3'ü güneş, %1.6'sı jeotermal ve %2.6'sı diğer (biyokütle ve atık) santrallerine aittir. Santral sayısı bakımından ise 753 HES, 363 rüzgâr, 10479 güneş, 63 jeotermal ve 493 diğer (biyokütle ve atık) santrali bulunmaktadır.

On İkinci Kalkınma Planı (2023-2028) yenilenebilir enerji kullanımına ait şu hedefleri ortaya koymaktadır [2]:

- 2053 yılı net sıfır emisyon hedefi kapsamında artan elektrifikasyonun daha temiz kaynaklarla karşılanması amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretim miktarı artırılacak ve şebekeye entegrasyonu sağlanacaktır.
- Yerli aksam yükümlülüğü olan yeni Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) ihaleleri yapılacak, deniz üstü YEKA proje geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülecektir.
- Meskenlerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasına yönelik potansiyel belirlenecek, fayda-maliyet etkinliğini de içerecek şekilde atılacak adımların tespit edilmesine yönelik yol haritası oluşturulacak ve uygulamaya geçilecektir.
- Elektrik şebekesinin potansiyel yenilenebilir kaynak alanları ile yenilenebilir enerji ve elektrikli araçların gelişim hızı da dikkate alınarak geliştirilmesine yönelik planlama ve yatırım çalışmaları yürütülecektir.
- Kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilecek elektriğin maliyet etkin ve yüksek verimlilik sağlanması ve en doğru şekilde tahmin edilebilmesine yönelik kurumsal kapasite geliştirilecektir.
- Kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlana üretimin şebeke üzerinde oluşturduğu olumsuz etkileri azaltması amacıyla elektrik şebekelerinin esnekliği artırılacaktır.
- Pompaj depolamalı HES'ler de dahil olmak üzere enerji depolama sistemleri tesis edilecektir.
- 2022 yılında 11396 MW olan rüzgâr kurulu gücünün 2028 yılında 18000 MW olması planlanmaktadır.
- 2022 yılında 9425 MW olan güneş kurulu gücünün 2028 yılında 30000 MW olması planlanmaktadır.
- 2023 yılında 0 MW olan batarya depolama gücünün 2028 yılında 5000 MW olması planlanmaktadır.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK); elektrik üretim faaliyeti için yapılan önlisans ve üretim lisansı başvurularında sağlanması gereken sermaye yükümlülüğünün hesaplanması ile Kuruma sunulacak teminat tutarlarının belirlenmesinde kaynak (hidrolik, rüzgâr, jeotermal, biyokütle, güneş, proses atık ısısı) bazındaki toplam birim yatırım tutarlarını (TL/MW) her yıl belirlemektedir. 2020 yılı baz yıl ve 2022 yılı cari yıl olarak kabul edildiğinde, bu yıllara ait

yenilenebilir enerji kurulu güç değerleri de istatistiksel olarak bilindiğine göre endeks sayıları yardımıyla "yenilenebilir enerji kurulu güç endeks değerleri" formüle edilmiştir.

2. ENDEKS SAYILARI

Piyasadaki tüm malların ve hizmetlerin fiyat artışlarının aritmetik ortalamasını alarak enflasyonu hesaplamak doğru yaklaşım olmaz. Çünkü her mal ve hizmetin günlük yaşamdaki kullanım oranı (ağırlığı, weight), başka deyişle önem derecesi farklıdır. Bu nedenle enflasyon ölçümlerinde "fiyat endeksleri" kullanılır. Enflasyonu ölçmek için seçilecek mal ve hizmet sepetindeki fiyatların ölçülmesi gerekir. Bunun için öncelikle sepetteki ürünlerin sayısı, türleri ve sepet içindeki ağırlıkları (payları) belirlenir. Endeks sayıları mikroekonomik ve makroekonomik analizlerde sıkça kullanılır. Çünkü farklı birim ve miktarlardaki ürünlerden oluşan mal ve hizmet sepetindeki baz yıl ve cari yıl arasındaki fiyat değişimleri ancak endeks kavramı kullanılarak ölçülebilir. Bir baz yıl seçilir, baz yıldaki fiyatlar ile cari yıldaki fiyatlar sepetteki ürün ağırlıkları da dikkate alınarak oranlanır. Örneğin "Laspeyres fiyat endeksi" baz yıl "0" indisi ile ve cari yıl "1" indisi ile gösterilerek şöyle hesaplanır [3-5]:

$$\text{Laspeyres (L) fiyat endeksi} = \frac{\sum p_1 \times q_0}{\sum p_0 \times q_0} \times 100 \quad (1)$$

Burada p fiyatları q miktarları göstermektedir. Fiyat endeksleri baz yıl ve cari yıldaki fiyat değişimlerini ölçmektedir; görüldüğü gibi pay'da ve payda'da ürünlerin miktarları aynıdır (q_0), ancak fiyatları farklıdır (p_0 ve p_1). Endeks modelleri arasında Laspeyres endeksinden başka endeksler de bulunmaktadır. Örneğin,

$$\text{Paasche (P) fiyat endeksi} = \frac{\sum p_1 \times q_1}{\sum p_0 \times q_1} \times 100 \quad (2)$$

Ayrıca literatürde şu endeksler de yer almaktadır:

$$\text{Fisher (F) endeksi} = \sqrt{\text{Laspeyres endeksi} \times \text{Paasche endeksi}} \quad (3)$$

$$\text{Bowley (B) endeksi} = \frac{\text{Laspeyresendeksi} + \text{Paascheendeksi}}{2} \quad (4)$$

Fiyat endeksleri gibi "miktar endeksleri" de vardır [3-5]:

$$\text{Laspeyres (L) miktar endeksi} = \frac{\sum p_0 \times q_1}{\sum p_0 \times q_0} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{Paasche (P) miktar endeksi} = \frac{\sum p_1 \times q_1}{\sum p_1 \times q_0} \times 100 \quad (6)$$

Miktar endeksleri baz yıl ve cari yıl arasındaki miktar değişimlerini ölçmektedir.

YEKG fiyat endeksinin Yİ-ÜFE endeksinden arındırılmış reel oranı

$$\left(\frac{\text{YEKG fiyat endeksi}}{\text{Yİ−ÜFE endeksi}} - 1\right) \times 100 \quad (7)$$

YEKG miktar endeksinin nüfus artış hızından arındırılmış değeri

$$\left(\frac{\text{YEKG miktar endeksi}}{1+\text{Nüfus artış hızı}}\right) \quad (8)$$

veya YEKG miktar endeksinin ulusal kurulu güç artış hızından arındırılmış değeri

$$\left(\frac{\text{YEKG miktar endeksi}}{1+\text{Ulusal kurulu güç artış hızı}}\right) \quad (9)$$

olarak hesap edilebilir.

3. SAYISAL UYGULAMA

Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç (YEKG) fiyat endeksi ve miktar endeksi baz yıl (2020) ve cari yıl (2022) verileri esas alınarak hesaplanmıştır. Endekslerdeki p_0 ve q_0 sırasıyla 2020 yılındaki fiyatlara (TL/MW) ve miktarlara (MW), p_1 ve q_1 sırasıyla 2022 yılındaki fiyatlara (TL/MW) ve miktarlara (MW) karşılık düşmektedir. (p_i ve q_i ; i→1,2,3,4).

Çizelge 1. 2020 yılı kaynak bazında toplam birim yatırım tutarları [6]

i, Kaynak türü	Toplam birim yatırım tutarı (TL/MW)
1, Hidrolik	2×10^6
2, Rüzgâr	2.5×10^6
3, Güneş	3×10^6
4, Jeotermal	2.1×10^6

Çizelge 2. 2022 yılı kaynak bazında toplam birim yatırım tutarları [7]

i, Kaynak türü	Toplam birim yatırım tutarı (TL/MW)
1, Hidrolik	9.3×10^6
2, Rüzgâr	9.3×10^6
3, Güneş	6.5×10^6
4, Jeotermal	13×10^6

Çizelge 3. Yenilenebilir enerjiye dayalı kurulu güç değerleri (2020-2022) [8]

Yıl	Hidrolik (MW)	Rüzgâr (MW)	Güneş (MW)	Jeotermal (MW)	Top. kurulu güç (MW)
2020	30983.9	8832.4	6667.4	1613.2	95890.6
2021	31492.6	10607.0	7815.6	1676.2	99819.6
2022	31571.5	11396.2	9425.4	1691.3	103809.3

Çizelge 4. Hesaplanan Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç (YEKG) endeksleri

Endeks tanımı	Laspeyres	Paasche	Fisher	Bowley
YEKG fiyat endeksi	485.9	389.0	434.8	422.5
YEKG miktar endeksi	115	111	113	113

Ülkemizde Yurt içi Üretici Fiyatları Endeksi (Yİ-ÜFE); 2020 yılında %25.15, 2021 yılında %79.89 ve 2022 yılında %97.72 olarak gerçekleşmiştir [9].

Ülkemizde nüfus artış hızı; 2020 yılında %0.55, 2021 yılında %1.27 ve 2022 yılında %0.71 olarak gerçekleşmiştir [10].

YEKG fiyat endeksinin (L) Yİ-ÜFE endeksinden arındırılmış reel oranı = %23.5

YEKG fiyat endeksinin (P) Yİ-ÜFE endeksinden arındırılmış reel oranı = −%1.1

YEKG miktar endeksinin (L) nüfus artış hızından arındırılmış değeri = 112.7

YEKG miktar endeksinin (P) nüfus artış hızından arındırılmış değeri = 108.8

YEKG miktar endeksinin (L) kurulu güç artış hızından arındırılmış değeri = 106.2

YEKG miktar endeksinin (P) kurulu güç artış hızından arındırılmış değeri = 102.5

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

EPDK tarafından belirlenen “elektrik piyasasında kaynak bazındaki toplam birim yatırım tutarları (TL/MW)” ve TEİAŞ Türkiye kurulu güç istatistikleri yardımıyla 2020 yılını baz alarak 2022 yılına ait Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç (YEKG) endeksleri tanımlanmış ve hesaplanmıştır. Birim yatırım tutarları tüm yenilenebilir enerji kaynakları için 2020 yılında 1.00 per-unit kabul edildiğinde, 2022 yılı itibariyle birim yatırım tutarı hidrolik için 4.65 per-unit, rüzgâr için 3.72 per-unit, güneş için 2.17 per-unit ve jeotermal için 6.19 per-unit değerini almıştır. Kurulu güç değerleri tüm yenilenebilir enerji kaynakları için 2020 yılında 1.00 per-unit kabul edildiğinde, 2022 yılı itibariyle kurulu güç hidrolik için 1.02 per-unit, rüzgâr için 1.29 per-unit, güneş için 1.413 per-unit ve jeotermal için 1.05 per-unit değerini almıştır.

Göz önüne alınan bir ürün sepetindeki fiyatların ve miktarların baz yıl (t_0) ve cari yıl (t_1) arasındaki değişimlerini ölçmenin/hesaplamanın en doğru yolu endeks sayılarının kullanılmasıdır. Bu çalışmada ürün sepeti olarak yenilenebilir enerji ile elektrik üretim sektöründeki hidrolik, rüzgâr, güneş ve jeotermal santraller dikkate alınmıştır.

Literatürde yaygın olarak kullanılan Laspeyres, Paasche, Fisher ve Bowley endeksleri kullanılarak hem fiyat hem de miktar yönünden YEKG endeksleri tanımlanmıştır. YEKG endeksleri, ulusal ölçekte enflasyon, kurulu güç ve nüfus artış hızı gibi parametrelerden arındırıldığında doğal olarak daha düşük değerler almaktadırlar.

KAYNAKÇA

[1] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Mevzuat, https://enerji.gov.tr/kurumsal-mevzuat (Erişim tarihi: 12.11.2023)

[2] On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028), Resmi Gazete: 01.11.2023/32356 Mükerrer

[3] Balk, B.M., *Price and Quantity Index Numbers: Models for Measuring Aggregate Change and Difference*, Cambridge University Press, 2008.

[4] Ralph, J., O'Neill, R., Winton, J., *A Practical Introduction to Index Numbers*, Wiley, 2015.

[5] Ay, S., *Mühendislikte Ekonomik Analiz*, Birsen Yayınevi, 2021.

[6] EPDK 18.06.2020 tarih ve 9397 sayılı Kurul Kararı, RG: 25.06.2020/31166.

[7] EPDK 27.10.2022 tarih ve 11328 sayılı Kurul Kararı, RG: 19.11.2022/32018.

[8] TEİAŞ Türkiye Elektrik Üretim-İletim 2022 Yılı İstatistikleri https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri (Erişim tarihi: 12.11.2023)

[9] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) İstatistikler, Enflasyon ve Fiyat https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Enflasyon-ve-Fiyat-106 (Erişim: 13.11.2023)

[10] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) İstatistikler, Nüfus ve Demografi https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109 (Erişim: 13.11.2023)

INELASTIC BEHAVIOR OF A BAR STRUCTURAL ELEMENT IN TEMPERATURE ENVIRONMENT

Prof. Dr., ŞEREF DOĞUŞCAN AKBAŞ

Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Civil Engineering, - 0000-0001-5327-3406

ABSTRACT

The presented investigation includes inelastic static analysis of a prismatic bar element under mechanical load in temperature environment. Temperature-dependent material property is considered in the constitute relation of material model. In inelastic material model, bilinear stress-strain relation is considered with temperature-dependent property. In the solution of the static solution of the problem, finite element method is used with 1 dimensional model. In the inelastic solution of the problem, the applied mechanical load and temperature values are divided by many numbers in order to obtain more realistic solution. Effects of temperature rising on the static inelastic responses of the prismatic bar are investigated. Also, the difference between the results of linear elastic and inelastic are compared and discussed.

Keywords: Inelastic Behavior; Prismatic Bar Elements; Temperature Effect; Finite Element Method

1. INTRODUCTION

Temperature environment is one of most important effects in the structures. Increasing or decreasing temperature yields to change mechanical behaviour of structures and structural elements considerably. Especially, structures or structural elements subjected to higher values of temperature are must be taken into temperature dependent analysis in the design and analysis of structures. Observed from the literature about temperature studies in structural elements, static, stability and dynamic responses of structural elements, such as beam, plate shells change significantly with temperature rising [1–38].

In generally, in the analysis and design of structures under temperature conditions, temperature-dependent material properties are not considered in the calculations and modelling. It could be serious mistakes in the analysis. So, temperature-dependent material property is inevitable for analysis of structures in higher thermal conditions.

In this study, it is aimed to investigate for this subject. For that purpose, effects of temperature environment on the elastic and inelastic behaviour of a prismatic bar element with made of stainless steel material under a point load. In the stress-strain relation of the structural material is chosen as bilinear which considers the inelastic behaviour. In the solution of the problem, the finite element method is used within 1 dimensional element and incremental load method is implemented in order to calculate inelastic behaviour. The Young's Modulus, thermal expansion coefficient and yield stress are defined as function of temperature from literature based on experiments. In analysis, effects of temperature, aspect ratio and temperature-dependent property on the elastic and inelastic static displacements of the bar prismatic element are investigated.

2. FORMULATIONS

A cantilever prismatic bar element under uniform temperature rising ΔT and subjected to a point load *P* at free end with L length, b width, h height is shown in figure 1.

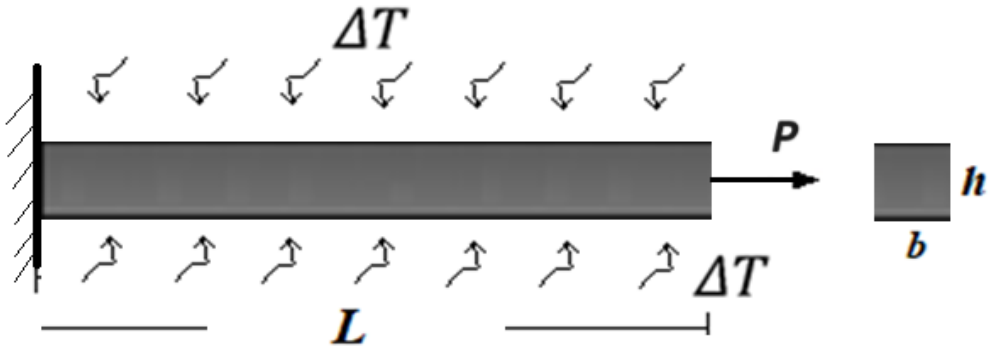


Fig. 1 A cantilever prismatic bar element under uniform temperature rising ΔT and subjected to a point load *P*.

The bar element is considered made of Austenitic Stainless Steel (316). The temperature dependent coefficients of Austenitic Stainless Steel (316) are presented as follows [8, 39-42]:

$$E(T) = 205.91 - 2.6913 \times 10^{-2}\ T - 4.1876 \times 10^{-5}\ T^2 \ \text{(GPa)}$$

$$\alpha(T) = (11.813 + 1.3106 \times 10^{-2}\ T - 6.1375 \times 10^{-6}\ T) \times 10^{-6} \ \text{(m/mK)}$$

$$\sigma_y(T) = 448.69 - 1.193\,T + 1.4787 \times 10^{-3}\ T^2 - 6.3134 \times 10^{-7}\ T^3 \ \text{(MPa)} \quad (1)$$

In equation 1, E , α and σ_y are indicated as Young's Modulus, thermal expansion coefficient and yield stress of material, respectively, and dependent in temperature values of environment (T). In the equation 1, the temperature unity is Kelvin. According to equation 1, the temperature Young's Modulus and yield stress relation are plotted in figures 2 and 3.

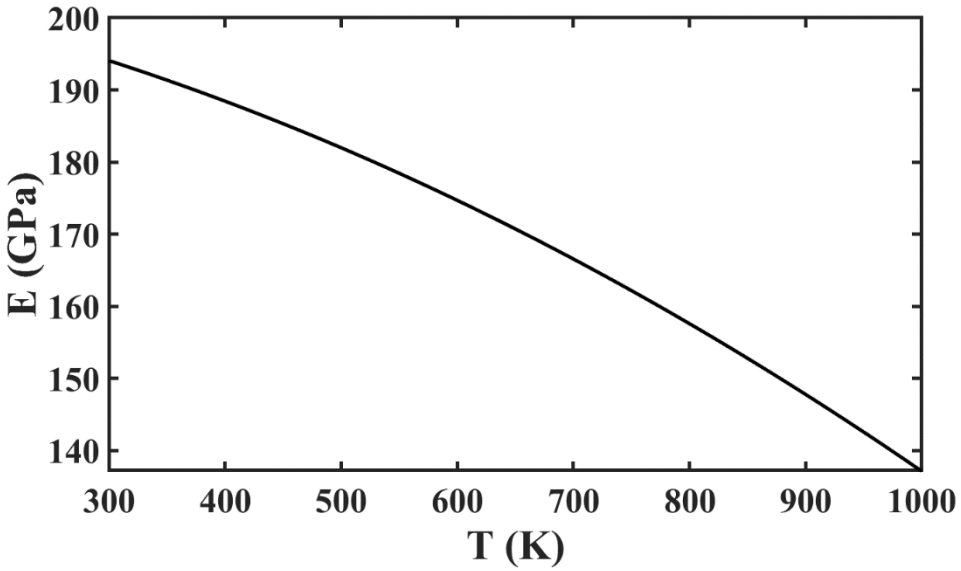


Fig. 2 Temperature-Young's Modulus of Austenitic Stainless Steel (316) relation

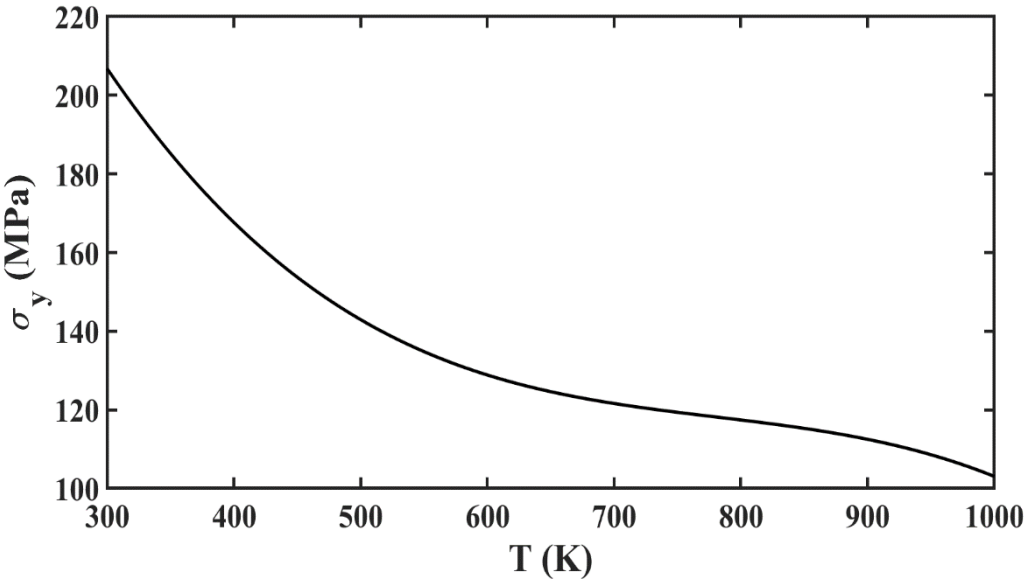


Fig. 3 Temperature-Yield stress of Austenitic Stainless Steel (316) relation

In the stress-strain relation of the structural material is chosen as bilinear as shown in figure 4. Young's Modulus in the elastic and inelastic regions are indicated as E_1 and E_2, respectively.

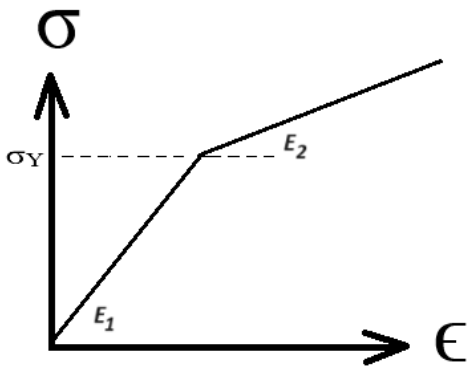


Fig. 4 The stress-strain relation

Finite element equation for a bar element under mechanical and temperature loads for ith region for jth load and temperature step for bilinear stress-strain relation is given as follows:

$$\frac{E^i(T)\,A}{L}\begin{bmatrix}1 & -1\\ -1 & 1\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}u_1\\ u_2\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}F_1\\ F_2\end{Bmatrix}^j+\alpha(T)E^i(T)A\Delta T^j\begin{Bmatrix}-1\\ 1\end{Bmatrix} \quad (2)$$

where ΔT indicates temperature rising, E^i is Young's Modulus for ith region (E_1 and E_2) and dependent temperature according to equation 1. The final temperature is $T=T_0+\Delta T$. T_0 indicates the initial temperature. In equation 2, u_1 and u_2 are nodal displacements, F_1 and F_2 are nodal forces for a finite element with 2 nodes.

In solution process, applied mechanical load and temperature are divided by a number. For jth load and temperature step, the displacements are calculated according to equation 2. In this solution process, the stress is controlled according to whether greater or smaller than the yield stress in evert load step. If the stress at the bar element is bigger than the yield stress, the material properties of second region in bilinear stress-strain relation are used. Also, in every temperature step values, the material properties are updated according to equation 1. Interested readers can find more detail of solution process in finite element books. After implementing the assembly of finite elements, the total finite element is obtained and using the inverse process, the displacements are obtained in elastic and inelastic regions.

3. OBTAINED RESULTS AND DISCUSSIONS

In the numerical results, the effects of temperature rising, aspect ratio and temperature-dependent property on the elastic and inelastic static displacements of the bar prismatic element are obtained and discussed. The displacements are obtained from after solution of equation 2. The bar element is considered made of Austenitic Stainless Steel (316). The initial temperature is taken as T_0=300 Kelvin *K*. The ratio E_1/E_2 is selected as 10. The dimensions of the prismatic bar are considered as follows: b = 0.1 m, h = 0.1 m and the length L is selected according to aspect ratio (L/h). The number of finite elements are taken as 10 in the numerical process.

In figures 5, 6 and 7, the relation between load (P)-displacements at free end of the bar element are plotted for different values of environment temperature for L/h=5, L/h=10 and L/h=30, respectively. In figure 8, the relation between temperature rising (ΔT)-displacements at free end of the bar element are plotted for different values of L/h ratio for constant load P=30 kN.

As seen from figures 5-7, the displacements increase significantly with increasing temperature. In these figures, the yield point is shown in circles. Increasing temperature, the yield point decrease (see circle) considerably. and so the bar element yields to plastic region in lower loads in higher temperature environment. It shows that the temperature environment is very effective in the elastic and inelastic behavior of structures. Also, it seen from figures 5-8, especially figure 8, the effects of temperature on the mechanical behavior is highest level in the higher values of L/h ratios. With increasing L/h ratio, the temperature displacements increase significantly. In higher values of L/h, it, obtained more inelastic displacements for same temperature conditions. So, the geometry parameters and temperature values are very important in the inelastic behavior of bar structures.

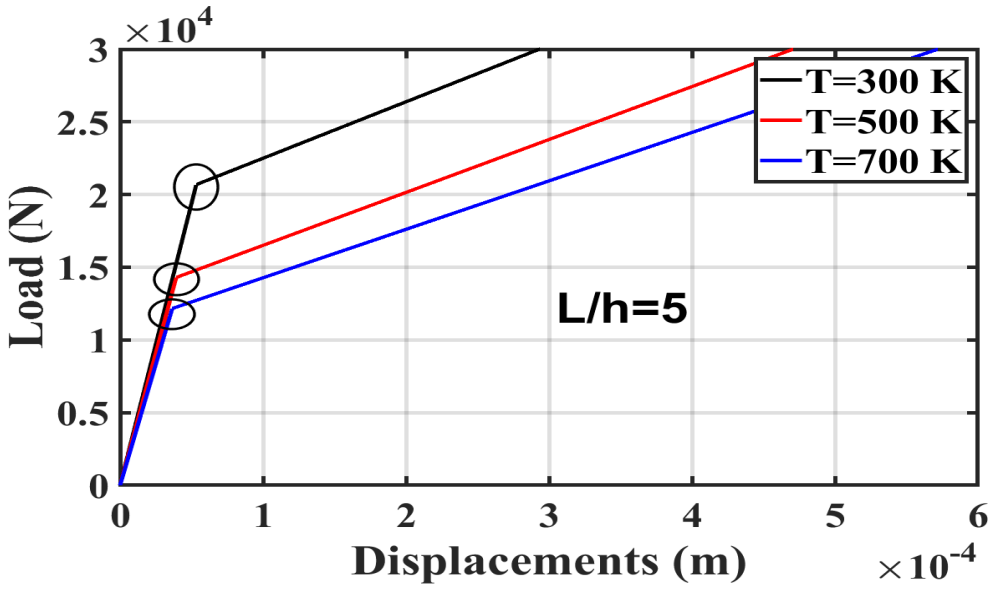


Fig. 5 The load-displacement relation for different values of environment temperature for L/h=5.

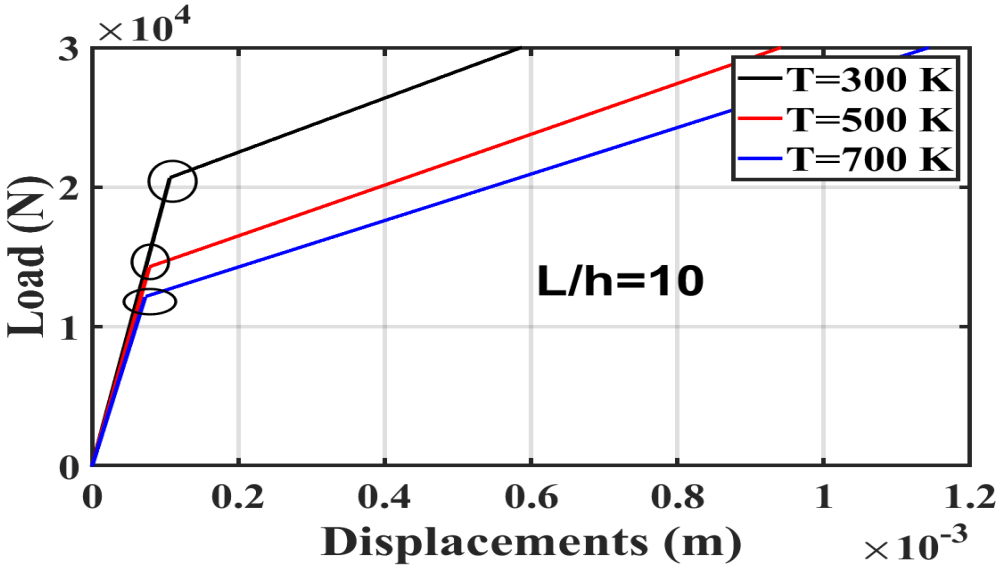


Fig. 6 The load-displacement relation for different values of environment temperature for L/h=10.

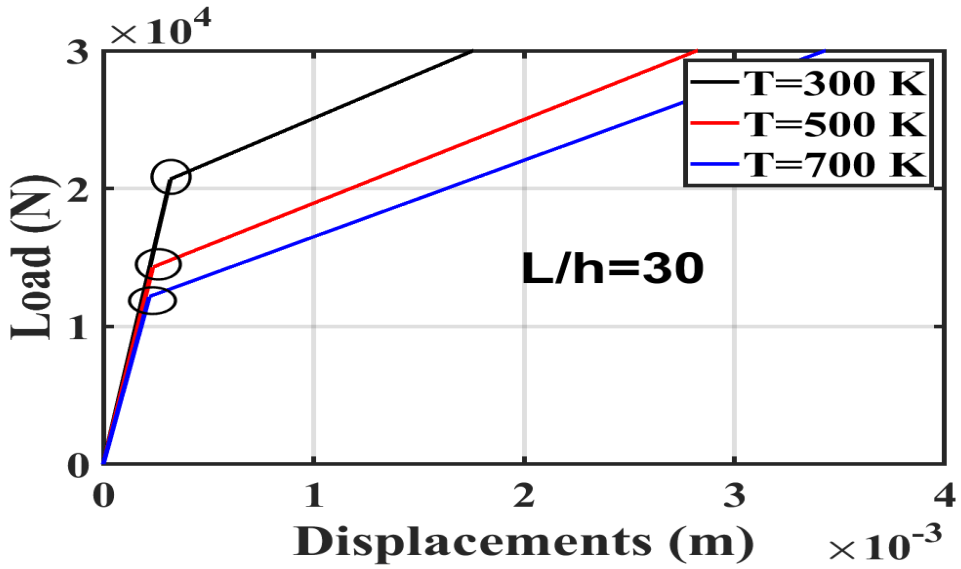


Fig. 7 The load-displacement relation for different values of environment temperature for L/h=30.

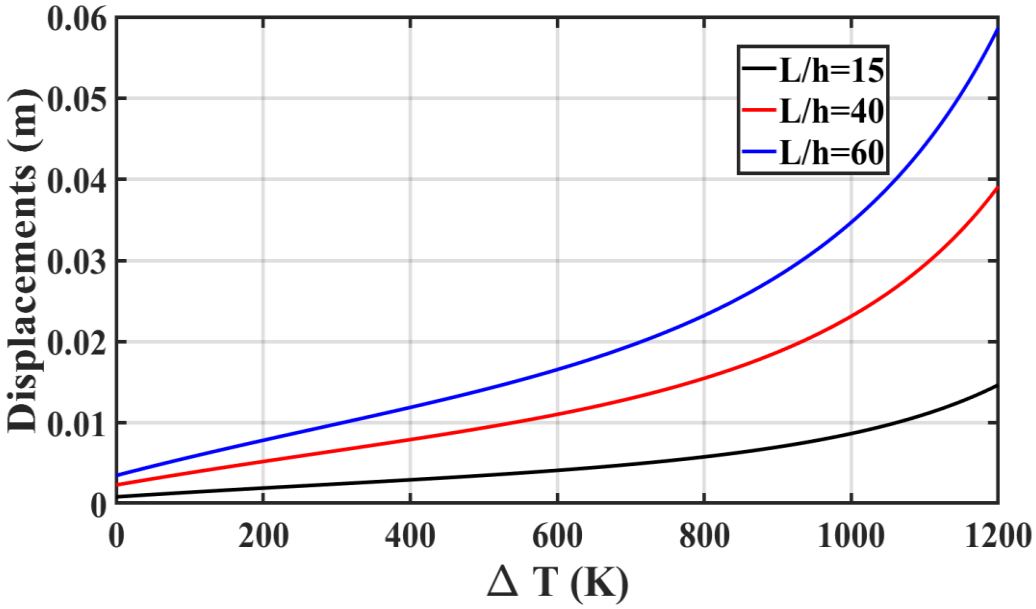


Fig. 8 The temperature rising-displacement relation for different values of *L/h*.

4. CONCLUSIONS

Inelastic displacements of a cantilever prismatic bar element panel are analysed under temperature rising and mechanical load within temperature-dependent material property. Bilinear stress-strain relation is used and finite element method is used within incremental load approach in the solution of the problem. Effects of temperature, aspect ratio and temperature-dependent property on the elastic and inelastic static displacements of the bar prismatic element are investigated. It is observed from the results that the temperature displacements increase significantly with increasing L/h ratio. In higher temperature values, in elastic responses are more sensitive and the in elastic displacements occurs in smaller loads. the geometry parameters and temperature values are very effective in the inelastic behavior of bar structures.

REFERENCES

1. Nissim, Y. I., Lietoila, A., Gold, R. B. & Gibbons, J. F. Temperature distributions produced in semiconductors by a scanning elliptical or circular cw laser beam. *J. Appl. Phys.* **51**, 274–279 1980.
2. Jiang, D.-S., Jung, H. & Ploog, K. Temperature dependence of photoluminescence from GaAs single and multiple quantum-well heterostructures grown by molecular-beam epitaxy. *J. Appl. Phys.* **64**, 1371–1377 1988.
3. Auricchio, F. & Sacco, E. A temperature-dependent beam for shape-memory alloys: constitutive modelling, finite-element implementation and numerical simulations. *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.* **174**, 171–190 1999.
4. Pashkin, Y. A., Nakamura, Y. & Tsai, J.-S. Room-temperature Al single-electron transistor made by electron-beam lithography. *Appl. Phys. Lett.* **76**, 2256–2258 2000.
5. Mahi, A., Bedia, E. A., Tounsi, A. & Mechab, I. An analytical method for temperature-dependent free vibration analysis of functionally graded beams with general boundary conditions. *Compos. Struct.* **92**, 1877–1887 2010.
6. Azadi, M. Free and forced vibration analysis of FG beam considering temperature dependency of material properties. *J. Mech. Sci. Technol.* **25**, 69–80 2011.
7. Kocatürk, T. & Akbaş, Ş. D. Post-buckling analysis of Timoshenko beams with various boundary conditions under non-uniform thermal loading. *Struct. Eng. Mech. Intl J.* **40**, 347–371 2011.
8. Akbaş, Ş. D. & Kocatürk, T. Post-buckling analysis of Timoshenko beams with temperature-dependent physical properties under uniform thermal loading. *Struct. Eng. Mech. Intl J.* **44**, 109–125 2012.
9. Vosoughi, A. R., Malekzadeh, P., Banan, M. R. & Banan, M. R. Thermal buckling and postbuckling of laminated composite beams with temperature-dependent properties. *Int. J. Non-Linear Mech.* **47**, 96–102 2012.
10. Akbaş, Ş. D. & Kocatürk, T. Post-Buckling Analysis of Functionally Graded Three-Dimensional Beams Under the Influence of Temperature. *J. Therm. Stress.* **36**, 1233–1254 2013.
11. Esfahani, S. E., Kiani, Y. & Eslami, M. R. Non-linear thermal stability analysis of temperature dependent FGM beams supported on non-linear hardening elastic foundations. *Int. J. Mech. Sci.* **69**, 10–20 2013.
12. Kocatürk, T. & Akbaş, Ş. D. Thermal post-buckling analysis of functionally graded beams with temperature-dependent physical properties. *Steel Compos. Struct. Int. J.* **15**, 481–505 2013.
13. Akbaş, Ş. D. Free vibration of axially functionally graded beams in thermal environment. *Int. J. Eng. Appl. Sci.* **6**, 37–51 2014.
14. Esfahani, S. E., Kiani, Y., Komijani, M. & Eslami, M. R. Vibration of a temperature-dependent thermally pre/postbuckled FGM beam over a nonlinear hardening elastic foundation. *J. Appl. Mech.* **81**, 011004 2014.
15. Ožbolt, J., Bošnjak, J., Periškić, G. & Sharma, A. 3D numerical analysis of reinforced concrete beams exposed to elevated temperature. *Eng. Struct.* **58**, 166–174 2014.
16. Ebrahimi, F. & Jafari, A. Thermo-mechanical vibration analysis of temperature-dependent porous FG beams based on Timoshenko beam theory. *Struct Eng Mech* **59**, 343–371 2016.
17. Ebrahimi, F., Reza Barati, M. & Haghi, P. Nonlocal thermo-elastic wave propagation in temperature-dependent embedded small-scaled nonhomogeneous beams. *Eur. Phys. J. Plus* **131**, 383 2016.
18. Kiani, Y. Thermal postbuckling of temperature-dependent sandwich beams with carbon nanotube-reinforced face sheets. *J. Therm. Stress.* **39**, 1098–1110 2016.
19. Mirzaei, M. & Kiani, Y. Nonlinear free vibration of temperature-dependent sandwich beams with carbon nanotube-reinforced face sheets. *Acta Mech.* **227**, 1869–1884 2016.
20. Ebrahimi, F., Barati, M. R. & Haghi, P. Thermal effects on wave propagation characteristics of rotating strain gradient temperature-dependent functionally graded nanoscale beams. *J. Therm. Stress.* **40**, 535–547 2017.
21. Akbaş, Ş. D. Geometrically nonlinear analysis of functionally graded porous beams. *Wind Struct.* **27**, 59–70 2018.

22. Akbaş, Ş. D. Nonlinear thermal displacements of laminated composite beams. *Coupled Syst. Mech.* **7**, 691–705 2018.
23. Akbaş, Ş. D. Thermal post-buckling analysis of a laminated composite beam. *Struct. Eng. Mech. Int. J.* **67**, 337–346 2018.
24. Ebrahimi, F. & Jafari, A. A four-variable refined shear-deformation beam theory for thermo-mechanical vibration analysis of temperature-dependent FGM beams with porosities. *Mech. Adv. Mater. Struct.* **25**, 212–224 2018.
25. Akbas, Ş. D. Hygro-thermal post-buckling analysis of a functionally graded beam. *Coupled Syst. Mech.* **8**, 459–471 2019.
26. Akbaş, Ş. D. Nonlinear static analysis of laminated composite beams under hygro-thermal effect. *Struct. Eng. Mech. Intl J.* **72**, 433–441 2019.
27. Akbaş, Ş. D. Hygro-thermal nonlinear analysis of a functionally graded beam. *J. Appl. Comput. Mech.* **5**, 477–485 2019.
28. Akbaş, Ş. D. Hygrothermal Post-Buckling Analysis of Laminated Composite Beams. *Int. J. Appl. Mech.* **11**, 1950009 2019.
29. Bamdad, M., Mohammadimehr, M. & Alambeigi, K. Analysis of sandwich Timoshenko porous beam with temperature-dependent material properties: Magneto-electro-elastic vibration and buckling solution. *J. Vib. Control* **25**, 2875–2893 2019.
30. Akbaş, Ş. D. Modal analysis of viscoelastic nanorods under an axially harmonic load. *Adv. Nano Res.* **8**, 277–282 2020.
31. Akbaş, Ş. D. Dynamic responses of laminated beams under a moving load in thermal environment. *Steel Compos. Struct. Int. J.* **35**, 729–737 2020.
32. Yang, J., Huang, X.-H. & Shen, H.-S. Nonlinear Vibration of Temperature-Dependent FG-CNTRC Laminated Beams with Negative Poisson's Ratio. *Int. J. Struct. Stab. Dyn.* **20**, 2050043 2020.
33. Alimoradzadeh, M., Akbaş, Ş. D. & Esfrajani, S. M. Nonlinear dynamic and stability of a beam resting on the nonlinear elastic foundation under thermal effect based on the finite strain theory. *Struct. Eng. Mech.* **80**, 275–284 2021.
34. Bashiri, A. H. *et al.* Vibration of multilayered functionally graded deep beams under thermal load. *Geomech. Eng.* **24**, 545–557 2021.
35. Yüksel, Y. Z. & Akbaş, Ş.D. Hygrothermal stress analysis of laminated composite porous plates. *Struct. Eng. Mech.* **80**, 1–13 2021.
36. Akbaş, Ş. D. Moving-load dynamic analysis of AFG beams under thermal effect. *Steel Compos. Struct.* **42**, 649–655 2022.
37. Alimoradzadeh, M. & Akbas, Ş. D. Nonlinear thermal vibration of FGM beams resting on nonlinear viscoelastic foundation. *STEEL Compos. Struct.* **44**, 543–553 2022.
38. Alimoradzadeh, M. & Akbaş, Ş.D. Thermal nonlinear dynamic and stability of carbon nanotube-reinforced composite beams. *Steel Compos. Struct.* **46**, 637–647 2023.
39. ASME Code Cases : Nuclear Components, 1992, Case N-47-30, Section III, Division 1., ASME Boiler and Pressure Vessel Code.
40. Detail of the ITER Outline Design Report, 1994, The ITER Machine, Vol 2, San Diego.
41. Incropera, F. and DeWitt, D., (1985), Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 2nd edition, John Wiley.
42. ITER Documentation Series, No 29, 1991, Blanket, Shield Design and Material Data Base, IAEA, Vienna.

THERMAL VIBRATION OF SANDWICH PLANES WITH FUNCTIONALLY GRADED LAYERS AND POROUS CORE

Prof. Dr., ŞEREF DOĞUŞCAN AKBAŞ

Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Civil Engineering, - 0000-0001-5327-3406

ABSTRACT

This study includes thermal vibration analysis of functionally graded sandwich plane structures with porous core by using plane solid continua model. The material of face layers is considered as functionally graded material (FGM) and its properties change in the thickness direction. The core material of sandwich beam is considered as porous property. The temperature dependent physical property is used in the material properties. In the solution method, finite element method is utilized within the plane solid continua model by using twelve-node plane element. In the numerical results, the effects of FGM material distribution, porosity parameters of core material, temperature values and geometry parameters on the vibration characters of FGM sandwich plane structural element are obtained and discussed.

Keywords: Sandwich Composites; Plane Structural Elements; Thermal Effect; Vibration; Functionally Graded Material; Porosity

1. INTRODUCTION

Sandwich composites are used a lot of structural systems, such as buildings, automobiles airplanes. Sandwich composites are frequently preferred in structural elements because of their higher strength and lightweight properties. Functionally graded materials (FGM) are a kind of composites whose material properties change continuously in a direction. FGMs are frequently preferred to use with sandwich composites. Especially, in higher thermal environment, FGMs are used in face layers of sandwich composites as thermal barrier.

In last decade, investigation about FGM sandwich composites is interesting topic and a lot of researches has been studying it [1-27]. In the literature, some investigations about FGM sandwich composites are summarized as following; Zenkour et al. [29] investigated bending results of FGM viscoelastic sandwich beams embedded elastic foundation. Setoodeh et al. [30] investigated vibration of FGM sandwich beams resting on foundation under thermal effects. Nguyen and Nguyen [31] examined mechanical results of FGM sandwich beams by using a new higher-order shear deformation theory. Vo et al. [32] analysed static results of FGM sandwich beams by using a quasi-3D theory. Bennai et al. [33] analysed vibration and stability

of FGM sandwich beams based on higher order beam theory. Eltaher and Mohamed [34], Chen et al. [35] analysed nonlinear vibration of sandwich beams with FGM porous core. Rezaiee Pajand et al. [36] studied static results of FGM sandwich beams by using the Ritz method. Akbaş [37] presented forced vibration analysis of FGM sandwich deep beams by using finite element method.

In this paper, effects of thermal loading on the vibration characterises of the FGM sandwich panel with porous core. The material properties are considered as temperature-dependent. The face layers and core materials of sandwich deep beams are considered as FGM and porous materials, respectively. The material properties are considered as temperature-dependent. The sandwich FGM panel is modelled in the plane solid continua model and vibration problem is solved by using finite element method. The effects of FGM material graduation, porosity coefficient and temperature values on the vibration characterises of FGM sandwich panel investigated.

2. FORMULATIONS

Simply supported FGM sandwich panel under temperature rising ΔT is shown in figure 1 with L length, b width, h height. The layers of sandwich panels are located as symmetry according to mid-plane axis. The heights of the face layer and core layers are indicated as h_1 and h_2, respectively. The face layer material is considered FGM material and the core material is a porous material.

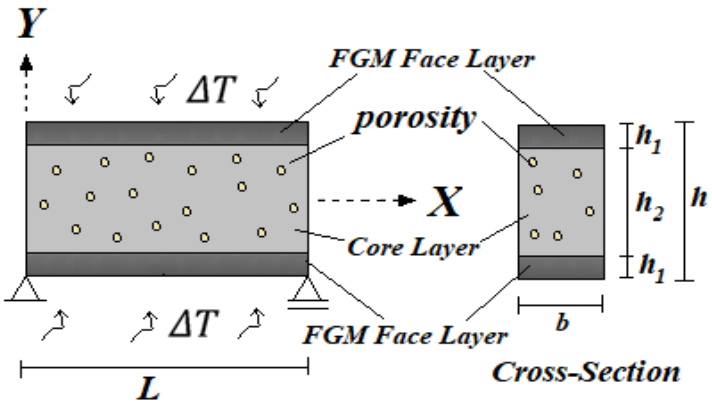


Fig. 1 A simply supported sandwich panel with FGM face and porous core layers under temperature rising.

Both face layer material and core material are temperature-dependent properties. The varying of material properties of face layer (P_f) is considered as a power-law function:

$$P_f(Y,T) = \left(P_{fT}(T) - P_{fB}(T)\right)\left(\frac{Y}{h_1}+\frac{1}{2}\right)^n + P_{fB}(T) \quad (1)$$

where P_{fT} and P_{fB} are top and bottom properties of the FGM face layer, n is the material distribution coefficient. The FGM face layers becomes a fully top surface material as n=0. In the material of core layer is considered as porous and its effective material property (P_c) is given as follows:

$$P_c(a) = P_c(1-a) \quad (2)$$

where a (a<<1) is the volume fraction of porosities in the core layer. The material properties of the core layer depend the porosity parameter a. When a=0 , the beam becomes perfect. The effective material properties of the face and core layers are a function of temperature T as follows [38];

$$P(T) = P_0(P_{-1}T^{-1} + 1 + P_1T + P_2T^2 + P_3T^3) \tag{3}$$

where $T=T_0+\Delta T$, T_0 and ΔT indicate initial temperature and temperature rising. P_{-1}, P_0, P_1, P_2 and P_3 indicate the temperature dependent parameters. In this study, the FGM face layers are graded from Zirconia top area to Stainless Steel bottom area. The material of core layer is considered as Aluminum Oxide. The temperature dependent parameters of considered materials are given in Tables in Reddy and Chin [38]. The temperature rising formulation $\Delta T= \Delta T(Y)$ is presented as follows [39];

$$\Delta T(Y) = \Delta T_B + (\Delta T_T - \Delta T_B)\int_{-0.5h}^{y}\frac{1}{k(Y)}dY \Big/ \int_{-0.5h}^{0.5h}\frac{1}{k(Y)}dY \tag{4}$$

Based on the plane solid continua model, strain- displacement formulas, stress-strain relations of face (indicated f subscript) and core layers (indicated c subscript) are presented as follows:

$$\begin{Bmatrix}\varepsilon_{XX}\\ \varepsilon_{YY}\\ 2\varepsilon_{XY}\end{Bmatrix} = \begin{bmatrix}\frac{\partial}{\partial X} & 0\\ 0 & \frac{\partial}{\partial Y}\\ \frac{\partial}{\partial Y} & \frac{\partial}{\partial X}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}u\\ v\end{Bmatrix}, \quad \{\varepsilon\} = [D]\{d\} \tag{5}$$

where$[D]$is the differential operator between deformation and displacement, $\{d\}$ is the displacement vector. The stress-strain relation of the face layer is given as follows;

$$\begin{Bmatrix}\sigma_{XX}\\ \sigma_{YY}\\ \sigma_{XY}\end{Bmatrix}^f = \begin{bmatrix}C_{11}^f(Y,T) & C_{12}^f(Y,T) & 0\\ C_{12}^f(Y,T) & C_{22}^f(Y,T) & 0\\ 0 & 0 & C_{66}^f(Y,T)\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\varepsilon_{XX} - \alpha^f(Y,T)\Delta T\\ \varepsilon_{YY}\\ 2\varepsilon_{XY}\end{Bmatrix}, \quad \{\sigma\}^f = [C]^f\{\varepsilon\} \tag{6}$$

The stress-strain relation of the core layer is given as follows;

$$\begin{Bmatrix}\sigma_{XX}\\ \sigma_{YY}\\ \sigma_{XY}\end{Bmatrix}^c = \begin{bmatrix}C_{11}^c(T,a) & C_{12}^c(T,a) & 0\\ C_{12}^c(T,a) & C_{22}^c(T,a) & 0\\ 0 & 0 & C_{66}^c(T,a)\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\varepsilon_{XX} - \alpha^c(T,a)\Delta T\\ \varepsilon_{YY}\\ 2\varepsilon_{XY}\end{Bmatrix}, \quad \{\sigma\}^c = [C]^c\{\varepsilon\} \tag{7}$$

With using the Hamilton's procedure and virtual work equation of plane solid continua model, the free vibration equation is expressed as follows;

$$[K]\{d_n\} + [M]\{\ddot{d}\} = 0 \tag{8}$$

$$([K] - \omega^2[M])\{\hat{d}_n\} = 0 \tag{9}$$

where $[K]$ and $[M]$ are the element stiffness and mass matrixes, respectively. ω indicates the fundamental frequency. $\hat{d}_n$ is the mode vector. The details of the finite element matrixes are expressed as follows:

$$[K] = t_z\int_A [B]^T[C][B]dA \qquad [M] = t_z\int_A \rho[\emptyset]^T[\emptyset]dA \tag{10}$$

where

$$[B] = [D][\emptyset] \tag{11}$$

In equation 11, [ø] is the shape functions for twelve-node plane element and it is retrieved from Akbaş [37]. The dimensionless fundamental frequency is given as:

$$\bar{\omega} = \omega \frac{L^2}{h} \sqrt{\frac{\rho_c}{E_c}} \tag{12}$$

where ρ_c and E_c indicate mass density and Young's modulus of core material.

3. NUMERICAL RESULTS AND DISCUSSIONS

In the numerical results, the effects of temperature rising, material distribution parameter and porosity parameters on the vibration natural frequencies of the FGM sandwich panel are obtained and discussed. It is mentioned before that the FGM face layers is graded from Zirconia top area to Stainless Steel bottom area and the material of core layer is considered as Aluminum Oxide. The temperature dependent material properties are given in Reddy and Chin [38]. The initial temperature is taken as T_0=300 Kelvin (K). The dimensions of the FGM sandwich panel are considered as follows: b = 0.3 m, h = 0.6 m and the length L=2.4 in the numerical results.

In order to verify the present formulation, also, show the effects of material distribution coefficient (n) with temperature rising and porosity coefficient (a), the results of Ebrahimi and Jafari [40] are compared with results of present study in table 1. In this comparison study, the all data are retrieved from Ebrahimi and Jafari [40] for L/h=20 for uniform porosity distribution. As seen from Table 1, the obtained results from this study is good harmony with those of Ebrahimi and Jafari [40]. In Table 1, with changing material distribution coefficient, the vibration frequencies vary considerably.

Table 1 Comparison study: Dimensionless fundamental frequencies of FGM porous beam.

n	*ΔT (K)*	*40*			*120*		
		a=0	*a=0.1*	*a=0.2*	*a=0*	*a=0.1*	*a=0.2*
0.5	Ebrahimi and Jafari (2016)	4.022	4.140	4.277	2.684	2.992	3.299
	Present	4.032	4.157	4.283	2.690	3.011	3.302
2	Ebrahimi and Jafari (2016)	3.084	3.090	3.084	1.682	1.912	2.099
	Present	3.103	3.101	3.098	1.691	1.938	2.106

In figure 2, relationship between temperature rising and dimensionless natural frequencies is presented for different porosity parameters for L/h=4, n=0.8 in first three frequencies.

As seen from figure 24, the dimensionless frequencies decrease significantly with increasing temperature. Because the material properties change and the strength of panel reduce due to temperature change in the temperature dependent material property, the frequencies decrease as expected. Observed from figure 2, increasing the porosity parameter in the core layer, the dimensionless frequencies increase. This is because, with increase in porosity, mass of core layer decrease and the natural frequencies of the sandwich panel increase naturally. The volume of core layer is more than the face layer's. Therefore, the specific strength of sandwich panel increases with decreasing mass of core layer. It shows that with using porous material in core layers, more specific strength can be obtained in the sandwich structures.

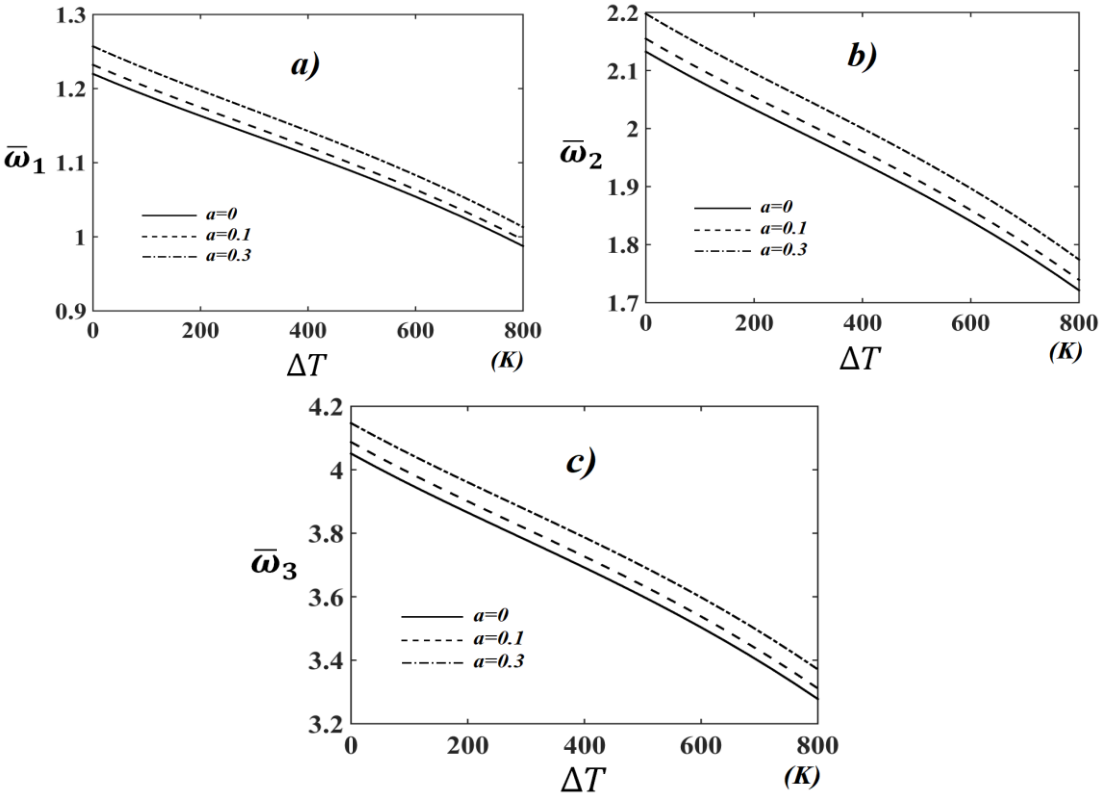


Fig. 2 The dimensionless natural frequencies versus temperature rising with different porosity parameters in the core layer for a) first dimensionless natural frequency ($\bar{\omega}_1$) b) second dimensionless natural frequency ($\bar{\omega}_2$) c) third dimensionless natural frequency ($\bar{\omega}_3$)

4. CONCLUSIONS

Free vibration of a simply supported FGM sandwich panel is analysed under temperature rising. The material properties are a function of temperature. The face layers are FGM and the core layer is porous material. In the solution of the problem, plane solid continua model is used with finite element method. In the numerical results, the effects of temperature rising, material distribution parameter and porosity parameters on the vibration natural frequencies of the FGM sandwich panel are investigated. It is observed from the results that with increasing temperature, the dimensionless frequencies decrease significantly. With using porous material in core layers, more specific strength can be obtained in the sandwich structures. Material distribution parameter becomes important role on the vibration behaviour of FGM structures.

REFERENCES

[1] Nguyen, T. K., Nguyen, T. T. P., Vo, T. P., Thai, H. T. Vibration and buckling analysis of functionally graded sandwich beams by a new higher-order shear deformation theory. Composites Part B: Engineering, 76, 273-285, 2015.

[2] Vo, T. P., Thai, H. T., Nguyen, T. K., Inam, F.,Lee, J. Static behaviour of functionally graded sandwich beams using a quasi-3D theory. Composites Part B: Engineering, 68, 59-74, 2015.

[3] Akbaş, Ş. D., Geometrically nonlinear analysis of functionally graded porous beams. Wind & structures, 27.1: 59-70, 2018.

[4] Akbaş, Ş.D., Bashiri, A. H., Assie, A. E., Eltaher, M. A. Dynamic analysis of thick beams with functionally graded porous layers and viscoelastic support. Journal of Vibration and Control, 27(13-14), 1644-1655,2021.

[5] Akbaş, Ş. D., Thermal post-buckling analysis of a laminated composite beam. Structural engineering and mechanics: An international journal, 67(4), 337-346,2018.

[6] Pandey, S., Pradyumna, S. Analysis of functionally graded sandwich plates using a higher-order layerwise theory. *Composites part B: engineering*, *153*, 325-336,2018.
[7] Yarasca, J., Mantari, J. L., Arciniega, R. A. Hermite–Lagrangian finite element formulation to study functionally graded sandwich beams. *Composite Structures*, *140*, 567-581, 2016.
[8] Akbaş,Ş.D., Hygrothermal post-buckling analysis of laminated composite beams. *International Journal of Applied Mechanics*, *11*(01), 1950009, 2019.
[9] Akbaş, Ş.D., Dynamic responses of laminated beams under a moving load in thermal environment. *Steel and Composite Structures, An International Journal*, *35*(6), 729-737, 2020.
[10] Li, W., Ma, H., Gao, W. A higher-order shear deformable mixed beam element model for accurate analysis of functionally graded sandwich beams. *Composite Structures*, *221*, 110830, 2019.
[11] Akbaş, Ş.D., Hygro-thermal post-buckling analysis of a functionally graded beam. *Coupled systems mechanics*, *8*(5), 459-471, 2019.
[12] Akbaş, Ş.D., Post-buckling analysis of a fiber reinforced composite beam with crack. *Engineering Fracture Mechanics*, *212*, 70-80, 2019.
[13] Akbaş, Ş.D., Hygro-thermal nonlinear analysis of a functionally graded beam. Journal of Applied and Computational Mechanics, 5(2), 477-485, 2019.
[14] Kirlangiç, O., Akbaş, Ş.D. Comparison study between layered and functionally graded composite beams for static deflection and stress analyses. Journal of Computational Applied Mechanics, 51(2), 294-301, 2020.
[15] Yüksel, Y.Z., Akbaş, Ş.D., Buckling analysis of a fiber reinforced laminated composite plate with porosity. *Journal of Computational Applied Mechanics*, *50*(2), 375-380, 2019.
[16] Akbaş, Ş.D., Nonlinear thermal displacements of laminated composite beams. *Coupled systems mechanics*, *7*(6), 691-705, 2018.
[17] Akbaş, Ş.D., Nonlinear static analysis of laminated composite beams under hygro-thermal effect. *Structural Engineering and Mechanics, An Int'l Journal*, *72*(4), 433-441, 2019.
[18] Akbaş, Ş.D., (2018). Post-buckling responses of a laminated composite beam. *Steel and Composite Structures, An International Journal*, *26*(6), 733-743.
[19] Akbaş, Ş.D., Geometrically nonlinear analysis of a laminated composite beam. *Structural Engineering and Mechanics: An international journal*, *66*(1), 27-36, 2018.
[20] Eltaher, M. A., Akbaş, Ş.D., Transient response of 2D functionally graded beam structure. *Structural Engineering and Mechanics, An Int'l Journal*, *75*(3), 357-367, 2020.
[21] Akbaş, Ş.D., Large deflection analysis of a fiber reinforced composite beam. *Steel and Composite Structures, An International Journal*, *27*(5), 567-576, 2018.
[22] Akbaş, Ş.D., Modal analysis of viscoelastic nanorods under an axially harmonic load. *Advances in nano research*, *8*(4), 277-282, 2020.
[23] Yüksel, Y.Z., Akbaş, Ş.D., Free vibration analysis of a cross-ply laminated plate in thermal environment. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, *10*(3), 176-189, 2018.
[24] Yüksel, Y.Z., Akbaş, Ş.D., (2021). Hygrothermal stress analysis of laminated composite porous plates. *Structural Engineering and Mechanics*, *80*(1), 1-13, 2021.
[25] Yüksel, Y.Z., Akbaş, Ş.D., Vibration Analysis of a Sandwich Plate with Laminated Face and Porous Core Layers Resting on Elastic Foundation. *Journal of Innovative Science and Engineering*, *6*(1), 32-45, 2022.
[26] Akbaş, Ş.D., Dynamic analysis of a laminated composite beam under harmonic load. *Coupled systems mechanics*, *9*(6), 563-573, 2020.
[27] Yüksel, Y.Z., Akbaş, Ş.D. Buckling analysis of a fiber reinforced laminated composite plate with porosity. *Journal of Computational Applied Mechanics*, *50*(2), 375-380, 2019.
[28] Zouatnia, N., Hadji, L. Static and free vibration behavior of functionally graded sandwich plates using a simple higher order shear deformation theory. Advances in Materials Research, 8(4), 313, 2019.
[29] Zenkour, A. M., Allam, M. N. M. and Sobhy, M. (2010), "Bending analysis of FG viscoelastic sandwich beams with elastic cores resting on Pasternak's elastic foundations", Acta Mechanica, 212(3-4), 233-252.
[30] Setoodeh, A. R., Ghorbanzadeh, M. and Malekzadeh, P. (2012), "A two-dimensional free vibration analysis of functionally graded sandwich beams under thermal environment", Proceedings of the

Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 226(12), 2860-2873.

[31] Nguyen, T.K. and Nguyen, B.D. (2015), "A new higher-order shear deformation theory for static, buckling and free vibration analysis of functionally graded sandwich beams",Journal of Sandwich Structures & Materials, 17(6), 613-631.

[32] Vo, T. P., Thai, H. T., Nguyen, T. K., Inam, F. and Lee, J. (2015), "Static behaviour of functionally graded sandwich beams using a quasi-3D theory", Composites Part B: Engineering, 68, 59-74.

[33] Bennai, R., Atmane, H.A and Tounsi, A. (2015), "A new higher-order shear and normal deformation theory for functionally graded sandwich beams", Steel and Composite structures, 19(3), 521-546.

[34] Eltaher, M. A. and Mohamed, S. A. (2020), "Buckling and stability analysis of sandwich beams subjected to varying axial loads", Steel and Composite Structures, 34(2), 241-260.

[35] Chen, D., Kitipornchai, S. and Yang, J. (2016), "Nonlinear free vibration of shear deformable sandwich beam with a functionally graded porous core" Thin-Walled Structures, 107, 39-48.

[36] Rezaiee Pajand, M., Masoodi, A., & Mokhtari, M. (2018), "Static analysis of functionally graded non-prismatic sandwich beams", Advances in Computational Design, 3(2),165-190.

[37] Akbaş, Ş.D., Forced vibration analysis of functionally graded sandwich deep beams. Coupled systems mechanics, 8(3), 259-271, 2019.

[38] Reddy J.N., Chin C.D., Thermoelastical analysis of functionally graded cylinders and plates, Journal of Thermal Stresses 21(6), 593-626, 1998.

[39] Akbaş, Ş.D., Kocatürk, T., Post-buckling analysis of functionally graded three-dimensional beams under the influence of temperature. Journal of Thermal Stresses, 36(12), 1233-1254, 2013.

[40] Ebrahimi F., Jafari, A., A Higher-Order Thermomechanical Vibration Analysis of Temperature-Dependent FGM Beams with Porosities, Journal of Engineering, 2016, 2016.

TRIBOLOGICAL PERFORMANCE OF POLYSULPHONE (PSU) AND GLASS FIBER REINFORCED PSUCOMPOSITE AGAINST DIFFERENT POLYMER COUNTERPARTS

Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL[1], Prof. Dr. Kemal ERMİŞ[2]

[1] Sakarya University of Applied Science, Faculty of Technology,

- ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0521-6647

Sakarya University of Applied Science, Faculty of Technology,

- ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3110-2731

ABSTRACT

In this study, the tribological performances of unfilled poly-sulfone (PSU) polymer and 20wt.% glass fiber reinforced poly-sulfone (PSU/20GF) polymer composite for electrical applications were investigated. Wear tests were performed under dry conditions using pin-on-disc wear test rig. Unsaturated polyester (UP) composite with 15 wt.% long glass fiber reinforcement and calcium carbonate filler produced by bulk molding compound (BMC) method and wear resistant poly-ether-imide polymer were used as counter disc materials. Tribological experiments were carried out at a velocity of 0.5 m/s and pressures of 0.7, 1.0 and 1.4 MPa. In the study, different polymer/polymer combinations were investigated and dynamic coefficient of friction (COF) and specific wear rate (SWR) values were determined and compared. In the study, the COF and SWR of PSU polymer and PSU/20GF composite showed great sensitivity to the applied pressure values and material combinations. The COF of PSU polymer and PSU/20GF composite in UP composite combinations containing 15wt.% long glass fiber and calcium carbonate mineral filler was determined to be approximately 0.4 and 0.37, respectively. The COF in wear resistant poly-ether-imide polymer combinations was determined to be approximately 0.11 and 0.06, respectively. The SWR for PSU polymer and PSU/20GF composite was obtained in the order of $1.1x10^{-13}$ to $5.3x10^{-13}$ m^2/N.

Keywords: Composite, Wear, Friction, Glass fiber, Polysulphone, polyester, poly-ether-imide

1. INTRODUCTION

Wear and friction in polymer materials can be explained by two main mechanisms: deformation and abrasion. The deformation mechanism involves the complete dissipation of energy in the contact area, while the adhesion mechanism is responsible for most of the friction of the polymer material. This can be explained as a result of the degradation of the polymer chains within the polymer material. This is all to say, it is the disruption of the weak bonding forces between the polymer and the transfer film formed on the contact surface of the counter material or on the surface of the counterpart disc [1,2]. Whether thermoset or thermoplastic, polymers,

materials and composites are used in many different areas of industry. However, when unfilled polymer materials are used in engineering applications in industry, they are inadequate in terms of tribological, mechanical and thermal properties. To enhance the mechanical, wear and thermal properties of unfilled polymers, various additives and fillers are added to the base material. With the development of technology, polymers and polymer composites are used in different industry to make different products such as insulators, bushings, sliders and gear wheels. Wear damages the surface performance of insulating polymers and affects their performance in the application field. PSU polymer and PSU composites show excellent mechanical, electrical, thermal stability properties in industry and also have UV and gamma radiation resistance properties [3]. In addition to these excellent properties, a few investigations have been declared in the literature on the addition of additives to PSU polymer to evaluate the wear performance of the composite [4]. It is also believed that the COF of the materials to be used in tribological processes can be reduced with different additives and the wear resistance can be increased [5,6]. As with many engineering polymers, glass fiber reinforcement is one of the most important filler materials. The unique properties of composites produced by glass fiber reinforcement of both thermoplastics and thermosetting polymers have been the subject of numerous studies [7-13]. Fiber reinforced polymer composites are much stronger and stiffer than unfilled polymers. Polymer-based composites reinforced with glass fiber are widely used in the marine automotive and electrical/electronic industries especially in the aircraft and aerospace industry. Glass fibers show very good corrosion resistance, light weight and thermal properties compared to metals. In addition, glass fibers are electrical insulators and are widely used in electrical insulation applications. The most preferred heat resistant polymers in the industry in this field include poly-sulfone, poly-ether-imide and unsaturated polyester thermosetting polymers. Glass fiber has exceptional mechanical, thermal, electrical and chemical properties rarely found in other products. Previous studies in the literature have reported that test conditions, operating environment and contact materials have an impact on the tribological performance of polymers and polymer composites.

Brentnall et al [14] noticed that the COF of polymer materials in contact with metals in wear tests decreases with increasing load, while Yamaguchi [15] showed that the d-value increases with increasing load. The role of the counter surface material and transfer film has also been studied for some polymers [16-17]. Duan et al [18] studied the effect of frictional temperature on the tribological performance of PSU, PES and PPS under different cooling and dry conditions. They finalized that the COF of polysulfone polymer increases with the increment of applied load value.

When the literature was examined, it was determined that many polymer/metal pairs were used in wear studies. However, studies examining polymer/polymer pairs are rare. Therefore, it is aimed to shed light on polymer/polymer contact wear applications and to solve the wear problem encountered in the industry. While it was aimed to choose the best material pair among the polymer and polymer composite pairs that work on each other in electrical insulation applications in the industry, the effects of the applied pressure on the tribological behavior of the polysulfone and 20wt.% glass fiber reinforced PSU composite were also investigated.

Friction and wear tests of PSU polymer and PSU/20GF polymer composite, 15wt.% short glass fiber and calcium carbonate mineral filled unsaturated polyester composite and wear resistant poly-ether-imide polymer were performed on a pin-disc wear rig. The tests were performed at

ambient temperature, under 0.7, 1.0 and 1.4 MPa pressure and at a velocity of 0.5 m/s. The COF for the PSU polymer and PSU/20GF composite used in this study varies depending on the applied pressure and material combinations. SWR for PSU polymer and PSU/20GF composite ranges from $1.1x10^{-13}$ to $5.3x10^{-13}$ m^2/N.

.

2. EXPERIMENTAL WORK

In this study, the pin materials used are PSU polymer and PSU/20GF polymer composite. Pure PSU polymer was supplied from BASF under the trade name Ultrason. The filler GF is E-type long glass fiber that is supplied by Cam Elyaf Co. Gebze, Istanbul. Samples of PSU polymer and PSU/20GF composite pin with six mm diameter and 4.5 mm in thickness and 98 mm in diameter discs of PEI with wear resistant is produced by ordinary injection molding method. The wear resistant poly-ether imide polymer is Ultem trade code 4000 series and was obtained from General electric Co.

The disc material that is unsaturated polyester composite reinforced with 15vol.% long glass fiber and $CaCO_3$ filler were produced by Bulk Molding Compound (BMC) production technique. In the production of this composite, orthophthalic polyester resin, 1.5vol.% methyl-ethyl-ketone-peroxide as a catalyst and 1.5vol.% cobalt octoate as an accelerator were used. Pin and disc surfaces were sanded and an average surface roughness range of Ra = 0.25-0.33 μm was obtained. Before each test, both pin and disc surfaces are cleaned with alcohol and acetone and then dried thoroughly. Friction and wear tests were carried out on a pin-disc wear device. The lateral load required to find the friction coefficient was measured with a load-cell connected to the device. Approximately 30,000 data were taken during the experiment. The resulting lateral load was divided by the normal load and the friction coefficient was calculated and graphically displayed on the computer. Each experiment was repeated at least three times. Both COF and SWR values were averaged. In calculating the wear rate, the weight of the sample before and after the experiment was weighed on a scale with a precision of $1x10^{-4}$ g. The difference between the samples is the weight difference in grams. The SWR was determined by dividing this weight difference by the sample density, sliding path and normal load.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Figures 1, 2 illustrate the change of COF with pressure for PSU polymer and PSU/20GF composite against unsaturated polyester composite reinforced with 15% long glass fiber and $CaCO_3$ filler and PEI with wear resistant discs respectively. It is observed from these figures that the COF values of PSU polymer and PSU composite materials are influenced by the change in applied pressure and different rubbing surface materials.

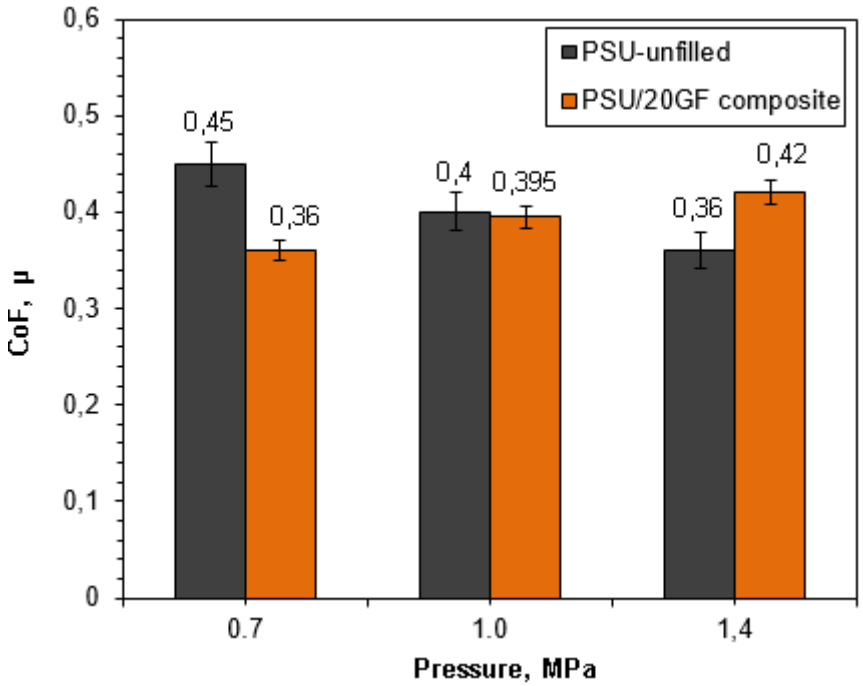


Figure 1. The variation of COF and contact pressure for PSU polymer and PSU/20GF composite against UP/15LGF-$CaCO_3$ composite disc.

The average friction coefficient of PSU polymer and PSU/20glass fiber composite rubbing against UP composite reinforced with 15% long glass fiber and $CaCO_3$ filler disc is between 0.36 and 0.45. In rubbing against PEI with wear resistant, their CoF values are between 0.05 and 0.13. There are a 86% and 71% drop in the friction coefficient of PSU polymer and PSU/20GF composite as rubbing against UP/15LGF-$CaCO_3$ disc in comparison to rubbing against PEI with wear resistant disc. The wear performance of polymers and polymer composites is known to be visco-elastic and temperature related. Heat generation occurs due to friction at the contact points of two materials sliding on each other. Consequently, there is a rise in temperature on the material surfaces. The amount of increase in temperature is affected by the heat flow produced. If the rise in surface temperature is higher than the thermal deformation temperature of the material, this affects the visco-elastic properties of the material and rises softening of the polymer materials. This reflects the friction and wear performance of the materials depending on the friction of the glass fibers against the surface or the fiber against the polymer. The softening of polymer and polymer composites as they rub against the opposing disk material results in reduce in the COF of the materials.

Figures 3, 4 show the variation of SWR with pressure values for PSU polymer and PSU+20% glass fiber polymer composite against UP/15LGF-$CaCO_3$ and PEI with wear resistant discs, respectively. The SWR value of PSU polymer and glass fiber reinforced PSU composite are influenced by applied pressure value and counter-face material.

In case of rubbing against UP/15LGF-$CaCO_3$ both PSU polymer and PSU composite material have shown sensitivity to change in pressure values. The average SWR values for PSU polymer and PSU/20GF polymer composite are $4.9x10^{-13}$ and $2.03x10^{-13}$ m^2/N, respectively.

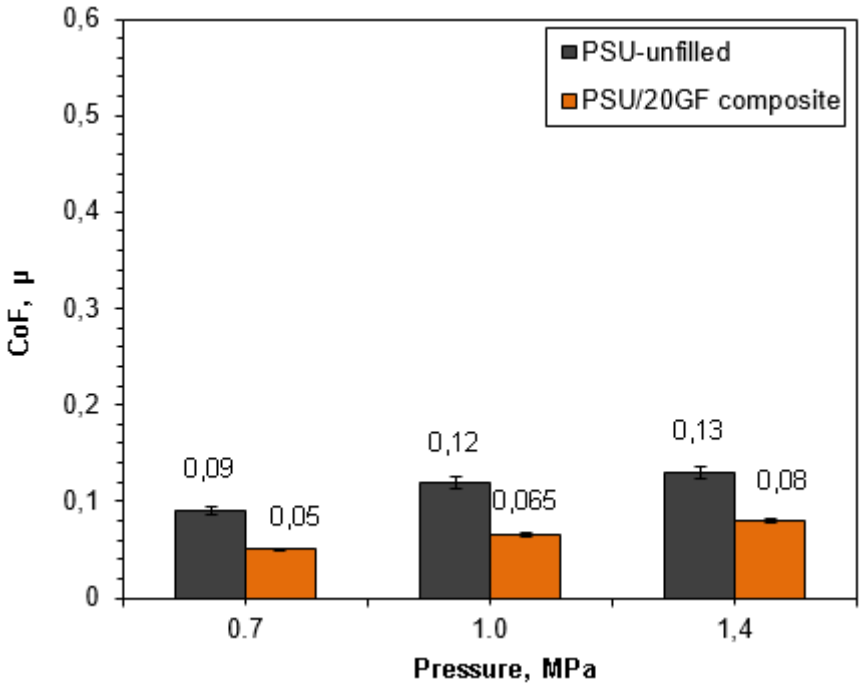


Figure 2. The variation of COF and contact pressure for PSU polymer and PSU/20GF composite against WR-PEI disc.

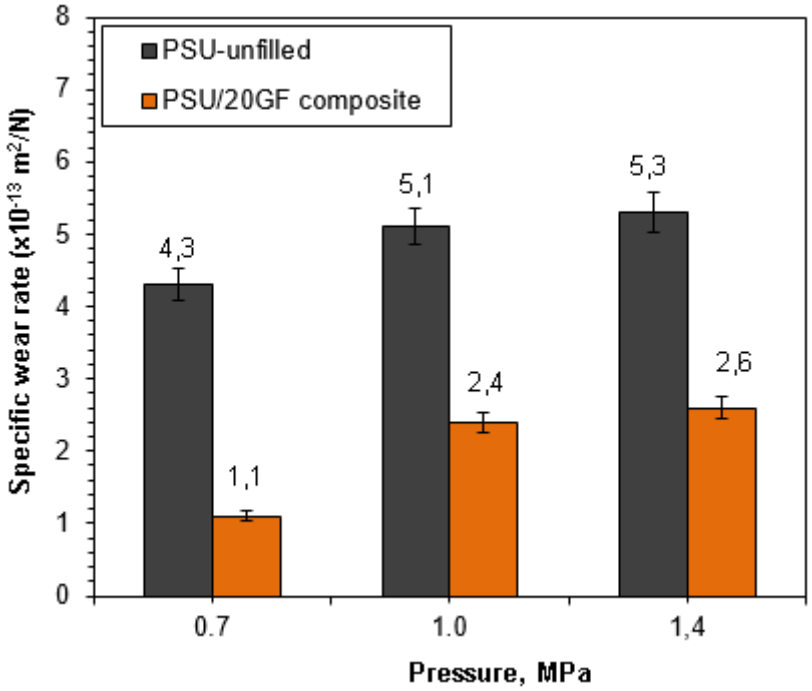


Figure 3. The variation of SWR and contact pressure for PSU polymer and PSU/20GF composite against UP/15LGF-$CaCO_3$ composite disc.

Glass fiber reinforced PSU composite/unsaturated polyester composite with long glass fiber combination shows the best tribological performance. For rubbing against PEI with wear resistant disc, PSU polymer and glass fiber reinforced PSU composite have shown large sensitivity to the change in applied pressure value. The SWR values decreased with the

increment of pressure. The average SWR values for PSU polymer and PSU/20GF polymer composite are $3.16x10^{-13}$ and $1.93x10^{-13}$ m^2/N, respectively. Glass fiber reinforced PSU composite/PEI with wear resistant polymer couple illustrates the best wear and friction performance for use in electrical contact breaker system.

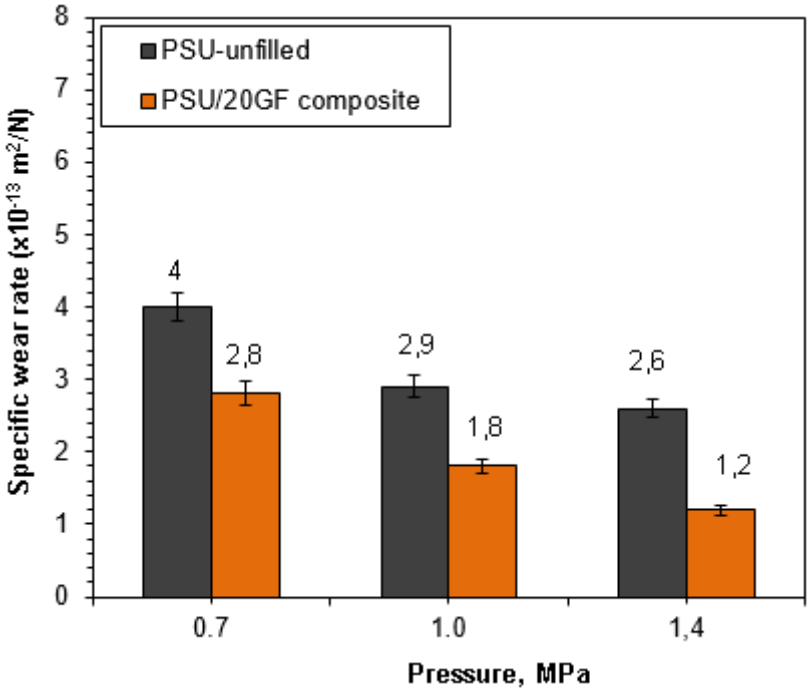


Figure 4. The variation of SWR and contact pressure for PSU polymer and PSU/20GF composite against WR-PEI disc.

Figure 5 shows optical microscope images of the wear pin surfaces of unfilled poly-sulfone polymer and PSU/20GF composite, respectively. The wear mechanism shown in the wear tests can be expressed as abrasive. The abrasive wear behavior of the unfilled PSU polymer and PSU/20GF composite materials used in the experiment varies depending on the wear and friction parameters. For both polymer materials used in the experiment, the abrasive effect increases with the rise in pressure. At a pressure of 1.4 MPa and 0.5 m/s sliding velocity, deeper and wider grooves were observed on the wear surfaces of unfilled poly-sulfone polymer material (see Figure 5a-c). In addition, Figure 6 a,b point out the micrographs of worn disc surfaces of unsaturated polyester composite with long glass fiber and $CaCO_3$ filler against PSU polymer and PSU/20GF composite materials.

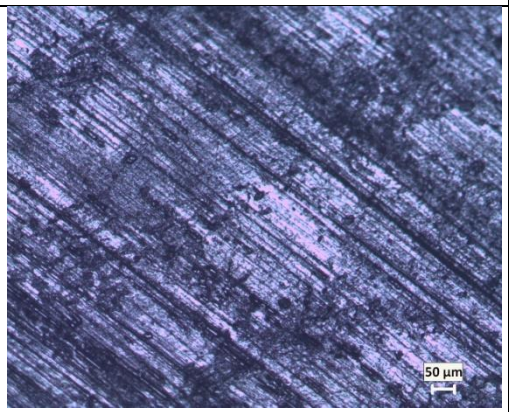
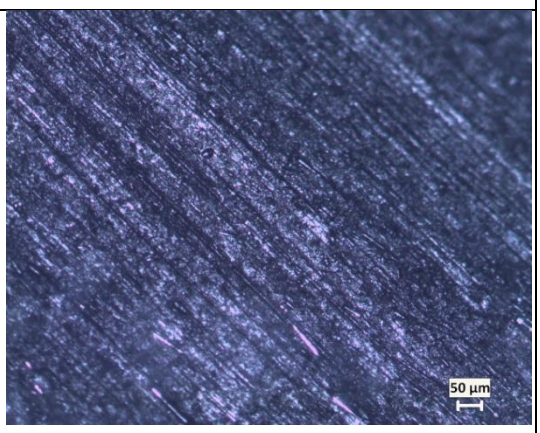
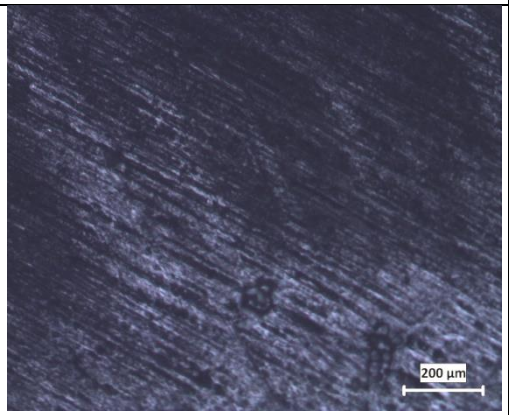
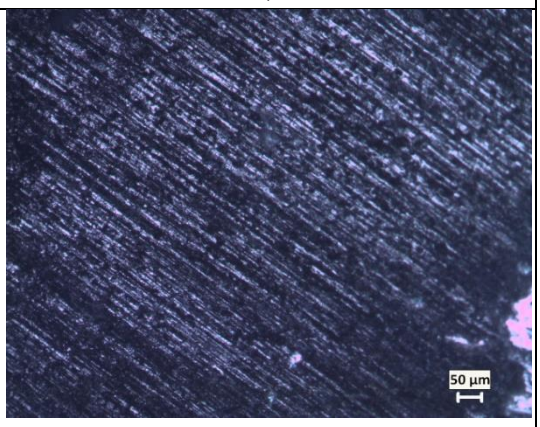
Disc	Unfilled PSU pin	PSU/20GF composite pin
Unsaturated polyester composite		
	a)	b)
Wear resistant poly-ether-imide		
	c)	d)

Fig. 5. Morphology of worn surfaces of generated at 1.4 MPa pressure, 0.5m/s velocity; a) unfilled PSU against UP/LGF-$CaCO_3$ composite disc b) PSU/20GF composite against UP/LGF-$CaCO_3$ composite disc c) unfilled PSU against WR-PEI disc d)PSU/20GF composite against WR-PEI disc

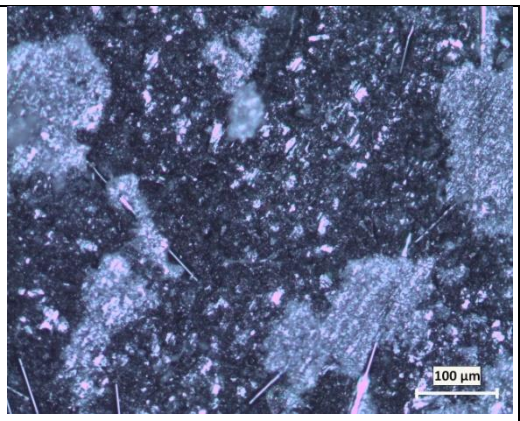
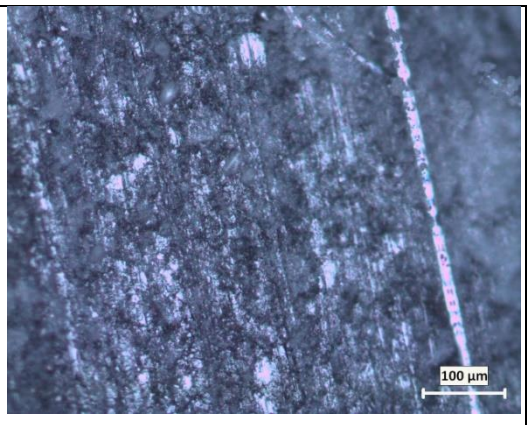
Unsaturated polyester composite disc		
	a)	b)

Fig. 6. Morphology of worn disc surfaces of generated at 1,4 MPa pressure, 0.5m/s velocity; a) unfilled PSU polymer against UP/LGF-$CaCO_3$ composite disc b) PSU/20GF composite against UP/LGF-$CaCO_3$ composite disc

4. CONCLUSIONS

The study of tribological behavior of poly-sulfone polymer and PSU/20GF composite in use in electrical applications showed that:

1. The coefficient of friction is both large sensitive to material combinations and applied pressure.
2. The maximum friction coefficient of poly-sulfone polymer and PSU/20GF composite against unsaturated polyester composite disc material are 0.45 and 0.42, respectively and against wear resistant PEI polymer disc material are 0.13 and 0.08, respectively.
3- The average specific wear rate for PSU polymer and PSU/20GF composite against unsaturated polyester composite disc material are $4.9x10^{-13}$ to $2.03x10^{-13}$ m^2/N respectively. PSU/20GF composite has 58.5% lower wear rate than pure PSU.
4. The average specific wear rate for PSU polymer and PSU/20GF composite against wear resistant PEI polymer disc material are $3.16x10^{-13}$ to $1.93x10^{-13}$ m^2/N respectively. PSU/20GF composite has 38.9% lower wear rate than pure PSU.
5. An adhesive and abrasive wear processes combinations are observed as a wear mechanism.
6. PSU/20GF composite/PEI with wear resistant combination showed the best friction and wear performance for use in application field.

REFERENCES

[1] Hutchings I.M., Tribology Friction and Wear of Engineering Materials, Edward Arnold, London, 1992.
[2] Lancaster J.K., Wear, 141, 159, 1990.
[3] Sarfaty I.W., Polyetherimide: A Versatile Processable Thermoplastic Resin. J. Polymer Sci. Polymer Symposium 70, 129, 1983.
[4]. Vishwanath B., Verma A.P., Rao C.V.S., Effect of Reinforcement on Friction and Wear of Fabric Reinforced Polymer Composites, Wear 167, 93-99, 1993.
[5] Yamaguchi Y., Tribology of Plastic Materials: Their Characteristics and Applications to Sliding Components. Amsterdam: Elsevier, 1990.
[6] Hooke C.J., Kukureka S.N, Liao PRao., M., Chen Y.K., The Friction and Wear of Polymers In Non-Conformal Contacts. Wear, 200, 83-94, 1996.
[7] Bose S., Mahanwar P., Effect of Particle Size of Filler on Properties of Nylon-6, J. Min .Mat .Char.& Eng., 3(1) 23-31, 2004.
[8] Malik T. M.; Faroqui M. I., Vachet, C. Polymer Composites, 13, 174, 1992.
[9] Mituishi K., Kodama S., Kawasaki, H., J of Macromolecular Sci. Phys, 26, 479, 1987.
[10] Budinsky K.G., Enginering Materials: Properties and Selection, Prentice-Hall, Englewood, NJ. 1992.
[11] Kukureka S.N, Hooke C.J, Rao M., Liao P. and Chen, Y.K. The Effect of Fibre Reinforcement on the Friction and Wear of Polyamide 66 Under Dry Rolling-Sliding Contact, Tribology International, Vol. 32, pp. 107-16, 1999.
[12] Dominighaus H., Plastics for Engineering: Materials, Properties and Applications, Hanser Publishers, Munich, (1993),
[13] Braydson J.A., Plastic Materials, Butterworth- Heinemann, Oxford, 1995.
[14] Brentnall A.B., Lancaster J.K., Proc. Wear of Materials Cong., ASME, 596-603 1989.

[15] Yamaguchi Y., Tribology of Plastic Materials: Their Characteristics and Applications to Sliding Components. Amsterdam: Elsevier, 1990.
[16] Bahadur S., The Development of Transfer Layers and Their Role in Polymer Tribology, Wear, 245, 92-99, 2000.
[17] Schwartz C.J., Bahadur S., Studies on the Tribological Behavior and Transfer Film-Conter-face Bond Strength for Poly-phenylene Sulphide Filled with Nano-scale Alumina Particles, Wear 237, 261-273, 2000.
[12] Duan Y., Cong P., Liu X. and Li T. Friction and Wear of Poly-phenylene Sulphide(PPS), Poly-ether-sulfone (PES) and Poly-sulfone (PSU) Under Different Cooling Conditions, J. of Macromolecular Sci. B 48, 604-616, 2009.

THE EFFECT OF APPLIED LOAD ON TRIBOLOGICAL PERFORMANCE OF ULTRA-HIGH MOLECULAR WEIGHT POLYETHYLENE

Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL[1], Prof. Dr. Kemal ERMİŞ[2]

[1]Sakarya University of Applied Science, Faculty of Technology,

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0521-6647

[2]Sakarya University of Applied Science, Faculty of Technology,

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3110-2731

ABSTRACT

Polymer materials are rapidly replacing traditional materials in recent years due to their lightness, corrosion resistance, chemical resistance, easy process-ability, low cost, excellent resistance to wear and low coefficient of friction (CoF). Ultra-high molecular weight-polyethylene (UHMW-PE) has the ability to be an alternative to polymer such as polyamide 6, polyamide 66, poly-oxy-methylene and poly-tetra-fluoro-ethylene with its wear and friction properties. The sliding velocity and load are also parameters affecting wear and friction properties. Plastic materials used in applications such as gears, bushing and bearings sometimes operate at high speeds and sometimes are exposed to high loads. This affects the tribological behavior of the plastic material. In this experimental study, the effect of velocity and applied load on the tribological performance of UHMW-PE polymer was investigated. Three different loads such as 49.05N, 89.10N and 147.15N were used in the study. Sliding velocity of 0.5 and 1.0 m/s were selected as sliding velocity. A pin-on-disc wear test device was used in tribological studies. AISI 316L stainless steel was selected as the counter disc material. The experiments were performed under dry condition and at room temperature. Test samples were prepared in accordance with ASTM G99 standard. The coefficient of friction, wear volume and wear rate (WR) values of UHMW-PE were determined in the study. In the study, lower CoF, wear volume and WR values were determined at 0.5 m/s velocity and under low loads (49.05N), while higher CoF, wear volume and WR values were determined at high loads (147.15N). Under 49.05N load and 0.5 m/s velocity, the CoF was 0.157, the wear volume was 5.20×10^{-4} cm^3 and the WR was 5.3×10^{-6} mm^3/Nm. Under 147.15N load and at the same velocity, the CoF was 0.173, the wear volume was 7.29×10^{-4} cm^3 and the WR was 7.43×10^{-6} mm^3/Nm. As a result of increasing the velocity to 1.0 m/s, an increase in the CoF and wear volume values of UHMW-PE was observed, while a decrease in the WR values was determined. The wear surface of the test samples were examined using SEM (scanning electron microscope).

Keywords: polyethylene, wear, friction, UHMW-PE, tribology, ultra high molecular weight

1. INTRODUCTION

UHMW-PE polymer is a type of polymer with a low CoF and self-lubricating properties without the need for any additional additives. Thanks to these properties, it is a polymer that shows

abrasion resistance even in very different environmental conditions. At the same time, UHMW-PE polymer has high impact resistance properties and shows the ability to absorb energy against high shock impacts. In addition, UHMW-PE polymer, which is resistant to many chemicals, is used in applications exposed to harsh chemical conditions. Thanks to its low moisture absorption, it shows dimensional stability and maintains its mechanical properties in a wide range of peripheral conditions.

Thanks to its excellent UV resistance, UHMW-PE polymer finds a wide range of usage in outdoor weather conditions, including environments exposed to sunlight. Due to all these advantageous properties, it is widely used in bearing, housing and bushing manufacturing, conveyor systems, medical implant applications, food processing machines and machine parts exposed to wear. With these properties, it can compete with polymers such as polyamide 66 (PA 66), polyamide 6 (PA 6), cast polyamide (Cast PA), poly-tetra-fluor-ethylene (PTFE), poly-oxy-methylene (POM) and high-density polyethylene (HDPE) in areas where wear and friction are prominent. In the literature, there are many publications [1-10] on UHMW-PE in the field of wear. In addition, there are also publications on polyamides such as polyamide 6 (PA 6), polyamide 66 (PA 66) and cast polyamide (Cast PA) [11-16], poly-tetra-fluoro-ethylene (PTFE) and poly-oxy-methylene [17-23] in the field of tribology.

Many plastic materials used in the machinery sector are exposed to certain loads and speeds in the working area. These working conditions affect the working life of the material. UHMW-PE polymer is one of the wear resistant polymers widely used in the industry and the following study was performed in order to shed light on the few studies in the literature. In the study, the effectiveness of velocity and load on UHMW-PE polymer was investigated. Tribological tests were carried out at loads of 49.05N, 89.10N and 147.15N with a sliding path of 2000 m and velocity of 0.5 and 1.0 m/s under dry conditions and at room temperature. The tribological performances of UHMW-PE polymer at different loads and speeds were investigated. The CoF, wear volume and specific WR values of UHMW-PE were determined. The wear surface microstructure investigations of the test specimens were performed using an optical microscopy.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Materials

UHMW-PE polymer, which is the main matrix material in the experiments, was obtained from a company marketing plastic raw materials in Sakarya province/Türkiye in the form of a 10 mm diameter rod.

2.2. Tribological tests

Tribological tests were performed on a pin-disc wear tester. In accordance with ASTM G99 standard, the test specimens were turned using a revolver lathe with a length of approximately 45 mm a diameter of 6 mm. Before the wear test, both the UHMW-PE polymer pin and the steel disc surface were sanded with 1200 grit sand paper to obtain the same surface roughness. The counter steel disc with a thickness of 5 mm and a diameter of 95 mm was first turned and then ground. The wear tests were performed in a pin-on-disc wear device under dry conditions and at room temperature. Three different loads of 49.05N, 89.10N and 147.15N and velocity of 0.5 and 1.0 m/s were used. The experiments were performed at a sliding path of 2000 m. The

pin and disc surfaces were cleaned with acetone before each experiment. The friction force at pin and disc contact was reading with a load-cell mounted on the loading arm. The coefficient of friction (μ) was checked out using the following formula:

$\mu=F_f/F_N$

The wear amounts of the samples were announced using a Precia brand balance with a capacity of 220 g and a precision of $1x10^{-4}$ g. The wear rate of the test samples (SWR) [mm^3/Nm] was computed using the following formula. Wear rate :

$SWR=(\Delta m)/(Lx\rho xF_N)$

Where Δm is mass loss, L is sliding distance, ρ is density, F_N is normal load.

2.3. Microstructural investigations

After the wear test, polymer pin and steel disc wear surface microstructure examinations were performed using an optical microscope. The wear tests were performed at ambient temperature and dry ambient conditions at loads of 49.05N, 89.10N and 147.15N, 2000m sliding distance and 0.5-1.0 m/s velocity. The tribological performances of UHMW-PE polymer at different loads and speeds were investigated. The CoF, wear volume and WR values of UHMW-PE were determined.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 presents the variation of CoF of UHMW-PE polymer under different loads and velocity of 0.5 and 1.0 m/s. As it can be seen in the figure that the friction coefficient of UHMW-PE polymer increased with increasing load at both velocity. At 0.5 m/s velocity, the CoF increased by 4.4% and 10.1% as a result of increment of load by 100% and 200%, respectively. At 1.0 m/s velocity, the CoF increased by 4.5% and 7.3% as a result of increment of the load by 100% and 200%, respectively. Possible cause of the increase in CoF is thought to be the roughness on the steel disc surface. In the microstructural images of the steel disc wear surface shown in Figure 5, the film formation on the steel disc surface was not complete. This can be clarified by the lack of film formation of UHMW-PE polymer to reduce the steel disc surface roughness.

The change in the wear volume of UHMW-PE polymer at 0.5 and 1.0 m/s velocity and under loads of 49.05N, 98.1N and 147.15N is served in Figure 2. As observed in the figure that it is observed that the wear volume of the UHMW-PE polymer used in the experiment increased almost proportionally as a result of increment in the load (from 49.05N to 147.15N) at both velocity. In the 0.5 m/s velocity wear and friction tests, an increase of 20.1% and 40.1% in the wear volume was detected as a result of increment in the load by 100% and 200%, respectively. When the velocity was increased from 0.5 m/s to 1.0 m/s and the load was increased by 100% and 200%, the wear volume increased by 25% and 50%, respectively.

Figure 3 displays the variation of the WR of UHMW-PE polymer under loads of 49.05N, 98.1N and 147.15N and velocity of 0.5 and 1.0 m/s. As can be sighted in Figure 3, an increase in the

specific WR of UHMW-PE polymer was viewed as a result of increment of load at each velocity. At 0.5 m/s velocity, an increase of approximately 20.1% and 40.1% was viewed as a result of increment of the load by 100% and 200%, respectively, while at 1.0 m/s velocity, an increase of approximately 25.2% and 50.2% was got as a consequence of increase in load by 100% and 200%, respectively.

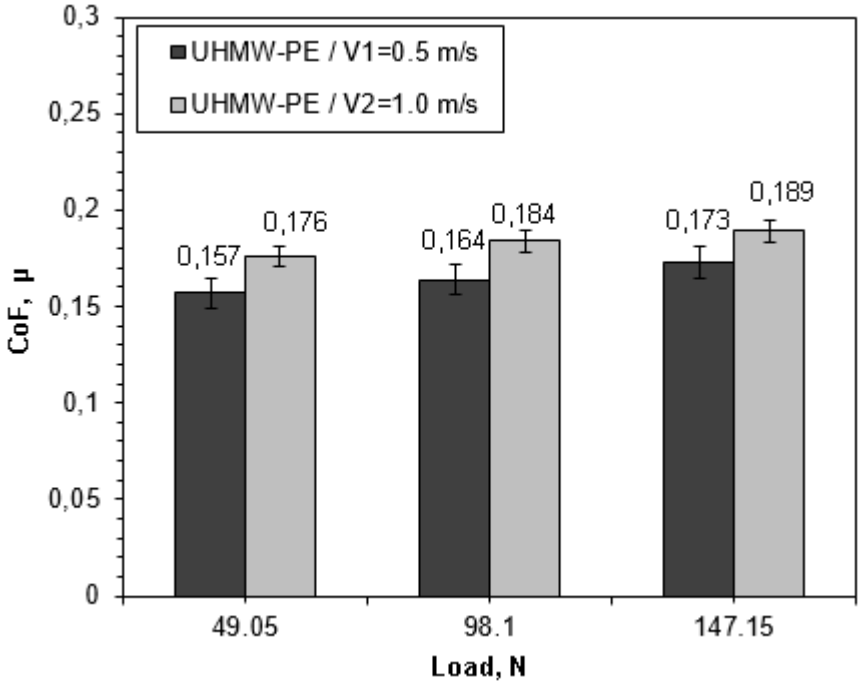


Figure 1. Variation of CoF of UHMW-PE at different velocity with applied loads.

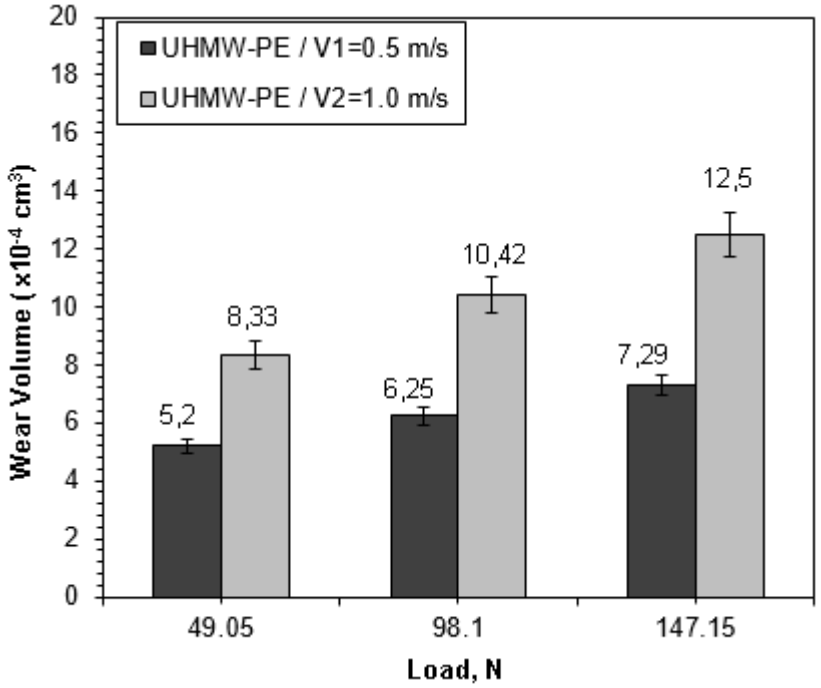


Figure 2. Variation of wear volume of UHMW-PE at different velocity with applied loads.

In previous studies in the literature, it is announced that there may be heat increase at the polymer and steel counter material contact point depending on the wear process parameters such as velocity and load. The heat increase is related to the applied load and velocity. If the heat generated at the point of contact with load and velocity is below a certain critical point, wear will not be excessive, while heat increase above the critical value may cause softening of the polymer material and melting at later levels. This may ground an increase in the WR of the material. The load and velocity values applied in the work were not at levels that could cause softening of the UHMW-PE polymer.

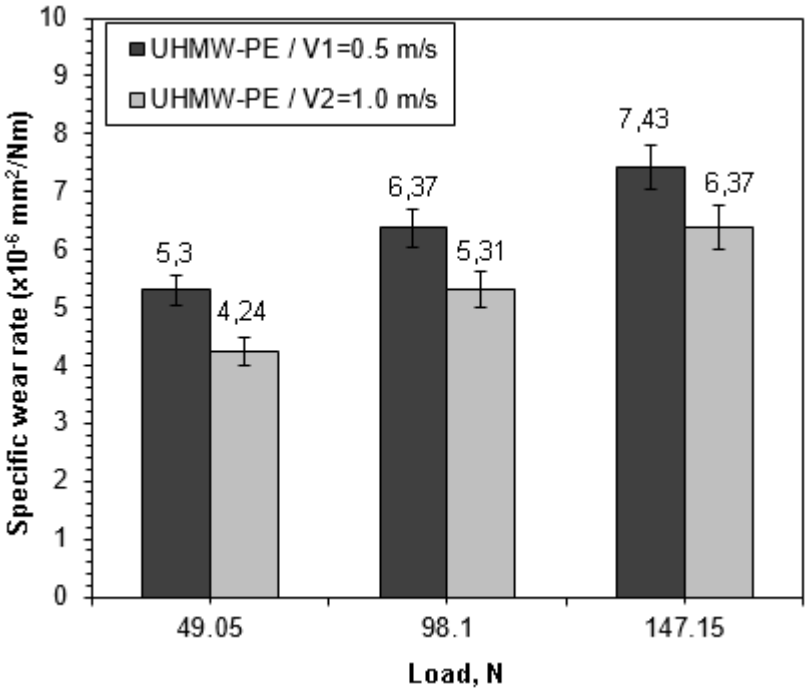
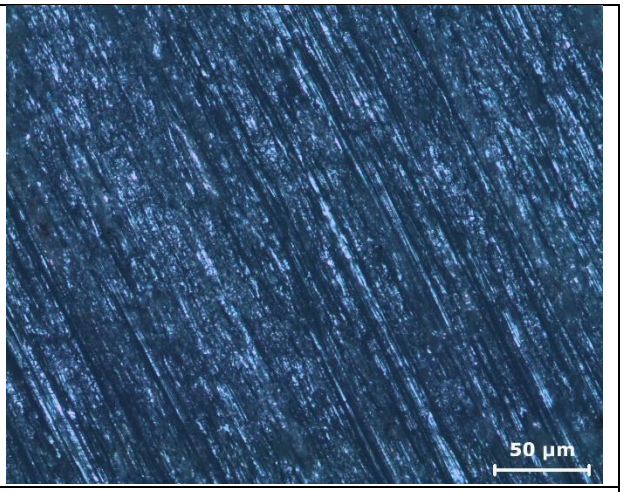
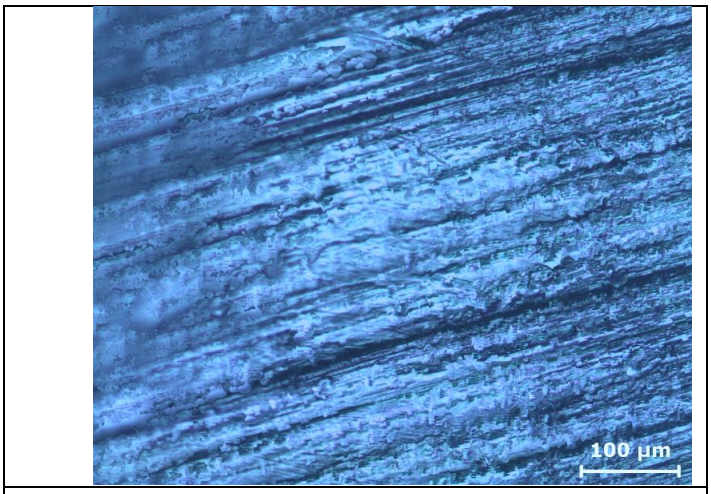


Figure 3. Variation of specific WR of UHMW-PE at different velocity with applied loads.

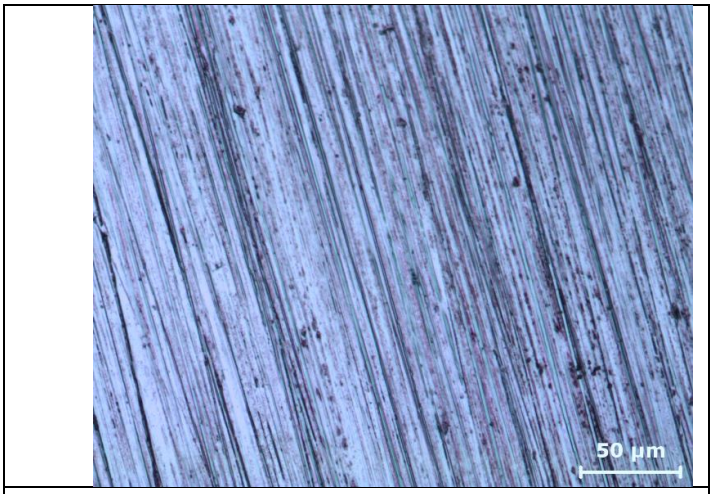


a) F2=98.10 N, V1=0.5 m/s)

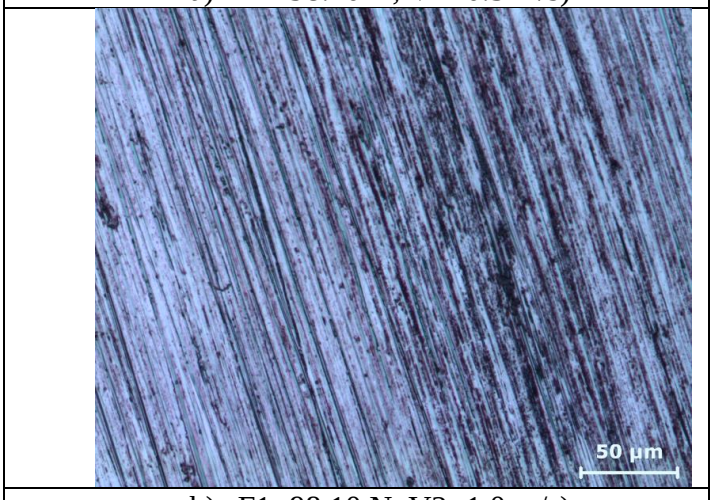


b) F2=98.10 N, V2=1.0 m/s)

Figure 4. Optical microscope microstructural images of the UHMW-PE polymer wear surface at different velocity a) F2=98.10 N, V1=0.5 m/s and b) F2=98.10 N, V2=1.0 m/s



a) F1=98.10 N, V1=0.5 m/s)



b) F1=98.10 N, V2=1.0 m/s)

Figure 5. Optical microscope microstructural images of the steel disc wear surface of different velocity a) F1=98.10 N, V1=0.5 m/s and b) F1=98.10 N, V2=1.0 m/s

Figure 4 a,b shows the optical microscope microstructure investigations of the wear surfaces of UHMW-PE polymer under 98.10N load and 0.5 and 1.0 m/s velocity. At 98.10N load and 0.5 m/s velocity, the wear surface of the UHMW-PE polymer was observed as thin and shallow wear marks, i.e. smoother surface (See Figure 4a), while wider and deeper wear grooves were observed at 98.10N load and 1.0 m/s velocity (See Figure 4b).

Figure 5a,b displays the microstructural images of the steel disc surfaces of UHMW-PE polymer against 98.10N load and 0.5 and 1.0 m/s velocity. Under 98.10N load and 0.5 m/s velocity, it is viewed that a much thin film starts to form on the surface of steel disc (See Figure 5a), while at 1.0 m/s velocity, it can be expressed that the film formation starts to increase a little more (See Figure 5b).

4. CONCLUSIONS

The following conclusions were drawn regarding the from the wear and friction performances of UHMW-PE polymer.

- The friction coefficient of UHMW-PE polymer increased almost proportionally with the increasing load. At 0.5 m/s velocity, the CoF increased by 10.1% by increasing the load from 49.05N to 147.15N and by 7.3% at 1.0 m/s velocity.
- The wear volume of UHMW-PE polymer increased with increasing load. At 0.5 m/s velocity, the wear volume increased by 2% by increasing the load from 49.05N to 147.15N, while at 1.0 m/s velocity, the wear volume increased by 56.8%.
- It was observed that the WR values of UHMW-PE polymer increased with the increment of applied load. At 0.5 m/s velocity, an increase of about 40.1% in the WR was observed by increasing the load from 49.05N to 147.15N, while an increase of about 50.2% was observed at 1.0 m/s velocity.
- Considering the surface images of the UHMW-PE polymer and the counter disc under the experimental conditions studied, it can be expressed that the abrasive wear mechanism is effective.

REFERENCES

[1] Bracco P., Bellare A., Bistolfi A., Affatato S. UHMW-PE: Influence of the Chemical, Physical and Mechanical Properties on the Wear Behaviour. A Review, Materials. 10:791. 2017.
[2] Wang A., Essner A., Polineni V., Stark C., Dumbleton J. Lubrication and wear of UHMW-PE in total joint replacements. Tribol. Int. 31,17–33, 1998.
[3] Zhou J., Chakravartula A., Pruitt L., Komvopoulos K. Tribological and Nano-mechanical Properties of Unmodified and Crosslinked UHMW-PE for Total Joint Replacements. J. Tribol.126:386, 2004.
[4] Kanaga Karuppiah K.S., Bruck A.L., Sundararajan S., Wang J., Lin Z., Xu Z.-H., Li X. Friction and Wear Behavior of Ultra-High Molecular Weight Polyethylene As a Function of Polymer Crystallinity. Acta Biomater. 4:1401–1410, 2008.
[5] Nusbaum H.J., Rose R.M., Paul I.L., Crugnola A.M., Radin E.L. Wear Mechanisms for UHMW-PE in the Total Hip Prosthesis. J. Appl. Polym. Sci. 23:777–789, 1979.
[6] Unal H, Mimaroglu A, Friction and Wear Behaviour of Unfilled Engineering Thermoplastics, Mater. Des. 24 183–187, 2003.

[7] L.Q. Ren, C.Z. Liu, M. Jiang, J. Tong, Y. Zhao, J. Li, Characteristics and Mechanism of Abrasive Wear of Particle Reinforced UHMW-PE Matrix Composite, Macaxue Xuebao/Tribology, 17, 334–339, 1997.
[8] Liu C.Z., Ren L.Q., Arnell R.D., Tong J., Abrasive Wear Behaviour of Particle Reinforced UHMWPE Composites, Wear 225–229 199–204, 1999.
[9] Bahadur S, Tabor D. Role of Fillers in the Friction and Wear Behaviour of High-Density Polyethylene. In: Lee LH, editor. Polymer Wear and its Control. ACS Symposium Series. Washington (DC): ACS, p. 253–68, 1985.
[10] Wang YQ, Li J. Sliding Wear Behaviour and Mechanism of UHMW-PE. Mater Sci Eng-A, 266:155–60, 1999.
[11] Van De Velde F., Baets P. De, The Friction and Wear Behaviour of Polyamide 6 Sliding Against Steel At Low Velocity Under Very High Contact Pressures, Wear 209, 106–114, 1997.
[12] Unal H., Mimaroglu A. and Arda T. Friction and Wear Performance of Some Thermoplastic Polymers and Polymer Composites against Unsaturated Polyester, Applied Surface Science, Vol. 252 (23), pp. 8139-46, 2006.
[13] Unal H., Sen U. and Mimaroglu A. Dry Sliding Wear Characteristics of Some Industrial Polymers Against Steel Counter-face, Tribology International, Vol. 37 No. 9, pp. 727-32, 2004.
[14] Kukureka S.N, Hooke C.J, Rao M, Liao P, Chen Y.K. The Effect of Fibre Reinforced on the Friction and Wear of Polyamide 66 under Dry Rolling-Sliding Contact. Tribol Int. 32:107, 1999.
[15] Unal H., Yetgin S.H., Kastan A., Ermis K., Unal V. F., Improving the Specific Wear Rate and Cof of Polyamide 6 Polymer and Its Composite By Adding Wax Under Self-Operation Conditions, Materialwiss. Werkstofftech. 54, 1249–12, 2023.
[16] Unal H., and Mimaroglu A., Friction And Wear Performance of Polyamide 6 and Graphite and Wax Polyamide 6 Composites Under Dry Sliding Conditions, Wear 289 132–137, 2012.
[17] Bijwe J., Neje S., Indumathi J. and Fahim M. Friction and Wear Performance Evaluation of Carbon Fibre Reinforced PTFE Composite, J. Reinf. Plast. Compos. 21(13), 1221-1240. 2002.
[18] Tevruz T. Tribological Behaviours of Bronze-filled Polytetrafluoroethylene Dry Journal Bearings, Wear, 230: 61-69. (1999).
[19] Shi Y.J., Feng X., Wang H.Y, Liu C. and Lu X.H. Effects of Filler Crystal Structure and Shape on the Tribological Properties of PTFE Composites, Tribology International, 40, 1195-1203, 2007.
[20] Franke, R., Lehmannb, D. and Kunze, K. Tribological Behaviour of New Chemically Bonded PTFE Polyamide Compounds, Wear, 262: 242–252, 2007.
[21] Li F., Hu K., Li J. and Zhao B. The Friction and Wear Characteristics of Nanometer ZnO Filled Polytetrafluoroethylene, Wear, 249, 877–882, 2002.
[22] Goriparthi B.K., Naveen P., Shankar H.R., Ghosh S. Mechanical, Wear and Fatigue Behaviour of Functionalized CNTs Reinforced POM/PTFE Composites, Materials Research Express, Vol. 6, no. 6, 2019.
[23] Hu Z., Mao K. An Investigation of Misalignment Effects on the Performance of Acetal Gears, Tribology International, Vol. 116, pp. 394-402, 2017.

PİYASADA SATIŞA SUNULAN TON BALIĞI KONSERVELERİNİN KOBALT, NİKEL, STRONSİYUM VE BARYUM YÖNÜNDEN İNCELENMESİ[1]

Doç.Dr. Rabia Mehtap TUNCAY[1], Uzm. Diyetisyen Nermin RÜSTEMLİ[2]
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
https://orcid.org/0000-0002-3510-5369
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
https://orcid.org/0000-0002-3510-5369

ÖZET

Bu çalışma, piyasada satışa sunulan suda, yağda ve soslu ton balığı konservelerinde ağır metal birikiminin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, 35 adet su içerisinde ton balığı, 35 adet yağ içerisinde ton balığı ve 35 adet sos içerisinde ton balığı olmak üzere toplam 105 adet konserve ton balığı analiz edilmiştir. Örneklerin analize hazırlanma aşamasında mikrodalga yaş yakma yöntemi kullanılmıştır. Hazırlanan örneklerin ağır metal düzeyleri İndüktif Eşleşmiş Plazma ve Kütle Spektrometre (ICP-MS) cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Tüm verilerin ortalamaları incelendiğinde Co, Ni, Sr, Ba, soslu, ton balıkları örneklerinde sırasıyla ortalama miktarı sırasıyla 0.0038, 8.608, 4.388, 0.408 mg/kg, sulu ton balıklarında 0. 035, 7.276, 5.125, 0.412 mg/kg, yağlı ton balıklarında ise 0.026, 12.302, 5.125, 0.412 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda konserve ton balıkların kobalt, nikel, stronsiyum ve baryum miktarlarının yağ, su ve sos içeriğine bağlı olarak değişebildiğini göstermektedir. Sonuçlar sağlık açısından risk oluşturmasa da ton balığı üretiminin her aşamasında kobalt, nikel, stronsiyum ve baryum kalıntılarının düzenli analizleri ve denetimleri önerilmektedir. Ayrıca, yaş gruplarına göre ağır metal maruziyeti üzerine daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, ton balığı, ICP MS

Piyasada Satışa Sunulan Ton Balığı Konservelerinin Kobalt, Nikel, Stronsiyum ve Baryum Yönünden İncelenmesi

Amaç: Bu araştırmada Van piyasasında ve İnternet üzerinden satılan farklı içeriğe sahip 105 adet konserve ton balığı örneğinin kobalt, nikel, stronsiyum ve baryum düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Yağ, su ve sos içerisinde bulunan konserve balık örneklerindeki kobalt, nikel, stronsiyum ve baryum içerikleri ICP-MS cihazıyla analiz edilmiştir.

[1] Bu çalışma 'Piyasada Satışa Sunulan Ton Balığı Konservelerinin Ağır Metal Yönünden' İncelenmesi adlı tezden özetlenmiştir.
*Van YYÜ BAP Koeinatörlüğü TYL-2022-10269 Nolu projenin bir kısmından üretilmiştir."

Bulgular: Araştırmanın sonuçlarına göre; soslu ton balıklarında ortalama kobalt, nikel, stronsiyum ve baryum miktarı sırasıyla 0.0038, 8.608, 4.388, 0.408 mg/kg, sulu ton balıklarında 0. 035, 7.276, 5.125, 0.412 mg/kg, yağlı ton balıklarında ise 0.026, 12.302, 5.125, 0.412 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Sonuç: Bu çalışma, konserve ton balıkların kobalt, nikel, stronsiyum ve baryum miktarlarının yağ, su ve sos içeriğine bağlı olarak değişebildiğini göstermektedir. Sonuçlar sağlık açısından risk oluşturmasa da ton balığı üretiminin her aşamasında kobalt, nikel, stronsiyum ve baryum kalıntılarının düzenli analizleri ve denetimleri önerilmektedir. Ayrıca, yaş gruplarına göre ağır metal maruziyeti üzerine daha fazla araştırmaya ihtiyaç vurgulanmıştır.

GİRİŞ

Ağır metaller uzun yıllar boyunca işlenmekte ve kullanılmaktadır. Bu kullanım sonucunda ağır metallerin çevreyi kirletmesi sonucunda bütün canlıları etkilemektedir. Canlı vücuduna ağır metaller hava, toprak, su ve gıda çalışma yerleri, yaşadığı yer gibi farklı şekillerde geçebilmektedir (Andayesh ve ark., 2015; Akalın, 2018).

Kobalt, B12 vitamini veya kobalamin bileşenidir. Kobaltın gıdalarda emilimi yaklaşık %30-40'dır. Kobalt eksikliğinde anemi riski artar ancak diyetle yeterli miktarda B12 vitamini alındığında kobalt eksikliği görülmediği araştırmalar sonucu belirtilmiştir. Kobalt kırmızı et, sakatat, balık ve istiridye gibi besinlerde bolca bulunur. Hayvansal ürünlerin tüketilmesiyle kobalt yeterli kobalt alınabilir. Yüksek dozda kobalt maruziyeti sonucunda toksik etki yaratır. Bunun sonucunda kalp kası hastalığına neden olabilmektedir (Yamagata ve ark., 1963; Baysal, 1996; Doğan 2002; Özata 2008).

Nikel, bitkisel ve bakteriyel bazı enzimlerin katalitik aktivitesinde önemli rol oynamaktadır. Nikelin yaklaşık %3'lük kısmı gastrointestinal sistemden emilebilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirtilen günlük alım miktarı 100 µg- 300 µg olarak önerilmektedir. Günlük olarak alınan nikel miktarı, nikel bakımından zengin gıdaların tüketilmesinden sonra 900 µg'ye ulaşabilmektedir. Nikel alımı çeşniler, şeker, yağlar için %3'e, balık ve kabuklular için ise %25'e kadar değişiklik gösterebilmektedir. Nikele maruziyet solunum yolu sistemi kanserleri görülebilmekte ve nikel metali ile uğraşan bireylerde astım gibi sağlık etkenlerinin yanında burun ve gırtlak kanseri hastalıkları ortaya çıkabilmektedir (Elinder, 1994; WHO, 1994; Seven ve ark., 2018).

Stronsiyum doğada rahatlıkla bulunabilmektedir. Osteoporoz gibi hastalıkların tedavilerine yardımcı olan bir metaldir. Solunan havada, toprakta, içme sularında ve besin maddelerinde bulunmaktadır. Stronsiyumun başlıca kaynakları su ve yiyeceklerdir. İnsan vücudunda

stronsiyum yaklaşık olarak %99'u kemiklerde bulunmaktadır. İnsanlarda osteoporozu önlemek için takviye şeklinde alınabilmektedir. Diş çürüklerini önlemek bakmından ve prostat kanserinde de olumlu etkileri bilinmektedir (Küfeli, 2016).

Doğada serbest halde bulunmayıp bileşik halde bulunan bir metaldir. Baryumun bazı bileşiklerinin suda çok kolay bir şeklide çözünmesi baryumun göl ve akarsularda görülmesinin nedenleri arasında yer almaktadır. Vücutta birikmesinin sebebi suda yaşayan organizmalar yardımıyla baryum bileşiklerini absorbe etmeleridir (Ghaemi ve ark., 2011).

Baryumun kanserle bir ilişkisi olup olmadığı bilinmemektedir. Baryuma az miktarda maruz kalındığında kusma, ishal, nefes almakta güçlük ve kasta zayıflamaya yol açtığı söylenebilmektedir (Martin ve Griswold, 2009).

Sonuç olarak her gıda maddesinde ağır metal izleri bulunmaktadır. Genellikle ortalama ağır metal alınımı, Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen tolere edilebilir haftalık alımların altındadır. Bununla birlikte, çevreye salınan kirleticiler metal konsantrasyonunu yükseltir ve zaman zaman yerel zehirlenme kazalarına neden olabilmektedir (Conacher ve Mes, 1993).

Gereç ve Yöntem

Gereç

Van piyasasında Eylül- Kasım 2022 yılında satışa sunulan ton balığı konservelerinden 35 adet su içerisinde ton balığı, 35 adet yağ içerisinde ton balığı ve 35 adet sos içerisinde ton balığı olmak üzere toplam 105 adet örnek analiz edilmiştir.

35 adet soslu konserve balıklarının sos içeriği; akdeniz usulü, barbekü, hardal, jalepeno biber, mayonez, kuru domates ve acı soslu, 35 adet yağlı ton balıklarındaki yağ içeriği ise ay çiçek yağı, zeytin yağı ve her ikisinin karışımından üretilen ton balıkları şeklindedir.

Araştırma yeri

Mikrodalga yaş yakma öncesi kurutma ve dondurma işlemi Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Mikrodalga yaş yakma işlemi Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilim Uygulama Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır.

ICP-MS ölçüm işlemleri Bayburt Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır

Yöntem

Mikrodalga yaş yakma yöntemi

Numuneleri yaş yakma işlemine hazırlamak için suda olan ton balıklarından 10 gram tartılarak 105ºC'de kurutma fırınında sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutuldu. Yağda ve sosda ton balıkları için ise ürünü homojenleştirdiği ve daha az kompakt hale getirdiği için dondurarak kurutma işlemi tercih edilmiştir (AOCS, 2005).

İndüktif eşleşmiş plazma ve kütle spektrometresi'de (ICP-MS) analiz öncesi 200 mg konserve balık örnekleri tartılarak teflon kaplara aktarıldı. Üzerine iz (eser) analizler için 7 ml uygun saflıktaki konsantre nitrik asit (HNO_3) ve 1 mL ultra saf su (H_2O) eklenmiştir. Gerekli güvenlik önemleri alınarak ETHOS EASY mikrodalga yakılmıştır. Örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra ultra saf su ile seyreltilerek okuma işlemi için 15 ml'lik falkon tüplerine aktarılmış ve ICP-MS okuma işlemi için Bayburt Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarına gönderilmiştir (Ross, 1997)

Ölçüm

Her numune üç tekrar olacak şekilde analiz edilmiştir. Hazırlanan örneklerde örneklerinin Co, Ni, Sr ve Ba ağır metallerine ait kalıntı seviyeleri Plazma Kaynaklı Emisyon Spektrometre (ICP-MS, Inductively Coupled Plasma, Agilent–Mass Spectrometer, 7800 ICP-MS, USA) cihazı kullanılmıştır. Sonuçlar mg/kg birimi üzerinden cihaza bağlı olarak çalışan bilgisayar sistemi ve bu sisteme özel yazılım ile yorumlanarak elde edilmiştir (Jaric ve ark., 2011).

İstatistiksel analizler

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri IBM SPSS (Version 25) paket istatistik programı ile yapılmıştır. Tez çalışmamızda elde edilen veri ortalamalarının karşılaştırması One-Way ANOVA varyans analizi ile yapılmıştır. Türler arasında tespit edilen farklılıkların anlamlılığı ise Tukey testi ile ortaya konulmuş ve farklılıkların anlamlılık düzeyi $p \leq 0.05$ olarak değerlendirilmiştir (SPSS, 2017).

Bulgular

Analiz edilen sos yağ ve suda ton balığı örneklerinin Co, Ni, Sr ve Ba ağır metal düzeylerine ait veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Her numune üç tekrar olacak şekilde analiz edilmiştir. Bu üç tekrar analiz sonucu elde edilen verilerin ortalamasına IBM SPSS (Version 25) paket istatistik programı uygulanmıştır.

Çalışmada normaliteyi belirlemek için Shapiro-Wilk testi uygulandı ve normal dağılıma sahip olduğu belirlendikten daha sonra Anova testi yapılarak gruplar arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($P< 0.05$). Fark için Duncan testi yapımıştır.

Tablo 1.Soslu, Yağlı ve Sulu Konserve Ton Balıklarında Gruplar Arası Farkın Önem Dereceleri (Duncan Testi)

	Co						Ni	
Numune	Max	Min	Ortalama	Std.Hata	Max	Min	Ortalama	Std.Hata
Sos (n: 35)	0.27	0.01	0.038[a]	0.408[a]	1.29	0.15	8.608[b]	4.388[b]
Su (n: 35)	0.09	0.02	0.035[a]	0.406[a]	2.90	0.31	7.276[b]	4.330[b]
Yağ (n: 35)	0.05	0.01	0.026[a]	0.412[a]	0.82	0.08	12.302[a]	5.125[a]

Tablo 2.Soslu, Yağlı ve Sulu Konserve Ton Balıklarında Gruplar Arası Farkın Önem Dereceleri (Duncan Testi)

Numune	Sr						Ba	
	Max	Min	Ortalama	Std.Hata	Max	Min	Ortalama	Std.Hata
Sos (n: 35)	21.92	3.11	4.388[b]	0.007	8.41	2.58	0.408[a]	0.020
Su (n: 35)	21.79	3.34	4.330[b]	0.002	7.93	3.83	0.406[a]	0.443
Yağ (n: 35)	34.10	5.12	5.125[a]	0.001	9.20	3.36	0.412[a]	0.040

Kobalt

Analiz edilen ton balıklarına ait ortalama kobalt düzeyleri şekil 4'de verilmiştir. Kobalt düzeyi en düşük soslu ve yağlı ton balıklarında 0.01 mg/kg, en yüksek 0.27 mg/kg soslu ton balığında bulunmuştur. Soslu ton balıklarında ortalama değer 0.038 mg/kg, suda ton balıklarında 0.035 mg/kg, yağda ton balıklarında 0.026 mg/kg ve ortalama değer 0.033 mg/kg şeklinde ölçülmüştür (Tablo 1)

Nikel

Analiz edilen ton balıklarına ait ortalama nikel düzeyleri şekil 4'de verilmiştir. Nikel düzeyi en düşük 0.08 mg/kg yağlı ton balıklarında, en yüksek 0.99 mg/kg soslu ton balıklarında ölçülmüştür. Soslu ton balıklarında ortalama değer 0.408 mg/kg, suda ton

balıklarında 0.406 mg/kg, yağda ton balıklarında 0.412 mg/kg ve ortalama değer 0.409 mg/kg şeklinde tespit edilmiştir (Tablo 1).

Stronsiyum

Analiz edilen ton balıklarına ait ortalama stronsiyum düzeyleri şekil 5'de verilmiştir. Stronsiyum düzeyi en düşük 3.34 mg/kg suda ton balığında, en yüksek 34.10 mg/kg yağlı ton balıklarında görülmüştür. Soslu ton balıklarında ortalama değer 8.608 mg/kg, suda ton balıklarında 7.276 mg/kg, yağda ton balıklarında 12.302 mg/kg ve ortalama değer 9.395 mg/kg şeklinde ölçülmüştür (Tablo 2).

Baryum

Analiz edilen ton balıklarına ait ortalama baryum düzeyleri tabloda verilmiştir. Baryum düzeyi en düşük 2.58 mg/kg soslu ton balığında, en yüksek 9.20 mg/kg yağlı ton balıklarında görülmüştür. Soslu ton balıklarında ortalama değer 4.388 mg/kg, suda ton balıklarında 4.330 mg/kg, yağda ton balıklarında 5.125 mg/kg ve ortalama değer 4.614 mg/kg şeklinde ölçülmüştür (Tablo 2).

TARTIŞMA SONUÇ

Ülkemizde hayvansal protein kaynağı olan et, yumurta süt ve yoğurt gibi gıdaların yetersizliğinde beslenme sorunları ortaya çıkmaktadır. Bu gıdaların yerini tutabilecek ekonomik gıda kaynağı balıktır. Balık, etler gibi protein, vitamin ve mineraller bakımdan zengin bir besin kaynağıdır. Modern yaşam, sanayileşme ve son zamanda ortaya çıkan pandemi ile birlikte hazır paketlenmiş gıda veya konserve gıdalara yönelim artış göstermiştir. Günümüzde konserve balıklar ulaşılabilirlik ve tüketimi kolay olduğu için tercih edilmektedir. Konserve balıkların tüketilmesi ağır metaller bakımından potansiyel bir risk olarak görülmektedir (Çelik, 2017; Yerli ve ark., 2020).

Kobalt (Co)

Tez çalışmasında 35'er adet soslu, suda ve yağda ton balığı örneklerinin ortalama Co miktarı sırasıyla 0.039±0.007, 0.035±0.003, 0.026±0.002 mg/kg olarak ölçülmüştür. Ortalama Co miktarı 0.033±0.003 mg/kg olarak bulunmuştur. Elde edilen bu değer Anishchenko ve ark.'nın (2017) bulduğu değerden yüksek, Iwregbue (2015), Sharkawy ve ark.'nın (2020) ton balıkları konservesinde belirlediği değerden düşük bulunmuştur.

Nikel (Ni)

Tez çalışmasında 35'er adet soslu, suda ve yağda ton balığı örneklerinin ortalama Ni miktarı sırasıyla 0.409±0.021, 0.407±0.444, 0.412±0.041 mg/kg olarak ölçülmüştür. Tüm örneklerde ortalama Ni miktarı 0.410±0.016 mg/kg olarak bulunmuştur. Elde edilen bu değer Ashraf ve ark.'nın (2006) konserve ton balıklarında yaptıkları çalışmada buldukları ortalama değer ile benzer ve konserve somon ve sardalya balıklarında belirledikleri değerden daha düşük bulunmuştur. Anishchenko ve ark.,'nın (2017) belirlediği değer çalışmamızda belirlediğimiz

değerden daha düşük bulunmuşken, Ababneh ve Al-Momani (2013), Iwregbue (2015), Sharkawy ve ark.'nın (2020) ton balıkları konservesinde belirlediği değer çalışmamızdan daha yüksek bulmuştur. Tuzen ve Soylak'ın (2007) konserve ton, sardalya, hamsi balıklarında belirlediği Ni değeri çalışmamızda belirlediğimiz ortalama değerden yüksek, konserve istavrit ve palamut balıklarında belirlediği değer ile benzer tespit edilmiştir.

Stronsiyum

Soluduğumuz havada, toprakta, içme sularında ve besin maddelerinde stronsiyum bulunmakla birlikte bunlardan başlıca kaynakları su ve yiyecekler yardımıyla olmaktadır. (Küfeli, 2016).

Tez çalışmasında 35'er adet soslu, suda ve yağda ton balığı örneklerinin ortalama Sr miktarı sırasıyla 0.609±0.705, 7.277±0.492, 12.302±1.095 mg/kg olarak ölçülmüştür. Tüm balık konservelerinde ortalama Sr miktarı 9.396± 0.505 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değer Anishchenko ve ark.'nın (2017) elde ettiği değerden daha düşük bulunmuştur.

Çalışmada yağda bulunan konserve ton balıkları ile soslu ve suda bulunan konserve ton balıklarındaki Sr miktarı arasındaki fark istatiksel olarak önemli ($p<0.05$), tespit edilmiştir (Tablo 11).

Baryum (Ba)

Baryumun bazı bileşiklerinin suda çok kolay bir şeklide çözünmesi baryumun göl ve akarsularda görülmesinin nedenleri arasında yer almaktadır. Vücutta birikmesinin sebebi suda yaşayan organizmalar yardımıyla baryum bileşiklerini absorbe etmeleridir (Ghaemi ve ark., 2011).

Baryumun kanserle bir ilişkisi olup olmadığı bilinmemektedir. Baryuma az miktarda maruz kalındığında kusma, ishal, nefes almakta güçlük ve kasta zayıflamaya yol açtığı söylenebilmektedir (Martin ve Griswold, 2009).

Tez çalışmasında 35'er adet soslu, suda ve yağda ton balığı örneklerinin ortalama Ba miktarı sırasıyla 4.389±0.197, 4.330±0.154, 5.125±0.219 mg/kg olarak ölçülmüştür. Tüm konserve ton balığı örneklerinde ortalama Ba miktarı 4.615±0.105 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Ababneh ve Al-Momani (2013), konserve ton balıklarında belirledikleri Ba çalışmamızdaki değerden daha düşük bulunmuştur. De Lima ve ark'nın (2021) ton balıklarında yaptığı çalışmada sekiz örneğin analitik konsantrasyonun altında diğer örneklerin ortalamasının ise yaptığımız çalışmada belirlediğimiz değerin üzerinde tespit edilmiştir.

Çalışmada yağda bulunan konserve ton balıkları ile suda ve soslu konserve ton balıklarındaki Ba miktarı arasındaki fark istatiksel olarak önemli ($P<0.05$), tespit edilmiştir

Sonuç olarak, bu araştırma, konserve ton balıkların kobalt, nikel, stronsiyum ve baryum miktarlarının yağ, su ve sos içeriklerine bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlar ve diğer çalışmalar arasındaki farklılıkların, konserve ton balıkların üretildiği balık türlerinin, avlandığı okyanusların ve denizlerin, ayrıca mevsimlerin

farklılıklarından, ayrıca avlandıktan sonra nakliye ve depolama koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kobalt, nikel, stronsiyum ve baryum için belirlenen miktarların sağlık açısından tehlikeli olmadığı kabul edilse de konserve ton balığı üretiminde kullanılan yan ürünlerin ağır metal kalıntılarının periyodik olarak analiz edilmesi ve bu kalıntılara yönelik sıkı denetimlerin gerçekleştirilmesi tavsiye edilmektedir. Ek olarak, farklı yaş gruplarına ait bireylerin diyet alışkanlıkları ve dışsal faktörlere bağlı olarak ağır metal maruziyeti üzerine gerçekleştirilecek ileri düzeydeki araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Kaynakça

Andayesh, S., Hadiani, M. R., Mousavi, Z., & Shoeibi, S. (2015). Lead, cadmium, arsenic and mercury in canned tuna fish marketed in Tehran, Iran. Food Additives & Contaminants Part B Surveillance, 8(2), 93-98. doi:10.1080/19393210.2014.993430

Akalın S. Farklı İçeriğe Sahip Konserve Balıkların Ağır Metal Düzeylerinin Değerlendirilmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara: Haccettepe Üniversitesi;2018.

Anishchenko OV, Sushchik NN, Makhutova ON, Kalachova GS, Gribovskaya IV, Morgun VN, Gladyshev MI. Benefitrisk ratio of canned pacific saury (Cololabis saira).Essential fatty acids vs. heavy metals. Food and chem toxicology. 2017;101:8-14.

AOAC Official; Method 999.10; Lead, Cadmium, Zinc, Copper, and Iron in Foods:2005.

Ashraf W, Seddigi Z, Abulkiibash A, Khalid M. Levels of selected metals ın canned fish consumed in Kingdom of Saudi Arabia. Environ Monitor Assess. 2006;117(1):271–279.

Doğan M., 2002. Sağlıklı Yaşamın Kimyası. Popüler Bilim Dergisi; 32-34.

Elinder CG, Friberg L, Kjellstrom T, Nordberg G, Oberdoerster G. Biological Monit metals; Geneva: WHO,1994:78.

Ghaemi, A, Torab-Mostaedi M, Ghassabzadeh H, Ghannadi Maragheh M. Removal of strontium and barium from aqueous solutions by adsorption onto expanded Perlite. Canada. J. Chem. Eng. 2011;89(5):1247-1254.

Güler Ç.Çobanoğlu Z. Kimyasallar ve çevre. Çevre sağlığı temel kaynak dizisi. 1997 50:13-15.

Iwegbue C. Metal concentrations in selected brands of canned fish in Nigeria estimation of dietary intakes and target hazard quotients. Environmen Monit Assess. 2015;187(3):1-15.

Küfeli TA. Sakarya İlindeki Nehir, Göl, Akarsu ve Deniz Sularındaki Toplanan Balık Türlerinin Kas Dokularında Eser Element Düzeylerinin Belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya. Sakarya Üniversitesi; 2016.

Martin S, Griswold W. Human health effects of heavy metals. Environmental Science and Technology briefs for citizens. 2009;15:1-6.

Özata M. Magnezyumun İyileştirici Gücü. İstanbul. Efe Akademi Yayınları. 2022

Ross DF. Competing through supply chain management: creating market-winning strategies through supply chain partnerships. Springer Science Business Media. 1997.

Seven T, Can B, Darende B, Ocak S. Hava ve toprakta ağır metal kirliliği. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi. 2018;1(2), 91-103.

Sharkaway AA, El-Sayed A, Ali Am. Heavy Metals Content in Canned Tuna Fish Marketed in Assiut City, Egypt and Its Related Human Health Risk Assessment. Assiut Vet Medical J. 2020;66(165):1-20.

SPSS ile temel veri analizleri. Anı Yayıncılık. 2017

WHO. Quality Directive of Potable 1994;197(2).

Yamagata N, Kurioka W, Shimizu T. Balance of cobalt in Japanese people and diet. J Radiation Research. 1963;4(1):8-15.

Tuzen M, Soylak M. Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey. Food Chem. 2007;101(4):1378-1382.

AN EVALUATION OF INSTITUTIONAL TWITTER (X) USAGE AMONG TURKIYE GEOGRAPHY DEPARTMENTS

Prof. Dr., EMRE ÖZŞAHİN[1], Lisans Öğrencisi, YILDIZ TÜRKKANLI[2]

[1]Tekirdag Namik Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, 0000-0001-8169-6908

[2]Tekirdağ Namik Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, - 0000-0003-3533-234X

ABSTRACT

Twitter (X) is one of the most popular social media tools with a large and ever-growing user database, where people worldwide share their thoughts on any topic or engage with each other. Unlike other social media platforms, this digital socialization tool, which has faster information dissemination and better user interaction, is widely used by many educational institutions, especially universities and different departments. This study aims to make a scientific evaluation of the use of institutional Twitter in Türkiye Geography Departments. Thus, it is aimed to provide an overview of the evaluation of the situation of the Twitter application, which is one of the social media tools preferred more by institutional organizations, in Geography departments in Turkey. The study data obtained from the Higher Education Program Atlas (YOKATLAS) database were evaluated using content analysis. Thus, the data within a certain scope were analyzed in depth and systematically. As a result of the study, it was understood that Türkiye Geography Departments do not use their institutional accounts effectively. However, it was determined that 76.6% of the departments do not have institutional accounts. Regarding the creation date, it was determined that the oldest department account was put into use 4 years after Twitter became operational. It was understood that there has been a rapid increase in the number of corporate accounts of departments, especially since 2020. Among the department accounts, which reached 3464 tweets, the highest number of tweets was posted by Tekirdag Namik Kemal University, and Suleyman Demirel University Geography Department posted the lowest number of tweets. It was determined that more information, events, and announcements were shared from the department accounts by the academic calendar. It was observed that there were significant differences between the institutional accounts of the departments in terms of the number of followers and followers. Therefore, it is recommended to expand the use of Twitter in Türkiye Geography Departments in terms of institutionalization.

Keywords: Social media, Twitter, YOKATLAS, Geography, Türkiye.

1. INTRODUCTION

Twitter (X) is a social media platform founded by Jack Dorsey in 2006 (Can, 2023). This social network, which allows its users to send a short message of 280 characters to each other, technically consists of the tweet, reply, retweet, like, mention and hashtag components (Albayrak et al., 2017). In addition, this digital communication tool, which allows the sharing

of photos, videos and GIFs, can also be used for live broadcasting (Demir and Öztürk, 2023). Due to all these features, Twitter is seen as the most appropriate social media tool for establishing and maintaining relationships (Köseoğlu and Köker, 2014).

Unlike other social media platforms, Twitter, which has a large and ever-growing user database, has faster information dissemination and better user interaction (Deshwal and Sharma, 2016; Gong et al., 2023). It is also the most successful application in terms of corporate communication among other social media networks (Yağmurlu, 2013; Demir and Öztürk, 2023). For this reason, Twitter is widely used by many educational institutions, especially universities and their different departments (Tosunoğlu and Yılmaz, 2021). Geography Departments, whose field of study and target audience are very wide, also prefer to use Twitter, one of the most popular social media platforms, for information sharing and communication (Gong and Ye, 2021). For this reason, a study was even conducted on institutional Twitter use in U.S. Geography Departments (Gong and Lane, 2020). However, the lack of a similar study for the Türkiye Geography Departments is seen as an important gap in the literature.
This study aims to scientifically evaluate the institutional use of Twitter in Türkiye Geography departments. *Which of the Türkiye Geography Departments use Twitter? What are the characteristics of the institutional accounts of the departments (account name, creation date, number of tweets, number of followers, number of followers, etc.)? How much has the number of departmental accounts increased over time? How has the number of tweets posted by department accounts changed on a monthly and annual basis? What are the main topics that stand out in the content of the tweets?* This study is important in terms of providing an overview of the evaluation of the Twitter application in the Türkiye Geography Departments. Thus, it is aimed to fill the gap in the literature.

2. MATERIAL AND METHOD

The data on Geography Departments used in this study were compiled using the Higher Education Program Atlas (YOKATLAS) database of the Council of Higher Education (YOK) (URL 1, 2023). In Turkey, there are 63 Geography programs in formal education, secondary education, English language teaching, open education, distance education and TRNC nationality (URL 1, 2023). However, 47 Geography programs in formal education were included in this study and the others were excluded. Within the scope of the study, firstly, the institutional accounts of Geography Departments were scanned on the Twitter platform. Then, these accounts were checked and verified from the departments' websites or sharing content. The usage activity of institutional accounts was limited to the time interval from account opening to 01.07.2023. The posts made during this period were evaluated by the content analysis method. Thus, the data within a certain scope were analyzed in depth and systematically (Akyazı, 2018). The data obtained were processed with various programs.

3. RESULTS

47 Geography Departments are providing formal education in Türkiye (Özşahin and Türkkanlı, 2023a; 2023b). While 11 departments have an institutional account on Twitter, 36 departments do not (Figure 1). In other words, 23.4% of Türkiye Geography Departments have an official account, while 76.6% do not. This rate is higher compared to U.S. Geography Departments. In

the U.S. where there are 510 Geography Departments in total, only 106 (20.8%) departments have Twitter accounts (Gong and Lane, 2020).

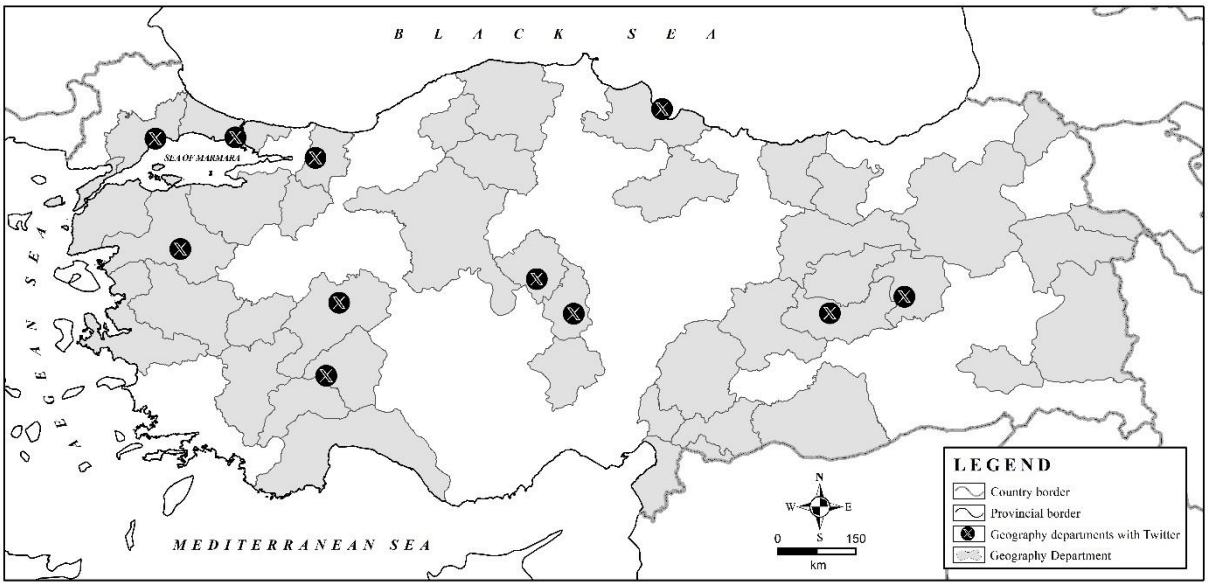


Figure 1. Twitter usage map of Türkiye Geography Departments

In terms of creation date, the oldest account (2010) belongs to the Department of Geography at Balıkesir University. Accordingly, Twitter was opened for use by the Türkiye Geography Department 4 years after its launch (Table 1). However, the participation of departments in Twitter with their institutional accounts has been realized mostly since 2020. Compared to the U.S. Geography Departments (Gong and Lane, 2020), it can be said that the use of Twitter started earlier in the Türkiye Geography Departments (Table 1).

Table 1. List of Türkiye Geography Departments with Twitter accounts as of 01.07.2023

University Name	Twitter account	Twitter Creation Date	Number of tweets	Number of follow up	Number of followers
Afyon Kocatepe	@akucografya	January 2021	29	1	109
Balıkesir	@baun_cografya	September 2010	232	482	858
Bingöl	@BingolCografya	November 2021	2	25	5
Fırat	@firatunicog	April 2022	37	41	41
İstanbul	@iu_cografya	September 2015	525	184	2528
Kırşehir Ahi Evran	@kaeu_cografya	November 2017	188	3	93
Nevşehir Hacı Bektaş Veli	@NevuCografya	February 2018	66	10	76
Ondokuz Mayıs	@OMUCORAFYA	July 2013	9	25	18
Sakarya	@cografyasau	September 2019	44	14	186
Süleyman Demirel	@Sdcografya1	September 2020	1	0	2
Tekirdag Namık Kemal	@tnkucografya	November 2021	2331	127	542

The number of accounts of Türkiye Geography Departments has slowly increased over time. In 2013, the Departments of Geography Ondokuz Mayıs University and Istanbul University

opened their institutional accounts in 2015. Thus, the Türkiye Geography Department had a total of three institutional accounts on Twitter in 2016. Until 2020, another department opened a corporate account every year. However, since 2020, there has been a very rapid increase in the number of new accounts opened by departments (Table 1; Figure 1). Therefore, it can be said that while the institutional accounts of the U.S. Geography Departments have been opened rapidly since 2009 (Gong and Lane, 2020), the institutional accounts of the Türkiye Geography Departments have gradually become widespread over time (Figure 2).

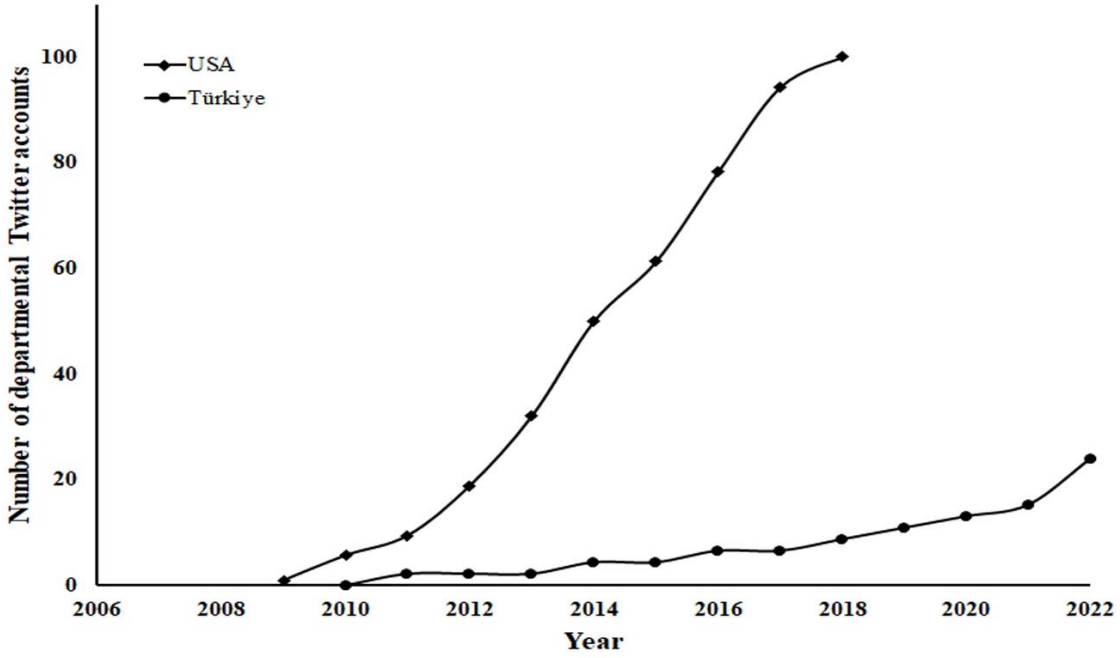


Figure 2. The comparison of the number of Twitter accounts in the U.S. (Gong ve Lane, 2020) and Türkiye Geography Departments over time

Departments with institutional accounts posted a total of 3464 tweets as of 01.07.2023. The highest number of tweets were sent from the accounts of the Department of Geography at Tekirdag Namık Kemal University and the lowest number of tweets were sent from the accounts of the Department of Geography at Süleyman Demirel University. Although the number of tweets sent from the institutional accounts of the departments varied by year, it increased significantly, especially in 2021. The Department of Geography at Tekirdag Namık Kemal University has made a great contribution to this. Although the Twitter account of the relevant department was active in 2021, it tweeted 67.3% of the total number of tweets of Türkiye Geography Departments in a very short time (Figure 3). It can also be said that the same institutional account is the only account that is used internationally among the Türkiye Geography Departments as it shares not only national but also international posts. This finding shows that the Department of Geography at Tekirdag Namık Kemal University uses its institutional account internationally and very effectively. In general, the annual number of tweets from Turkish Geography Departments is considerably lower than the U.S. Geography Departments (Gong and Lane, 2020). This also indicates that Türkiye Geography Departments do not use their institutional Twitter accounts very actively.

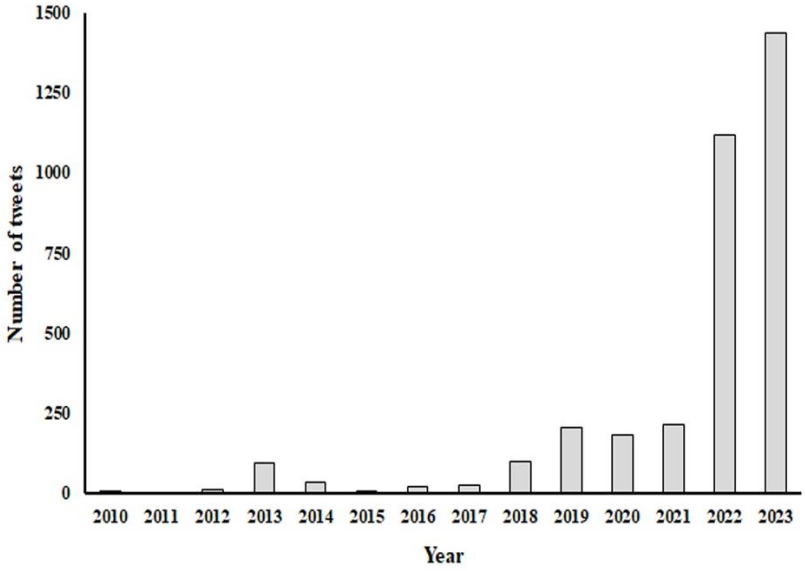


Figure 3. Number of tweets of Türkiye Geography Departments by year

In terms of monthly tweeting, it was found that the institutional accounts of the Türkiye Geography Departments tweeted the most in February and March and the least in the period covering July-September (Figure 4). Accordingly, it is understood that the number of monthly tweets from departmental accounts is in line with the academic calendar. It has already been found that more tweets are tweeted by Türkiye Geography Departments in the fall and spring semesters for news, events, or community interaction (Gong and Lane, 2020).

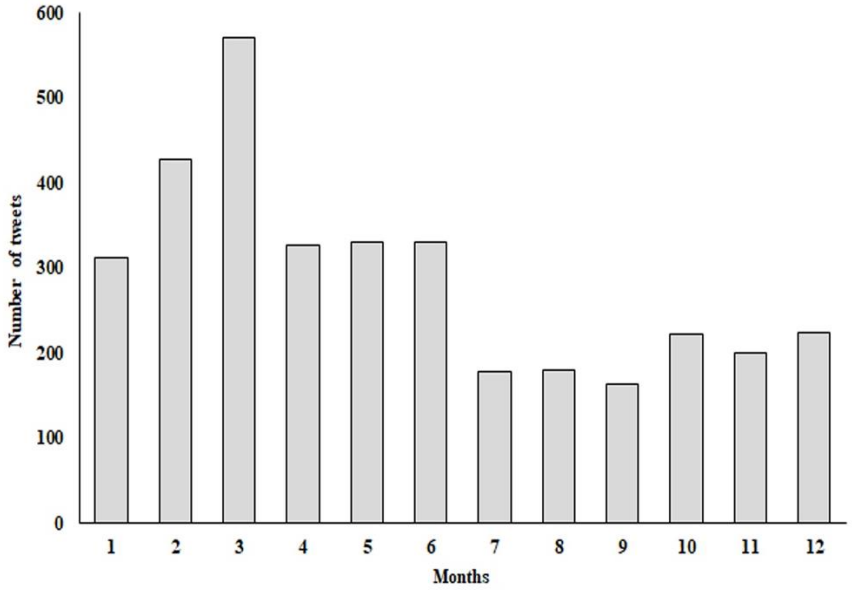


Figure 4. Number of tweets of Türkiye Geography Departments by months

More information, events and announcements were shared as tweets from the institutional accounts of the Türkiye Geography Departments (Figure 5). The department accounts, where the highest rate of information service was provided, shared more in the form of retweets (reposts). It was stated that 37% of the tweets from the institutional accounts of the U.S. Geography Departments were retweets (Gong and Lane, 2020). Therefore, it is understood that the retweet method, which is useful for communicating news and interesting discoveries (Twitter, 2023), is more widely used by Geography Department accounts.

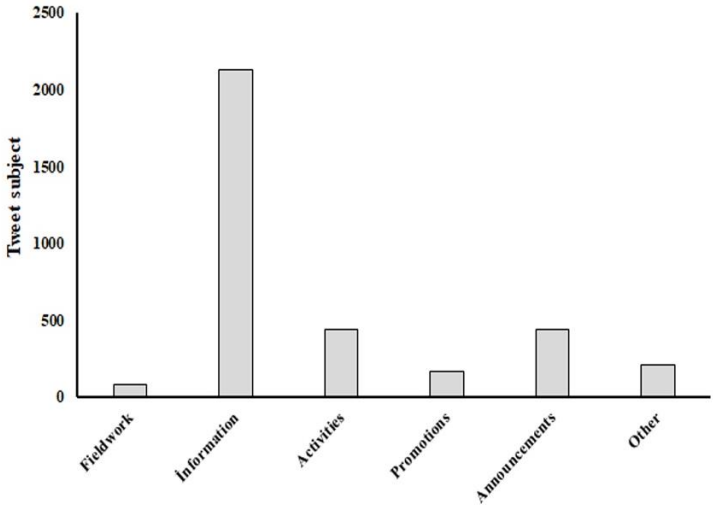


Figure 5. Tweet topics of Türkiye Geography Departments

There are significant differences between the institutional accounts of the departments in terms of the number of followers and followers (Figure 6). In this context, the highest number of followers was found in the accounts of the Departments of Geography Balıkesir University and the highest number of followers was found in the accounts of the Departments of Geography Istanbul University. In addition, the Department of Geography at Süleyman Demirel University is the only institutional account with the least number of followers and no followers. This finding indicates that the Department of Geography at Süleyman Demirel University has an institutional account that is not used effectively.

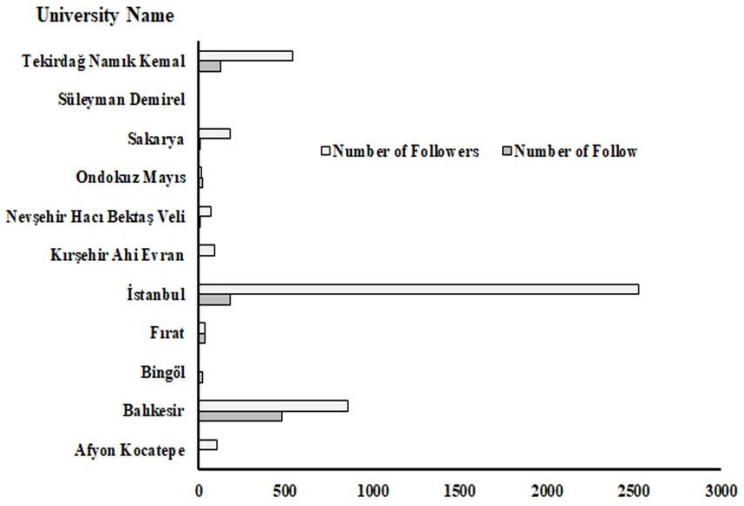


Figure 6. Number of followers and follow of Türkiye Geography Departments

4. CONCLUSION

The results of the study showed that Türkiye Geography Departments do not use Twitter effectively. It was determined that 76.6% of Geography Departments do not have a corporate account. In terms of the creation date, it was determined that the oldest department account was opened 4 years after Twitter became operational. It was understood that there has been a rapid increase in the number of corporate accounts of departments, especially since 2020. Among the department accounts, which reached a total of 3464 tweets, the highest number of tweets was

posted by the Departments of Geography Tekirdag Namık Kemal University and the lowest number of tweets was posted by the Departments of Geography Süleyman Demirel University. It was determined that more information, events and announcements were shared from the department accounts by the academic calendar. It was observed that there were significant differences between the institutional accounts of the departments in terms of the number of followers and followers. Therefore, it is recommended to expand the use of Twitter in Türkiye Geography Departments in terms of institutionalization.

REFERENCES

Akyazı, E. (2018). Social Media Usage of Universities in the Process of Preference. International Journal of Social Sciences and Education Research, 4(4), 677-688. doi: https://doi.org/10.24289/ijsser.470352.

Albayrak, M., Topal, K., & Altıntaş, V. (2017). Data Analysis on Social Media: Twitter. Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences, 22 (Kayfor 15 Özel Sayısı), 1991-1998. doi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/sduiibfd/issue/53208/710653.

Can, Y. C. (2023). A Research on Scıence Journalısm in Turkey and Scıence Journalısm on Twıtter. Journal of Communication Science Researches, 3(1), 58-73. doi: https://dergipark.org.tr/en/pub/ibadergi/issue/74472/1166262.

Demir, Y., & Öztürk, M. (2023). Instıtutıonal Communıcatıon in the Network Socıety: A Socıal Network Analysıs on Unıversıtıes' Use of Twıtter. Turkish Online Journal of Design Art and Communication, 13(2), 519-532. doi: https://doi.org/10.7456/tojdac.1247364.

Deshwal, A., Sharma, S. K. (2016). Twitter sentiment analysis using various classification algorithms. 2016 5th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO), Noida, India, pp. 251-257. doi: 10.1109/ICRITO.2016.7784960.

Gong, X., & Lane, K.M.D. (2020). Institutional Twitter Usage among U.S. Geography Departments, The Professional Geographer, 72(2), 219-237. doi: https://doi.org/10.1080/00330124.2019.1653770.

Gong, X., Lu, Y., Beene, D., Li, Z., Hu, T., Morgan, M., Lin, Y. (2023) Understanding public perspectives on fracking in the United States using social media big data, Annals of GIS, 29:1, 21-35. doi: 10.1080/19475683.2022.2121856.

Gong, X., Ye, X. (2021) Governors Fighting Crisis: Responses to the COVID-19 Pandemic across the U.S. States on Twitter, The Professional Geographer, 73:4, 683-701. doi: 10.1080/00330124.2021.1895850.

Köseoğlu, Ö., & Köker, N. E. (2014). How Turkish Universities Use Twitter in Terms of Diological Communication: A Content Analysis of Five Turkish Universities. Global Media Journal: Turkish Edition, 4(8). https://globalmediajournaltr.yeditepe.edu.tr/sites/default/files/koseoglu-koker.pdf

Özşahin, E., Türkkanlı, Y. (2023a). A Study on Academic Staff in Geography Departments in Türkiye in the 100 th Nniversary of the Republic of Türkiye. 1. Bilsel International Ahlat Scientific Researches Congress (August 15 - 16, 2023) Proceeding Book (Editors: Dr. İlyas

ERPAY, Doç. Dr. Necati SÜMER), Bilgesina Yayınevi, ISBN: 978-625-99040-6-1, s.:332-342, Bitlis.

Özşahin, E., Türkkanlı, Y. (2023b). Academic Staff of Geography Departments in Türkiye: What has Changed in the Last 10 Years (2013-2023)?. 1. Bilsel International Ahlat Scientific Researches Congress (August 15 - 16, 2023) Proceeding Book (Editors: Dr. İlyas ERPAY, Doç. Dr. Necati SÜMER), Bilgesina Yayınevi, ISBN: 978-625-99040-6-1, s.:322-330, Bitlis.

Tosunoğlu, E., & Yılmaz, R. (2021). The Effect of Social Media Visibility on University Rankings: A Study on Twitter Data. Journal of Information and Communication Technologies, 3(1), 25-41. doi: https://dergipark.org.tr/en/pub/bited/issue/63346/739585

Twitter. (2023). How to RePost. Accessed October 02, 2023. https://help.twitter.com/en/using-x/how-to-repost.

URL 1. (2023)., How to RePost Accessed. Augost 26, 2023. https://yokatlas.yok.gov.tr/lisans-bolum.php?b=10036.

Yağmurlu Dara, A. (2013). Ankara Metropolitan Municipality's Social Media Practices From The Dialogic Communication Framework. Selçuk İletişim, 8 (1), 95-115. doi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/josc/issue/19026/200532.

TÜRKİYE EGE BÖLGESİ PAMUK ALANLARINDA PAMUK UNLUBİTİ (*PHENACOCCUS SOLENOPSİS* TİNSLEY (HEMİPTERA: PSEUDOCOCCİDAE))' NİN SON DURUMU

Zir. Yük. Müh. Fatma IŞIK GÜLSOY[1], Dr. Seher TANYOLAÇ[2]

[1]Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - Bornova, - 0000-0001-9040-6714

[2]Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - Bornova,-0009-0002-7545-9820

ÖZET

Zararlı böcek türleri, küresel ısınmanın etkileri ve bitkisel materyallerin ülkeler arası taşınmasından dolayı dünya üzerindeki benzer ekolojilerde yayılım gösterebilmektedirler. Bu böcek grupları içerisinde istilacı türler olarak bilinen unlu bitler çok küçük bireyler olmalarının yanı sıra bitki üzerindeki yarık, çatlak, kabuk altı gibi saklı yerlerde bulundukları için gözden kaçabilmektedirler. Pseudococcidae (Hemiptera) familyasının tüm dünyadaki en önemli istilacı zararlı türlerini barındırdığı bilinmektedir. Bu istilacı tür içerisinde yer alan *Phenococcus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococidae) pamuk unlubiti kısa sürede yayılım gösterme yeteneğine sahip böcek türlerindendir. Ege Bölgesi pamuk alanlarında, Aydın ili Söke ve İzmir İli Menemen ilçelerinde birer tarlada, 2017 yılında bir tohumculuk firmasının Adana'dan deneme amaçlı getirdiği fidelerde zararlının ilk tespiti yapılmıştır. Aydın ili Söke ilçesinde 15 dekarlık bir tarlanın iç kesimlerinde, yaklaşık 100-150 m² lik sınırlı bir alanda saptanmıştır. İzmir ili Menemen ilçesinde ise, 18 dekarlık tarlada, yaklaşık 20 m²'lik alanda görülmüştür. Yapılan bitki sayımlarında tüm bitkinin pamuk unlubiti ile bulaşık ve yüksek şiddetli derecede bulunduğu belirlenmiştir. Pamuk unlubiti ile bulaşık olan bitkilerin sökülerek, başka yere taşınmadan, bulunduğu yerde önce kontak etkili bir insektisitle ilaçlanarak daha sonra yakılarak imha edilmesi önerilmiştir. Ayrıca bulaşık tarlaya girip çıktıktan sonra traktör, makine, alet ve kıyafet temizliğinin yapılması, tarla kenarlarındaki yabancı otların ilaçlanarak temizlenmesi, hasattan sonra bitki artıklarının tarlada yakılması ve bir yıl sonraki ürün sezonunda bulaşık tarlaya mısır ekilmesi önerilmiştir. *Phenacoccus solenopsis* 2017 yılında sadece iki tarlada görülmüş ve tüm bu eradikasyon tedbirlerinin uygulanmasına rağmen bölgede giderek yaygınlaşmış, 2019, 2020, 2021 yıllarında aynı bölgede farklı mevkilerde zarar yapmıştır. Zararlı hızla çoğalma yeteneğine sahiptir, özellikle rüzgar, hayvanlar veya makineler aracılığı ile uzak bölgelere taşınabilmektedir. *P. solenopsis*'in hidrofobik unsu yapıları, küçük boyutlu olmaları ve gizlenebilme özellikleri, bitkinin tüm kısımlarında beslenme yetenekleri, çoklu örtüşen nesiller vermeleri ve yüksek üreme oranları ile geniş alanlara kolaylıkla yayılabilmesine neden olmakta ve zararlının mücadelesini de zorlaştırmaktadır.

Anahtar Kelimeler : İstilacı tür, Pamuk, Pamuk unlu biti.

AN INNOVATIVE APPROACH FOR PRESSURE VESSEL DESIGN OPTIMIZATION USING CHAOTIC MOUNTAIN GAZELLE OPTIMIZER

DR. AYŞE ERDOĞAN YILDIRIM[1]

[1] University of Firat, Faculty of Engineering, Turkey. https://orcid.org/0000-0002-8983-8410

ABSTRACT

In recent years, the use of stochastic methods in solving real-world optimization problems has increased. Mountain Gazelle Optimizer, a recently introduced method, has also been developed as a bio-inspired P-meta-heuristic. This population-based optimization technique is algorithmically designed by mirroring the behavioral patterns of four primary groups of mountain gazelles, each exhibiting distinct social behaviors. The operators of the optimization method were determined in accordance with the behaviors of the solitary group of mountain gazelles, the fertile female group, the single male group and the group migrating for food. The algorithm fundamentally involves the removal of weaker individuals within the population from the herd and the addition of new individuals through birth.

In this study, it is aimed to increase the optimization performance by bringing a new chaotic map based approach to Mountain Gazelle Optimizer, which has proven its robustness in different benchmark problems. The utilization of chaotic mapped initial population strengthens the capability of the algorithm to reach the global optimum without being trapped in local optima.

This proposed method was applied to the Pressure Vessel Design problem, which is a widely preferred problem in the field of engineering design problems. Pressure vessel design problem is one of the constraining optimization problems. The problem aims to optimize the formal parameters of the pressure vessel such as length, thickness and radius. The results obtained from solving the Pressure Vessel Design problem using the Chaotic-based Mountain Gazelle Optimizer approach demonstrate its effectiveness. Furthermore, this innovative method based on chaotic maps appears to provide superior results compared to Mountain Gazelle Optimizer. In addition, this study consistently demonstrates the superiority of the proposed method by providing comparative results with previous studies in this field.

Keywords: Meta-heuristics, Mountain gazelle optimizer, Engineering design optimization problem, Pressure vessel design problem

1. INTRODUCTION

The Pressure Vessel Design (PVD) problem emerges as a constrained engineering design problem commonly employed in the literature to assess the efficacy of newly developed optimization algorithms. The aim of the optimization of the PVD is to reduce costs by minimizing the weight of the vessel while ensuring it maintains adequate strength and durability. It has been solved with different stochastic methods in the literature [1-12].

Stochastic methods generate random variables and use these variables to derive outcomes within the algorithm. These methods try to achieve results by only generating random parameter values that verify the objective function, without defining the mathematical model. Within the realm of stochastic methods, there has been a notable surge in interest towards heuristic and meta-heuristic algorithms in recent years. Among these approaches, meta-heuristic methods inspired by natural phenomena occupy a prominent place in the literature, largely due to their easy implementation, flexibility, speed, and effectiveness [13-15]. One of these methods, the Mountain Gazelle Optimizer (MGO) [16], recently introduced, adopts a herd-based approach. This method is based on dividing the gazelle type into social behavior groups and modeling them as a procedure of the algorithm.

In this study, it is aimed to provide higher performance to the MGO method by creating a chaotically ordered initial population and by updating one of the algorithm procedures. In this context, Chaotic-based MGO (CMGO) approach, a new version of MGO, is introduced. Additionally, this approach is applied to the PVD problem and the results are presented comparatively with methods that have an important place in the literature.

2. CHAOTIC MOUNTAIN GAZELLE OPTIMIZER

Mountain Gazelle Optimizer (MGO) [16] algorithm is inspired by the social behaviors of gazelles. It uses these behaviors to create a model for optimization. Gazelles are categorized into herds during optimization, representing various stages of life. The operators of the algorithm are determined in accordance with the behaviors of the solitary group of mountain gazelles, the fertile female group, the single male group, and the group migrating for food. The algorithm fundamentally involves the removal of weaker individuals within the population from the herd and the addition of new individuals through birth [16]. By making some updates on the algorithmic steps of MGO, a new chaotic map-based version has been designed. Accordingly, the preserved and modified algorithmic steps of the algorithm are introduced below.

1- Firstly, the initial population is generated based on the chaotic logistic map [17-18] rather than random values. The following formulation is used for this purpose (Eq. 1).

$$x(t+1) = \left(B * \left(A^2 - x(t)\right)\right) - A \tag{1}$$

where A and B are constants. A is taken as the default value of 0.5, while B is set to a default value of 4.

2- After the objective function value is calculated, the following operators are executed sequentially until the termination conditions are met.

a) Calculate the Solitary Males (SM) operator using Eq. 2.

$$SM = male_{gazelle} - \left|\left(r_1 * BH - r_2 * x(t)\right) * F\right| * C_r \tag{2}$$

where $male_{gazelle}$ denotes the positional array representing the best global solution. r_1 and r_2 denote random integers between 1 and 2. BH signifies the coefficient array for the young male herd. F stands as a toggle used to modify the search direction. C_r signifies another randomly chosen coefficient array updated during each iteration, enhancing the exploration capacity.

b) Calculate the Maternity Herds (MH) operator using Eq. 3.

$$MH = (BH + C_r) + \left(r_3 * male_{gazelle} - r_4 * x_{rand}\right) * C_r \quad (3)$$

where BH represents the influence vector of juvenile males. r_3, and r_4 denote random integers between 1 and 2. x_{rand} indicates the positional array of a randomly chosen gazelle from the population.

c) The operator of Bachelor Male Herds (BMH) was changed as in the Eq. 4. The formulation of this equation was influenced by the honey-seeking behavior found in the Honey Badger Algorithm [19], replacing the BMH operator within the algorithm.

$$BMH = x(best) + (F * r_5 * \alpha * d_i) \qquad r_5 \in [0, 1] \quad (4)$$

where $x(best)$ indicates the strongest individual in the population. r_5 is a randomly generated number. α represents a factor related to density. d_i denotes the distance between x(t) and the $x(best)$.

d) Calculate the operator of the Migration to Search for Food (MSF) using Eq. 5.

$$MSF = (ub - lb) * r_6 + lb \quad (5)$$

where lb and ub indicate the lower and upper boundaries defining the parameter range, respectively. r_6 is a randomly selected integer ranging between 0 and 1.

3- The SM, MH, BMH, and MSF fitness values are sorted and incorporated into the habitat.
4- If the outcomes among the new individuals surpass the weakest performers in the previous population, they are included in the population. Subsequently, $x(best)$ is updated [16].

3. PRESSURE VESSEL DESIGN (PVD) OPTIMIZATION

Pressure vessels are often used in industrial facilities. It is used to store, transport or process liquids or gases in chemical, petrochemical, power generation and other industries. Since the PVD is critical in terms of safety, efficiency and cost, ensuring an accurate design is of great importance. The aim of the optimization of PVD is to reduce costs by minimizing the weight of the vessel while ensuring it maintains adequate strength and durability [20]. Fig. 1 illustrates the design parameters and shape of the pressure vessel.

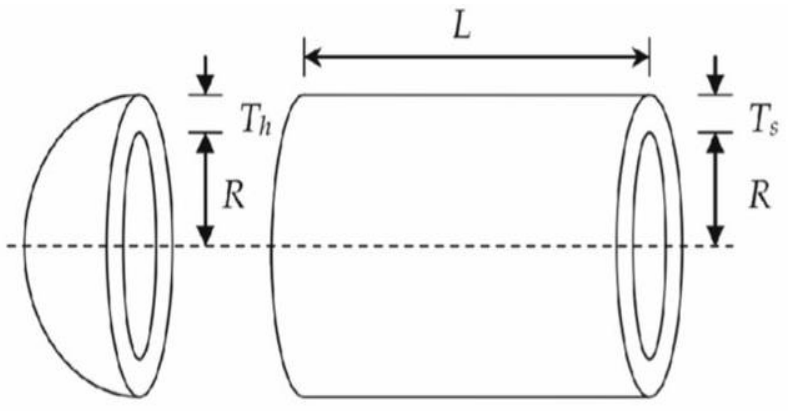


Fig. 1. The parameters of PVD [9]

Shown in Fig. 1, the described design parameters consist of the shell thickness, denoted as T_s (x_1), head thickness denoted as T_h (x_2), internal radius denoted as R (x_3), and the length of the cylindrical section of the vessel denoted as L (x_4). Eq. 6 defines the objective function for the problem [9].

Minimize:

$$f(x) = 0.6224x_1x_3x_4 + 1.7781x_2x_3^2 + 3.1661x_1^2x_4 + 19.84x_1^2x_3 \quad (6)$$

Eq. 7-10 represent four inequality constraints $(g_1(x), g_2(x), g_3(x), g_4(x))$ associated with the PVD problem [9].

$$g_1(x) = -x_1 + 0.0193x_3 \leq 0 \quad (7)$$

$$g_2(x) = -x_2 + 0.00954x_3 \leq 0 \quad (8)$$

$$g_3(x) = -\pi x_3^2x_4 - 4/3\,\pi x_3^3 + 1296000 \leq 0 \quad (9)$$

$$g_4(x) = x_4 - 240 \leq 0 \quad (10)$$

Eq. 11-12 represent the ranges of design parameters [9].

$$1 \leq x_1, x_2 \leq 99 \quad (11)$$

$$10 \leq x_3, x_4 \leq 200 \quad (12)$$

4. EXPERIMENTAL RESULTS

The CGMO was employed to solve the PVD problem utilizing the MATLAB 2018b platform on a laptop equipped with an Intel Core-i5 processor running at 3.1 GHz with Turbo Boost. Optimum, mean, and maximum cost were obtained by running the algorithm independently 20 times. Parameters for implementing the CMGO in addressing the PVD problem were adjusted based on the values illustrated in Table 1.

Table 1. The parameters of CMGO for the PVD problem

Clarification	Parameter	Value
Vector of flag	vec_flag	[-1,1]
Number of variables of the problem	n_par	4
The number of gazelles	Pop_Size	300
The number of iterations	Max_Iter	1000

The solution of the PVD problem was primarily carried out using the MGO method. Then, the same problem was solved using CMGO. Table 2 exhibits the variable values for the best cost achieved by MGO and CMGO in solving the PVD problem. Morever, it displays the optimum, maximum and mean cost values.

Table 2. Results comparison in addressing the PVD problem with MGO and CMGO

Variables	Optimum Values	
	MGO	**CMGO**
T_s	0.7827	0.7781
T_h	0.3869	0.3846
R	40.5594	40.3196
L	196.6886	199.9999
Optimum Cost	5.89 E + 03	**5.88E + 03**
Maximum Cost	7.31 E + 03	**5.88E + 03**
Mean Cost	6.34 E + 03	**5.88E + 03**

Upon reviewing Table 2, it can be observed that the newly developed model based on chaotic maps within MGO demonstrates greater success in solving this problem. Both in terms of optimum cost and in terms of average and maximum cost, CMGO has yielded better results compared to the MGO method.

In Table 3, CGMO is compared with other meta-heuristic methods preferred in the literature to solve this problem, in addition to GMO.

Table 3. Comparison of the solutions of the PVD problem with CMGO and other meta-heuristic methods

Algorithms	Optimum variables				Optimum cost
	T_s	T_h	R	L	
GA	1.1568	10.4356	52.8657	131.6100	5.88E＋04
DE	0.8065	0.3900	40.8686	200	6.20E＋03
SA	0.9322	0.4419	45.4545	148.5710	6.73E＋03
PSO	1.0574	0.5985	53.3912	74.0986	6.81E＋03
EHO	1.1809	0.8893	60.0018	119.5834	1.32E＋04
MFO	0.8927	0.4413	46.2585	131.1057	6.11E＋03
WOA	0.8359	0.5940	42.6948	169.3842	6.65E＋03
GOA	1.2755	2.0300	58.1327	50.3785	1.67E＋04
HHO	1.0374	0.5085	53.3112	74.0686	6.51E＋03
LFD	0.8777	0.4339	45.4755	139.0654	6.08E＋03
DSHS	0.8125	0.4375	42.0972	176.6523	6.059E +03
MVDE	13.4730	7.1623	42.0984	176.636	6.059E + 03
TSO	1	0.5000	49.9536	98.7225	6.59E + 03
CTSO2	0.8750	0.5000	45.2770	140.8673	6.32E + 03

Algorithms	Optimum variables				Optimum cost
	T_s	T_h	R	L	
MGO	0.7827	0.3869	40.5594	196.6886	5.89 E + 03
Proposed Method	**0.7781**	**0.3846**	**40.3196**	**199.9999**	**5.88E + 03**

After examining the comparative results displayed in Table 3, it is evident that CMGO stands out as the most effective method, showcasing an optimum cost value of 5.88E + 03. Remarkably, the closest result to this was achieved using MGO. This signifies that MGO, already acknowledged as a successful method, has further elevated its superiority with the introduction of chaotic-based new version in this study.

5. CONCLUSIONS

The PVD problem, which has been solved with different stochastic methods in the literature, is aimed to be solved with a new approach called CMGO in this study. CMGO is designed as an improvement on the MGO method based on chaotic logistics maps. As a result of this design, the CMGO method achieved successful results in terms of optimum cost, maximum cost and mean cost in solving the PVD problem. Thanks to this innovative approach, CMGO has provided the most appropriate parameter values for the optimization of the PVD. By using the CMGO method, it may be possible to devise pressure vessels used in various fields in the industry with sufficient strength and durability and minimum weight. In future studies, it may be suggested that the CMGO approach be further improved and used in different real-world problems and different engineering design problems.

References

[1] Coello C.A.C., Montes E.M. Constraint handling in genetic algorithms through the use of dominance-based tournament selection. *Adv. Eng. Inf.*, 16, 193–203, 2002.

[2] Coello C.A.C., Montes E.M. An empirical study about the usefulness of evolution strategies to solve constrained optimization problems. *Int. J. General Syst.*, 4, 443–473, 2008.

[3] Kaveh, A., Talatahari, S. Engineering optimization with hybrid particle swarm and ant colony optimization. *Asian J. Civil Eng.*, 10, 611–628, 2009.

[4] Kaveh, A., Talatahari, S. An improved ant colony optimization for constrained engineering design problems. *Eng. Comput.*, 1, 155–182, 2010.

[5] Coelho, L.S. Gaussian quantum-behaved particle swarm optimization approaches for constrained engineering design problems. *Expert Systems with Applications*, 2, 1676–1683, 2010.

[6] Melo, V.V.D., Carosio, G.L.C. Evaluating differential evolution with penalty function to solve constrained engineering problems. *Expert Systems with Applications*, 39, 7860–7863, 2012.

[7] Melo, V.V.D., Carosio, G.L.C. Investigating multi-view differential evolution for solving constrained engineering design problems. *Expert Systems with Applications*, 40(9), 3370-3377, 2013.

[8] Garg, H. Solving structural engineering design optimization problems using an artificial bee colony algorithm. *J. Ind. Manag. Optim.*, 3, 777–794, 2014.

[9] Kattan, A., Alrawi, R.A. *Pressure vessel design using the dynamic self-adaptive harmony search algorithm*. The Fourth International Conference on Digital Information Processing and Communications (ICDIPC2014), pp. 11-16, Kuala Lumpur, Malaysia, 2014.

[10] Garg, H. A hybrid PSO-GA algorithm for constrained optimization problems. *Applied Mathematics and Computation*, 274, 292–305, 2016.

[11] Houssein, E.H., Saad, M.R., Hashim, F.A., Shaban, H., Hassaballah, M. Lévy flight distribution: A new metaheuristic algorithm for solving engineering optimization problems. *Eng. Appl. Artif. Intell.*, 94, 103731, 2020.

[12] Altay, O., Altay, E.V. A novel chaotic transient search optimization algorithm for global optimization, real-world engineering problems and feature selection. *Peer J Comput Sci.*, 9, e1526, 2023.

[13] Boussaïd, I., Lepagnot, J., Siarry, P. A survey on optimization metaheuristics. *Inform. Sci.*, 237, 82-117, 2013.

[14] Abdel-Basset, M., Abdel-Fatah, L., Sangaiah, A.K. Chapter 10 - Metaheuristic algorithms: a comprehensive review. Editor(s): Sangaiah, A.K., Sheng, M., Zhang, Z. *In Intelligent Data-Centric Systems, Computational Intelligence for Multimedia Big Data on the Cloud with Engineering Applications*, Academic Press, pp. 185-231, 2018. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813314-9.00010-4.

[15] Osman, I.H., Kelly, J.P. Meta-heuristics theory and applications. *Journal of the Operational Research Society*, 48(6), 657-657, 1997. https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600781

[16] Abdollahzadeh, B., Gharehchopogh, F.S., Khodadadi, N., Mirjalili, S. Mountain Gazelle Optimizer: A new nature-inspired metaheuristic algorithm for global optimization problems. *Advances in Engineering Software*, 174, 103282, 2022. https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2022.103282.

[17] Reddy, R.C. (2023) Chaotic Maps. MATLAB Central File Exchange. https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/7370-chaotic-maps. (Accessed: 10.11.2023)

[18] Ismail, I.A., Amin, M., Diab, H. A digital image encryption algorithm based a composition of two chaotic logistic maps. *Int. J. Netw. Secur.*, 11, 1-10, 2010.

[19] Hashim, F.A., Houssein, E.H., Hussain, K., Mabrouk, M.S., Al-Atabany, W. Honey Badger Algorithm: New metaheuristic algorithm for solving optimization problems. *Mathematics and Computers in Simulation*, 192, 84-110, 2022.

[20] Deng, L., Liu, S. A multi-strategy improved slime mould algorithm for global optimization and engineering design problems. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 404, 115764, 2023. https://doi.org/10.1016/j.cma.2022.115764.

OPTIMAL CONTROL STRATEGIES FOR SPEED CONTROL OF PERMANENT-MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR DRIVES

Roozbeh Molavi, Davood A. Khaburi

Abstract:

The permanent magnet synchronous motor (PMSM) is very useful in many applications. Vector control of PMSM is popular kind of its control. In this paper, at first an optimal vector control for PMSM is designed and then results are compared with conventional vector control. Then, it is assumed that the measurements are noisy and linear quadratic Gaussian (LQG) methodology is used to filter the noises. The results of noisy optimal vector control and filtered optimal vector control are compared to each other. Nonlinearity of PMSM and existence of inverter in its control circuit caused that the system is nonlinear and time-variant. With deriving average model, the system is changed to nonlinear time-invariant and then the nonlinear system is converted to linear system by linearization of model around average values. This model is used to optimize vector control then two optimal vector controls are compared to each other. Simulation results show that the performance and robustness to noise of the control system has been highly improved.

Keywords: Kalman filter, Linear quadratic Gaussian (LQG), Linear quadratic regulator (LQR), Permanent-Magnet synchronousmotor (PMSM).

NSGA BASED OPTIMAL VOLT / VAR CONTROL IN DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISPERSED GENERATION

P. N. Hrisheekesha, Jaydev Sharma

Department of Electrical Engineering, Manipal Institute of Technology,Manipal-576104, Karnataka, India

Abstract:

In this paper, a method based on Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA) has been presented for the Volt / Var control in power distribution systems with dispersed generation (DG). Genetic algorithm approach is used due to its broad applicability, ease of use and high accuracy. The proposed method is better suited for volt/var control problems. A multi-objective optimization problem has been formulated for the volt/var control of the distribution system. The non-dominated sorting genetic algorithm based method proposed in this paper, alleviates the problem of tuning the weighting factors required in solving the multi-objective volt/var control optimization problems. Based on the simulation studies carried out on the distribution system, the proposed scheme has been found to be simple, accurate and easy to apply to solve the multiobjective volt/var control optimization problem of the distribution system with dispersed generation.

Keywords: Dispersed Generation, Distribution System, Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm, Voltage / Reactive powercontrol.

SIGNATURE RECOGNITION USING CONJUGATE GRADIENT NEURAL NETWORKS

Jamal Fathi Abu Hasna

Near East University, Electrical & Electronics Engineering Department, North Cyprus,

Abstract:

There are two common methodologies to verify signatures: the functional approach and the parametric approach. This paper presents a new approach for dynamic handwritten signature verification (HSV) using the Neural Network with verification by the Conjugate Gradient Neural Network (NN). It is yet another avenue in the approach to HSV that is found to produce excellent results when compared with other methods of dynamic. Experimental results show the system is insensitive to the order of base-classifiers and gets a high verification ratio.

Keywords: Signature Verification, MATLAB Software, Conjugate Gradient, Segmentation, Skilled Forgery, and Genuine.

SPECTRAL ENTROPY EMPLOYMENT IN SPEECH ENHANCEMENT BASED ON WAVELET PACKET

Talbi Mourad, Salhi Lotfi, Chérif Adnen

Signal Processing Laboratory - Science Faculty of Tunis, 1060 Tunis, Tunisia

Abstract:

In this work, we are interested in developing a speech denoising tool by using a discrete wavelet packet transform (DWPT). This speech denoising tool will be employed for applications of recognition, coding and synthesis. For noise reduction, instead of applying the classical thresholding technique, some wavelet packet nodes are set to zero and the others are thresholded. To estimate the non stationary noise level, we employ the spectral entropy. A comparison of our proposed technique to classical denoising methods based on thresholding and spectral subtraction is made in order to evaluate our approach. The experimental implementation uses speech signals corrupted by two sorts of noise, white and Volvo noises. The obtained results from listening tests show that our proposed technique is better than spectral subtraction. The obtained results from SNR computation show the superiority of our technique when compared to the classical thresholding method using the modified hard thresholding function based on u-law algorithm.

Keywords: Enhancement, spectral subtraction, SNR, discrete wavelet packet transform, spectral entropy Histogram

STUDY AND ENHANCEMENT OF FLASH EVAPORATION DESALINATION UTILIZING THE OCEAN THERMOCLINE AND DISCHARGED HEAT

Sami Mutair, Yasuyuki Ikegami

Institute of Ocean Energy, Saga University, Saga city, Japan

Abstract:

This paper reports on the results of experimental investigations of flash evaporation from superheated jet issues vertically upward from a round straight nozzle of 81.3 mm diameter. For the investigated range of jet superheat degree and velocity, it was shown that flash evaporation enhances with initial temperature increase. Due to the increase of jet inertia and subsequently the delay of jet shattering, increase of jet velocity was found to result in increase of evaporation "delay period". An empirical equation predicts the jet evaporation completion height was developed, this equation is thought to be useful in designing the flash evaporation chamber. In attempts for enhancement of flash evaporation, use of steel wire mesh located at short distance downstream was found effective with no consequent pressure drop.
Keywords: Enhancement; Flash Evaporation; OTEC; superheated jet

INTRODUCING AN IMAGE PROCESSING BASE IDEA FOR OUTDOOR CHILDREN CARING

Hooman Jafarabadi

Electrical Engineering Department, University of Arak Islamic Azad, Member of young Researchers Club of Arak Islamic Azad University

Abstract:

In this paper application of artificial intelligence for baby and children caring is studied. Then a new idea for injury prevention and safety announcement is presented by using digital image processing. The paper presents the structure of the proposed system. The system determines the possibility of the dangers for children and babies in yards, gardens and swimming pools or etc. In the presented idea, multi camera System is used and receiver videos are processed to find the hazardous areas then the entrance of children and babies in the determined hazardous areas are analyzed. In this condition the system does the programmed action capture, produce alarm or tone or send message.

Keywords: Baby and children Care and Nursing, Intelligent Control Systems for Nursing, Electronic Care and Nursing, Dangers and safety for children and babies, Motion detection, Expert danger alarm systems.

DEVICE DISCOVER: A COMPONENT FOR NETWORK MANAGEMENT SYSTEM USING SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL

Garima Gupta, Daya Gupta

Maharaja Agrasen Institute of Technology, Delhi as a lecturer. She is also a final year student of M.E., Delhi College of Engineering, India.

Abstract:

Virtually all existing networked system management tools use a Manager/Agent paradigm. That is, distributed agents are deployed on managed devices to collect local information and report it back to some management unit. Even those that use standard protocols such as SNMP fall into this model. Using standard protocol has the advantage of interoperability among devices from different vendors. However, it may not be able to provide customized information that is of interest to satisfy specific management needs. In this dissertation work, different approaches are used to collect information regarding the devices attached to a Local Area Network. An SNMP aware application is being developed that will manage the discovery procedure and will be used as data collector.

Keywords: ICMP Scanner, Network Discovery, NetworkManagement, SNMP Scanner.

THEMATIC ROLE EXTRACTION USING SHALLOW PARSING

Mehrnoush Shamsfard, Maryam Sadr Mousavi

An assistant professor at Electrical and Computer Engineering Department, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Researcher at NLP lab, Shahid Beheshti University and also M.Sc. Student at Azad University, Qazvin, Iran

Abstract:

Extracting thematic (semantic) roles is one of the major steps in representing text meaning. It refers to finding the semantic relations between a predicate and syntactic constituents in a sentence. In this paper we present a rule-based approach to extract semantic roles from Persian sentences. The system exploits a twophase architecture to (1) identify the arguments and (2) label them for each predicate. For the first phase we developed a rule based shallow parser to chunk Persian sentences and for the second phase we developed a knowledge-based system to assign 16 selected thematic roles to the chunks. The experimental results of testing each phase are shown at the end of the paper.

Keywords: Natural Language Processing, Semantic RoleLabeling, Shallow parsing, Thematic Roles.

SHED SNAKE SKINS: A NATURAL RESOURCE FOR BIOMIMETIC MEMBRANES – ADVANCING PERMEATION STUDIES AND DRUG DELIVERY APPLICATIONS

Emma Grigoryan, Ashot Khachatryan, Karapet Flora , Avjyan Savchenko,

LIRE' laboratory, Mentouri University, Algeria

Abstract

The limitations of animal and artificial models highlight the need for novel alternatives in percutaneous absorption research. This study explores the potential of shed snake skin (SSS) as a biomimetic membrane for studying transdermal drug delivery. We develop a standardized protocol for processing and mounting SSS onto Franz diffusion cells, mimicking the key structural features of human skin. The permeability of SSS is compared to human skin and existing synthetic membranes for various model drugs using Franz diffusion cell experiments. Correlation analysis evaluates the predictive power of SSS for human percutaneous absorption. Finally, the cytotoxicity and biocompatibility of SSS are assessed to ensure its suitability for long-term in vitro studies.

Keywords: Shed snake skin, Biomimetic membrane, Percutaneous absorption, Franz diffusion cell, Drug delivery

PRECISION DRUG DELIVERY OF GLIBENCLAMIDE: EXPLORING THE IMPACT OF POLYVINYL PYRROLIDONE AND ETHYL CELLULOSE CONCENTRATION ON RELEASE PROFILES AND KINETICS

Dr. Stepan Arakelova, Assis. Prof. Dr. Lilia Arsenyan

Universiti Teknologi Malaysia

Abstract

Glicbenclamide, an oral antidiabetic drug, often suffers from erratic absorption and limited gastrointestinal stability. This study investigated the potential of precision drug delivery using polymeric matrices of polyvinyl pyrrolidone (PVP) and ethyl cellulose (EC) to improve glicbenclamide release profiles and kinetics. Tablets were prepared with varying PVP and EC concentrations, and their drug release profiles were evaluated in vitro by dissolution testing. Release kinetics were analyzed using various mathematical models to elucidate the underlying mechanisms.

Keywords: Glicbenclamide, Precision drug delivery, Polyvinyl pyrrolidone, Ethyl cellulose, Controlled release, Release kinetics.

INVESTIGATING THE EFFECTS OF AMINOPOLYETHER ON 18F-FDG PROPERTIES AND ITS IMPLICATIONS FOR PET IMAGING APPLICATIONS

Dr. Sunil Kamboj, Dr. Vipin Saini, Lecture GauravBala,

University of Sannio, Benevento, Italy

Abstract

18F-fluorodeoxyglucose (18F-FDG) is a crucial radiotracer for positron emission tomography (PET) imaging in oncology. However, its susceptibility to radiolytic degradation can compromise image quality and diagnostic accuracy. This study comprehensively evaluates the impact of aminopolyether, a promising radioprotectant, on 18F-FDG stability and imaging quality. We investigate the influence of aminopolyether on 18F-FDG radiolysis kinetics, radiochemical purity, and in vitro stability under simulated physiological conditions. Furthermore, we assess the effect of aminopolyether on 18F-FDG uptake in xenograft tumor models and compare the resulting PET image quality with and without aminopolyether incorporation. This comprehensive investigation aims to elucidate the potential of aminopolyether in enhancing 18F-FDG stability and optimizing PET imaging outcomes for improved cancer diagnosis and management.

Keywords: 18F-FDG, PET imaging, stability, aminopolyether, image quality

ENDOPHYTES AS A NEW SOURCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS: ISOLATION AND IDENTIFICATION OF FIBRINOLYTIC PROTEASE-PRODUCING FUNGI FROM HIBISCUS LEAVES

Assoc. Prof. Dr. Suman Sharma

[1]Controle et Traitement de Signal' laboratory, Batna University Algeria

Abstract

Endophytic fungi represent a promising source of novel bioactive compounds due to their diverse metabolic pathways and unique ecological niches within host plants. This study aimed to isolate and identify fibrinolytic protease-producing endophytic fungi from Hibiscus leaves. Using standard isolation techniques, a total of 23 fungal isolates were obtained, with eight isolates exhibiting fibrinolytic activity on skim milk agar plates. Molecular identification based on internal transcribed spacer (ITS) regions revealed these active isolates belonged to diverse fungal genera, including Penicillium, Trichoderma, Aspergillus, and Fusarium. Additionally, the production of fibrinolytic protease by these fungi was confirmed through zymography analysis. This study highlights the potential of endophytic fungi from Hibiscus leaves as a novel source of fibrinolytic proteases, which hold promise for therapeutic applications in cardiovascular diseases.

Keywords: Endophytes, Hibiscus leaves, Fibrinolytic protease, Bioactive compounds.

FROM CONCEPT TO REALITY: THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MECHANICAL FORCE GAUGE FOR SQUARE WATERMELON MOLDING

Dr. Bedi Neayti Singh Phd. Candidate Balvinder Thakur,

University of Sannio, Benevento, Italy

Abstract:

The cultivation of square watermelons has gained significant popularity in recent years due to its unique aesthetic and efficient space utilization. However, achieving consistent and precise square shapes without damaging the fruit can be challenging. This paper presents the design and development of a novel mechanical force gauge specifically designed to facilitate precision square watermelon shaping. The gauge employs a combination of force sensors and a microcontroller to provide real-time feedback on the applied pressure, enabling growers to monitor and control the shaping process with greater accuracy. Key components of the gauge include a load cell, a force sensor, a microcontroller unit, and a user interface. The design prioritizes affordability, ease of use, and durability for practical implementation in agricultural settings. The paper details the design considerations, material selection, and fabrication processes involved in developing the gauge. Additionally, preliminary testing results demonstrate the gauge's effectiveness in achieving consistent square-shaped watermelons while minimizing fruit damage.

Keywords: Square watermelons, precision shaping, mechanical force gauge, force sensor, microcontroller, real-time feedback, agricultural technology

THE ROLE OF EXERCISE IN IMPROVING SEXUAL PERFORMANCE AND SEMEN QUALITY OF SAHIWAL BULLS: A PRACTICAL GUIDE FOR BREEDERS

Assis. Prof. Dr. Rathapon , Dr.Sorrachitawatwong, Nardauma Pouthai

Assoc. Prof. in Department of Mechanical Engineering, YMCA University of Science & Technology, India

Abstract

This study investigated the effect of different exercise regimens on reproductive performance in Sahiwal bulls. Fourteen bulls were divided into two groups: one exercised daily and the other exercised once weekly. Sexual behavior parameters (reaction time, dismounting time, libido score) and semen quality characteristics (semen volume, motility, sperm count) were assessed. Compared to the weekly exercise group, daily exercise bulls exhibited significantly improved sexual behavior (faster reaction and mounting times, higher libido) and enhanced semen quality (increased volume, motility, and sperm count). These findings suggest that consistent, moderate exercise can effectively enhance reproductive performance in Sahiwal bulls, with potential implications for increasing breeding efficiency and livestock productivity.

Keywords: Sahiwal bulls, exercise, sexual behavior, semen quality

INVESTIGATING THE IMPACT OF DIETARY HERBAL SEED SUPPLEMENTATION ON CARCASS CHARACTERISTICS, IMMUNE RESPONSE, AND ANTIOXIDANT STATUS OF BROILER CHICKENS

Chayanid Asasutjarit , Chayanid Asasutjarit

Industrial Engineering Department, Jordan University of Science and Technology, Jordan

Abstract

This study investigated the impact of supplementing broiler chicken diets with basil and/or chamomile seeds on growth performance, oxidative stress markers, and blood lipid profiles. 120 chicks were randomly divided into four groups: a control group fed a basal diet and three groups receiving the basal diet supplemented with 10g basil seeds/kg, 10g chamomile seeds/kg, or 5g each of basil and chamomile seeds/kg. Supplementation with basil alone or in combination with chamomile did not significantly influence final body weight or weight gain but improved feed conversion ratios compared to the control. Chamomile alone slightly reduced growth parameters. All supplemented groups exhibited decreased malondialdehyde (MDA) levels and increased activities of glutathione (GSH), superoxide dismutase (SOD), and catalase (CAT) in lymphoid tissues, indicating enhanced antioxidant capacity. Additionally, serum total lipids, triglycerides, and cholesterol were lowered in basil and combination groups. These findings suggest that basil and/or chamomile seed supplementation, particularly basil alone, can improve feed efficiency and enhance antioxidant status in broiler chickens, potentially leading to healthier birds and improved meat quality.

Keywords: Broiler chickens, herbal seeds, growth performance, oxidative stress, blood lipid

EVALUATION OF URBAN LAND DEVELOPMENT DIRECTION IN KABUL CITY, AFGHANISTAN

Ahmad Sharif Ahmadi, Yoshitaka Kajita

Civil Engineering Department, Urban and Transportation planning, Tokai University
Associate professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Tokai University, Japan

Abstract:

Kabul, the capital and largest city in Afghanistan has been experiencing a massive population expansion and fast economic development in last decade, in which urban land has increasingly expanded and formed a high informal development territory in the city. This paper investigates the urban land development direction based on the integrated urbanization trends in Kabul city since the last and the fastest ever urban land growth period (1999-2008), which is parallel with the establishment of the new government in Afghanistan. Considering the existing challenges in terms of informal settlements, squatter settlements, the population expansion of the city, and fast economic development, as well as the huge influx of returning refugees from neighboring countries, and the sprawl direction of urbanization of the Kabul city urban fringes, this research focuses on the possible urban land development direction and trends for the city. The paper studies the feasible future land development direction of Kabul city in the northern part called Shamali basin, in which district 17 is the gateway for future development. The area has much developable area including eight districts of Kabul province, and the vast area of Parwan and Kapisa provinces. The northern area of the Kabul city generally has favorable conditions for further urbanization from the city. It is a large and relatively flat area of area in the northern part of Kabul city, with ample water resources available from the Panjshir basin as a base principle of land development direction in the area.

Keywords: Kabul city, land development trends, urban land development, urbanization.

INFLUENCE OF PLACE IDENTITY ON WALKABILITY: A COMPARATIVE STUDY BETWEEN TWO MIXED USED STREETS CHAHARBAGH ST. ISFAHAN, IRAN AND DEREBOYU ST. LEFKOSA, NORTH CYPRUS

R. Rafiemanzelat

Reihaneh Rafiemanzelat is with the Department of Architecture, Eastern Mediterranean University, Famagusta, North Cyprus

Abstract:

One of the most recent fields of investigation in urban issues focuses on the walkability in urban spaces. Considering the importance of walkability apart from pedestrian transportation, increasing walkability will help to reduce the congestion and environmental impact. This subject also matters as it has a social life, experiential quality and economical sustainability value. This study focused on the effects of walkability and place identity on each other in urban public spaces, streets in particular, as a major indicator of their success. The theoretical aspects which examine for this purpose consist of two parts: The first will evaluate the essential components of place identity in the streets and the second one will discuss the concept of walkability and its development theories which have been derived from walkable spaces. Finally, research investigates place identity and walkability and their determinants in two major streets in different cities. The streets are Chaharbagh Street in Isfahan/Iran and Dereboyu Street in Lefkosa/North Cyprus. This study has a qualitative approach with the research method of walkability studies. The qualitative method is combined with the collection of data relating to walking behavior and place identity through an observational field study. The result will show a relationship between pedestrian-friendly spaces and identity by related variables which has obtained.

Keywords: Place identity, walkability, urban public space, streets, pedestrian-friendly.

RENEWED URBAN WATERFRONT: SPATIAL CONDITIONS OF A CONTEMPORARY URBAN SPACE TYPOLOGY

Beate Niemann, Fabian Pramel

Wismar University of Applied Sciences Technology, Business and Design, 23966 Germany

Abstract:

The formerly industrially or militarily used Urban Waterfront is a potential area for urban development. Extensive interventions in the urban space come along with the development of these previously inaccessible areas in the city. The development of the Urban Waterfront in the European City is not subject to any recognizable urban paradigm. In this study, the development of the Urban Waterfront as a new urban space typology is analyzed by case studies of Urban Waterfront developments in European Cities. For humans, perceptible spatial conditions are categorized and it is identified whether the themed Urban Waterfront Developments are congruent or incongruent urban design interventions and which deviations the Urban Waterfront itself induce. As congruent urban design, a design is understood, which fits in the urban fabric regarding its similar spatial conditions to the surrounding. Incongruent urban design, however, shows significantly different conditions in its shape. Finally, the spatial relationship of the themed Urban Waterfront developments and their associated environment are compared in order to identify contrasts between new and old urban space. In this way, conclusions about urban design paradigms of the new urban space typology are tried to be drawn.

Keywords: Composition, congruence, identity, paradigm, spatial condition, urban design, urban development, urban waterfront.

URBAN ECOLOGICAL INTERACTION: AIR, WATER, LIGHT AND NEW TRANSIT AT THE HUMAN SCALE OF BARCELONA'S SUPERILLES

Philip Speranza

University of Oregon, United States

Abstract:

As everyday transit options are shifting from autocentric to pedestrian and bicycle oriented modes for healthy living, downtown streets are becoming more attractive places to live. However, tools and methods to measure the natural environment at the small scale of streets do not exist. Fortunately, a combination of mobile data collection technology and parametric urban design software now allows an interface to relate urban ecological conditions. This paper describes creation of an interactive tool to measure urban phenomena of air, water, and heat/light at the scale of new three-by-three block pedestrianized areas in Barcelona called Superilles. Each Superilla limits transit to the exterior of the blocks and to create more walkable and bikeable interior streets for healthy living. The research will describe the integration of data collection, analysis, and design output via a live interface using parametric software Rhino Grasshopper and the Human User Interface (UI) plugin.

Keywords: Transit, urban design, GIS, parametric design, Superilles, Barcelona, urban ecology.

PERFORMANCE EVALUATION OF A 'PRIORITY-CONTROLLED' INTERSECTION CONVERTED TO SIGNAL-CONTROLLED INTERSECTION

Ezenwa Chinenye Amanamba

Department of Civil Engineering, College of Engineering, Gregory University Uturu, Nigeria

Abstract:

There is a call to ensure that the issues of safety and efficient throughput are considered during design; the solutions to these issues can also be retrofitted at locations where they were not captured during design, but have become problems to road users over time. This paper adopts several methods to analyze the performance of an intersection which was formerly a 'priority-controlled' intersection, but has now been converted to a 'signal-controlled' intersection. Extensive review of literature helped form the basis for result analysis and discussion. The Ikot-Ekpene/Anagha-Ezikpe intersection, located at the heart of Umuahia was adopted as case study; considering the high traffic volume on the route. Anecdotal evidence revealed that traffic signals imposed enormous delays at the intersection, especially for traffic on the major road. The major road has arrival flow which surpasses the saturation flow obtained from modelling of the isolated signalized intersection. Similarly, there were several geometric elements that did not agree with the specific function of the road. A roundabout, particularly flower roundabout was recommended as a better traffic control measure.

Keywords: Highway function, level of service, roundabout, traffic delays, Umuahia.

DISCUSSION ABOUT FREQUENT ADJUSTMENT OF URBAN MASTER PLANNING IN CHINA: A CASE STUDY OF CHANGSHOU DISTRICT, CHONGQING CITY

Sun Ailu, Zhao Wanmin

College of Architecture and Urban Planning, Chongqing university, Chongqing, China

Abstract:

Since the reform and opening, the urbanization process of China has entered a rapid development period. In recent years, the authors participated in some projects of urban master planning in China and found a phenomenon that the rapid urbanization area of China is experiencing frequent adjustment process of urban master planning. This phenomenon is not the natural process of urbanization development. It may be caused by different government roles from different levels. Through the methods of investigation, data comparison and case study, this paper aims to explore the reason why the rapid urbanization area is experiencing frequent adjustment of master planning and give some solution strategies. Firstly, taking Changshou district of Chongqing city as an example, this paper wants to introduce the phenomenon about frequent adjustment process in China. And then, discuss distinct roles in the process between national government, provincial government and local government of China. At last, put forward preliminary solutions strategies for this area in China from the aspects of land use, intergovernmental cooperation and so on.

Keywords: Urban master planning, frequent adjustment, urbanization development, problems and strategies, China.

HYBRID LIVING: EMERGING OUT OF THE CRISES AND DIVISIONS

Yiorgos Hadjichristou

Abstract:

The paper will focus on the hybrid living typologies which are brought about due to the Global Crisis. Mixing of the generations and the groups of people, mingling the functions of living with working and socializing, merging the act of living in synergy with the urban realm and its constituent elements will be the springboard of proposing an essential sustainable housing approach and the respective urban development. The thematic will be based on methodologies developed both on the academic, educational environment including participation of students' research and on the practical aspect of architecture including case studies executed by the author in the island of Cyprus. Both paths of the research will deal with the explorative understanding of the hybrid ways of living, testing the limits of its autonomy. The evolution of the living typologies into substantial hybrid entities, will deal with the understanding of new ways of living which include among others: re-introduction of natural phenomena, accommodation of the activity of work and services in the living realm, interchange of public and private, injections of communal events into the individual living territories. The issues and the binary questions raised by what is natural and artificial, what is private and what public, what is ephemeral and what permanent and all the in-between conditions are eloquently traced in the everyday life in the island. Additionally, given the situation of Cyprus with the eminent scar of the dividing 'Green line' and the waiting of the 'ghost city' of Famagusta to be resurrected, the conventional way of understanding the limits and the definitions of the properties is irreversibly shaken. The situation is further aggravated by the unprecedented phenomenon of the crisis on the island. All these observations set the premises of reexamining the urban development and the respective sustainable housing in a synergy where their characteristics start exchanging positions, merge into each other, contemporarily emerge and vanish, changing from permanent to ephemeral. This fluidity of conditions will attempt to render a future of the built- and unbuilt realm where the main focusing point will be redirected to the human and the social. Weather and social ritual scenographies together with 'spontaneous urban landscapes' of 'momentary relationships' will suggest a recipe for emerging urban environments and sustainable living. Thus, the paper will aim at opening a discourse on the future of the sustainable living merged in a sustainable urban development in relation to the imminent solution of the division of island, where the issue of property became the main obstacle to be overcome. At the same time, it will attempt to link this approach to the global need for a sustainable evolution of the urban and living realms.

Keywords: Social ritual scenographies, spontaneous urban landscapes, substantial hybrid entities, re-introduction of natural phenomena.

DEVELOPMENT OF MOLECULAR IMPRINTED POLYMERS (MIPS) FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF CARBAMAZEPINE FROM AQUEOUS SOLUTION

Bianca Schweiger, Lucile Bahnweg, Barbara Palm, Ute Steinfeld

KIST Europe Forschungsgesellschaft mbH, Campus E 7.1, D-66123 Saarbruecken, Germany

Abstract:

The occurrence and removal of trace organic contaminants in the aquatic environment has become a focus of environmental concern. For the selective removal of carbamazepine from loaded waters molecularly imprinted polymers (MIPs) were synthesized with carbamazepine as template. Parameters varied were the type of monomer, crosslinker, and porogen, the ratio of starting materials, and the synthesis temperature. Best results were obtained with a template to crosslinker ratio of 1:20, toluene as porogen, and methacrylic acid (MAA) as monomer. MIPs were then capable to recover carbamazepine by 93% from a 10-5 M landfill leachate solution containing also caffeine and salicylic acid. By comparison, carbamazepine recoveries of 75% were achieved using a nonimprinted polymer (NIP) synthesized under the same conditions, but without template. In landfill leachate containing solutions carbamazepine was adsorbed by 93-96% compared with an uptake of 73% by activated carbon. The best solvent for desorption was acetonitrile, with which the amount of solvent necessary and dilution with water was tested. Selected MIPs were tested for their reusability and showed good results for at least five cycles. Adsorption isotherms were prepared with carbamazepine solutions in the concentration range of 0.01 M to 5*10-6 M. The heterogeneity index showed a more homogenous binding site distribution.

Keywords: Carbamazepine, landfill leachate, removal, reuse

PENTACHLOROPHENOL REMOVAL VIA ADSORPTION AND BIODEGRADATION

Rakmi Abd.-Rahman, Nurina Anuar

Rakmi Abd Rahman is with the National University of Malaysia, Department of Chemical and Process, Faculty of Engineering and Built Environment, 43600, Bangi Selangor

Nurina Anuar is with National University of Malaysia

Abstract:

Removal of PCP by a system combining biodegradation by biofilm and adsorption was investigated here. Three studies were conducted employing batch tests, sequencing batch reactor (SBR) and continuous biofilm activated carbon column reactor (BACCOR). The combination of biofilm-GAC batch process removed about 30% more PCP than GAC adsorption alone. For the SBR processes, both the suspended and attached biomass could remove more than 90% of the PCP after acclimatisation. BACCOR was able to remove more than 98% of PCP-Na at concentrations ranging from 10 to 100 mg/L, at empty bed contact time (EBCT) ranging from 0.75 to 4 hours. Pure and mixed cultures from BACCOR were tested for use of PCP as sole carbon and energy source under aerobic conditions. The isolates were able to degrade up to 42% of PCP under aerobic conditions in pure cultures. However, mixed cultures were found able to degrade more than 99% PCP indicating interdependence of species.

Keywords: Adsorption, biodegradation, identification, isolated bacteria, pentachlorophenol.

FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS

Sanae Kaewnopparat, Nattha Kaewnopparat

Prince of Songkla University, Songkla, 90110 Thailand

Abstract:

The objective of this study was to develop vaginal suppository containing lactobacillus. Four kinds of vaginal suppositories containing Lactobacillus paracasei HL32 were formulated: 1) a conventional suppository with Witepsol H-15 as a base, 2) a conventional suppository with mixed polyethylene glycols (PEGs) as a base, 3) a hollow-type suppository with Witepsol H-15 as a base and 4) a hollow-type suppository with mixed PEGs as a base. The release studies demonstrated that the hollow-type suppository with mixed PEGs as the base gave the highest release of L. paracasei HL32 and was microbiological stable after storage at 2- 8°C over the period of 3 months.

Keywords: Lactobacillus paracasei HL32, vaginal suppository, release study, hollow-type, viability.

SERICIN FILM: INFLUENCE OF CONCENTRATION ON ITS PHYSICAL PROPERTIES

N. Namviriyachote, N. Bang, P. Aramwit

N. Namviriyachote: Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University, Thailand
N. Bang: Department of Pharmacology, Graduated School, Chulalongkorn University, Thailand
P. Aramwit, Pharm.D., Ph.D.: Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University, Thailand

Abstract:

Silk sericin (SS) is a glue-like protein from silkworm cocoon. With its outstanding moisturization and activation collagen synthesis properties, silk protein is applied for wound healing. Since wound dressing in film preparation can facilitate patients- convenience and reduce risk of wound contraction, SS and polyvinyl alcohol (PVA) films were prepared with various concentrations of SS. Their physical properties such as surface density, light transmission, protein dissolution and tensile modulus were investigated. The results presented that 3% SS with 2% PVA is the best ingredient for SS film forming.

Keywords: Sericin, silk protein, film, wound healing.

VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN

Mahmood Ahmad, Ghulam Murtaza, Sonia Khiljee, Muhammad Asadullah Madni

Abstract:

A new reverse phase-high performance liquid chromatography (RP-HPLC) method with fluorescent detector (FLD) was developed and optimized for Norfloxacin determination in human plasma. Mobile phase specifications, extraction method and excitation and emission wavelengths were varied for optimization. HPLC system contained a reverse phase C18 (5 µm, 4.6 mm×150 mm) column with FLD operated at excitation 330 nm and emission 440 nm. The optimized mobile phase consisted of 14% acetonitrile in buffer solution. The aqueous phase was prepared by mixing 2g of citric acid, 2g sodium acetate and 1 ml of triethylamine in 1 L of Milli-Q water was run at a flow rate of 1.2 mL/min. The standard curve was linear for the range tested (0.156–20 µg/mL) and the coefficient of determination was 0.9978. Aceclofenac sodium was used as internal standard. A detection limit of 0.078 µg/mL was achieved. Run time was set at 10 minutes because retention time of norfloxacin was 0.99 min. which shows the rapidness of this method of analysis. The present assay showed good accuracy, precision and sensitivity for Norfloxacin determination in human plasma with a new internal standard and can be applied pharmacokinetic evaluation of Norfloxacin tablets after oral administration in human.

Keywords: Norfloxacin, Aceclofenac sodium, Methodoptimization, RP-HPLC method, Fluorescent detection, Calibrationcurve.

ANTIBACTERIAL CAPACITY OF PLUMERIA ALBA PETALS

M. H. Syakira*, L. Brenda **

*University Technology Mara, Kuala Pilah branch, Negeri Sembilan, Malaysia

**Management and Science university, Shah Alam, Selangor, Malaysia

Abstract:

Antibacterial activity of Plumeria alba (Frangipani) petals methanolic extracts were evaluated against Escherichia coli, Proteus vulgaris,Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus saprophyticus, Enterococcus faecalis and Serratia marcescens by using disk diffusion method. Concentration extracts (80 %) showed the highest inhibition zone towards Escherichia coli (14.3 mm). Frangipani extract also showed high antibacterial activity against Staphylococcus saprophyticus, Proteus vulgaris and Serratia marcescens, but not more than the zones of the positive control used. Comparison between two broad specrum antibiotics to frangipani extracts showed that the 80 % concentration extracts produce the same zone of inhibition as Streptomycin. Frangipani extracts showed no bacterial activity towards Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa and Enterococcus faecalis. There are differences in the sensitivity of different bacteria to frangipani extracts, suggesting that frangipani-s potency varies between these bacteria. The present results indicate that frangipani showed significant antibacterial activity especially to Escherichia coli.

Keywords: Frangipani, Plumeria alba, anti microbial, Escherichia coli

NUMERICAL TREATMENT OF MATRIX DIFFERENTIAL MODELS USING MATRIX SPLINES

Kholod M. Abualnaja

Mathematics Department, Umm Al-Qura University, Makkah, Saudi Arabia,

Abstract:

This paper consider the solution of the matrix differential models using quadratic, cubic, quartic, and quintic splines. Also using the Taylor's and Picard's matrix methods, one illustrative example is included.

Keywords: Matrix Splines, Cubic Splines, Quartic Splines.

APPLICATION OF INTUITIONISTIC FUZZY CROSS ENTROPY MEASURE IN DECISION MAKING FOR MEDICAL DIAGNOSIS

Shikha Maheshwari, Amit Srivastava

Jaypee Institute of Information Technology, India
Jaypee Institute of Information Technology, Noida, Uttar Pradesh India

Abstract:

In medical investigations, uncertainty is a major challenging problem in making decision for doctors/experts to identify the diseases with a common set of symptoms and also has been extensively increasing in medical diagnosis problems. The theory of cross entropy for intuitionistic fuzzy sets (IFS) is an effective approach in coping uncertainty in decision making for medical diagnosis problem. The main focus of this paper is to propose a new intuitionistic fuzzy cross entropy measure (IFCEM), which aid in reducing the uncertainty and doctors/experts will take their decision easily in context of patient's disease. It is shown that the proposed measure has some elegant properties, which demonstrates its potency. Further, it is also exemplified in detail the efficiency and utility of the proposed measure by using a real life case study of diagnosis the disease in medical science.

Keywords: Intuitionistic fuzzy cross entropy (IFCEM), intuitionistic fuzzy set (IFS), medical diagnosis, uncertainty.

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF POLYANILINE (PANI)-PLATINUM NANOCOMPOSITE

Kumar Neeraj, Ranjan Haldar

Center of Excellence, MaterialScience and Engineering, Department of Metallurgy, OP Jindal Institute of Technology, India

Abstract:

Polyaniline is an indispensible component in lightemitting devices (LEDs), televisions, cellular telephones, automotive, corrosion-resistant coatings, actuators etc. The electrical conductivity properties was found be increased by introduction of metal nano particles. In the present study, an attempt has been made to utilize platinum nano particles to achieve the improved electrical properties. Polyaniline and Pt-polyaniline composite are synthesized by electrochemical routes. X-ray diffractometer confirms the amorphous nature of polyaniline. The Bragg's diffraction peaks correspond to platinum nanoparticles in Pt-polyaniline composite and thermogravimetric analyzer indicates its decomposition at certain temperature. The Scanning Electron Micrographs of colloidal platinum nanoparticles were spherical, uniform shape in the composite. The current-voltage (I-V) characteristics of the PANI and composites were also studied which indicate a significant decreasing resistivity than PANI-Platinum after introduction of pt nanoparticles in the matrix of polyaniline (PANI).

Keywords: Polyaniline, XRD and Platinum Nanoparticles.

ESTIMATION OF THE MEAN OF THE SELECTED POPULATION

Kalu Ram Meena, Aditi Kar Gangopadhyay, Satrajit Mandal

Department of Mathematics, Indian Institute of Technology Roorkee –

Department of Mathematics, NISER, INDIA

Abstract:

Two normal populations with different means and same variance are considered, where the variance is known. The population with the smaller sample mean is selected. Various estimators are constructed for the mean of the selected normal population. Finally, they are compared with respect to the bias and MSE risks by the mehod of Monte-Carlo simulation and their performances are analysed with the help of graphs.

Keywords: Estimation after selection, Brewster-Zidek technique.

A NEW MODIFICATION OF NONLINEAR CONJUGATE GRADIENT COEFFICIENTS WITH GLOBAL CONVERGENCE PROPERTIES

Ahmad Alhawarat, Mustafa Mamat, Mohd Rivaie, Ismail Mohd

School of Informatics and Applied Mathematics, Universiti Malaysia Terengganu, Malaysia
Fakulti Informatik dan Komputeran, Universiti Sultan Zainal Abidin, Malaysia

Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Universiti Malaysia
Department of Computer Science and Mathematics, Univesiti Teknologi Mara Malaysia

Abstract:

Conjugate gradient method has been enormously used to solve large scale unconstrained optimization problems due to the number of iteration, memory, CPU time, and convergence property, in this paper we find a new class of nonlinear conjugate gradient coefficient with global convergence properties proved by exact line search. The numerical results for our new βK give a good result when it compared with well known formulas.

Keywords: Conjugate gradient method, conjugate gradient coefficient, global convergence.

SOME RESULTS ON THE GENERALIZED HIGHER RANK NUMERICAL RANGES

Mohsen Zahraei

Department of Mathematics, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran,

Abstract:

In this paper, the notion of rank−k numerical range of rectangular complex matrix polynomials are introduced. Some algebraic and geometrical properties are investigated. Moreover, for $\epsilon > 0$, the notion of Birkhoff-James approximate orthogonality sets for ϵ−higher rank numerical ranges of rectangular matrix polynomials is also introduced and studied. The proposed definitions yield a natural generalization of the standard higher rank numerical ranges.

Keywords: Rank−k numerical range, isometry, numerical range, rectangular matrix polynomials

TO DESIGN HOLISTIC HEALTH SERVICE SYSTEMS ON THE INTERNET

Åsa Smedberg

Department of Computer and Systems Sciences at Stockholm University Kista, Sweden

Abstract:

There are different kinds of online systems on the Internet for people who need support and develop new knowledge. Online communities and Ask the Expert systems are two such systems. In the health care area, the number of users of these systems has increased at a rapid pace. Interactions with medical trained experts take place online, and people with concerns about similar health problems come together to share experiences and advice. The systems are also used as storages and browsed for health information. Over the years, studies have been conducted of the usage of the different systems. However, in what ways the systems can be used together to enhance learning has not been explored. This paper presents results from a study of online health-communities and an Ask the Expert system for people who suffer from overweight. Differences and similarities in regards to posted issues and replies are discussed, and suggestions for a new holistic design of the two systems are presented.

Keywords: Learning, Ask the Expert, online community, healthcare, holistic, overweight.

PERVASIVE COMPUTING IN HEALTHCARE SYSTEMS

Elham Rastegari, Amirmasood Rahmani, Saeed Setayeshi
Computer Engineering Department, of East Tehran Branch, Islamic Azad University,Tehran, IRAN
Computer Engineering Department, of Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, IRAN.
faculty member of Computer Engineering Department, of Amir Kabir University, Tehran, IRAN

Abstract:

The hospital and the health-care center of a community, as a place for people-s life-care and health-care settings, must provide more and better services for patients or residents. After Establishing Electronic Medical Record (EMR) system -which is a necessity- in the hospital, providing pervasive services is a further step. Our objective in this paper is to use pervasive computing in a case study of healthcare, based on EMR database that coordinates application services over network to form a service environment for medical and health-care. Our method also categorizes the hospital spaces into 3 spaces: Public spaces, Private spaces and Isolated spaces. Although, there are many projects about using pervasive computing in healthcare, but all of them concentrate on the disease recognition, designing smart cloths, or provide services only for patient. The proposed method is implemented in a hospital. The obtained results show that it is suitable for our purpose.

Keywords: Pervasive computing, RFID, Health-care.

SECURITY ARCHITECTURE FOR AT-HOME MEDICAL CARE USING SENSOR NETWORK

S.S.Mohanavalli, Sheila Anand

Tagore Engineering College, Department of Electronics and Communication Engineering, Anna University, India

Rajalakshmi Engineering College, Anna University, Chennai, India.

Abstract

This paper proposes a novel architecture for At- Home medical care which enables senior citizens, patients with chronic ailments and patients requiring post- operative care to be remotely monitored in the comfort of their homes. This architecture is implemented using sensors and wireless networking for transmitting patient data to the hospitals, health- care centers for monitoring by medical professionals. Patients are equipped with sensors to measure their physiological parameters, like blood pressure, pulse rate etc. and a Wearable Data Acquisition Unit is used to transmit the patient sensor data. Medical professionals can be alerted to any abnormal variations in these values for diagnosis and suitable treatment. Security threats and challenges inherent to wireless communication and sensor network have been discussed and a security mechanism to ensure data confidentiality and source authentication has been proposed. Symmetric key algorithm AES has been used for encrypting the data and a patent-free, two-pass block cipher mode CCFB has been used for implementing semantic security.

Keywords: data confidentiality, integrity, remotemonitoring, source authentication

EXPLORING THE APPLICATION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FACTORS IN ESFAHAN UNIVERSITY'S MEDICAL COLLEGE

Alireza Shirvani, Shadi Ebrahimi Mehrabani

Depatment of Management, Islamic Azad University, Dehaghan Branch, Dehaghan, Iran

Faculty of Management and Human Resource Development, Universiti Teknologi of Malaysia, Skudai, Malaysia

Abstract:

In this competitive age, one of the key tools of most successful organizations is knowledge management. Today some organizations measure their current knowledge and use it as an indicator for rating the organization on their reports. Noting that the universities and colleges of medical science have a great role in public health of societies, their access to newest scientific research and the establishment of organizational knowledge management systems is very important. In order to explore the Application of Knowledge Management Factors, a national study was undertaken. The main purpose of this study was to find the rate of the application of knowledge management factors and some ways to establish more application of knowledge management system in Esfahan University-s Medical College (EUMC). Esfahan is the second largest city after Tehran, the capital city of Iran, and the EUMC is the biggest medical college in Esfahan. To rate the application of knowledge management, this study uses a quantitative research methodology based on Probst, Raub and Romhardt model of knowledge management. A group of 267 faculty members and staff of the EUMC were asked via questionnaire. Finding showed that the rate of the application of knowledge management factors in EUMC have been lower than average. As a result, an interview with ten faculty members conducted to find the guidelines to establish more applications of knowledge management system in EUMC.

Keywords: Knowledge, knowledge management, knowledge management factors.

ON THE ANALYSIS OF A COMPOUND NEURAL NETWORK FOR DETECTING ATRIO VENTRICULAR HEART BLOCK (AVB) IN AN ECG SIGNAL

Salama Meghriche, Amer Draa, Mohammed Boulemden

Controle et Traitement de Signal' laboratory, Batna University, Algeria

'LIRE' laboratory, Mentouri University, Route de Ain El Bey, Algeria

Abstract:

Heart failure is the most common reason of death nowadays, but if the medical help is given directly, the patient-s life may be saved in many cases. Numerous heart diseases can be detected by means of analyzing electrocardiograms (ECG). Artificial Neural Networks (ANN) are computer-based expert systems that have proved to be useful in pattern recognition tasks. ANN can be used in different phases of the decision-making process, from classification to diagnostic procedures. This work concentrates on a review followed by a novel method. The purpose of the review is to assess the evidence of healthcare benefits involving the application of artificial neural networks to the clinical functions of diagnosis, prognosis and survival analysis, in ECG signals. The developed method is based on a compound neural network (CNN), to classify ECGs as normal or carrying an AtrioVentricular heart Block (AVB). This method uses three different feed forward multilayer neural networks. A single output unit encodes the probability of AVB occurrences. A value between 0 and 0.1 is the desired output for a normal ECG; a value between 0.1 and 1 would infer an occurrence of an AVB. The results show that this compound network has a good performance in detecting AVBs, with a sensitivity of 90.7% and a specificity of 86.05%. The accuracy value is 87.9%.

Keywords: Artificial neural networks, Electrocardiogram(ECG), Feed forward multilayer neural network, Medical diagnosis, Pattern recognitionm, Signal processing.

NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY

Kiranmai S.Rai

Kasturba Medical College, Manipal University, Manipal, INDIA

Abstract:

The neurogenic potential of many herbal extracts used in Indian medicine is hitherto unknown. Extracts derived from Clitoria ternatea Linn have been used in Indian Ayurvedic system of medicine as an ingredient of “Medhya rasayana", consumed for improving memory and longevity in humans and also in treatment of various neurological disorders. Our earlier experimental studies with oral intubation of Clitoria ternatea aqueous root extract (CTR) had shown significant enhancement of learning and memory in postnatal and young adult Wistar rats. The present study was designed to elucidate the in vitro effects of 200ng/ml of CTR on proliferation, differentiation and growth of anterior subventricular zone neural stem cells (aSVZ NSC-s) derived from prenatal and postnatal rat pups. Results show significant increase in proliferation and growth of neurospheres and increase in the yield of differentiated neurons of aSVZ neural precursor cells (aSVZNPC-s) at 7 days in vitro when treated with 200ng/ml of CTR as compared to age matched control. Results indicate that CTR has growth promoting neurogenic effect on aSVZ neural stem cells and their survival similar to neurotrophic factors like Survivin, Neuregulin 1, FGF-2, BDNF possibly the basis for enhanced learning and memory.

Keywords: Anterior subventricular zone (aSVZ) neural stemcell, Clitoria ternatea, Learning and memory, Neurogenesis.

VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN

Mahmood Ahmad, Ghulam Murtaza, Sonia Khiljee, Muhammad Asadullah Madni

Department of Pharmacy, Faculty of Pharmacy & Alternative Medicine, the Islamia University of Bahawalpur, Bahawalpur, Pakistan
Department of Pharmacy, Faculty of Pharmacy & Alternative Medicine, the Islamia University of Bahawalpur, Bahawalpur, Pakistan

Abstract:

A new reverse phase-high performance liquid chromatography (RP-HPLC) method with fluorescent detector (FLD) was developed and optimized for Norfloxacin determination in human plasma. Mobile phase specifications, extraction method and excitation and emission wavelengths were varied for optimization. HPLC system contained a reverse phase C18 (5 µm, 4.6 mm×150 mm) column with FLD operated at excitation 330 nm and emission 440 nm. The optimized mobile phase consisted of 14% acetonitrile in buffer solution. The aqueous phase was prepared by mixing 2g of citric acid, 2g sodium acetate and 1 ml of triethylamine in 1 L of Milli-Q water was run at a flow rate of 1.2 mL/min. The standard curve was linear for the range tested (0.156–20 µg/mL) and the coefficient of determination was 0.9978. Aceclofenac sodium was used as internal standard. A detection limit of 0.078 µg/mL was achieved. Run time was set at 10 minutes because retention time of norfloxacin was 0.99 min. which shows the rapidness of this method of analysis. The present assay showed good accuracy, precision and sensitivity for Norfloxacin determination in human plasma with a new internal standard and can be applied pharmacokinetic evaluation of Norfloxacin tablets after oral administration in human.

Keywords: Norfloxacin, Aceclofenac sodium, Methodoptimization, RP-HPLC method, Fluorescent detection, Calibrationcurve.

SEX DIFFERENCES IN THYROID GLAND STRUCTURE OF RABBITS

Parchami A., Fatahian Dehkordi RF.

University Of Shahrekord – Iran

Abstract:

The aim of the present investigation was to compare sex differences in thyroid gland structure of rabbits. Five adult male and five adult female (3.1-3.5 kg body weight) New Zealand white rabbits were used in the experiment. Results showed that at light microscopic level, there was no sex difference in microscopic appearance of the thyroid glands. At electron microscopic level, however, the mitochondria and the microvilli of the follicular cells are more numerous and the Golgi complex is also more extensive in male rabbits in comparison to females. Results obtained from micrometric measurements showed that the volume density of the follicles is higher in males than in females, but the differences are not statistically significant .The volume density of epithelium and the height of follicular cells are significantly greater in males than in females and reverse is true about the volume density of interstitium ($p<0.05$). The volume density of colloid is also greater in females (66±6) than in males (60±7) but the differences are not statistically significant .It was concluded that sex has limited effects on histomorphometric properties of thyroid gland in rabbits.

Keywords: Rabbit, Thyroid Gland, Sex difference, Electron microscope

OLIVE LEAVES EXTRACT RESTORED THE ANTIOXIDANT PERTURBATIONS IN RED BLOOD CELLS HEMOLYSATE IN STREPTOZOTOCIN INDUCED DIABETIC RATS

Ismail I. Abo Ghanema, Kadry M. Sadek

Abo-Ghanema, Damanhour Univesity, Faculty of Veterinary medicine , Department of Physiology, Egypt

Kadry M sadek, Damanhour Univesity, Faculty of Veterinary medicine , Department of Biochemictry, Egypt

Abstract:

Oxidative stress and overwhelming free radicals associated with diabetes mellitus are likely to be linked with development of certain complication such as retinopathy, nephropathy and neuropathy. Treatment of diabetic subjects with antioxidant may be of advantage in attenuating these complications. Olive leaf (Oleaeuropaea), has been endowed with many beneficial and health promoting properties mostly linked to its antioxidant activity. This study aimed to evaluate the significance of supplementation of Olive leaves extract (OLE) in reducing oxidative stress, hyperglycemia and hyperlipidemia in Sterptozotocin (STZ)- induced diabetic rats. After induction of diabetes, a significant rise in plasma glucose, lipid profiles except High density lipoproteincholestrol (HDLc), malondialdehyde (MDA) and significant decrease of plasma insulin, HDLc and Plasma reduced glutathione GSH as well as alteration in enzymatic antioxidants was observed in all diabetic animals. During treatment of diabetic rats with 0.5g/kg body weight of Olive leaves extract (OLE) the levels of plasma (MDA) ,(GSH), insulin, lipid profiles along with blood glucose and erythrocyte enzymatic antioxidant enzymes were significantly restored to establish values that were not different from normal control rats. Untreated diabetic rats on the other hand demonstrated persistent alterations in the oxidative stress marker (MDA), blood glucose, insulin, lipid profiles and the antioxidant parameters. These results demonstrate that OLE may be of advantage in inhibiting hyperglycemia, hyperlipidemia and oxidative stress induced by diabetes and suggest that administration of OLE may be helpful in the prevention or at least reduced of diabetic complications associated with oxidative stress.

Keywords: Diabetes mellitus, olive leaves, oxidative stress, red blood cells

THE EFFECTS OF GARLIC OIL (ALLIUM SATIVA), TURMERIC POWDER (CURCUMA LONGA LINN) AND MONENSIN ON TOTAL APPARENT DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS IN BALOOCHI LAMBS

Ahmad Khalesizadeh, Alireza Vakili, Mohsen Danesh Mesgaran, Reza Valizadeh

Department of Animal Science, faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Abstract:

The objective of this study was to determine the effects of garlic oil (Allium sativa), turmeric powder (Curcuma longa Linn) and Monensin on Total apparent digestibility of nutrients in Baloochi lambs. The experiment was designed as a 4 x 4 Latin square using 4 ruminally baloochi lambs with 4 treatments in four 28-d periods. Treatments were control (no additive), garlic oil (0. 4 g/d), monensin (0. 2 g/d) and turmeric powder (20 g/d). Total apparent digestibility's (% of intake) of organic matter (OM), dry matter (DM), crud protein (CP), ether extract(EE), non fiber carbohydrate (NFC), acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) in the total tract were not influenced by addition of either additives.

Keywords: apparent digestibility, essential oil, garlic oil, monensin, turmeric

THE EFFECT OF SELECTIVE CYCLOOXYGENASE (COX) INHIBITORS ON JAPANESE MEDAKA (ORYZIAS LATIPES) REPRODUCTION PARAMETERS

Agata Kowalska, Radosław K. Kowalski, Zdzisław Zakęś

The Stanisław Sakowicz Inland Fisheries Institute Poland
Molecular Andrology Group, Department of Gamete and Embryo Biology, Institute of Animal Reproduction and Food Research, Polish Academy of Sciences in Olsztyn, Poland
Department of Aquaculture The Stanisław Sakowicz Inland Fisheries Institute, Poland

Abstract:

Our results showed that treatment with both cyclooxygenase (COX1 or COX2) inhibitors impair reproduction parameters of the medaka. Resveratrol (COX1 inhibitor) caused an decrease in the number of spawning females at the first week of feeding fish with experimental diets. In the group treated with NS- 398 (COX2 inhibitor) we found the lowest sperm velocity parameters and decreased linearity of movement. The ovaries of the medaka fed feed supplemented with Resveratrol or NS-398 were confirmed to have a lower share of matured oocytes however during the experiment (four weeks) the number of eggs spawned by females was similar. Both inhibitors in fish diet (20 mg/kg body weight/day) caused a decrease in the embryo survival. Our results revealed that for the medaka female reproduction, activity of both COX enzymes might be necessary whereas males reproduction competence, as expressed by sperm motility parameters, might be related to COX2 activity.

Keywords: COX innibitors, medaka, reproduction parameters

THE RELATIONSHIP BETWEEN EXCRETA VISCOSITY AND TMEN IN SBM

Ali Nouri Emamzadeh

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Iran

Abstract:

The experiment was performed to study the relationship between excreta viscosity and Nitrogen-corrected true metabolisable energy quantities of soybean meals using conventional addition method (CAM) in adult cockerels for 7 d: a 3-d preexperiment and a 4-d experiment period. Results indicated that differences between the excreta viscosity values were ($P<0.01$) significant for SBMs. The excreta viscosity values were less ($P<0.01$) for SBMs 6, 2, 8, 1 and 3 than other SBMs. The mean TMEn (kcal/kg) values were significant ($P<0.01$) between SBMs. The most TMEn values were ($P<0.01$) for SBMs 6, 2, 8 and 1, also the lowest TMEn values were ($P<0.01$) for SBMs 3, 7, 4, 9 and 5. There was a reverse linear relationship between the values of excreta viscosity and TMEn in SBMs. In conclusion, there was a reverse linear relationship between the values of excreta viscosity and TMEn in SBMs probably due to their various soluble NSPs.

Keywords: soybean meals (SBMs), Nitrogen-corrected true metabolisable energy (TMEn), viscosity

PRAGATI NODE POPULARITY (PNP) APPROACH TO IDENTIFY CONGESTION HOT SPOTS IN MPLS

E. Ramaraj, A. Padmapriya

Islamic Azad University chalous branch. Chalous, Iran

Faculty Member of Islamic Azad University, Chalous Branch, Department of veterinary. Chalous, Iran

Abstract:

In large Internet backbones, Service Providers typically have to explicitly manage the traffic flows in order to optimize the use of network resources. This process is often referred to as Traffic Engineering (TE). Common objectives of traffic engineering include balance traffic distribution across the network and avoiding congestion hot spots. Raj P H and SVK Raja designed the Bayesian network approach to identify congestion hors pots in MPLS. In this approach for every node in the network the Conditional Probability Distribution (CPD) is specified. Based on the CPD the congestion hot spots are identified. Then the traffic can be distributed so that no link in the network is either over utilized or under utilized. Although the Bayesian network approach has been implemented in operational networks, it has a number of well known scaling issues. This paper proposes a new approach, which we call the Pragati (means Progress) Node Popularity (PNP) approach to identify the congestion hot spots with the network topology alone. In the new Pragati Node Popularity approach, IP routing runs natively over the physical topology rather than depending on the CPD of each node as in Bayesian network. We first illustrate our approach with a simple network, then present a formal analysis of the Pragati Node Popularity approach. Our PNP approach shows that for any given network of Bayesian approach, it exactly identifies the same result with minimum efforts. We further extend the result to a more generic one: for any network topology and even though the network is loopy. A theoretical insight of our result is that the optimal routing is always shortest path routing with respect to some considerations of hot spots in the networks.

Keywords: Conditional Probability Distribution, Congestion hotspots, Operational Networks, Traffic Engineering.

EFFECT OF L-ARGININE ON NEUROMUSCULAR TRANSMISSION OF THE CHICK BIVENTER CERVICIS MUSCLE

S. Asadzadeh Vostakolaei

Animal Science Department, Member of faculty at Islamic Azad University, Gaemshahr Branch, Iran

Abstract:

In this study, the effect of L-arginine was examined at the neuromuscular junction of the chick biventer cervicis muscle. LArginine at 500 µg/ ml, decreased twitch response to electerical stimulation, and produced rightward shift of the dose- response curve for acetylcholine or carbachol. L-Arginine at 1000µg/ ml produced a strong shift to the right of the dose – response curve for acetylcholine or carbachol with a reduction in the efficacy. The inhibitory effect of L-arginine on the twitch response was blocked by caffeine (200µg/ ml). NO levels were also measured in the chick biventer cervicis muscle homogenates, using spectrophotometric method for the direct detection of NO, nitrite and nitrate. Total nitrite (nitrite + nitrate) was measured by a spectrophotometer at 540 nm after the conversion of nitrate to nitrite by copperized cadmium granules. NO levels were found to be significantly increased in concentrations 500 and 1000µg/ ml of L-arginine in comparison with the control group ($p<0.001$). These findings indicate a possible role of increased NO levels in the suppressive action of L-arginine on the twitch response. In addition, the results indicate that the post- junctional antagonistic action of L-arginine is probably the result of impaired sarcoplasmic reticulum (SR) Ca+2 releases.

Keywords: Chick, L-Arginine, Nitric Oxide, Skeletal muscle.

ISOLATION AND IDENTIFICATION OF DIACYLGLYCEROL ACYLTRANSFERASE TYPE- 2 (GAT2) GENES FROM THREE EGYPTIAN OLIVE CULTIVARS

Yahia I. Mohamed, Ahmed I. Marzouk, Mohamed A. Yacout

Faculty of Agriculture Desert and Environment Fuka–Matrouh Alexandria University: Egypt
Rice Department of Genetic, Faculty of Agriculture- Alexandria University, Egypt

Abstract:

Aim of this work was to study the genetic basis for oil accumulation in olive fruit via tracking DGAT2 (Diacylglycerol acyltransferase type-2) gene in three Egyptian Origen Olive cultivars namely Toffahi, Hamed and Maraki using molecular marker techniques and bioinformatics tools. Results illustrate that, firstly: specific genomic band of Maraki cultivars was identified as DGAT2 (Diacylglycerol acyltransferase type-2) and identical for this gene in Olea europaea with 100% of similarity. Secondly, differential genomic band of Maraki cultivars which produced from RAPD fingerprinting technique reflected predicted distinguished sequence which identified as DGAT2 (Diacylglycerol acyltransferase type-2) in Fragaria vesca subsp. Vesca with 76% of sequential similarity. Third and finally, specific genomic specific band of Hamed cultivars was identified as two fragments, 1- Olea europaea cultivar Koroneiki diacylglycerol acyltransferase type 2 mRNA, complete cds with two matches regions with 99% or 2- Predicted: Fragaria vesca subsp. vesca diacylglycerol O-acyltransferase 2-like (LOC101313050), mRNA with 86 % of similarity.

Keywords: Olea europaea, fingerprinting, Diacylglycerol acyltransferase type- 2 (DGAT2).

EFFECT OF VARIOUS POLLEN SOURCES TO ABILITY FRUIT SET AND QUALITY IN 'LONG RED B' WAX APPLE

Nguyen Minh Tuan, Yen Chung-Ruey

Department of Tropical Agriculture and International Cooperation, National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan
Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan

Abstract:

By hand pollination was conducted to evaluated different pollen sources and their affects on fruit set and quality of wax apple. The following parameters were recorded: fruit set, seed set, fruit characteristics. Results showed that fruit set percentage with seed were significantly high in 'Long Red B' when 'Black', 'Thyto' were used as pollen parents. Pollen of 'Black', 'Thyto' resulted in high fruit weight, fruit diameter, fruit length, bigger flesh thickness, better total soluble solids as compared with other pollens. The observation of pollen-growth in vitro revealed that pollen germination at 15% sucrose concentration are required for optimum pollen germination with the high pollen germination were found in 'Black', 'Thyto'. From the result, we concluded that 'Black', 'Thyto' were proved to be good pollinizers in 'Long Red B'. Therefore, artificial cross-pollination using 'Black', 'Thyto' as pollinizers were strongly recommended for 'Long Red B' cultivar in wax apple orchard.

Keywords: Wax apple, pollination, pollen source, in vitro, fruit quality.

ISOLATION AND IDENTIFICATION FIBRINOLYTIC PROTEASE ENDOPHYTIC FUNGI FROM HIBISCUS LEAVES IN SHAH ALAM

Mohd Sidek Ahmad, Zainon Mohd Noor, Zaidah Zainal Ariffin

Universiti Teknologi Mara Faculty of Applied Sciences Shah Alam Selangor
Universiti Teknologi Mara Faculty of Applied Sciences Shah Alam Selangor

Abstract:

Fibrin degradation is an important part in prevention or treatment of intravascular thrombosis and cardiovascular diseases. Plasmin like fibrinolytic enzymes has given new hope to patient with cardiovascular diseases by treating fibrin aggregation related diseases with traditional plasminogen activator which have many side effects. Various researches involving wide range of sources for production of fibrinolytic proteases, from bacteria, fungi, insects and fermented foods. But few have looked into endophytic fungi as a potential source. Sixteen (16) endophytic fungi were isolated from Hibiscus sp. leaves from six different locations in Shah Alam, Selangor. Only two endophytic fungi, FH3 and S13 showed positive fibrinolytic protease activities. FH3 produced 5.78cm and S13 produced 4.48cm on Skim Milk Agar after 4 days of incubation at 27°C. Fibrinolytic activity was observed; 3.87cm and 1.82cm diameter clear zone on fibrin plate of FH3 and S13 respectively. 18srRNA was done for identification of the isolated fungi with positive fibrinolytic protease. S13 had the highest similarity (100%) to that of Penicillium citrinum strain TG2 and FH3 had the highest similarity (99%) to that of Fusarium sp. FW2PhC1, Fusarium sp. 13002, Fusarium sp. 08006, Fusarium equiseti strain Salicorn 8 and Fungal sp. FCASAn-2. Media composition variation showed the effects of carbon nitrogen on protein concentration, where the decrement of 50% of media composition caused drastic decrease in protease of FH3 from 1.081 to 0.056 and also S13 from 2.946 to 0.198.

Keywords: Isolation, identification, fibrinolytic protease, endophytic fungi, Hibiscus leaves.

ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON NANOTUBE BASED SUPERCAPACITOR

Jafar Khan Kasi, Ajab Khan Kasi, Muzamil Bokhari

Department of Physics, University of Balochistan, Quetta Pakistan

Abstract:

Carbon nanotube is one of the most attractive materials for the potential applications of nanotechnology due to its excellent mechanical, thermal, electrical and optical properties. In this paper we report a supercapacitor made of nickel foil electrodes, coated with multiwall carbon nanotubes (MWCNTs) thin film using electrophoretic deposition (EPD) method. Chemical vapor deposition method was used for the growth of MWCNTs and ethanol was used as a hydrocarbon source. High graphitic multiwall carbon nanotube was found at 750oC analyzing by Raman spectroscopy. We observed the electrochemical performance of supercapacitor by cyclic voltammetry. The electrodes of supercapacitor fabricated from MWCNTs exhibit considerably small equivalent series resistance (ESR), and a high specific power density. Electrophoretic deposition is an easy method in fabricating MWCNT electrodes for high performance supercapacitor.

Keywords: Carbon nanotube, chemical vapor deposition, catalyst, charge, cyclic voltammetry.

STATISTICAL MODELING FOR PERMEABILIZATION OF A NOVEL YEAST ISOLATE FOR B-GALACTOSIDASE ACTIVITY USING ORGANIC SOLVENTS

Shweta Kumari, Parmjit S. Panesar, Manab B. Bera

hweta Kumari, Parmjit S. Panesar, and Manab B. Bera are with the Biotechnology Research Laboratory, Department of Food Engineering & Technology, Sant Longowal Institute of Engineering & Technology, Punjab, India

Abstract:

The hydrolysis of lactose using *β*-galactosidase is one of the most promising biotechnological applications, which has wide range of potential applications in food processing industries. However, due to intracellular location of the yeast enzyme, and expensive extraction methods, the industrial applications of enzymatic hydrolysis processes are being hampered. The use of permeabilization technique can help to overcome the problems associated with enzyme extraction and purification of yeast cells and to develop the economically viable process for the utilization of whole cell biocatalysts in food industries. In the present investigation, standardization of permeabilization process of novel yeast isolate was carried out using a statistical model approach known as Response Surface Methodology (RSM) to achieve maximal *b*-galactosidase activity. The optimum operating conditions for permeabilization process for optimal *β*-galactosidase activity obtained by RSM were 1:1 ratio of toluene (25%, v/v) and ethanol (50%, v/v), 25.0 ^{o}C temperature and treatment time of 12 min, which displayed enzyme activity of 1.71 IU /mg DW.

Keywords: β-galactosidase, optimization, permeabilization, response surface methodology, yeast.

INFLUENCE OF THE FIELD TYPE (MOUNTAIN AND PLAIN) ON THE CUPRIC STATUS OF LAMBS

Mouna Mallem, Majid Tlidjane

Institute of Veterinary and Agricultural Sciences Veterinary Department. University of Batna, Batna

Abstract:

The study realized on alive lambs in two different areas mountain and plain in Batna region, aims to demonstrate the possible effect of field type on cupric status of lambs, through evaluation of copper contents in the chain: soil – plant – animal by atomic absorption spectrophotometry. This comparative study also allowed the investigation of the influence of the age and the season. The results obtained show that contents of copper in the soil, forage in the same way as in the plasma of lambs are higher in the plain than in the mountainous area; however, the difference is significant only between the values of feed.

Keywords: Copper, Forage, Lambs, Plasma copper.

DENSITY, STRENGTH, THERMAL CONDUCTIVITY AND LEACHATE CHARACTERISTICS OF LIGHT-WEIGHT FIRED CLAY BRICKS INCORPORATING CIGARETTE BUTTS

Aeslina Abdul Kadir, Abbas Mohajerani, Felicity Roddick, John Buckeridge

Environmental and Chemical Engineering, RMIT University, Melbourne, Australia
Environmental and Chemical Engineering, RMIT University, Melbourne, Australia
School of Civil, Environmental and Chemical Engineering, RMIT University, Melbourne, Australia.
School of Civil, Environmental and Chemical Engineering, RMIT University, Melbourne, Australia.

Abstract:

Several trillion cigarettes produced worldwide annually lead to many thousands of kilograms of toxic waste. Cigarette butts (CBs) accumulate in the environment due to the poor biodegradability of the cellulose acetate filters. This paper presents some of the results from a continuing study on recycling CBs into fired clay bricks. Physico-mechanical properties of fired clay bricks manufactured with different percentages of CBs are reported and discussed. The results show that the density of fired bricks was reduced by up to 30 %, depending on the percentage of CBs incorporated into the raw materials. Similarly, the compressive strength of bricks tested decreased according to the percentage of CBs included in the mix. The thermal conductivity performance of bricks was improved by 51 and 58 % for 5 and 10 % CBs content respectively. Leaching tests were carried out to investigate the levels of possible leachates of heavy metals from the manufactured clay-CB bricks. The results revealed trace amounts of heavy metals.

Keywords: Cigarette butts, Fired clay bricks, Light bricks, Recycling waste, Thermal conductivity, Leachates, Leaching test

CHANNEL LENGTH MODULATION EFFECT ON MONOLAYER GRAPHENE NANORIBBON FIELD EFFECT TRANSISTOR

Mehdi Saeidmanesh, Razali Ismail

Universiti Teknologi, Malaysia

Abstract:

Recently, Graphene Nanoribbon Field Effect Transistors (GNR FETs) attract a great deal of attention due to their better performance in comparison with conventional devices. In this paper, channel length Modulation (CLM) effect on the electrical characteristics of GNR FETs is analytically studied and modeled. To this end, the special distribution of the electric potential along the channel and current-voltage characteristic of the device is modeled. The obtained results of analytical model are compared to the experimental data of published works. As a result, it is observable that considering the effect of CLM, the current-voltage response of GNR FET is more realistic.

Keywords: Graphene nanoribbon, field effect transistors, short channel effects, channel length modulation.

EXPERIMENTAL STUDY ON MECHANICAL PROPERTIES OF COMMERCIALLY PURE COPPER PROCESSED BY SEVERE PLASTIC DEFORMATION TECHNIQUE-EQUAL CHANNEL ANGULAR EXTRUSION

Krishnaiah Arkanti, Ramulu Malothu

Dep. Of Mechanical Enginnering, University College of Engineering Osmani University, India

Abstract:

The experiments have been conducted to study the mechanical properties of commercially pure copper processing at room temperature by severe plastic deformation using equal channel angular extrusion (ECAE) through a die of 90^{o}angle up to 3 passes by route B_C i.e. rotating the sample in the same direction by 90^{o} after each pass. ECAE is used to produce from existing coarse grains to ultra-fine, equiaxed grains structure with high angle grain boundaries in submicron level by introducing a large amount of shear strain in the presence of hydrostatic pressure into the material without changing billet shape or dimension. Mechanical testing plays an important role in evaluating fundamental properties of engineering materials as well as in developing new materials and in controlling the quality of materials for use in design and construction. Yield stress, ultimate tensile stress and ductility are structure sensitive properties and vary with the structure of the material. Microhardness and tensile tests were carried out to evaluate the hardness, strength and ductility of the ECAE processed materials. The results reveal that the strength and hardness of commercially pure copper samples improved significantly without losing much ductility after each pass.

Keywords: Equal Channel Angular Extrusion, Severe Plastic Deformation, Copper, Mechanical Properties.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF RECYCLED ISOTACTIC POLYPROPYLENE NANOCOMPOSITES CONTAINING DATE WOOD FIBER

Habib Shaban

Department of Chemical Engineering, Kuwait University. Kuwait

Abstract:

Nanocomposites of isotactic polypropylene (iPP) and date wood fiber were prepared after modification of the host matrix by reactive extrusion grafting of maleic anhydride. Chemical and mechanical treatment of date wood flour (WF) was conducted to obtain nanocrystalline cellulose. Layered silicates (clay) were partially intercalated with date wood fiber, and the modified layered silicate was used as filler in the PP matrix via a melt-blending process. The tensile strength of composites prepared from wood fiber modified clay was greater than that of the iPP-clay and iPP-WF composites at a 6% filler concentration, whereas deterioration of mechanical properties was observed when clay and WF were used alone for reinforcement. The dispersion of the filler in the matrix significantly decreased after clay modification with cellulose at higher concentrations, as shown by X-ray diffraction (XRD) data.

Keywords: Nanocomposites, isotactic polypropylene, date wood flour, intercalated, melt-blending.

DETECTING AND MEASURING FABRIC PILLS USING DIGITAL IMAGE ANALYSIS

Dariush Semnani, Hossein Ghayoor

Department of Textile Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Abstract:

In this paper a novel method was presented for evaluating the fabric pills using digital image processing techniques. This work provides a novel technique for detecting pills and also measuring their heights, surfaces and volumes. Surely, measuring the intensity of defects by human vision is an inaccurate method for quality control; as a result, this problem became a motivation for employing digital image processing techniques for detection of defects of fabric surface. In the former works, the systems were just limited to measuring of the surface of defects, but in the presented method the height and the volume of defects were also measured, which leads to a more accurate quality control. An algorithm was developed to first, find pills and then measure their average intensity by using three criteria of height, surface and volume. The results showed a meaningful relation between the number of rotations and the quality of pilled fabrics.

Keywords: 3D analysis, computer vision, fabric, pile, surface evaluation

THE INFLUENCE OF SURFACE POTENTIAL ON THE KINETICS OF BOVINE SERUM ALBUMIN ADSORPTION ON A BIOMEDICAL GRADE 316LVM STAINLESS STEEL SURFACE

Khawtar Hasan Ahmed, Sasha Omanovic

Department of Chemical Engineering, McGill University, 3610 University Street, Montreal, Canada
Department of Chemical Engineering, McGill University, 3610 University Street, Montreal, Canada

Abstract:

Polarization modulation infrared reflection absorption spectroscopy (PM-IRRAS) in combination with electrochemistry, was employed to study the influence of surface charge (potential) on the kinetics of bovine serum albumin (BSA) adsorption on a biomedical-grade 316LVM stainless steel surface is discussed. The BSA adsorption kinetics was found to greatly depend on the surface potential. With an increase in surface potential towards more negative values, both the BSA initial adsorption rate and the equilibrium (saturated) surface concentration also increased. Both effects were explained on the basis of replacement of well-ordered water molecules at the 316LVM / solution interface, i.e. by the increase in entropy of the system.

Keywords: adsorption, biomedical grade stainless steel, bovine serum albumin (BSA), electrode surface potential / charge, kinetics, PM-IRRAS, protein/surface interactions

REMOVAL OF COPPER AND ZINC IONS ONTO BIOMODIFIED PALM SHELL ACTIVATED CARBON

Gulnaziya Issabayeva, Mohamed Kheireddine Aroua

Faculty of Science and Engineering, University Tunku Abdul Rahman (UTAR), Kuala Lumpur, Malaysia
Professor at the Chemical Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia

Abstract:

commercially produced in Malaysia granular palm shell activated carbon (PSAC) was biomodified with bacterial biomass (Bacillus subtilis) to produce a hybrid biosorbent of higher efficiency. The obtained biosorbent was evaluated in terms of adsorption capacity to remove copper and zinc metal ions from aqueous solutions. The adsorption capacity was evaluated in batch adsorption experiments where concentrations of metal ions varied from 20 to 350 mg/L. A range of pH from 3 to 6 of aqueous solutions containing metal ions was tested. Langmuir adsorption model was used to interpret the experimental data. Comparison of the adsorption data of the biomodified and original palm shell activated carbon showed higher uptake of metal ions by the hybrid biosorbent. A trend in metal ions uptake increase with the increase in the solution-s pH was observed. The surface characterization data indicated a decrease in the total surface area for the hybrid biosorbent; however the uptake of copper and zinc by it was at least equal to the original PSAC at pH 4 and 5. The highest capacity of the hybrid biosorbent was observed at pH 5 and comprised 22 mg/g and 19 mg/g for copper and zinc, respectively. The adsorption capacity at the lowest pH of 3 was significantly low. The experimental results facilitated identification of potential factors influencing the adsorption of copper and zinc onto biomodified and original palm shell activated carbon.

Keywords: Adsorption, biomodification, copper, zinc, palm shell carbon.