

**III. ULUSLARARASI
BİLİM VE İNOVASYON KONGRESİ
(INSI 2022)
TAM METİN BİLDİRİ KİTABI**



**III. INTERNATIONAL
SCIENCE AND INNOVATION CONGRESS
(INSI 2022)
FULL TEXT PROCEEDINGS BOOK**

HAZİRAN / JUNE 2022

Kitabın Adı: III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi
Tam Metin Bildiri Kitabı

ISBN: 978-605-71214-2-4

Hazırlayanlar: Tolga YÜCEHAN
e-mail: tolgayucehan@gmail.com

Umut SARAY
e-mail: umutsaray@gmail.com

Yayın Tarihi: 30.06.2022

DÜZENLEME KURULU / ORGANIZING COMMITTEES

Düzenleme Kurulu Başkanı / Organizing Committee Chairman

PhD.	Cem Cüneyt Ersanlı	Sinop University	Co-Chairman
PhD.	Uğur Çavdar	İzmir Demokrasi University	Co-Chairman

Düzenleme Kurulu Üyeleri / Organizing Committee Members

PhD.	Canan Başlak	Selçuk University	Member
PhD.	Mohammad Ali Ghorbani	University of Tabriz	Member
PhD.	Elif Tezel Ersanlı	Sinop University	Member
PhD.	Kemal Adem	Aksaray University	Member
PhD.	Sefa Ersan Kaya	Tokat Gaziosmanpaşa University	Member
PhD.	Dilek Aydemir	Tokat Gaziosmanpaşa University	Member
PhD.	Altuğ Çağatay	Tokat Gaziosmanpaşa University	Member
Lect.	Celal Altıntaş	Tokat Gaziosmanpaşa University	Member
Lect.	Atiye Kaş Özdemir	Pamukkale University	Member
Lect.	Süheyla Biriz Duman	Tokat Gaziosmanpaşa University	Member
Lect.	Erdem Kanışlı	Tokat Gaziosmanpaşa University	Member
-	Bahar Terzioğlu		Member
-	Sinem Gülşen		Member

Düzenleme Kurulu Sekreteryası / Organizing Committee Secretariat

Lect.	Umut Saray	Tokat Gaziosmanpaşa University	Secretariat
Lect.	Tolga Yücehan	Afyon Kocatepe University	Secretariat

BİLİM KURULU / SCIENTIFIC COMMITTEES

PhD.	Cem Cüneyt Ersanlı	Sinop University
PhD.	Uğur Çavdar	İzmir Demokrasi University
PhD.	Mohammad Ali Ghorbani	University of Tabriz
PhD.	Mahir Dursun	Gazi University
PhD.	Ali Öztürk	Düzce University
PhD.	İbrahim Uzun	Kırıkkale University
PhD.	Bülent Kurt	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
PhD.	Hakan Fehmi Öztöp	Fırat University
PhD.	Vitaly Koshevyy	Odessa National Maritime Academy
PhD.	Serhii Kravchuk	National Technical University of Ukraine
PhD.	Márcio R. C. Reis	Federal Institute of Goias
PhD.	Doru Vatau	University Politehnica Timisoara
PhD.	Igor Nevliudov	Kharkiv National University of Radioelectronics
PhD.	Yuriy Danyk	National Defense University of Ukraine
PhD.	Rasoul Daneshfaraz	University of Maragheh
PhD.	Erkan Afacan	Gazi University
PhD.	Aşkınar Güngör	Pamukkale University
PhD.	Müslüm Cengiz Taplamacıoğlu	Gazi University
PhD.	Necmi Taşpınar	Erciyes University
PhD.	Mevlida Operta	University of Sarajevo
PhD.	Nacima Memic	University of Sarajevo
PhD.	Salim A. Messaoudi	King Fahd University of Petroleum and Minerals
PhD.	Yousef Nazzal	Zayed University
PhD.	Alexey Babushkin	Ural Federal University
PhD.	Selma Corbo	University of Sarajevo
PhD.	Sabahudin Bajramovic	University of Sarajevo
PhD.	Halil İbrahim Oğuz	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
PhD.	Fatih Taşpınar	Düzce University
PhD.	İsa Navruz	Ankara University
PhD.	Cahit Bilim	Mersin University
PhD.	Sibel Güneş	Erciyes University
PhD.	Jasna Avdic	University of Sarajevo
PhD.	Oktay Erdoğan	Pamukkale University
PhD.	Michal Váry	Slovak University of Technology
PhD.	Özlem Ulukut Çoşkun	Süleyman Demirel University
PhD.	Nursel Akçam	Gazi University
PhD.	Recep Ekici	Erciyes University
PhD.	Suat Sarıdemir	Düzce University
PhD.	Fuat Okay	Kocaeli University
PhD.	Fatih Polat	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD.	Elif Tezel Ersanlı	Sinop University
PhD.	Eduard Zharikov	National Technical University of Ukraine
PhD.	Sameh Hadouaj	University of Carthage
PhD.	Bilal Şenol	İnönü University
PhD.	Halil Arslan	Sivas Cumhuriyet University
PhD.	Utku Köse	Süleyman Demirel University

III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

PhD.	Osman Gökdoğan	Isparta Uygulamalı Bilimler University
PhD.	Mehmet Güçyetmez	Ahi Evran University
PhD.	Salih Tosun	Düzce University
PhD.	Feyza Gürbüz	Erciyes University
PhD.	Güllü Kırat	Bozok University
PhD.	Selda Kayral	Celal Bayar University
PhD.	Ali Yıldız	Bozok University
PhD.	Aslıhan Tırnakçı	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
PhD.	Esra Özhanç	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
PhD.	Meliha Aklıbaşında	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
PhD.	Seval Cömertler	Uşak University
PhD.	Cem Emeksiz	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD.	Hasan Polat	Fırat University
PhD.	Soner Buytoz	Fırat University
PhD.	Serdar Mercan	Sivas Cumhuriyet University
PhD.	Praveen Kumar	Nss College of Engineering
PhD.	Emre Kıyak	Anadolu University
PhD.	Mustafa Eker	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD.	Özer Özdemir	Eskisehir Technical University
PhD.	İlhami Karataş	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD.	Güngör Çağdaş Dinçel	Aksaray University
PhD.	Serkan Yıldırım	Atatürk University
PhD.	Bekir Tuncer	Muğla Sıtkı Koçman University
PhD.	Haşim Kafalı	Muğla Sıtkı Koçman University
PhD.	Gökdeniz Erkan	Muğla Sıtkı Koçman University
PhD.	Özlem Toprak	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD.	Adem Gölcük	Selçuk University
PhD.	İnayet Burcu Toprak	Akdeniz University
PhD.	Yılmaz Güven	Kırklareli University
PhD.	Nafel Doğdu	Akdeniz University
PhD.	Olena Osharovska	Odessa National Academy
PhD.	Mariia Skulysh	National Technical University of Ukraine
PhD.	Canan Başlak	Selçuk University
PhD.	İshak Afşin Kariper	Erciyes University
PhD.	Ahmad Bin Yussuf	University of Malaya
PhD.	Asuman Duru	Uşak University
PhD.	Abdullah Elen	Karabük University
PhD.	Gökçe Nur Yılmaz	Ted University
PhD.	Cem Boğa	Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University
PhD.	Derya Öğüt Yavuz	Uşak University
PhD.	Nurcan Çalış Açıkb	Mersin University
PhD.	Gökhan Açıkb	Mersin University
PhD.	Ayşen Melda Çolak	Uşak University
PhD.	Nurdoğan Topal	Uşak University
PhD.	Havva Dinler	Uşak University
PhD.	Burcu Begüm Kenanoğlu	Uşak University
PhD.	Özgür Demir	Muş Alparslan University

III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

PhD.	Meryem Kara	Selçuk University
PhD.	Saliha Dinç	Selçuk University
PhD.	Alperen Şahinoğlu	İstanbul Esenyurt University
PhD.	Oğuz Mısır	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD.	Yeliz Durgun	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD.	Tarık İlhan	Dokuz Eylül University
PhD.	Murat Emeç	Marmara University
PhD.	Rıdvan Koçyiğit	Atatürk University
PhD.	Reza Norouzi	University of Tabriz
PhD.	Mihrimah Özmen	Erciyes University
PhD.	Mehmet Murat Tezcan	Kütahya Dumlupınar University
PhD.	Öznur Gölbaşı	Sivas Cumhuriyet University
PhD.	Ya. I. Lepikh	Odessa I.I.Mechnikov National University
PhD.	Alexey N. Babushkin	Ural Federal University
PhD.	Mine Kürkçüoğlu	Anadolu University
PhD.	Nihan Kaya	Hitit University
PhD.	Selçuk Arık	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD.	Sait Altıkay	Kütahya Sağlık Bilimleri University
PhD.	Mehmet Şenol	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
PhD.	Tülay Yağmur	Aksaray University
PhD.	Necmi Dege	Ondokuz Mayıs University
PhD.	Nermin Kahveci Yağcı	Kırıkkale University
PhD.	Fethi Dağdelen	Fırat University
PhD.	Neslihan Özbek	Kırşehir Ahi Evran University
PhD.	Özlem Afacan	Kırşehir Ahi Evran University
PhD.	Fatümetüzzehra Küçükbay	İnönü University
PhD.	Uğur Sarı	Kırıkkale University
PhD.	Yusuf Sert	Bozok University
PhD.	Mehmet Ali Balcı	Muğla Sıtkı Koçman University
PhD.	Sevgi Ünal Karakuş	Bartın University
PhD.	Çiğdem Yüksektepe Ataol	Çankırı Karatekin University
PhD.	Süleyman Kaplan	Ondokuz Mayıs University
PhD.	Nuray Bayar Muluk	Kırıkkale University
PhD.	Göknur Aktay	İnönü University
PhD.	Adnan Özçetin	Düzce University
PhD.	Funda Demirtürk	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD.	Ayhan Altıntaş	Anadolu University
PhD.	Özgür Alparslan	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD.	Özgür Kemal	Ondokuz Mayıs University
PhD.	Azra Husic-Selimovic	University of Sarajevo
PhD.	Şengül Cangür	Düzce University
PhD.	Çiğdem Yücel	Erciyes University
PhD.	Gökçe Şeker Karatoprak	Erciyes University
PhD.	Pınar Etiz	Çukurova University
PhD.	Nil Doğruer Ünal	Mersin University
PhD.	Selda Doğan Çalhan	Mersin University
PhD.	Aslıhan Ardıç Çobaner	Mersin University
PhD.	Erhan Devrilmez	Karamanoğlu Mehmetbey University

III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

PhD.	Sabri Demir	Kırıkkale University
PhD.	Faruk Pehlivanlı	Kırıkkale University
PhD.	Mehmet Ali Sungur	Düzce University
PhD.	Nuriye Yıldırım Şişman	Düzce University
PhD.	Shiv Prakash Sharma	Rajasthan University of Health Science
PhD.	Chandra Jeet Singh Chandel	Rajasthan University of Health Science
PhD.	Göknül Pelin Coşkun	Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar University
PhD.	Ebru Derici Eker	Mersin University
PhD.	Ayhan Erciyes	Aksaray University
PhD.	Halis Bilgil	Aksaray University
PhD.	Tunçar Şahan	Aksaray University
PhD.	Sedat Temel	Recep Tayyip Erdoğan University
PhD.	Emin Aygün	Erciyes University
PhD.	Aydın Keskinrüzgar	Adıyaman University
PhD.	Ali Aytekin	Pamukkale University
PhD.	Altuğ Çağatay	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD.	Seyda Şahin	Sivas Cumhuriyet University
PhD.	Cem Tokatlı	Trakya University
PhD.	Waggas Galib Atshan	University of Al-Qadisiyah
PhD.	Fateh Mebarek-Oudina	University of Skikda

KONGRE PROGRAMI / CONGRESS SCHEDULE

ORAL PRESENTATION

10 June 2022 - Friday

Extra Session

Hall Name: INSI - Meeting Hall

Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray
Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Tolga Yucehan

Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
11:00 - 11:10	METaverse INTERACTION ON DIGITAL MARKETING AND BRANDING	Kemal Gokhan Nalbant, Sevgi Aydin, Beyza Eryilmaz	Kemal Gokhan Nalbant	Beyza Eryilmaz
11:10 - 11:20	UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) PRACTICES IN OPEN MINING ACTIVITIES: CASE STUDY OF DEMRE-ANTALYA MINING SITE	C. Bertan Gulludag, Levent Uzunsakal	C. Bertan Gulludag	C. Bertan Gulludag
11:20 - 11:30	THE EFFECT OF DIFFERENT PLANT EXTRACT (<i>Myrtus communis</i> and <i>Olea europaea</i>) LOADINGS ON DRUG CARRIER HYDROGEL MICROSPHERE SWELLING BEHAVIOUR	Ezgi Eren Belgin	Ezgi Eren Belgin	Ezgi Eren Belgin
11:30 - 11:40	DEVELOPMENT, CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF ANTIDIABETIC EFFECTS OF RESVERATROL AND INSULIN LOADED EUDRAGIT S100 MICROPARTICLES	Tugba Eren Boncu, Cigdem Yucel	Cigdem Yucel	Tugba Eren Boncu
11:40 - 11:50				
11:50 - 12:00				

11 June 2022 - Saturday

Session 1

Hall Name: INSI - Meeting Hall

Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray
Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Tolga Yucehan

Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
09:30 - 09:40	INFECTION CONTROL : MEDICAL DEVICE	Irem Yaren Aydin, Selden Cepni	Selden Cepni	Irem Yaren Aydin
09:40 - 09:50	A NEW METHOD FOR PATHOLOGICAL VOICE DIAGNOSIS	Irem Bigat, Salih Celepli, Osman Erogul	Irem Bigat	Irem Bigat
09:50 - 10:00	GENOMIC INSIGHT INTO <i>STREPTOMYCES</i> SP. BSP1, A NOVEL ACTINOBACTERIUM SYNTHESIZING SILVER NANOPARTICLES	Heba Mabrouk Elhadad Shehata Zahran, Hilal Ay	Heba Zahran	Heba Zahran
10:00 - 10:10	GENOME ANALYSIS OF A SILVER NANOPARTICLE-PRODUCING ACTINOBACTERIUM, <i>MICROMONOSPORA</i> SP. CPM1	Mohamed Fouad Mohamed Khalil, Hilal Ay	Mohamed Fouad Mohamed Khalil	Mohamed Fouad Mohamed Khalil
10:10 - 10:20				
10:20 - 10:30				

Break



III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

Session 2				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Tolga Yucehan Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
11:00 - 11:10	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MULTIPLE INJECTION STRATEGY ON NOX EMISSION IN DIESEL ENGINES	Arda Albayrak, Muammer Ozkan	Arda Albayrak	Arda Albayrak
11:10 - 11:20	AIR LUBRICATION SYSTEMS AS POTENTIAL ENERGY EFFICIENCY SAVING ON MARINE VESSELS	Murat Bayraktar, Murat Pamik	Murat Bayraktar	Murat Bayraktar
11:20 - 11:30	DESIGN AND ANALYSIS OF A WASHING MACHINE THERMOPLASTIC PULLEY	Emre Yilmaz, Mertcan Sevinc, Erman Katirci, Servet Kapti	Emre Yilmaz	Emre Yilmaz
11:30 - 11:40	EXPERIMENTAL INVESTIGATION AND FINITE ELEMENT ANALYZE OF SHEET METAL WELDMENTS AFTER FORMING	Omer Dagli, Mustafa Acarer, Necmettin Tarakcioglu	Omer Dagli	Omer Dagli
11:40 - 11:50	FLUORESCENT LIGHTING AT GLASS REINFORCED PLASTIC MATERIAL	Furkan Cakir, Yusuf Uzun, Huseyin Arikan	Yusuf Uzun	Furkan Cakir
11:50 - 12:00	THEMED SLIDE DEVELOPMENT PROJECT WITH 5-AXIS SLIDING BEHAVIOR	Furkan Cakir, Yusuf Uzun, Mehmet Kayrici	Yusuf Uzun	Furkan Cakir
Break				
Session 3				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Tolga Yucehan		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
13:00 - 13:10	OPTIMIZATION OF MACHINING PARAMETERS FOR DRILLING NICKEL BASED SUPERALLOYS	Ramazan Atilkan, Harun Yaka	Ramazan Atilkan	Ramazan Atilkan
13:10 - 13:20	NUMERICAL SOLUTION OF THE ONE DIMENSIONAL ELECTRON DIFFUSION EQUATION WITH THE RBF COLLOCATION METHOD	Murat Ispir, Tayfun Tanbay	Tayfun Tanbay	Murat Ispir
13:20 - 13:30	WATER JET PROPULSION SYSTEM PROPER TO EXCURSION BOAT	Murat Pamik, Murat Bayraktar	Murat Pamik	Murat Pamik
13:30 - 13:40	INVESTIGATION OF DEGASSING AND HEAT TREATMENT PARAMETERS OF EN AC 46000 ALUMINUM ALLOY AT DIFFERENT GASES AND TIMES	Bahadir Acar	Bahadir Acar	Bahadir Acar
13:40 - 13:50	PARTICLE SIZE EFFECTS ON SINTERING OF BINDER JETTING COPPER	Cem Ozates, Beyza Hasdemir, Emrehan Soylemez, Onur Ertugrul	Cem Ozates	Cem Ozates
13:50 - 14:00				
Break				



III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
 III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

Session 4

Hall Name: INSI - Meeting Hall

Meeting Hall Chairman : Lect. Tolga Yucehan

Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray

Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
14:30 - 14:40	EFFECTS OF THE BICONICAL ANTENNA AND E-FIELD GENERATOR ON RS103 TEST	Burak Demirdogen, Nilay Aytas, Yasin Genc, Ahmet Akkoc, Erkan Afacan, Erdem Yazgan	Burak Demirdogen	Burak Demirdogen
14:40 - 14:50	A SMART SEAT DESIGN FOR LONG-DISTANCE BUSES: TECH SEAT	Duygu Helvacı, Emin Sezgin, Gokhan Gelen	Duygu Helvacı	Duygu Helvacı
14:50 - 15:00	APPLICABILITY EVALUATION OF POST-QUANTUM ENCRYPTION ALGORITHMS	Beyrek Durdurur, Yasin Genc, Nilay Aytas, Ahmet Akkoc, Erkan Afacan, Erdem Yazgan	Beyrek Durdurur	Beyrek Durdurur
15:00 - 15:10	CONVERSION OF CONVENTIONAL TYPE SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR TO PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS	Murat Tezcan, Aleyna Simge Akyurt	Aleyna Simge Akyurt	Aleyna Simge Akyurt
15:10 - 15:20	PEROVSKITE SOLAR CELL DESIGN BASED ON NANO-HOLE PLASMONIC ANTENNA WITH GEOMETRIC ARRAY COMPARISON	Sare Nur Cuhadar, Habibe Durmaz Sagir	Habibe Durmaz Sagir	Sare Nur Cuhadar
15:20 - 15:30				

Break

Session 5

Hall Name: INSI - Meeting Hall

Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray

Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Tolga Yucehan

Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
16:00 - 16:10	EVALUATION OF ADSORPTION BEHAVIORS OF HEAVY METALS BY MICROPLASTICS	Gulsah Baskan	Gulsah Baskan	Gulsah Baskan
16:10 - 16:20	PRODUCTION OF PDMS/GRAPHENE OXIDE FOAM MATERIALS AND DETERMINATION OF OIL-WATER SEPARATION PERFORMANCE	Burcu Kizilkaya, Nevin Atalay Gengec	Nevin Atalay Gengec	Burcu Kizilkaya
16:20 - 16:30	EFFECT OF ACTIVATED CARBON ADDITIVE PREPARED BY CHEMICAL PRETREATMENT ON THE SURFACE PROPERTIES OF POLYMERIC COMPOSITES	Huseyin Gumus, Bulent Buyukkidan, Tugce Yildirim	Huseyin Gumus	Huseyin Gumus
16:30 - 16:40	OBTAINING POLYPHENOL OXIDASE ENZYME FROM EDIBLE MUSHROOM	Salam Kasam Mohammed Al-Mamoori, Ayse Elif Buyukbayram	Ayse Elif Buyukbayram	Salam Kasam Mohammed Al-Mamoori
16:40 - 16:50	SYNTHESIS, PURIFICATION AND CHARACTERIZATION OF QUINOLONE-CHALCONE HYBRID DERIVATIVES AND THEIR BIOACTIVITY STUDIES	Lokman Torun, Rahym Bakyyev	Rahym Bakyyev	Rahym Bakyyev
16:50 - 17:00				

Break



III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
 III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

Session 6

Hall Name: INSI - Meeting Hall

Meeting Hall Chairman : Lect. Tolga Yucehan
Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray

Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
17:30 - 17:40	MATHEMATICAL MODELING OF PHOTOTOXIC AND PHOTOALLERGIC DRUG REACTIONS	Gul Karaduman, Feyza Kelleci Celik	Gul Karaduman	Gul Karaduman
17:40 - 17:50	NEUTRAL MULTI-RETARDED FRACTIONAL SYSTEM	Mustafa Aydin, Nazim Mahmudov	Mustafa Aydin	Mustafa Aydin
17:50 - 18:00	THE EFFECT OF FILLER PHASE SYSTEMS SYNTHETIC BY DIFFERENT METHODS ON THE PERFORMANCE OF THE DENTAL COMPOSITE	Yilmaz Cebir, Aysu Sila Sahin, Emel Seyrek, Kadir Sagir, Ergun Kelesoglu	Aysu Sila Sahin	Aysu Sila Sahin
18:00 - 18:10	VISUAL-BASED OBSTACLE AVOIDANCE USING AN ADVANCED DEEP LEARNING NETWORK METHOD FOR MOBILE ROBOTS	Oguz Misir	Oguz Misir	Oguz Misir
18:10 - 18:20	INVESTIGATION OF MECHANICAL BEHAVIOR OF BEAMS OF DIFFERENT SECTIONS WITH CUF	Munise Didem Demirbas, Erasmo Carrera	Munise Didem Demirbas	Munise Didem Demirbas
18:20 - 18:30				

12 June 2022 - Sunday

Session 7

Hall Name: INSI - Meeting Hall

Meeting Hall Chairman : Lect. Tolga Yucehan
Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray

Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
09:30 - 09:40	THE ADJUNCT ROLE OF CURCUMIN IN THE TREATMENT OF PERIODONTITIS	Ferit Kaval, Emrah Turkmen	Ferit Kaval	Ferit Kaval
09:40 - 09:50	EVALUATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN MISSING AND SUPERNUMERARY TEETH AND GENDER ACCORDING TO CLEFT SIDE IN UNILATERAL CLEFT LIP AND PALATE PATIENTS.	Atilim Akkurt	Atilim Akkurt	Atilim Akkurt
09:50 - 10:00	INVESTIGATION OF THE PRESENCE OF <i>STAPHYLOCOCCUS</i> SPECIES IN PYODERMAL INFECTIONS OF CATS	Bilal Ozdemir, Murat Yildirim	Bilal Ozdemir	Bilal Ozdemir
10:00 - 10:10	THE EFFECT OF SNOEZELEN THERAPY AND SENSORY INTEGRATION THERAPY IN AN INDIVIDUAL DIAGNOSED WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER WITH PROLONGED TOE-WALKING	Cansel Ozbek, Sidika Karaketir, Deniz Senol	Cansel Ozbek	Cansel Ozbek
10:10 - 10:20	MACHINE LEARNING-POWERED ANOMALY DETECTION AT THE EDGE	Mert Kislakci, Yeliz Durgun, Mahmut Durgun	Mert Kislakci	Mert Kislakci
10:20 - 10:30				

Break



III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

Session 8				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Tolga Yucehan		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
11:00 - 11:10	THE COMPARISON OF DISPLACEMENT-TYPE AND MIXED FINITE ELEMENT METHODS OVER STATIC RESPONSE OF CIRCULAR BEAMS RESTING ON ELASTIC FOUNDATION	Akin Gurkan Cezik, Merve Ermis	Akin Gurkan Cezik	Akin Gurkan Cezik
11:10 - 11:20	USING DATA MINING ALGORITHMS TO PREDICT SMOKING ADDICTION	Nimet Ure, Imran Gul	Nimet Ure	Nimet Ure
11:20 - 11:30	TIME SERIES APPROACH IN ANALYSIS OF BIG DATA	Fadil Can Malay , Mehmet Hilal Ozcanhan, Murat Emec	Fadil Can Malay	Fadil Can Malay
11:30 - 11:40	OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY RISK ANALYSIS IN A QUARRY IN THE KIRŞEHİR REGION	Hakan Seyfi, Gokhan Ekincioglu, Zeynel Basibuyuk	Hakan Seyfi	Hakan Seyfi
11:40 - 11:50	BIOMEDICAL WASTE MANAGEMENT	Ilayda Ay, Selden Cepni	Selden Cepni	Ilayda Ay
11:50 - 12:00				
Break				
Session 9				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Tolga Yucehan Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
13:00 - 13:10	IN VITRO EFFECT OF MEDICINAL LEECH SALIVA EXTRACT ON PROLIFERATION, WOUND HEALING AND -APOPTOSIS IN BREAST FIBROBLAST CELL LINE	Nihan Tirik, Kubranur Unal, Huseyin Ayhan, Leyla Memmedova, M. Pinar Elci	Nihan Tirik	Nihan Tirik
13:10 - 13:20	BORON COMPOUNDS AS ANTICARCINOGENIC DRUG CANDIDATE IN THE TREATMENT OF LEUKEMIA WITH CYTOTOXIC EFFECTS	Abdullah Taskin, Eyyup Yasar, Hasan Ulusal, Seyhan Taskin, Hakim Çelik, Ahmet Kilic	Abdullah Taskin	Abdullah Taskin
13:20 - 13:30	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CUBITAL ANGLE PRONATION AND SUPINATION ON NORMAL JOINT RANGE OF MOTION IN WOMEN AND MEN	Ismail Malkoc, Ceyda Kahveci	Ismail Malkoc	Ceyda Kahveci
13:30 - 13:40	HISTOPATOLOGICAL INVESTIGATION FOR THE ECTOPIC TISSUES IN DIVERTICULA OF CHILDREN OPERATED DUE TO SYMPTOMATIC MECKEL DIVERTICULUM	Semra Gurunluoglu	Semra Gurunluoglu	Semra Gurunluoglu
13:40 - 13:50	A CASE OF DELAYED POSTPARTUM UNSCARRED (PRIMARY) UTERINE RUPTURE; CAUSING PARAMETRIAL AND BROAD LIGAMENT HEMATOMA	Cenk Mustafa Guven, Zerrin Avul	Cenk Mustafa Guven	Cenk Mustafa Guven
13:50 - 14:00	ULTRASOUND-GUIDED PSOAS COMPARTMENT BLOCK AND SCIATIC NERVE BLOCK WITH SHAMROCK METHOD IN A HIGH-RISK GERIATRIC PATIENT	Hasan Huseyin Kilic	Hasan Huseyin Kilic	Hasan Huseyin Kilic
Break				



III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

Session 10				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Tolga Yucehan		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
14:30 - 14:40	DETERMINATION OF SENSORY PROPERTIES OF SARDINE (<i>Sardina pilchardus</i>) FISH SAUCE	Selin Ozge Dinc, Ibrahim Ender Kunili, Aybuke Aynur Soykan, Fatma Colakoglu	Selin Dinc	Selin Dinc
14:40 - 14:50	MONITORING SPATIAL AND TEMPORAL CHANGES OF WATER QUALITY IN KOVADA CHANNEL	Meltem Kacikoc, Husna Ugur	Meltem Kacikoc	Husna Ugur
14:50 - 15:00	AS A NATURAL POLYMER HEMICELLULOSE: ISOLATION, CHEMICAL STRUCTURE, MODIFICATIONS AND APPLICATIONS	Tuba Kulce, Saim Ates	Tuba Kulce	Tuba Kulce
15:00 - 15:10	ANALYSIS OF REPETITIVE WORK IN CHICKEN WING PACKAGING PROCESS	Sevgi Karadag, Demet Gonen Ocaktan, Aslan Deniz Karaoglan	Sevgi Karadag	Sevgi Karadag
15:10 - 15:20	COMPARISON OF PUSH AND PULL STRATEGIES IN A CLOSED LOOP SUPPLY CHAIN	Ipek Nur Yiyit, Latife Gorkemli Aykut	Latife Gorkemli Aykut	Ipek Nur Yiyit
15:20 - 15:30	DATA MINING APPLICATIONS BASED ON THE LABORATORY RESULTS OF KIDS WHO DIAGNOSED WITH HYPOSPADIAS OR WITH CHORDEE OR HAD CIRCUMCISION OPERATION	Hulya Acar, Birol Aslanyurek, Emrah Aydin	Hulya Acar	Hulya Acar
Break				
Session 11				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Tolga Yucehan Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
16:00 - 16:10	TELETIP APPLICATIONS IN RENAL TRANSPLANTATION PATIENTS	Cemine Vatansever, Nursel Vatansever	Cemine Vatansever	Cemine Vatansever
16:10 - 16:20	SERIOUS GAME APPLICATIONS IN PEDIATRIC PATIENTS	Tulin Dedik, Demet Bal	Demet Bal	Demet Bal
16:20 - 16:30	EXAMINATION OF NEWLY DIAGNOSED CANCER PATIENTS' ACCEPTANCE OF THE DISEASE AND THEIR RELIGIOUS COPING STYLES	Farhia Hassan, Nurhan Dogan	Farhia Hassan	Farhia Hassan
16:30 - 16:40	RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE PRODUCTION METHOD OF DUAL PRINTED TEMPERED GLASS WITH DOUBLE TEMPERABLE ENAMEL INK	Ozge Hande Yalcin, Kerem Korpe	Ozge Hande Yalcin	Ozge Hande Yalcin
16:40 - 16:50	DETERMINATION OF STRUCTURAL, ELECTRONIC AND ELASTIC PROPERTIES OF AsRhSe CRYSTAL BY AN AB-INITIO STUDY	Nihat Aydin, Emel Kilit Dogan	Emel Kilit Dogan	Nihat Aydin
16:50 - 17:00	A NUMERICAL APPLICATION OF THE ROSENAU-KDV-RLW EQUATION	Seydi Battal Gazi Karakoc, Ozge Tari	Seydi Battal Gazi Karakoc	Ozge Tari
Break				

III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
 III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

Session 12

Hall Name: INSI - Meeting Hall

Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray
 Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Tolga Yucehan

Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
17:30 - 17:40	EXPERIMENTAL STUDY OF HYSTERETIC BEHAVIOR ON RESIDUAL ENERGY IN CONTRACTIONS OF THE CROSS SECTION	Ehsan Aminvash, Rasoul Daneshfaraz	Ehsan Aminvash	Ehsan Aminvash
17:40 - 17:50	THE EFFECT OF SEMICYLINDRICAL AND RECTANGULAR CUBIC SILLS WITH DIFFERENT WIDTHS ON SLUICE GATE DISCHARGE COEFFICIENT	Parisa Ebadzadeh, Rasoul Daneshfaraz, Reza Norouzi	Reza Norouzi	Parisa Ebadzadeh
17:50 - 18:00	THE EFFECT OF DIFFERENT PLACEMENT OF TRIANGULAR PLAN WEIR OF THE FLOW PATH ON HYDRAULIC PARAMETERS: A NUMERICAL STUDY	Pouya Ghorbanvatan, Hamidreza Abbaszadeh, Rasoul Daneshfaraz, Moein Abdi	Hamidreza Abbaszadeh	Hamidreza Abbaszadeh
18:00 - 18:10	PHYTOCHEMICAL SCREENING, ANTIMICROBIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF THE ETHANOLIC LEAVE EXTRACT OF <i>BALANITE AEGYPTIACA</i>	Yakubu Musa Yanah, Mbongo Agnes Namondo Lyonga, Ogunleye Adepeju Oluwabunmi, Regina Doro Jakaba, Farida Abubakar Tomo, Amina Muhammad	Yakubu Yanah	Yakubu Yanah
18:10 - 18:20	PREVALENCE OF MULTIDRUG-RESISTANT <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> IN SOME DAIRY PRODUCTS RETAILED IN BAGHDAD PROVINCE	Manal Hadi Ghaffoori Kanaan, Sura Saad Abdullah	Manal Hadi Ghaffoori Kanaan	Manal Hadi Ghaffoori Kanaan
18:20 - 18:30	IMPLEMENTATION OF THE FIRE PROTECTION PLAN ON THE EXAMPLE OF THE VRANDUK TUNNEL (BOSNIA AND HERZEGOVINA)	Emir Operta	Emir Operta	Emir Operta



DAVETLİ KONUŞMACILAR / INVITED SPEAKERS

PREVALENCE OF MULTIDRUG-RESISTANT *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* IN SOME DAIRY PRODUCTS RETAILED IN BAGHDAD PROVINCE

Manal Hadi Ghaffoori Kanaan ^{1*}, Sura Saad Abdullah ²

¹ Agriculture Department/ Technical Institute of Suwaria, Middle Technical University, Baghdad, Iraq.

ORCID ID: 0000-0002-9409-4778, manalkanaan94@gmail.com

² Al- Suwaria General Hospital / Wassit Health Office, Wassit, Iraq.

ORCID ID: 0000-0001-5730-9410, surakenan1994@gmail.com

* Corresponding Author

Abstract

Multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) is a well-known "superbug" that is a leading cause of community-acquired and nosocomial infections. Proteinaceous food is thought to be an excellent source of this bacterium, therefore in order to investigate the presence of multidrug resistant *Staphylococcus aureus* in raw youghart and ice cream (local and important), a total of 50 samples were collected randomly from different markets in Baghdad Province during November 2021 till January 2022, in which samples were analyzed by a standard isolation protocols of food microbiology with some modification processing by authors such as chromogenic medium Baird-Parker agar, Electronic RapIDTM Staph Plus Code Compendium Panel System (ERIC®) Dryspot Staphylect Plus and Penicillin Binding Protein (*PBP2'*) Plus assays; as well as, studying the susceptibility of isolates to different selected antibiotics. The results showed that 26 (52%) isolates of *S. aureas* of which 11 (42.3%) were confirmed as MRSA by which, 7 (46.7%) isolates from raw yogurt and 4 (36.4%) isolates from ice cream. These findings suggest presence of MRSA type in locally food products in Baghdad markets thus recommended to monitoring these products periodically to inshore public health.

Keywords: Baghdad provine, ice cream, multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*, yogurt.

INVESTIGATION OF MECHANICAL BEHAVIOR OF BEAMS OF DIFFERENT SECTIONS WITH CUF

Munise Didem Demirbaş^{1*}, Erasmo Carrera^{2,3}

¹ Erciyes University, Mechanical Engineering Department, TURKEY

ORCID ID: 0000-0001-8043-6813 mddemirbas@erciyes.edu.tr

² Mul2 Group, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Politecnico di Torino, Italy

³ Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Prince Mohammad Bin Fahd University, P.O. Box 1664, Al Khobar 31952, Kingdom of Saudi Arabia

ORCID ID: 0000-0002-6911-7763 erasmo.carrera@polito.it

* Corresponding Author

Abstract

In this study, the behavior of isotropic beams of different cross-sections under mechanical influences was investigated with the Carrera Unified Formulation (CUF). CUF theory has outstanding capabilities and is formulated using the finite element method. This theory refers to the displacement fields over the cross-section and along the thickness in terms of the base functions whose forms and orders are arbitrary. With this condensed notation, all FEM matrices and vectors are included in the so-called fundamental nucleus (FN). Thus, both the solution time is shortened and the problem can be solved with fewer degrees of freedom. In this study, stress components of beams, which are 1-dimensional structural elements in different sections, under mechanical load are presented in detail with CUF theory.,

Keywords: Carrera Unified Formulation, beam, FEM, CUF.

EXPERIMENTAL STUDY OF HYSTERETIC BEHAVIOR ON RESIDUAL ENERGY IN CONTRACTIONS OF THE CROSS SECTION

Ehsan Aminvash ^{1*}, Rasoul Daneshfaraz ²

¹ University of Tabriz, Department of Civil Engineering, Iran

¹ ORCID ID: 0000-0001-8901-2232, Ehsan.aminvash1994@gmail.com

² University of Maragheh, Department of Civil Engineering, Iran

² ORCID ID: 0000-0003-1012-8342, daneshfaraz@maragheh.ac.ir

* Corresponding Author

Abstract

In the present study, the hysteretic behavior of supercritical flow that can occur in a channel near adjacent structures, including cross-sectional contractions of the channel width, has been investigated experimentally. Three sudden contracting of 5, 10 and 15 cm and a gradual contraction of 15 cm have been used. The flow rates ranged from 250 to 600 Lit/min. These conditions are set within a laboratory flume; first there is an increase in the initial flow and then a decrease in secondary flow. The results show that by increasing and then decreasing the flowrate, two different behaviors of flow are observed with the same laboratory conditions. so that in the initial flow these depths indicate a subcritical regime and in the secondary flow with the formation of hysteresis in some discharges indicate a supercritical regime. Also, hysterical behavior increases the relative residual energy. With the sudden contraction of 15 cm, the formation of submerged hydraulic jumps resulted in a lack of hysteresis. Also, this phenomenon has a great impact on environmental considerations.

Keywords: *Hysteretic behavior, Sudden and gradual contractions, Residual energy.*

THE EFFECT OF SEMICYLINDRICAL AND RECTANGULAR CUBIC SILLS WITH DIFFERENT WIDTHS ON SLUICE GATE DISCHARGE COEFFICIENT

Parisa Ebadzadeh¹, Rasoul Daneshfaraz², Reza Norouzi^{3*}

¹University of Maragheh, Department of Civil Engineering, Iran

¹ORCID ID: 0000-0002-9836-8406, ebadzadeh.p@stu.maragheh.ac.ir

² University of Maragheh, Department of Civil Engineering, Iran

² ORCID ID: 0000-0003-1012-8342, daneshfaraz@maragheh.ac.ir

³ University of Tabriz, Tabriz, Department of Water Engineering, Iran

³ ORCID ID: 0000-0002-3756-8746, rezanorouzi1992@tabrizu.ac.ir

* Corresponding Author

Abstract

The purpose of this study is to investigate the effect of sill geometry on sluice gate discharge coefficient. For this purpose, sills including semicylindrical and rectangular cubic were prepared in order to investigate the shape effect. Both of sills with widths of 5, 7.5, 10, 15, 20 cm were installed under the sluice gate in order to study the effect of sill width. The gate opening and the height of all sills in this study were fixed at 4 and 3 cm respectively in all experiments. The results showed that applying the sill under the gate leads to an increase in discharge coefficient compared to non silled gate. Installing rectangular cubic sill improves rotational flows at downstream of sill. While the semi-cylindrical sill has less shear stress due to its circular surface. This causes the discharge coefficient of the sluice gate with a semicylindrical sill to be higher than the cubic rectangular sill. Changing sill width from 5 to 20 cm showed that discharge coefficient of semicylindrical and rectangular cubic increased by an average of 19.1 and 12.1% compared to non- sill state.

Keywords: Discharge coefficient, Sluice gate, Sill, Free flow condition.

**PHYTOCHEMICAL SCREENING, ANTIMICROBIAL AND ANTIFUNGAL
ACTIVITIES OF THE ETHANOLIC LEAVE EXTRACT OF *BALANITE
AEGYPTIACA***

Yanah Y. M. ^{1*}, Mbongo A. N. L. ², Ogunleye A. O. ³, R. D. Jakaba ⁴, F. A. Tomo⁴, Amina Muhammed ⁴

¹ *Department of Biochemistry, Kebbi State University of Science and Technology, Aliero.*

Yaksyanah@gmail.com

² *Department of Biochemistry and Molecular Biology, Faculty of Science University of Buea, Cameroun.*

³ *Department of Chemistry, Federal College of Education Technical Bichi, Kano State Nigeria.*

⁴ *Department of Microbiology, Kebbi State University of Science and Technology, Aliero.*

**Corresponding Author*

Abstract

Since many years ago, human population across the world utilized elements of their environment in particular plants to treat themselves of infections, injury and diseases. Approximately 80% of the population of the world depends according to the World Health Organization on traditional medicine mostly herbal remedies, for their primary health care needs. The leaves of *Balanite aegyptiaca* was extracted using ethanol for phytochemical screening, antibacteria and antifungal activity was carried out using agar well diffusion methods. The phytochemical screening revealed the presence of tannins, steroids, Alkaloids, Saponins, Flavonoids, Terpenoids, Anthraquinones, phlobatannins while cardiac glycoside was absent. The plant extract exhibited higher antibacterial activity of 13 and 10mm against *S. aureus* compared with other test organism viz; *E. coli* 12 and 10mm, *S. typhi* 11 and 7mm and the least was *C. albicans* with 10 and 8mm zone of inhibition at 100 and 50mg/ml concentration. Likewise the MIC and MBC revealed that *S. aureus* showed the lowest MIC at 25mg/ml and MBC at 50mg/ml concentration. The activities of the extract were compared with those of Gentamicin antibiotics as control. The result attested that *B. aegyptiaca* leaf extract contains some bioactive compound of potentially therapeutic significance and could be a promising source of antimicrobial agent and hence for drug development.

Keywords: *Balante aegyptiaca, antimicrobial activity, phytochemical, antifungal, secondary metabolites.*

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

DÜZENLEME KURULU / ORGANIZING COMMITTEES	II
BİLİM KURULU / SCIENTIFIC COMMITTEES	III
KONGRE PROGRAMI / CONGRESS SCHEDULE	VII
DAVETLİ KONUŞMACILAR / INVITED SPEAKERS	XIV
PREVALENCE OF MULTIDRUG-RESISTANT <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> IN SOME DAIRY PRODUCTS RETAILED IN BAGHDAD PROVINCE	XIV
INVESTIGATION OF MECHANICAL BEHAVIOR OF BEAMS OF DIFFERENT SECTIONS WITH CUF.....	XV
EXPERIMENTAL STUDY OF HYSTERETIC BEHAVIOR ON RESIDUAL ENERGY IN CONTRACTIONS OF THE CROSS SECTION	XVI
THE EFFECT OF SEMICYLINDRICAL AND RECTANGULAR CUBIC SILLS WITH DIFFERENT WIDTHS ON SLUICE GATE DISCHARGE COEFFICIENT	XVII
PHYTOCHEMICAL SCREENING, ANTIMICROBIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF THE ETHANOLIC LEAVE EXTRACT OF <i>BALANITE AEGYPTIACA</i>	XVIII
İÇİNDEKİLER / CONTENTS	XIX
SÖZLÜ SUNUMLAR / ORAL PRESENTATION	1
IMPLEMENTATION OF THE FIRE PROTECTION PLAN ON THE EXAMPLE OF THE VRANDUK TUNNEL (BOSNIA AND HERZEGOVINA)	2
1. Introduction	2
2. Geographical position of the "Vranduk" tunnel	2
3. Technical characteristics of the Vranduk tunnel	3
3.1. Tunnel pipe for motor vehicle traffic	4
3.2. Service hose for evacuation of endangered persons	4
3.3. Geotechnical characteristics of soil	5
4. Fire protection plan for the Vranduk tunnel	5
5. Overview of technological sites in terms of probability of fire occurrence and spread	5
5.1. Quantity and type of funds needed to extinguish the initial fire.....	5
5.2. Overview of hazardous areas in terms of vulnerability to technological explosion	5
5.3. Notification on the occurrence of the fire and further organization of the firefighting action	6
5.4. Buildings and plants where the fire will be extinguished in the presence of a responsible or professional person.....	6
5.5. Distance from the professional fire brigade	6
5.6. State of water supply	7
5.7. Water supply for firefighting.....	7
5.8. Overview of internal roads and accesses for fire trucks	7
5.9. Evacuation	7

5.10. Organization of evacuation and rescue.....	7
5.11. Evacuation team leader.....	7
5.12. Evacuation team members.....	8
5.13. Marking and placing signs for evacuation.....	8
5.14. Radio and telephone system for calling all participants in firefighting.....	8
5.15. First aid services.....	8
5.16. Organization and method of calling and involving distributors and energy sources.....	8
6. Conclusion.....	8
7. References.....	9
THE EFFECT OF DIFFERENT PLACEMENT OF TRIANGULAR PLAN WEIR OF THE FLOW PATH ON HYDRAULIC PARAMETERS: A NUMERICAL STUDY.....	10
1. Introduction.....	10
2. Materials and methods.....	11
2.1. Equations governing flow.....	11
2.2. Define the solution network, boundary conditions and selection of turbulence model..	11
3. Results & discussion.....	12
4. Conclusion.....	15
5. References.....	15
PREVALENCE OF MULTIDRUG-RESISTANT <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> IN SOME DAIRY PRODUCTS RETAILED IN BAGHDAD PROVINCE.....	16
1. Introduction.....	16
2. Materials and methods.....	16
2.1. Sample collection and processing.....	16
2.2. Bacterial isolation and growth conditions.....	16
2.3. Antibiotic sensitivity test.....	17
3. Data analyses.....	17
4. Results and discussion.....	17
5. Conclusion.....	18
6. References.....	18
EXPERIMENTAL STUDY OF HYSTERETIC BEHAVIOR ON RESIDUAL ENERGY IN CONTRACTIONS OF THE CROSS SECTION.....	22
1. Introduction.....	22
2. Materials and methods.....	23
2.1. Dimensional analysis.....	24
3. Results and discussion.....	24
4. Conclusion.....	26
5. References.....	26

THE EFFECT OF SEMICYLINDRICAL AND RECTANGULAR CUBIC SILLS WITH DIFFERENT WIDTHS ON SLUICE GATE DISCHARGE COEFFICIENT	28
1. Introduction	28
2. Methodology	29
2.1. Experimental set-up.....	29
2.2. Dimensional analysis.....	29
3. Conclusion.....	30
4. References	31
PHYTOCHEMICAL SCREENING, ANTIMICROBIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF THE ETHANOLIC LEAVE EXTRACT OF <i>BALANITE AEGYPTIACA</i>	33
1. Introduction	33
2. Materials and methods.....	33
2.1. Sample collection and preparation	33
2.2. Extraction of plant material	33
2.3. Phytochemical screening	34
2.4. Test for flavanoids.....	34
2.4.1. Test for steroids	34
2.4.2. Test for saponins (frothing test)	34
2.4.3. Test for alkaloids	34
2.4.4. Test for tannins.....	34
2.4.5. Test for glycosides.....	34
2.4.6. Test for anthraquinones	34
2.4.7. Test for terpenoids.....	34
2.4.8. Test for phlobatannins	34
2.5. Bioassay.....	34
2.5.1. Test bacteria	34
2.5.2. Standardization of inoculums	34
2.5.3. Preparation of varying concentration	35
2.5.4. Antibacterial activity	35
2.5.5. Determination minimal inhibitory concentration (MIC)	35
2.5.6. Minimum bactericidal concentration (MBC)	35
3. Result.....	35
4. Discussion	36
5. Conclusion.....	36
6. References	36
THE EFFECT OF FILLER PHASE SYSTEMS SYNTHETIC BY DIFFERENT METHODS ON THE PERFORMANCE OF THE DENTAL COMPOSITE	38

1. Introduction	38
2. Materials and methods.....	39
2.1. Synthese von aluminum fluorine complex fillerphase mit Nanopartikel-Morphologie .	39
2.1.1. Sonochemical synhthesis.....	39
2.1.2. Hydrothermal synthesis	39
2.2. Mechanical testing of dental composites.....	40
3. Results and conclusion	40
4. References	41
INVESTIGATION OF DEGASSING AND HEAT TREATMENT PARAMETERS OF EN AC 46000 ALUMINUM ALLOY AT DIFFERENT GASES AND TIMES	43
EN AC 46000 ALÜMİNYUM ALAŞIMINDA FARKLI GAZ VE SÜRELERDE GİDERME VE ISIL İŞLEM PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ	43
1. Giriş	43
2. Materyal ve yöntem.....	45
3. Deneysel ve optimizasyon sonuçları.....	47
3.1. Hidrojen indeksi	47
3.2. Sertlik deneyi.....	48
3.3. Mikroyapı incelemesi	49
4. Sonuçlar.....	50
5. Kaynakça	50
APPLICABILITY EVALUATION OF POST-QUANTUM ENCRYPTION ALGORITHMS	51
KUANTUM SONRASI ŞİFRELEME ALGORİTMALARININ UYGULANABİLİRLİK DEĞERLENDİRİLMESİ.....	51
1. Giriş	51
2. Kuantum bilgisayarlar ve şifreleme odaklı kuantum bilgisayarlar (CRQC)	51
3. Kuantum hesaplamaların klasik şifreleme üzerine etkileri.....	52
3.1. Asimetrik şifreleme	52
3.2. Simetrik şifreleme	52
4. Kuantum dayanıklı algoritmalar	52
5. Hibrit şifreleme algoritmaları	53
6. Sonuçlar.....	53
7. Kaynakça	53
INVESTIGATION OF THE PRESENCE OF <i>STAPHYLOCOCCUS</i> SPECIES IN PYODERMAL INFECTIONS OF CATS	55
KEDİLERDE PYODERMAL ENFEKSİYONLARINDA <i>STAPHYLOCOCCUS</i> TÜRLERİNİN VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI.....	55
1. Giriş	55
2. Materyal metot	56

3. Bulgular	56
4. Tartışma – sonuç	58
4.1. Sonuç	59
5. Kaynakça	59
EFFECTS OF THE BICONICAL ANTENNA AND E-FIELD GENERATOR ON RS103 TEST 61	
BİKONİK ANTEN VE E-ALAN ÜRETECİNİN RS103 TEST SONUCUNA ETKİLERİ	61
1. Giriş	61
2. RS103 testi	62
3. Anten tipi	63
4. Deney düzeneği ve yöntem	63
5. Bulgular	64
6. Sonuçlar	65
7. Kaynakça	65
A CASE OF DELAYED POSTPARTUM UNSCARRED (PRIMARY) UTERINE RUPTURE; CAUSING PARAMETRIAL AND BROAD LIGAMENT HEMATOMA	66
1. Introduction	66
2. Case	66
3. Discussion	67
4. References	67
A SMART SEAT DESIGN FOR LONG-DISTANCE BUSES: TECH SEAT	69
YOLCU OTOBÜSLERİ İÇİN AKILLI KOLTUK TASARIMI: TECH SEAT	69
1. Giriş	69
2. Materyal ve yöntem	69
2.1. Koltuk ısıtma sistemleri	70
2.2. Koltuk havalandırma sistemleri	71
2.3. Koltuk masaj sistemleri	71
2.4. Koltuk hareket sistemleri	72
2.5. Yenilikçi koltuk tasarımı: Tech-Seat	72
3. Sonuçlar	73
4. Kaynakça	73
MATHEMATICAL MODELING OF PHOTOTOXIC AND PHOTOALLERGIC DRUG REACTIONS	75
1. Introduction	75
2. Material and methods	75
2.1. Materials	75
2.2. Methods	76
3. Results and discussion	76

3.1. Results	76
3.2. Discussion	77
4. Conclusion	77
5. References	77
EVALUATION OF ADSORPTION BEHAVIORS OF HEAVY METALS BY MICROPLASTICS	79
AĞIR METALLERİN MİKROPLASTİKLERLE ADSORPSİYON DAVRANIŞLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	79
1. Giriş	79
2. Materyal ve metot.....	81
3. Sonuçlar.....	81
4. Öneriler.....	82
5. Kaynakça	82
METAVERSE INTERACTION ON DIGITAL MARKETING AND BRANDING	85
1. Introduction	85
2. Digital marketing and branding on metaverse.....	86
3. Conclusion.....	86
4. References	87
COMPARISON OF PUSH AND PULL STRATEGIES IN A CLOSED LOOP SUPPLY CHAIN 88	
KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİNDE İTME VE ÇEKME STRATEJİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	88
1. Giriş	88
2. Materyal ve yöntem.....	89
3. Bulgular	91
4. Sonuçlar.....	92
5. Kaynakça	92
AIR LUBRICATION SYSTEMS AS POTENTIAL ENERGY EFFICIENCY SAVING ON MARINE VESSELS	94
DENİZ TAŞITLARINDA POTANSİYEL ENERJİ VERİMLİLİĞİ TASARRUF OLARAK HAVAYLA YAĞLAMA SİSTEMLERİ	94
1. Giriş.....	94
2. AL sistemi uygulamaları	95
3. Sonuçlar.....	96
4. Kaynakça	96
WATER JET PROPULSION SYSTEM PROPER TO EXCURSION BOAT	98
GEZİNTİ TEKNESİNE UYGUN SU JETİ SEVK SİSTEMİ	98
1. Giriş.....	98
2. Yüksek basınç su jeti sevk sistemi	100

3. Sonuçlar.....	100
4. Kaynakça.....	100
NEUTRAL MULTI-RETARDED FRACTIONAL SYSTEM	101
1. Introduction and preliminaries	101
2. Principle contributions.....	102
3. Conclusion.....	103
4. References	103
PRODUCTION OF PDMS/GRAPHENE OXIDE FOAM MATERIALS AND DETERMINATION OF OIL-WATER SEPARATION PERFORMANCE	105
PDMS/GRAFEN OKSİT KÖPÜK MALZEMELERİN ÜRETİMİ VE YAĞ-SU AYIRMA PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ	105
1. Giriş.....	105
2. Üretim ve karakterizasyon çalışmaları	106
2.1. Grafitten grafit oksit sentezi	106
2.2. Grafit oksitten grafit oksit üretimi	106
2.3. Şeker şablonlama yöntemi ile 3D PDMS köpüklerin üretimi	106
2.4. PDMS/GO köpüklerin üretimi	106
2.5. PDMS ve PDMS/GO köpüklerin yağ-su ayırma performansları	106
2.6. Karakterizasyon çalışmaları	107
3. Sonuçlar ve tartışma	107
4. Kaynakça	109
VISUAL-BASED OBSTACLE AVOIDANCE USING AN ADVANCED DEEP LEARNING NETWORK METHOD FOR MOBILE ROBOTS	110
MOBİL ROBOTLAR İÇİN GÖRSEL TABANLI GELİŞMİŞ BİR DERİN AĞ KULLANARAK ENGELDEN KAÇINMA.....	110
1. Giriş.....	110
2. Evrişimli sinir ağı tabanlı engelden kaçınma metodu	111
2.1. ESA tabanlı VGG19 modeli ile engelden kaçınma metodu	111
3. Sonuçlar.....	112
3.1. Eğitim sonuçları	112
3.2. Uygulama sonuçları.....	113
4. Sonuç.....	114
5. Kaynakça	114
EXPERIMENTAL INVESTIGATION AND FINITE ELEMENT ANALYZE OF SHEET METAL WELDMENTS AFTER FORMING	115
SAC METAL KAYNAKLARININ ŞEKİLLENDİRİLDİKTEN SONRA DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ VE SONLU ELEMENLAR ANALİZİ	115
1. Giriş.....	115

2. Materyal ve yöntem.....	115
2.1. Malzeme	115
2.2. Kesim makası	116
2.3. Kaynak makinası	116
3. Araştırma bulguları.....	117
3.1. Sertlik sonuçları.....	117
3.2. Mikroyapı sonuçları.....	118
3.3. Çekme testi sonuçları	119
3.4. Plastik deformasyon işlemi.....	120
3.5. Sonlu elemanlar yöntemi simufact analiz programı sonuçları	121
4. Sonuçlar.....	124
5. Kaynakça	124

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE PRODUCTION METHOD OF DUAL PRINTED
TEMPERED GLASS WITH DOUBLE TEMPERABLE ENAMEL INK..... 125

ÇİFT TEMPERLENEBİLİR EMAYE BOYA İLE ÇİFT YÜZ BASKILI TEMPERLİ CAM ÜRETİM
YÖNTEMİNİN ARAŞTIRILMASI VE GELİŞTİRİLMESİ..... 125

1. Giriş	125
2. Amaç	125
3. Mevcut üretim kısıtları	126
4. Yöntem ve prototip üretimi	126
4.1. Isı ve termal şok test uygulaması.....	127
4.2. Opaklık kontrolü.....	127
4.3. Parlaklık kontrolü	127
4.4. Çizik testi.....	128
4.5. Kimyasal test	128
4.5.1. Birinci aşama (temizlik malzemelerine karşı dayanım testi).....	128
4.5.2. İkinci aşama (gıda ürünlerine dayanım testi)	128
4.5.3. Üçüncü aşama (grease resistance - yağ dayanım testi).....	129
4.5.4. Dördüncü aşama (cleanability - temizlenebilirlik testi).....	129
5. Sonuç ve kazanımlar	130
6. Kaynakça	131

DETERMINATION OF SENSORY PROPERTIES OF SARDINE (*Sardina pilchardus*) FISH
SAUCE..... 132

SARDALYA (*Sardina pilchardus*) BALIK SOSUNUN DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ..... 132

1. Giriş	132
2. Materyal ve metot.....	133

2.1. Balık sosu üretimi.....	133
2.2. Tarife dayalı duyusal analiz.....	134
2.3. Renk analizi.....	134
2.4. İstatistiksel analiz.....	134
3. Tartışma ve bulgular.....	134
4. Sonuç.....	137
5. Kaynakça.....	137

SÖZLÜ SUNUMLAR / ORAL PRESENTATION

**SÖZLÜ SUNUMLAR
ORAL PRESENTATION**

IMPLEMENTATION OF THE FIRE PROTECTION PLAN ON THE EXAMPLE OF THE VRANDUK TUNNEL (BOSNIA AND HERZEGOVINA)

Emir Operta

University Clinical Center in Sarajevo (Bosnia and Herzegovina)

emir.operta@gmail.com

Abstract

The paper presents issues related to the occurrence of hazards in tunnels on the example of the Vranduk tunnel (Bosnia and Herzegovina), as well as measures for fire suppression, response methods and means for extinguishing fires.

The fire protection plan is presented by a document, the function of which is an organized approach in the preparation, organization and implementation of fire protection. The document is prepared on the basis of fire risk assessment and personnel, material and other conditions important for fire protection. The fire protection plan defines the organization of professional and voluntary fire brigades, ie the number, size, accommodation and organization based on the fire risk assessment, which is an integral part of the assessment of the risk of natural and other disasters.

The purpose of this paper is to identify hazards and assess fire hazards in order to apply fire protection measures on electrical appliances and installations, and on radio and telephone systems for inviting all participants involved in firefighting, as well as to evaluate access to fire routes and access to fire trucks and to determine the occurrence of gases above the permitted concentration.

Keywords: *tunnels, fires, protection plan, organization, threat assessment, protection measure*

1. Introduction

Due to severe traffic accidents with fires and serious material damage, as well as the loss of human lives, numerous discussions have been launched in recent years on safety standards in tunnel facilities.

The subject of this paper is security with the implementation of the fire protection plan in the "Vranduk" tunnel (Bosnia and Herzegovina).

The Fire Protection Plan is a document that serves for an organized approach in the preparation, organization and implementation of fire protection, and which is based on fire risk assessment and personnel, material and other conditions relevant to fire protection. It consists of a graphic and a textual part.

The fire protection plan determines the number, size, accommodation and organization of professional and voluntary fire brigades on the basis of fire risk assessment, which is an integral part of the risk assessment of natural and other disasters.

The aim of this paper is to point out the role and necessity of designing safe exits in emergencies, isolation of fire load in escape and rescue passages, and maintaining the functionality of electrical installations, basic safety concepts in underground transport facilities, and point out potential hazards that can lead to fires in the tunnel.

Based on the above problem and the subject of research, the main hypothesis of the research is:

-By properly defining the problems related to the occurrence of dangers in the tunnel, as well as measures for fire suppression and methods of reaction, fires and explosions are reduced to a minimum, as well as possible human casualties and material losses due to fires and explosions.

2. Geographical position of the "Vranduk" tunnel

The "Vranduk" tunnel is located on the main road of the city of Zenica, on the main road M-17, section Topčić polje - Lašva 0. The facility is located nearby and on important roads for both Zenica and BiH. The M-17 highway is part of the southern European route E73, which connects Central Europe, specifically Hungary, with eastern Croatia, Bosnia and Herzegovina and the Adriatic Sea in the port of Ploče, and is one of the most important roads in the country. The section of the main road M - 17, Dobož - Zenica - Lašva, for the most part stretches along the valley of the river Bosna, except for the section from Nemila to Zenica, where the construction of the service tunnel "Vranduk" is planned.

The tunnel goes below the hill "Zakamena" with an altitude of 594.5 m. The grade level of the tunnel at the entrance portal is 287.9 m above sea level, and at the end it is 296.6 m above sea level. The terrain of the subject area is characterized by a relatively rugged hilly relief with elevations ranging from about 270 to 600 m above sea level. on the highest elevation around which the river Bosna meanders in a wide arc and bypasses the town of Vranduk, keeping the flow direction southwest - northeast.

The tunnel was built in 1973 and was partially renovated in 1987 (Botić, 2019).

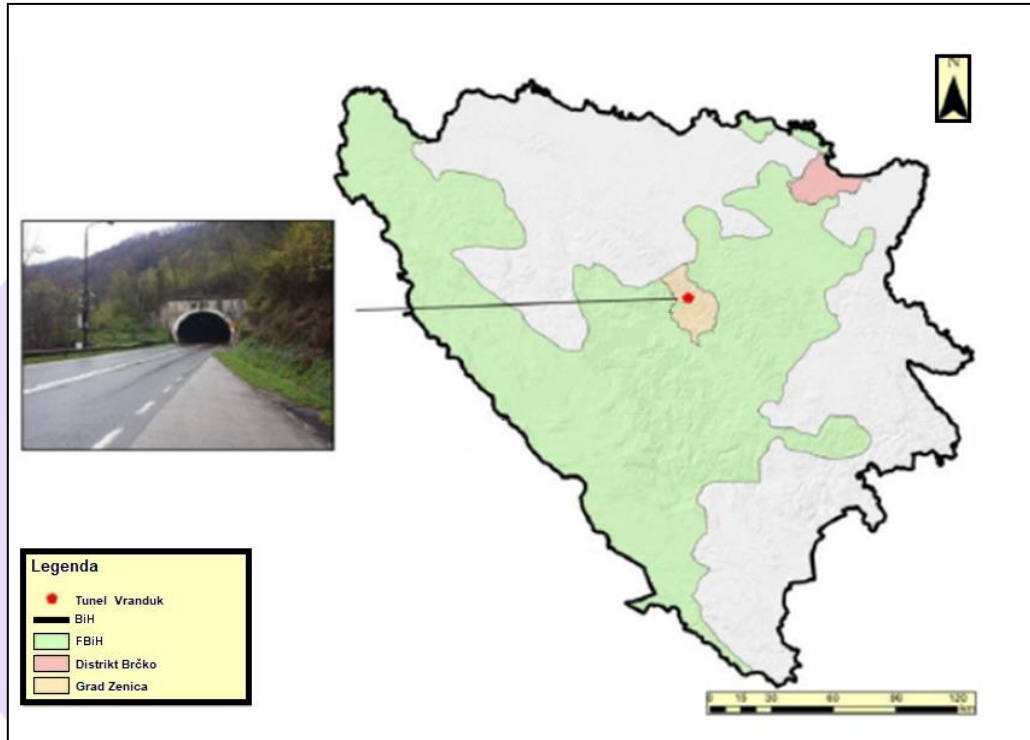


Figure 1. Geographical position of the "Vranduk" tunnel

3. Technical characteristics of the Vranduk tunnel

The total length of the tunnel is 1057 m. For most of its length, the tunnel is located in a circular curve whose radius is $R = 1000.0$ m. The exit part, towards Zenica, is in the direction. The slope of the level is on the rise in the direction of stationing, i.e., from entrance to exit with an average slope of 0.6534%.

According to its length, the tunnel is in the 500 m tunnel category, which in accordance with the 2005 Guidelines, requires the design of a number of measures and systems, including systems in the function of fire protection (longitudinal ventilation, power supply of tunnels, SOS and hydrant niches 150 m, electronic niches, radio communication system that enables communication on separate frequencies for emergency services (police, fire brigade, rescue service) and maintenance service, and for the national radio station with the possibility of communication directly into its program from the command center).

The tunnel is located on the section: M-17, Dobož - Zenica and consists of two pipes, as follows:

The tunnel pipe for motor vehicle traffic is 1037.52 m long.

Service pipes 712.54 m long (Botić, 2019).



Figure 2. "Vranduk" tunnel.

3.1. Tunnel pipe for motor vehicle traffic

The tunnel is intended for two-way traffic, with one traffic lane for each direction, 3.25 m wide, 0.3 m wide edge lane and 0.95 m wide inspection lanes, so that the total width of the pipe is 9.35 m. The height of the tunnel dome in the axis of the road is 6.70 m.

The permitted speed of the vehicle in the tunnel is 80 km/h. The stopping distance of the vehicle at that speed is 1.25 m.



Figure 3. Tunnel pipe for motor vehicle traffic

3.2. Service hose for evacuation of endangered persons

The project envisages the construction of a service evacuation pipe, in the total length of 712.54 m, through which the evacuation of endangered persons is enabled, as well as access to emergency vehicles with the dimensions required for a conventional fire truck.

In parallel with the tunnel pipe, a service pipe was designed at an axial distance of 25 m and transverse passages from the main pipe to the service pipe, at a maximum distance of 250 m from each other.

The service pipe and cross passages are used for evacuation of endangered users of the facility from one tunnel pipe to another, and as an alternative approach to rescuers. A total of 3 rescuers are planned.

The service pipe is connected to the tunnel pipe for motor vehicle traffic by three transverse crossings. Total pipe width 3.90 m. The height of the tunnel dome in the axis of the road is 4.50 m, 712.54 m long, with a tunnel slope of 0.67% and a cross section of 17.25 m².



Figure 4. Service hose for evacuation of endangered persons

3.3. Geotechnical characteristics of soil

The results of the rock mass test are presented in the main project for the reconstruction of the "Vranduk" tunnel. The test was performed on 12 samples. Uniaxial strength was tested and an average value of 64 MPa was obtained. Otherwise, the uniaxial strength ranges from 20 to 141 MPa.

The lower limit of strength is characteristic for the decay zone, i.e., for marls and marly limestones affected by surface physico-chemical decomposition. The upper limit is characteristic of freshly decayed marly limestones and silicified limestones, which are less commonly represented as interstratified flysch interlayers. The tested sample from the BT - 3 well with uniaxial strength of 4 MPa should be excluded because it does not represent a representative sample.

4. Fire protection plan for the Vranduk tunnel

Fires differ according to the place of origin, type of burning material, volume, stage of development, etc.

According to the place of origin, they are divided into: internal and external fires. According to the type of combustible material, according to the European classification of fires, they are classified into five classes: A, B, C, D, F (Hasić, 2019).

The Fire Protection Plan is an operational document whose primary purpose is to gather in one place, in a clear and concise form, all the information that can be used by fire brigades and other participants in firefighting and rescuing people and property.

The Fire Protection Plan is a document that serves for an organized approach in the preparation, organization and implementation of fire protection, and which is based on fire risk assessment and personnel, material and other conditions relevant to fire protection. It consists of a graphic and a textual part. The graphic part of the plan is made individually for the building, plant and space in accordance with the Decree on the content, marking and storage, control and nostrification of investment - technical documentation. The textual part of the plan regulates the manner of action of fire brigades and other participants in the firefighting action.

The fire protection plan determines the number, size, accommodation and organization of professional and voluntary fire brigades on the basis of fire risk assessment, which is an integral part of the risk assessment of natural and other disasters.

Fire risk assessment, in terms of this Plan, is a realistic consideration of all factors that can lead to fires, as well as factors that can endanger human life and health, and lead to material damage and negative impact on the environment in the event of an outbreak fire.

Improving the state of fire protection, in terms of this Plan, includes a set of actions and technical-technological measures that reduce the risk of fire.

The notion of evacuation implies, in the sense of this Plan, an organized way of leaving the premises, before endangering the life and health of people, which can cause a fire, the consequences of which can be predicted.

Preventive fire protection measures, in the sense of this Plan, mean all measures and actions that are carried out in order to prevent fires as an accident situation.

5. Overview of technological sites in terms of probability of fire occurrence and spread

In the "Vranduk" tunnel, where the tunnel equipment is located, there is a possibility of fires spreading, but with the use of safety equipment, the level of danger can be reduced.

Safety equipment includes: emergency call niches (SOS stations), transverse evacuation trenches, hydrant niches, electrical niches and transformer stations, monitoring center and other fire-fighting equipment and systems.

The spaces in the tunnel that must be monitored in terms of fire alarm are: tunnel pipe, service pipe, substation TS (2 pieces), electrical niches (2 pieces), SOS niches (6 pieces).

In front of both portals of the tunnel, as well as in front of the service pipe, a cabinet is placed to accommodate two mobile fire extinguishers, one of 9 kg type S9 and one of 6 kg of dry powder.

5.1. Quantity and type of funds needed to extinguish the initial fire

The calculation of the number of initial fire extinguishers is determined in accordance with the Regulations on the selection and maintenance of initial fire extinguishers that can be placed on the market with a warranty period and service period ("Official Gazette of the Federation of BiH" No. 46/11).

Since the tunnel is 1057 m long, 5 overhead hydrants were installed in the tunnel. Four overhead hydrants are installed in the tunnel that serves as an emergency exit. In front of the entrance and exit portal of the tunnel there are 2 underground hydrants.

Regulations for tunnels longer than 500 m provide for the installation of an initial fire extinguisher. Installation of fire extinguishers is planned in TS, electronic niches, SOS niches.

Initial fire extinguishers shall be installed in the vicinity of a possible fire, in a conspicuous and visible place.

5.2. Overview of hazardous areas in terms of vulnerability to technological explosion

Technological process of transformer station exploitation is not characterized by pronounced potential dangers of fire and explosion.

The following factors can be identified as potential sources of fire:

- transformer oil, which is a flammable liquid whose vapors can be ignited in the event of an electric spark caused by a fault inside and outside the transformer when oil spills occur in or around the building,
- insulation of electrical cables that may be ignited due to a fault in electrical installations and appliances,
- transfer of fires from the surrounding areas to the transformer station building, diversions and arson,
- danger of unprofessional and careless manipulation.

European norms and standards determine technical and organizational measures for protection against fire, its spread within the plant to other parts of the plant or external structure and extinguishing the fire at the power plant and device.

According to the categorization of fire load, the "Vranduk" tunnel is classified as a highly demanding building PU1. Also, this tunnel is classified as a facility with a high fire load over 2 GJ / m².

5.3. Notification on the occurrence of the fire and further organization of the firefighting action

The "Vranduk" tunnel is equipped with an automatic and manual fire alarm system.

Two fire alarm control panels are planned, with two loops mounted on the north and south substations. The exchanges are connected to the control center where 24-hour duty is organized.

Any person who notices a fire in the tunnel must immediately inform all other persons who happened to be in the building.

The person who noticed the fire is obliged to use the fire extinguisher immediately and try to put out the fire.

It is also necessary to activate the hand-held fire alarm or notify an authorized person (in this case the person in charge of fire protection) and assist in extinguishing the fire.

When calling a professional fire brigade, the worker is obliged to do the following:

- stop and think about where you are,
- start the conversation immediately by speaking slowly and clearly, what happened and whether people are in danger,
- be prepared to provide further information and personal data (name and surname),
- state the exact address of the accident site and receive help in person,
- End the conversation when the service you contacted allows it.

5.4. Buildings and plants where the fire will be extinguished in the presence of a responsible or professional person

Fires that occur in the "Vranduk" tunnel are extinguished by professional fire brigades that call 123, and the nearest fire brigades are Zenica, Kakanj, Žepče.

All fires that occur in the "Vranduk" tunnel are extinguished by fire brigades that are called, and the nearest fire brigades are Žepče and Zenica, with obligatory consultations with the duty officer at the control center.

Procedure in case of fire in the tunnel - if a personal car catches fire:

- you should try to get out of the tunnel (take out the car), if this is not possible you should turn on all direction indicators,
- the car should stop as far to the right as possible, allowing firefighters and other assistance to pass,
- switch off all lights, engine and leave the vehicle,
- you need to stay as calm as possible,
- make sure you walk in the tunnel, following the instructions from the control center
- the fire in the initial phase should be extinguished with hand-held appliances,
- if you do not have your own fire extinguisher, you should go to the marked place where the fire extinguishers are located. As a rule, the devices are located in places where the SOS telephone is.
- the key should remain in contact with the lock, so that firefighters and rescuers can start the vehicle, in case there is no companion who could go to get the device.

5.5. Distance from the professional fire brigade

The nearest professional fire brigade is located in the city of Zenica at a distance of approximately 13.500 m from the entrance to the "Vranduk" tunnel.

The element that can significantly slow down the intervention of these fire brigades, and which is evident, is traffic congestion for most of the day, seven days a week, and especially in the summer.

It is estimated that the designed roads can be accessed by firefighters in a period of 16 minutes, and that the existing quality of the road does not affect the elements that can negatively affect the speed of intervention

5.6. State of water supply

The water source for the needs of extinguishing the potential fire on the service pipes of the "Vranduk" tunnel is from the river Bosna.

In case of lack of this water, water from the nearby Bistrica river will be used.

The required amounts of water should always be available at all times of the day and night, summer and winter. The pumping station should be accessible, not too dirty and the pumping height should not be outside the permitted limit (Karup, 2017).

5.7. Water supply for firefighting

According to the regulations for tunnels larger than 500 m, the installation of a hydrant fire extinguishing network is mandatory. For water supply inside the hydrant network, the main project envisages the construction of a water tank with a volume of $V = 100 \text{ m}^3$, in which water is delivered by trucks - tanks. A hydroflex station for raising the pressure in the network is installed in the tank.

The tank is of reinforced concrete construction, which is waterproofed throughout, and this insulation serves to protect the tank from the effects of leachate and atmospheric water.

The hydrant network is divided into three sections:

- Section I: reservoir - Č1 -Č, the length of which is 120.77 m,
- Section II: hydrant network DN 150 mm, - entrance portal - service tunnel, the length of which is 721.8
- Section III: Entrance portal - exit portal, with a total length of 1,069 m.
- Tunnel niches are designed to accommodate overhead hydrants Ø100 mm with two fire extinguishers each (a total of 3 niches). Underground hydrants Ø80 mm are provided on the entrance and exit portal (Karup, 2017).

5.8. Overview of internal roads and accesses for fire trucks

The tunnel is intended for two-way traffic, with one traffic lane for each direction 3.25 m wide, with edge lanes 0.3 m and inspection lanes 0.95 m wide, so that the total width of the pipe is 9.35 m. The height of the tunnel dome in the axis of the road is 6.70 m.

The project envisages the construction of a service evacuation pipe, in the total length of 712.54 m, through which the evacuation of endangered persons is enabled, as well as access to emergency vehicles with the dimensions required for a conventional fire truck.

The service pipe is intended for the evacuation of passengers and the passage of the emergency vehicle. The service pipe is connected to the tunnel pipe for motor vehicle traffic by three transverse passages. The total width of the pipe is 3.90 m. The height of the tunnel dome in the axis of the road is 4.50 m.

In order to ensure safe evacuation from the tunnel pipe, fire doors and fire dampers have been installed on the passages from it to the service pipe, which prevents the spread of fire from one pipe to another and enables unhindered evacuation from the tunnel pipe through the service pipe.

5.9. Evacuation

In order to rescue people in the event of a fire or explosion, and to successfully extinguish the fire, the shortest and safest possible routes for evacuation must be provided, which must be visibly and properly marked.

The most important protection measure when adopting fire protection concepts is the quick and safe evacuation of people from the tunnel. The Law on Fire Protection and Firefighting ("Official Gazette of FBiH" 64/09) Article 2 defines evacuation as "organized relocation of people and material goods from the endangered area to the area safe from fire."

5.10. Organization of evacuation and rescue

The entire action of evacuation and rescue of all employees on the temporary construction site is managed by the appointed site manager for each technological unit of the complex hydropower building.

If the nominee is not present on the construction site, the obligation is assumed by his deputy in the evacuation, the manager.

The evacuation and rescue team consists of: team leader and deputy and team members

The composition of the entire evacuation team is determined and updated by the temporary construction site engineer.

Records on the composition of teams are kept on separate sheets, according to the sample attached to this Plan.

5.11. Evacuation team leader

The head of the evacuation team or his deputy, in case of imminent danger to the life and health of persons present on the construction site or on the basis of the received notification, is obliged to:

- activates the members of the team and orders the beginning of the evacuation in a way that will not cause unrest and panic among those present,
- gives the order to start the evacuation,
- insures and disposes of harmful substances, if they are on the construction site

- cooperates and controls the implementation of the evacuation.

5.12. Evacuation team members

The members of the evacuation team are determined by the head of the evacuation team from the temporary facilities on the construction site:

- preparatory works section
- phase I Dam section

Members of the evacuation team participate in the implementation of the evacuation, primarily acting against possible panic behavior:

act on the orders of the team leader,

independently take urgent measures to ensure faster and more efficient evacuation

Records on the composition of teams are kept on separate sheets, according to the sample attached to this Plan.

5.13. Marking and placing signs for evacuation

Each exit should be clearly visible, or the path to it should be carefully marked in such a way that every person present in the building can find the direction of the road towards the exit from each point.

The evacuation route should be completely arranged or marked in such a way that one cannot make a mistake when going out to an external safe place, and the marking is done with the prescribed safety signs, which are placed in conspicuous places.

Evacuation routes and exits should be easily identifiable. Exits must be constructed and maintained in such a way as to ensure free and unobstructed exit from all parts of the temporary facilities, at all times when there are people in it.

No lock or latch shall be installed inside any part of the temporary structures on the construction site to prevent free exit from the temporary structures

5.14. Radio and telephone system for calling all participants in firefighting

Any person who notices a fire must report the fire in the tunnel.

In each visible place, there are niches for emergency calls, where numbers are written that can be contacted in case of an adverse event, accident, various disasters.

In the event that a person is not able to extinguish the fire himself in the event of a fire, he must call the professional fire brigade on number 123 (Hasić, 2019).

5.15. First aid services

If there are any injured persons in the fire, they must be immediately assisted using means, equipment and first aid kits with the notification of the authorized person at the work site, who must call the nearest Emergency Service. During the call, the authorized person provides the following information:

introduce yourself, and note that you are the person providing first aid at the scene of the accident, provide the phone number or mobile device from which you are calling, which is important in case you need to reconnect, tell the operator you are talking to:

- where the accident occurred,
- what happened,
- number, sex and approximate age of the injured,
- what kind of injuries are involved.

The injured must be evacuated to a safe area outside the facility and try to transport the injured to the first medical facility.

5.16. Organization and method of calling and involving distributors and energy sources

In the event of a fire in the tunnels, safety lighting, communication means, ventilation system, power supply remain in operation for a minimum of 90 minutes as a complete system.

All electrical installations meet fire resistance standards for 90 minutes. If there is a need to turn off the electricity, a diesel generator is provided as an alternative source of energy for power supply.

An authorized person is authorized to make decisions on the calling and involving energy distributors in the intervention on the basis of his/hers own assessments.

6. Conclusion

Based on the insight into the current state of fire protection of the "Vranduk" tunnel, when it comes to the segment of fire protection and the implementation of fire protection measures in this facility, the following conclusions were established:

- According to the categorization of fire load, the tunnel of "Vranduk" is classified as a facility with a high fire load over 2 GJ / m². In the "Vranduk" tunnel, where the tunnel equipment is located, there is a possibility of fires spreading, but with the use of safety equipment, the level of danger can be reduced.
- According to the "Regulations on the conditions, bases and criteria for classification of buildings into fire risk categories" ("Official Gazette of FBiH", No. 79/11), the facility belongs to PU1 (highly demanding buildings), fire risk category with classification building code and designation II / 2142 - Tunnels and passages.
- All tunnels, whether those with one or two tunnel pipes should be divided into fire sectors. One or each of the tunnel pipes represents a separate fire sector. The "Vranduk" tunnel is divided into two fire departments.
- The "Vranduk" tunnel is provided with a fire alarm system. There are two fire alarm panels with two loops each in the building. Fire alarm control panels are interconnected and all elements of the fire alarm system are connected to them: manual and automatic fire detectors, and input and output modules within the SOS niche, electrical niche, and in substations.
- To extinguish the fire, a system of hydrants has been installed in the tunnel, which are approximately 150 m apart. In addition to hydrants, cabinets with extinguishers have been installed on the tunnel portals. The location of the locker is on the right side in the direction of driving. Two 9 kg powder fire extinguishers are placed next to the cabinets.
- The nearest professional fire brigade is located in the city of Zenica at a distance of approximately 13,500 m from the entrance to the tunnel "Vranduk".
- When it comes to electrical installations and equipment installed in the "Vranduk" tunnel, and based on the collected data, it can be concluded that based on the condition of electrical and mechanical installations, and the choice of electrical equipment, it is ensured that during operation and maintenance, this would not be the cause of explosions and fires and accidents at work
- By properly defining the problems related to the occurrence of dangers in the tunnel, as well as measures for fire suppression and methods of reaction, fires and explosions are reduced to a minimum, as well as possible human casualties and material losses due to fires and explosions.
- Continuous education of employees engaged in tunnel maintenance increases the level of safety, and the possibility of fires and explosions is reduced to a minimum;
- The application of modern methods of fire surveillance and detection reduces the spread and development of fires, as well as the loss of human lives and material goods;
- The application of construction, organizational and other technical measures raises the overall level of safety in the tunnel facility.

7. References

- Botić, S. (2019). Dopunski rudarski projekat – Iskopa i provjetravanja pri izradi servisne cijevi tunela Vranduk, Magistralni put M-17; E73, BBM-Vareš, Vareš.
- Drakulić, M. (2006). Djelovanje sustava uzdužne ventilacije cestovnog tunela u uvjetima požara, Zagreb.
- Hasić, E. 2019. Plan odbrane i spašavanja od skupnih povred i udesa (prilikom radova u tunelu „Vranduk“, BBM d.o.o. Sarajevo.
- Jusufović, M. (2018). Priručnik za polaganje ispita iz protivpožarne zaštite, Sarajevo.
- Karup, H. (2017). Glavni projekat rekonstrukcije tunela "Vranduk II" na cesti M-17 dionica Topčić polja – Lašva (Elaborat zaštite od požara) Tehnosigurnost, Vitez.
- Krajnik, Z. (2015). Zaštita od požara u tunelima, Karlovac.
- Katalinić, M. (2016). Preventivne mjere sigurnosti i zaštite od požara u cestovnim tunelima, Karlovac.
- Mušera, T. (2014). Elaborat zaštite na radu pri izgradnji tunela i transformatorske stanice „Srd“, Split.
- Pavelić, Đ. (2015). Ponašanje građevinskog materijala u požaru, Zagreb.
- Regent, A. (2011). Analiza mjera za prevenciju katastrofalnog požara u cestovnim tunelima, Rijeka.
- Šupljika, L. (2015). Sigurnosni čimbenici odvijanja prometa u srednje dugim i dugim tunelima na autocesti, Zagreb.
- Žakula, M. (2017). Požari u tunelima, Karlovac.

THE EFFECT OF DIFFERENT PLACEMENT OF TRIANGULAR PLAN WEIR OF THE FLOW PATH ON HYDRAULIC PARAMETERS: A NUMERICAL STUDY

Pouya Ghorbanvatan ¹, Hamidreza Abbaszadeh ^{2*}, Rasoul Daneshfaraz ³, Moein Abdi ⁴

^{1,4} *University of Maragheh, Department of Civil Engineering, Iran*

¹ *ORCID ID:0000-0002-4801-9160, p.ghorbanvatan@stu.maragheh.ac.ir*

² *ORCID ID:0000-0001-7714-6081, abbaszadeh@stu.maragheh.ac.ir*

³ *ORCID ID:0000-0003-1012-8342, daneshfaraz@maragheh.ac.ir*

⁴ *ORCID ID:0000-0001-6699-0244, m.abdi@stu.maragheh.ac.ir*

** Corresponding Author*

Abstract

Sharp edge weirs are a vertical plate in the flow path that has a relatively sharp edge and crest at the point where water passes through. Types of weirs are triangular plan weirs that, at a given width, have a longer crest length than linear weirs. In the present study, different positions of triangular weirs with angles of 60, 95, and 140 degrees and their complementary angles of 300, 265, and 220 degrees compared to the normal state of 180 degrees were investigated. For this purpose, in the first step for validation, the mesh block model with different dimensions was examined and the mesh with dimensions of 0.005 m was selected as the optimal mesh to simulate other models. The simulation data showed that the RNG turbulence model had less error compared to the k- ϵ , k- ω , and LES turbulence models and the statistical indices were mean relative error percentage (RE%), root mean square error (RMSE), and Kling Gupta efficiency (KGE) in this model has good accuracy between numerical solutions and experimental results. At constant water head, by decreasing the angle, in other words by increasing the weir angle at the complementary angles, the flow capacity through the weir increases compared to the normal state of the weir. Complementary angles of triangular weir have the same function as the initial angles of the weir and only their placement has no effect on the flow over the weir the main factor in the difference in the performance of these weirs is the crest length.

Keywords: *Triangular plan weir, upstream fluid depth, Crest length, VOF.*

1. Introduction

When it comes to flow control structures, one of the most important types of structures will be the weir. The application of this type of hydraulic structure appears where it is placed as a barrier in the flow path and is used to measure the discharge in open channels. Weirs cause water to collect behind them and reduce the flow velocity, which in turn raises the water level and speeds it up as it crosses the weir. (Bagheri and Heidarpour, 2010) presented the equation for the sharp edge rectangular weir discharge coefficient using the free vortex theory and the Bazin and Scimeni results. Their studies showed that the ratio of water head to the height of the weir crest and the ratio of channel width to weir width can be used to achieve the correction factor to estimate the discharge coefficient. (Emami and others, 2018) investigated the effects of geometric parameters of the labyrinth weir on the discharge coefficient. The results of their studies showed that the discharge coefficient decreases with the vertex angle. Regression analysis of their data showed that the vertex angle is an essential parameter for the design of the labyrinth weir. (Ayaz and Mansoor, 2021) evaluated the triangular plan sharp edge weir discharge coefficient using ANN model. The performance of the developed ANN model was evaluated using Levenbeberg Marquardt algorithm and the results were compared with the research of (Kumar and others, 2011). The developed ANN model showed significant progress in measuring the discharge coefficient. (Haghiabi and others, 2022) were studied the performance of trapezoidal and triangular plan labyrinth weirs for flow energy dissipation in the presence of a different number of key cycles and M_R . Their results indicate the ability to dissipate flow energy in labyrinth weirs between 0.85 and 0.7. (Salmasi and others, 2021) investigated the discharge coefficient and discharge-head relationship in the edged weirs of the triangular plan using experimental data. Their results showed that the discharge coefficient in triangular plan weirs of 1 to 8%, depending on the α angle, can be increased relative to the width of the suppressed weirs. (Ahmadi and others, 2019) conducted studies on the efficiency of triangular labyrinth weir models, one of which was compared with a dentate crest and a row of consecutive orifices along and below the crest edge with a simple triangular labyrinth weir. Studies performed under the same weir dimensions, discharge, slope and bed unevenness indicate higher efficiency of labyrinth weir with one dentate in the crest than simple labyrinth weir. According to the researches done by previous researchers and considering the importance of the subject, in the present study, it is necessary to study the triangular plan weirs with different angles and consequently the length of different weirs in different positions of weir crest length relative to the upstream and downstream of the channel (main and complementary angles) numerically and using VOF method has done and its effect on the capacity of hydraulic parameters was investigated. Also, various turbulent flow models are simulated in different mesh dimensions, and the best turbulence model to simulate other models will be introduced.

2. Materials and methods

2.1. Equations governing flow

The Continuity and Navier-Stokes equations are discretized by FLOW-3D software to perform three-dimensional simulations of fluid motion. The continuity equation in a fluid stream is Equation 1 (Flow Science Inc, 2016).

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i) = 0 \quad (1)$$

where u_i is the velocity component of the direction i . For 3-D flow analysis, the software solves Navier-Stokes equations using the finite volume method on a networked field. Navier-Stokes equations The momentum equations governing the flow of Newtonian fluids are viscous. This equation is generally expressed as Equation 2 (Daneshfaraz and others, 2021a).

$$\rho \left(\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) = - \frac{\partial P}{\partial x_i} + B_i + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \right) \right] \quad (2)$$

where B_i , the volumetric force in the direction i , μ is the the dynamic viscosity of the fluid, x_i , x_j and x_k are the the flow coordinates in the spatial direction i , j and k , respectively. δ_{ij} represent the Cronker delta, where if $i = j$ its value is 1 and otherwise it has a value equal to zero (Daneshfaraz and others, 2021b).

2.2. Define the solution network, boundary conditions and selection of turbulence model

In this study, data validation using experimental data of (Kumar and others, 2011). For the weir with an angle of 180 degrees and after reviewing the data obtained from it, the simulations for the models studied in the present study are continued. Figure 1 shows a schematic view of the weir and its parameters in different coordinates. In Figure 1, L is the length of the weir crest, y is the water head, P is the height of the weir, H is the upstream water depth of the weir, m is the width of the channel and α is the angle of incidence of the weir. Triangular weir models in a channel with a length of 2 m, a width of 0.28 m, and a height of 0.3 m in 60, 95, 140, 220, 265, and 300 degrees for free-flow hydraulic conditions in the range of 0.002 to 0.008 cubic meters per second and the water depth upstream of the weir ranged from 0.114 to 0.155 m. Figure 2 shows the three-dimensional geometry, networking, and boundary conditions of the present study.

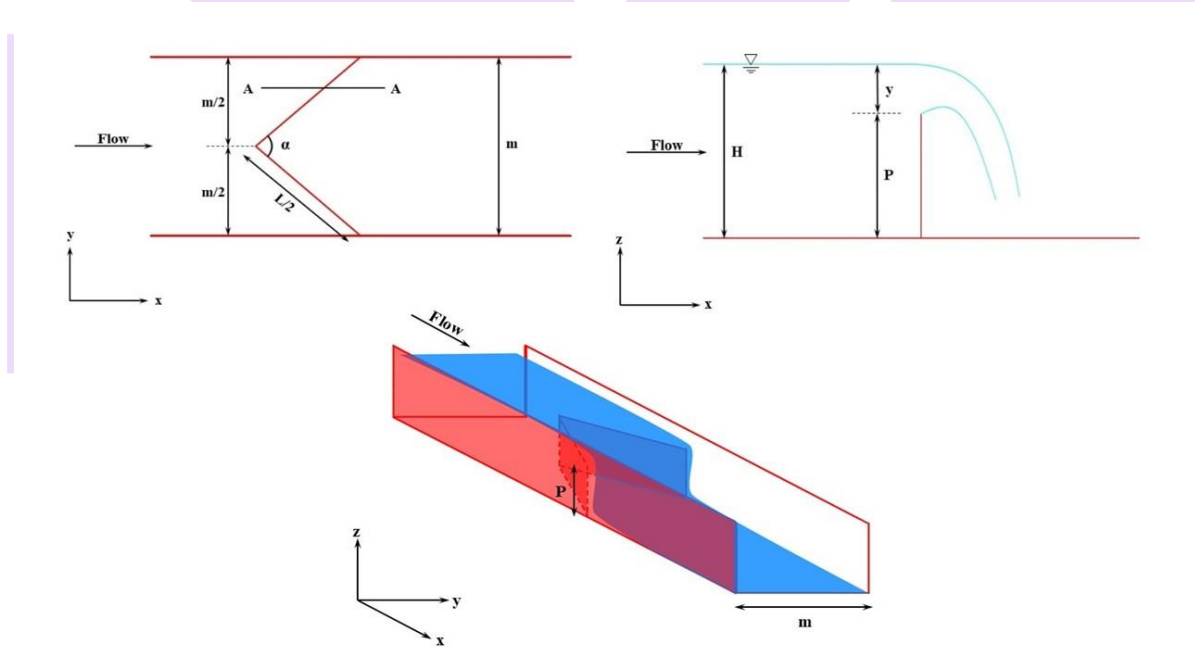


Figure 1: Sections (x-y, x-z, 3D view)

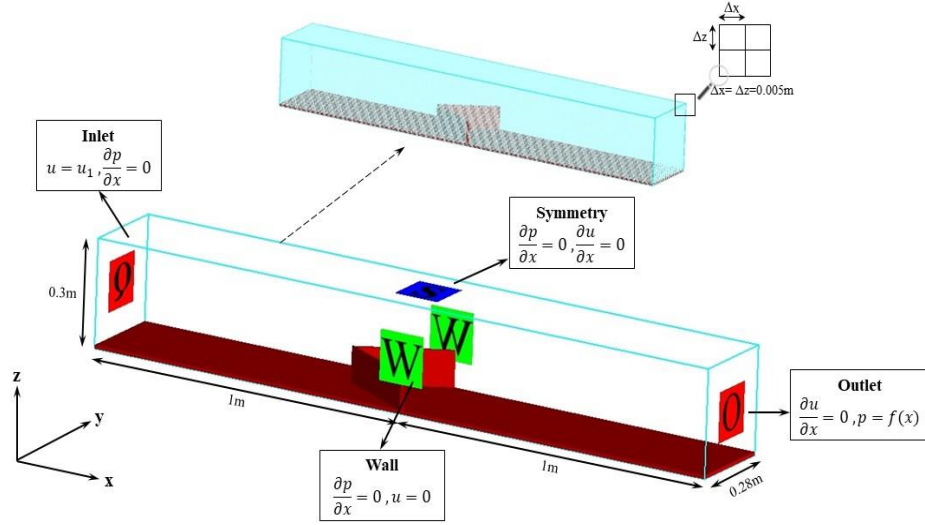


Figure 2: 3D geometry, boundary conditions, and mesh network

In this study, simulations were carried out using a block mesh with dimensions of 0.005 m. These dimensions were selected by examining different dimensions and comparing the results of numerical solutions with experimental results such as upstream fluid depth and triangular weir discharge coefficient. In Table 1 the results of numerical and experimental results are presented. In defining the initial conditions, the fluid range behind the weir and hydrostatic pressure distribution were considered. At the flow entrance, the discharge boundary condition, and at the end of the channel, the output boundary condition is used to avoid affecting the conditions outside the solution network into the network. Also, for the walls and the bottom of the channel, the boundary condition of the wall and the upper boundary, the symmetric boundary condition is selected. In this study, according to Table 1, four models of RNG turbulence, k-ε, k-ω, and LES simulation were performed and finally, after comparing the results of the numerical solution with the experimental results, the RNG model was used to simulate the models. To evaluate the performance of the model in simulation and compare its results with experimental results, percentage relative error (RE%), root mean square error (RMSE), and Kling-Gupta efficiency (KGE) were used according to relations 3, 4, and 5.

$$RE\% = \left| \frac{x_{obs} - x_{cal}}{x_{obs}} \right| \times 100 \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{obs} - x_{cal})^2}{n}} \quad (4)$$

$$KGE = 1 - \sqrt{(R - 1)^2 + \left(\frac{\bar{x}_{cal}}{\bar{x}_{obs}} - 1 \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{cal}/\bar{x}_{cal}}{\sigma_{obs}/\bar{x}_{obs}} - 1 \right)^2} \quad (5)$$

$$R = \frac{[\sum_{i=1}^n (x_{obs i} - \bar{x}_{obs}) \times (x_{cal i} - \bar{x}_{cal})]}{\sum_{i=1}^n (x_{obs i} - \bar{x}_{obs}) \sum_{i=1}^n (x_{cal i} - \bar{x}_{cal})} \quad (6)$$

In Kling-Gupta Index (KGE), if $0.7 < KGE < 1$, $0.6 < KGE < 0.7$, $0.5 < KGE \leq 0.6$, $0.4 < KGE \leq 0.5$ and $KGE \leq 0.4$ the model performance is very good, good, satisfactory, acceptable and unsatisfactory, respectively. In the above relations, Obs and Cal show observational results and numerical (computational) and n is the total data, respectively. The values of relations 3 and 4 when close to the zero number, indicate the high accuracy of numerical solution in simulation. In relation 5, R correlation coefficient, β ratio of average computational data to average observational data, and γ indicate the ratio of the standard deviation of computational values to standard deviation of observational values. KGE statistical index based on the classification of this index as very good, good, satisfactory, acceptable, and unsatisfactory, can indicate the accuracy of the presented relationships.

3. Results & discussion

According to Figure 3, it can be observed that the numerical solution starts non-permanently by considering the initial conditions and boundary conditions and continues until the flow reaches a permanent state. The investigation of the discharge-time hydrograph shows that the flow fluctuations in the early seconds are high and slower over time until it reaches stability in a given depth and discharge.

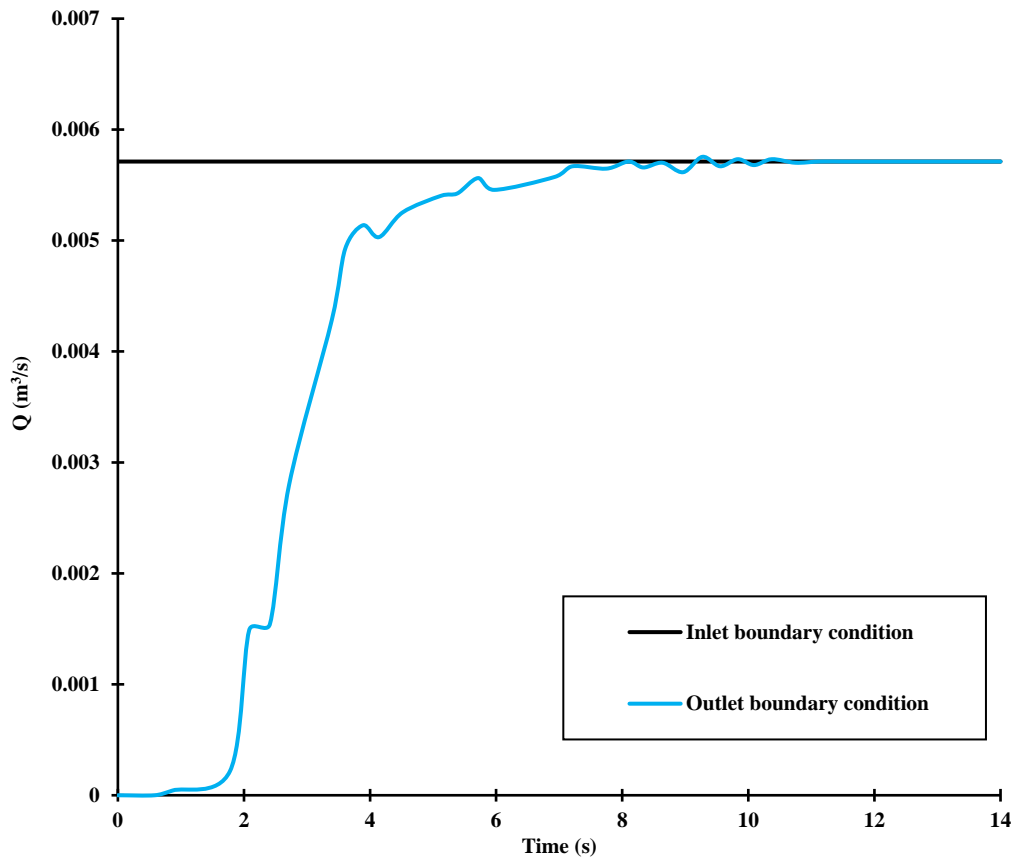


Figure 3: Discharge-Time Hydrograph Diagram

In Table 1 comparison between the validation results of numerical solution and experimental values is presented in different mesh sizes and statistical indicators.

Table 1: Model Verification

Test No.	Cell Size (m)	Mean RE%		RMSE		KGE		Turbulence Models	RMSE	
		H	C _d	H (m)	C _d (-)	H (m)	C _d (-)		H (m)	C _d (-)
1	0.009	3.82	6.04	0.0059	0.0079	0.832	0.863	RNG	0.0039	0.0050
2	0.008	3.34	5.23	0.0050	0.0066	0.877	0.893	k-ε	0.0045	0.0055
3	0.007	3.15	4.93	0.0048	0.0062	0.879	0.897	k-ω	0.0054	0.0061
4	0.006	3.00	4.69	0.0046	0.0061	0.891	0.899	LES	0.0042	0.0068
5	0.005	2.55	3.96	0.0039	0.0050	0.907	0.921	-	-	-
6	0.004	2.48	3.87	0.0037	0.0048	0.913	0.927	-	-	-

According to Table 1 and statistical indicators, it was observed that mode 6 had favorable conditions in terms of the average percentage of relative error, root mean square error, and Kling-Gupta index and less than other states. In addition, due to the proximity of statistical indicators in modes 5 and 6 to each other, mode 5 was investigated as an optimal mesh with mesh dimensions of 0.005 m to continue the simulation process of the models. Also, the RNG turbulence model was selected as the optimal turbulence model considering the favorable conditions in terms of low root mean square error compared to other models. The results of the relative error percentage in Table 2 for simulations performed in the optimal mesh are compared between the corresponding numerical solutions and experimental results.

Table 2: Comparison of numerical solution results with experimental results

Q (m ³ /s)	C _d (-)		RE (%)	H (m)		RE (%)
	Experimental	Numerical		Experimental	Numerical	
0.00222	0.0613	0.0626	2.13	0.124	0.122	1.39
0.00271	0.0706	0.0729	3.27	0.129	0.126	2.12
0.00388	0.0933	0.0966	3.62	0.136	0.133	2.34
0.00448	0.1035	0.1075	3.91	0.140	0.137	2.53
0.00571	0.1220	0.1280	4.92	0.147	0.143	3.15
0.00699	0.1386	0.1468	5.92	0.155	0.149	3.76
0.00787	0.1508	0.1568	3.97	0.159	0.155	2.57

In Figure 4, it can be observed that there is a good match between numerical solution and experimental results. So that the coefficient of explanation between the data and the maximum percentage relative error for the upstream depth of the triangular weir was 0.997 and $\pm 3.76\%$, respectively, and these values for the discharge coefficient were 0.999 and $\pm 5.92\%$, respectively.

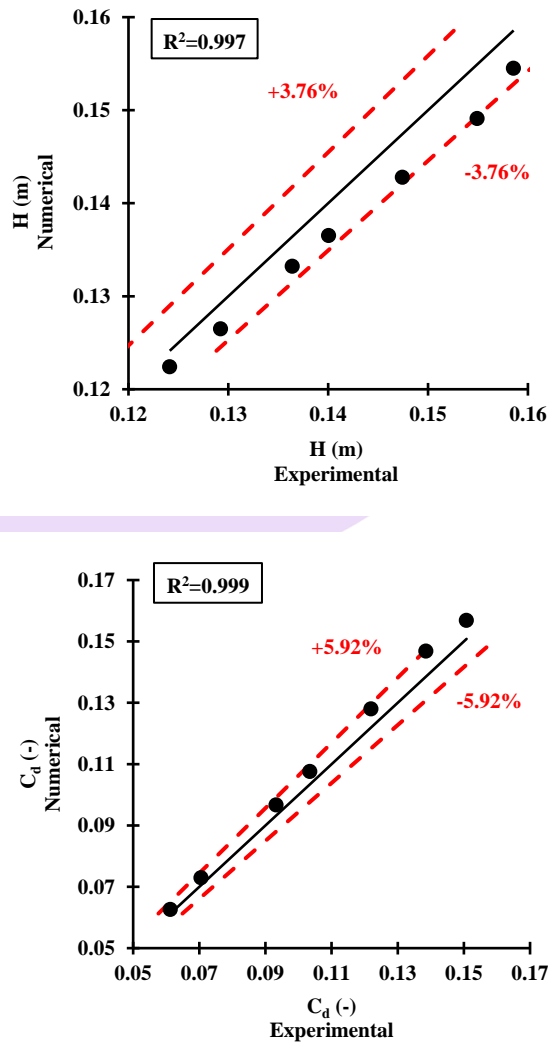


Figure 4: Comparison of high depth and weir discharge coefficient obtained from numerical and experimental solution results

In Table 3 the amount of triangular weir water head in different discharges is presented along with the effect of different angles on the sizes of different weir crest lengths. According to Table 3 it can be observed that by increasing the length of the crest the water head weir decreases. The reason for this is the increase in the amount of flow through the weir and this reduces the water head. At the depth of the constant water, the discharge coefficient increases with increasing the length of the weir crest. The type of weir positioning along the same crest at the main angles corresponding to the complementary angle has no significant effect on the water head. Also, in the same discharges, due to the increase in the length of the weir crest with different angles, the water upstream of the weir decreases compared to the normal weir. The water head in the model with angles of 60, 95, and 140 degrees was 34.03%, 16.23%, and 6.08% lower than the normal linear weir, respectively.

Table 3: Comparison of the results of different models of the triangular weir

Q (m ³ /s)	$\alpha=60^\circ$	$\alpha=95^\circ$	$\alpha=140^\circ$	$\alpha=180^\circ$	$\alpha=220^\circ$	$\alpha=265^\circ$	$\alpha=300^\circ$
	L=0.56m	L=0.38m	L=0.30m	L=0.28m	L=0.30m	L=0.38m	L=0.56m
	y (cm)	y (cm)	y (cm)	y (cm)	y (cm)	y (cm)	y (cm)
0.00222	1.48	1.88	2.18	2.24	2.17	1.90	1.48
0.00271	1.71	2.18	2.46	2.65	2.49	2.07	1.55
0.00388	2.18	2.77	3.14	3.32	3.12	2.79	2.19
0.00448	2.39	3.08	3.45	3.65	3.47	3.06	2.42
0.00571	2.86	3.61	4.02	4.28	4.04	3.64	2.86
0.00699	3.28	4.15	4.60	4.91	4.60	4.14	3.29
0.00787	3.58	4.53	5.04	5.45	5.01	4.54	3.58

4. Conclusion

The present study investigated numerically the flow behavior and hydraulic parameters in triangular weirs with angles of 60, 95, 140, 180, 220, 265, and 300 degrees under free-flow conditions using FLOW-3D software in the range of 0.002 to 0.008 m³/s. The results showed that among different turbulence models, the RNG model has good accuracy in simulation, and the results obtained between numerical solutions and experimental results compared to k- ϵ , k- ω , and LES models. To validate the data and achieve optimal mesh, different network dimensions were simulated. After evaluating the results of statistical indicators, it was found that the block mesh with dimensions of 0.005 m can continue the simulation process. The results showed that in the depth of constant water, the passing capacity of the flow increased with increasing the length of the triangular weir crest. Also, increasing the length of the weir crest in a constant discharge leads to a decrease in the water head compared to the normal state of the weir.

5. References

- Bagheri, S. and Heidarpour, M., (2010). *Application of free vortex theory to estimating discharge coefficient for sharp-crested weirs*, Biosystems Engineering, 105(3), 423-427.
- Emami, S., Arvanaghi, H. and Parsa, J., (2018). *Numerical Investigation of Geometric Parameters Effect of the Labyrinth Weir on the Discharge Coefficient*, Journal of Rehabilitation in Civil Engineering, 6(1), 1-9.
- Ayaz, M. and Mansoor, T., (2021). *Development of ANN model for discharge prediction and optimal design of sharp-crested triangular plan form weir for maximum discharge using linked ANN-optimization model*, Water Supply, 21(6), 3027-3041.
- Kumar, S., Ahmad, Z. and Mansoor, T., (2011). *A new approach to improve the discharging capacity of sharp-crested triangular plan form weirs*, Flow Measurement and Instrumentation, 22(3), 175-180.
- Haghiabi, A., Rashki Ghaleh Nou, M. and Parsaie, A., (2022). *The energy dissipation of flow over the labyrinth weirs*, Alexandria Engineering Journal, 61(5), 3729-3733.
- Salmasi, F., Nourani, B., Norouzi, R. and Rezaei, F., (2021). *Investigation the Stage- Discharge Relationship and Discharge Coefficient in Sharp-Crested Weirs with Triangular Shape in Plan*, Amirkabir Journal of Civil Engineering, 53(5), 1-1.
- Ahmadi, Z., Mohseni Movahed, S.A. and Mozaffari, J., (2019). *The effects of dentate crest and a row of consecutive orifices along and below the crest edge on labyrinth weir efficiency*, Canadian Journal of Civil Engineering, 46(6), 552-555
- Flow Science Inc., (2016). *FLOW-3D V 11.2 User's Manual*. Santa Fe, NM, USA.
- Daneshfaraz, R., Abbaszadeh, H., Gorbantvan, P. and Abdi, M., (2021a). *Application of Sluice Gate in Different Positions and Its Effect on Hydraulic Parameters in Free-Flow Conditions*, Journal of Hydraulic Structures, 7(3), 72-87.
- Daneshfaraz, R., Norouzi, R. and Abbaszadeh, H., (2021b). *Numerical Investigation on Effective Parameters on Hydraulic Flows in Chimney Proportional Weirs*, Iranian Journal of Soil and Water Research, 52(6), 1599-1616.

PREVALENCE OF MULTIDRUG-RESISTANT *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* IN SOME DAIRY PRODUCTS RETAILED IN BAGHDAD PROVINCE

Manal Hadi Ghaffoori Kanaan ^{1*}, Sura Saad Abdullah ²

¹ Agriculture Department/ Technical Institute of Suwaria, Middle Technical University, Baghdad, Iraq.

¹ ORCID ID: 0000-0002-9409-4778, manalkanaan94@gmail.com

² Al- Suwaria General Hospital / Wassit Health Office, Wassit, Iraq.

² ORCID ID: 0000-0001-5730-9410, Surakenan1994@gmail.com

* Corresponding Author

Abstract

Multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) is a well-known "superbug" that is a leading cause of community-acquired and nosocomial infections. Proteinaceous food is thought to be an excellent source of this bacterium, therefore in order to investigate the presence of multidrug resistant *Staphylococcus aureus* in raw youghart and ice cream (local and important), a total of 50 samples were collected randomly from different markets in Baghdad Province during November 2021 till January 2022, in which samples were analyzed by a standard isolation protocols of food microbiology with some modification processing by authors such as chromogenic medium Baird-Parker agar, Electronic RapIDTM Staph Plus Code Compendium Panel System (ERIC®) Dryspot Staphylect Plus and Penicillin Binding Protein (PBP2') Plus assays; as well as, studying the susceptibility of isolates to different selected antibiotics. The results showed that 26 (52%) isolates of *S. aureus* of which 11 (42.3%) were confirmed as MRSA by which, 7 (46.7%) isolates from raw yogurt and 4 (36.4%) isolates from ice cream. These findings suggest presence of MRSA type in locally food products in Baghdad markets thus recommended to monitoring these products periodically to inshore public health.

Keywords: Baghdad provine, ice cream, multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*, yogurt.

1. Introduction

Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, also known as MRSA, is genetically suited to withstand food processing technology and human defensive methods. So, by modifying a hazard analysis and critical control points plans (HACCP strategies) about environmental epidemiology of MRSA populations from good management manufacturing practices to consumers with the aid of new, rapid, and precise tools for isolation, mimicking the behavior of this super pathogen will reduce the risk of contamination of food producing animals and cases of food poisoning in humans (1, 2). *Staphylococcus aureus* is a prominent bacterial pathogen that causes clinical infection and food poisoning in humans and animals. It is also a growing concern in veterinary medicine and animal agriculture (3, 4). Unhygienic food handling is a major source of contamination, and *Staphylococcal* food poisoning is frequently linked to highly manual food handling (5,6). *S. aureus* might be carried by asymptomatic food handlers and contaminate food during preparation (7). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) has emerged as a major public health and antimicrobial resistance problem in both human and veterinary medicine. *S. aureus* is a leading cause of gastroenteritis caused by eating food contaminated with enterotoxigenic *Staphylococci* that have grown and produced toxins (1). Because of their stability at high temperatures (100°C for 1 hour) and propensity to incapacitate persons for several days to two weeks, staphylococcal enterotoxins are regarded a possible biological threat (8). It's found on the skin and mucosa of food-producing animal reservoirs like ruminants, and it's usually linked to subclinical mastitis, which can lead to milk and dairy product contamination (6, 9). The goal of this study was to assess the microbiological safety of several dairy products locally produced and imported in various locations across Baghdad marketplaces, in comparison to food safety standards, by testing for the presence of *S. aureus*, particularly MRSA type, in these items.

2. Materials and methods

2.1. Sample collection and processing

In order to investigate the presence of *S. aureus* from some dairy products in Baghdad markets, a total of 50 samples were collected randomly from different regions and markets in Baghdad during November 2021 till January 2022. The samples were analyzed and processed according to standard reference food microbiological protocols (10 - 12) with some modifications by the authors.

2.2. Bacterial isolation and growth conditions

Bacterial isolation and identification was done based on food microbiological procedures with some modifications (13). The identification was made based on standard biochemical tests as described previously (13). Pure isolated single colonies on Baird-Parker agar with standard criteria of coagulase-positive *S. aureus* produce black, shiny, convex colonies with entire margins and clear zones, with an opaque precipitation zone after 48 hours were picked up and recultured on double-strength power tryptone soya bean yeast extract broth (TSB-YE) at 35-37 ° C for 24 hours, then transferred to double strength power tryptone soya bean yeast extract agar (TSA-YE) (Oxoid, CM0131B, UK) at 35-37 ° C for 24 hrs, after that inoculated universal and bijous slant bottles preserved

inside a refrigerator with 2-3 drops of 0.02% thiomersal solution as pure seeds or nucleus for other identification procedures. To confirm *S. aureus* at the species level, the biochemical tests of Electronic RapID™ Staph Plus Code Compendium Panel System (ERIC®) with Installation ERIC® CD and Standard Color Differential Chart and Online ATCC Codes (Remel, R8311009) were adopted. The identification of MRSA isolates was carried out with the dry SPOT Staphylect Plus kit (Oxoid, DR0100M) to detect some virulence factors uniquely present in the MRSA (13). Additional identification of the MRSA isolates was performed with the latex agglutination PBP2 test kit (Oxoid, DR0900A), for the detection of PBP2a in MRSA isolates (13), before they were stored in glycerin at -18°C.

2.3. Antibiotic sensitivity test

A Kirby Bauer disk diffusion technique on Mueller-Hinton agar (Oxoid, CM0337) according to the Clinical and Laboratory Standards Institute [14] was adopted to assess the antimicrobial susceptibility of the isolates against 10 antimicrobial agents: Methicillin (ME) 5 µg, cefoxitin (FOX) 30 µg, oxacillin (OX) 1 µg, gentamicin (GM) 10 µg, Cephalexin (CL) 30 µg, erythromycin (E) 15 µg, tetracycline (T) 30 µg, Aztreonam (ATM) 30 µg, vancomycin (VAN) 30 µg, and fusidic acid (FA) 10 µg (Oxoid, UK), based on Quinn *et al.*(15). In summary, bacterial isolates which were resuscitated on Tryptone Soya broth (Oxoid, CM0129, UK) with 0.6% Yeast Extract TSA-YE (TSB-YE). Then cultured on Mueller-Hinton agar (Oxoid CM0337, UK), and incubated at 37°C for 24 hrs. Bacterial colonies from fresh pure cultures were mixed with Nutrient broth (Oxoid CM000, UK); the turbidity of each inoculum was adjusted according to the 0.5 McFarland standards. Bacteria from each suspension were inoculated onto Mueller-Hinton agar using a sterile cotton swab. All plates were allowed to dry for 5 min at 37 °C before dispensing the antimicrobial discs onto the agar then incubated at 37 °C for 48 hrs and the diameter of the inhibition zones was measured with calipers. All isolates were categorized as sensitive, intermediate and resistant by means of zone diameter breakpoints of the Clinical and Laboratory Standards Institute (14).

3. Data analyses

MedCalc Software bvba version 18 (BE,USA <https://www.medcalc.org/>) was used to analyze obtainable data. Comparison between proportions using two samples Chi-square (χ^2) with a 5% significant level was achieved to study the significance between proportions.

4. Results and discussion

The results (Table -1) presented that 26 (52%) out of 50 were positive for *S. aureus* by which the prevalence of *S. aureus* isolates in raw yogurt and ice cream were (75 % and 36.7%), respectively. Imported ice cream displayed the lowest prevalence (20%), while raw yogurt had the highest prevalence (75%). Furthermore, the results also revealed that 11 (42.3%) out of 26 *S. aureus* isolates were recognized as MRSA with isolation percentages of (46.7% and 36.4%) in raw yogurt and ice cream, respectively. Statistically, and based on type of the sample there is a significant effect ($p < 0.05$) for the sample type on the prevalence of *S. aureus* ($\chi^2 = 6.912$, $P = 0.0086$), on the other hand sample type has no significant effect ($p > 0.05$) on the prevalence of MRSA ($\chi^2 = 0.265$, $P = 0.6066$).

Generally there were multi-interconnected and complex factors (direct and indirect) for percentages of isolation and distribution and frequency of MRSA populations in Iraqi environment due to poor or insufficient hygienic measurements (contamination and pollution) and post processing contamination in food chain especially after 2003, all these complex scenarios leads to development of emerging outbreaks of multidrug resistant microbes and adaptation tropism properties of these armamentarium virulent pathogens in man and animals primarily via foods/feeds mediators resulting in a disease or asymptomatic carriers (2,5,6,12,13,16). Our results (Tables 1) showed significant isolation of 11 isolates of MRSA populations from some dairy products retailed at various markets of Baghdad province, in which all isolates showed resistance to different selected antibiotics especially Methicillin especially from samples of raw yogurt, which may indicates unhygienic processing strategies (contaminated milk equipment especially milk cans, asymptomatic maid milkers' carriers, flies, insects, polluted water, retailing situations, etc.), as well as other limitations such as a low number of samples and climate factors. The results of the study are interesting, as they indicate the high tolerance of these isolates to high acidity, and this explains the high isolation rates from yogurt, and if we take into account that previous studies indicated this feature in *S. aureus* in addition to linking it to the resistance of this type of isolates to antibiotics especially that cause dermatitis (17-19), so these results are really worthwhile from a public health point of view. On the other hand, numerous adhesion proteins are found on the surface of *S. aureus*, but it is unknown how they interact with one another to form permanent connections with the substrate (20).

From scientific and hygienic points of view, the isolation percentages were higher than expected in accordance with the similar researches in nearby countries, which may reflex high level of contamination and development of resistance in these pathogens due to partially abuse of antibiotics in therapy or as growth promoters especially in Cows. These results are unaccepted in USA, UK and Canada as restricted legislations especially in USA with zero-tolerance strategy of any MRSA cells in foods/feeds and their products, and the ratio of isolation if reached further than 5% this may indicate a redline risk with forcing banding laws about products from these epidemic countries (21).

Antibiotic resistance patterns (ARP) of MRSA isolates were scrutinized and the results are offered in Figure-1 . The results revealed that MRSA isolates presented high prevalence of resistance against ME (100%) , OX (100%) , FA (100%) , E (90.9%) and FOX (72.7%) , and low prevalence of resistance against T, GM, CL up to (45.5%). All isolates presented lower resistance to VAN (27.3%) and ATM (9.1%) . Data analysis revealed that there were significant differences in the levels of resistance by dairy source only seen with cefoxitin ($p = 0.0094$) (Table-2).

The increased resistance to beta-lactams could be related to the widespread usage of penicillin in livestock as feed additives and growth promoters, while resistance against macrolides could be attributed to application of spiramycin in animal production (6, 22-

24). Resistance to tetracycline can be credited to its widely use in the prophylaxis and therapy of human and animal infections, and as additives for livestock these selective pressures have led to the emergence of resistant organisms (6, 22-24). Moreover, the antimicrobial resistant bacteria such as *Enterococci* spp. were detected in numerous food samples (25), these bacteria exhibit resistance to several antibiotics which may be allocation the resistance to MRSA against these antimicrobials (6). Vancomycin resistance maybe concomitant to the agricultural usage of avoparcin which may have contributed to the progression of vancomycin-resistant organisms (26). However, vancomycin was considered a magic drug for the treatment of resistant *S. aureus* to β -lactams, this could be explained the lower rate of resistance in MRSA isolates (Table-2). The onset of resistance to gentamicin may be related to the use of apramycin for veterinary treatment (26). So, rational use of antibiotics may be the most likely strategy to reduce the effects of exacerbating resistance against these antibiotics, especially the lifesaving ones.

5. Conclusion

Based on the findings of our study, it has been stated that all isolates were highly resistant to methicillin and mostly to other selected antibiotics, this reflects the development of resistance profiles to most antibiotics, especially lifesaving ones. Therefore, rationalizing the use of antibiotics, whether in the field of human or veterinary medicine, may be one of the most important strategies that should be followed to reduce the aggravation of this phenomenon.

6. References

1. Staphylococcal (Staph) Food Poisoning. (2018). Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Food safety: Foodborne Germs and Illnesses, USA, <https://www.cdc.gov/foodsafety/diseases/staphylococcal.html>.
2. Kanaan, M. H. G. (2013). *Isolation and Identification of Methicillin Resistant Staphylococcus aureus (MRSA) from Locally Produced Raw Milk and Soft Cheese from Some Regions in Baghdad* (Doctoral dissertation, Dissertation, College of Veterinary Medicine, University of Baghdad, Iraq).
3. Mirzaei, H., Farhoudi, H., Tavassoli, H., Farajli, M., & Monadi, A. (2012). Presence and antimicrobial susceptibility of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in raw and pasteurized milk and ice cream in Tabriz by culture and PCR techniques. *African Journal of Microbiology Research*, 6(32), 6224-6229.
4. Amini, R., Abdulmir, A. S., Beh, P. L., Jahanshiri, F., Hematian, A., Zargar, M., Sekawi, Z. & Jalilian, F.A (2012). Isolation and identification of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from keys of college students using different detection methods. *British Biotechnology Journal*, 2(1), 13.
5. Kanaan, M., & Abdullah, S. S. (2019). *Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus: As A Superbug Foodborne Pathogen*. LAP LAMBERT Academic Publishing.
6. Kanaan, M. H. (2018). Antibacterial effect of ozonated water against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* contaminating chicken meat in Wasit Province, Iraq. *Veterinary world*, 11(10), 1445.
7. Todd, E. C., Greig, J. D., Bartleson, C. A., & Michaels, B. S. (2008). Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 5. Sources of contamination and pathogen excretion from infected persons. *Journal of food protection*, 71(12), 2582-2595.
8. Bhatia, A., & Zahoor, S. (2007). *Staphylococcus aureus* enterotoxins: a review. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 3(1), 188-197.
9. Normanno, G., La Salandra, G., Dambrosio, A., Quaglia, N. C., Corrente, M., Parisi, A., Santagada, G., Firinu, A., Crisetti, E. & Celano, G.V. (2007). Occurrence, characterization and antimicrobial resistance of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* isolated from meat and dairy products. *International journal of food microbiology*, 115(3), 290-296.
10. Bacteriological Analytical Manual (BAM) (2022). *Staphylococcus aureus*. U.S. Food and Drug Administration (FDA). <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam>
11. ISO 6888-1:2021; Microbiology of the food chain - Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species) - Part 1: Method using Baird-Parker agar medium, <https://www.iso.org/standard/76672.html>
12. Kanaan, M. H. G., & Al-Isawi, A. J. O. (2019). Prevalence of methicillin or multiple drug-resistant *Staphylococcus aureus* in cattle meat marketed in Wasit Province. *Biochem. Cell. Arch*, 19(1), 495-502.
13. Kanaan, M. H. G., & AL-Shammary, A. H. A. (2013). Detection of methicillin or multidrug resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in locally produced raw milk and soft cheese in Baghdad markets. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*, 37(2), 226-231.
14. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2015) Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Fifth Informational Supplement. CLSI Document M100-S25. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne.
15. Quinn, P. J. (1994). *Clinical veterinary microbiology* (No. SF 780.2. C54 1994).
16. Kanaan, M., & Abdullah, S. (2021). Evaluation of aqueous Ozone as a method to combat multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* tainting cattle meat sold in Wasit marketplaces. *Mansoura Veterinary Medical Journal*, 22(3), 117-123.

17. Zhou, C., & Fey, P. D. (2020). The acid response network of *Staphylococcus aureus*. *Current opinion in microbiology*, 55, 67-73.
18. Shah, M., & Mohanraj, M. (2003). High levels of fusidic acid-resistant *Staphylococcus aureus* in dermatology patients. *British Journal of Dermatology*, 148(5), 1018-1020.
19. Bore, E., Langsrud, S., Langsrud, Ø., Rode, T. M., & Holck, A. (2007). Acid-shock responses in *Staphylococcus aureus* investigated by global gene expression analysis. *Microbiology*, 153(7), 2289-2303.
20. Harris, L. G., Foster, S. J., & Richards, R. G. (2002). An introduction to *Staphylococcus aureus*, and techniques for identifying and quantifying *S. aureus* adhesins in relation to adhesion to biomaterials: review. *Eur Cell Mater*, 4(3), 100-20.
21. Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2008). *Modern food microbiology*. Springer Science & Business Media.
22. Hadi Ghaffoori Kanaan, M., Jebur Obayes Al-Isawi, A., & Ahmad Mohamme, F. (2022). Antimicrobial Resistance and Antibiogram of Thermotolerant *Campylobacter* Recovered from Poultry Meat in Baghdad Markets, Iraq. *Archives of Razi Institute*, 77(1), 231-237.
23. Kanaan, M. H. G., & Mohammed, F. A. (2020). Antimicrobial resistance of *Campylobacter jejuni* from poultry meat in local markets of Iraq. *Plant Arch*, 20(Suppl 1), 410-415.
24. Kanaan, M. H. G., & Abdulwahid, M. T. (2019). Prevalence rate, antibiotic resistance and biotyping of thermotolerant *Campylobacter* isolated from poultry products vended in Wasit markets. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 7(3), 905-917.
25. Elmal, M. and Can, H.Y. (2018) The prevalence, vancomycin resistance and virulence gene profiles of *Enterococcus* species recovered from different foods of animal origin. *Vet. Arhiv.*, 88(1): 111-124.
26. Kanaan, M. H. (2021). Prevalence, resistance to antimicrobials, and antibiotypes of *Arcobacter* species recovered from retail meat in Wasit marketplaces in Iraq. *Health*, 7(1), 142-150.
27. Kanaan, M. H. G., Tarek, A. M., & Abdullah, S. S. (2021, June). Knowledge and attitude among samples from community members, pharmacists and health care providers about antibiotic resistance in Al-Suwaria city/Wassit province/Iraq. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 790, No. 1, p. 012059). IOP Publishing.

Table 1. Prevalence of *S. aureus* and MRSA from raw yogurt and ice cream retailed in Iraqi markets

Sample's type	Source	No. of samples tested	n/N (%) <i>S. aureus</i>	No. of MRSA/ No. of <i>S.aureus</i> (%)
Raw yoghurt	–	20	15 /20 (75%)	7/15 (46.7%)
Ice cream	Local	20	9 /20 (45%)	3/9 (33.3%)
	Imported	10	2 /10 (20%)	1/2 (50%)
	Total	30	11 /30 (36.7%)	4 /11 (36.4%)
Total	–	50	26 /50 (52%)	11/26 (42.3%)
<i>P value</i>			0.0086	0.6066
χ^2			6.912	0.265

Table-2: Data analysis of antibiotic sensitivity test for MRSA isolates based on type of samples

Antibiotics		Sample Sources			<i>p.value</i>
		Ice cream		Yogurt	
		Imported	Local	Raw	
Methicillin	Intermediate	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0.2143 NS
	Resistance	2 (18.2%)	2 (18.2%)	7 (63.6%)	
	Sensitive	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
Cefoxitin	Intermediate	0 (0%)	1 (9.1%)	0 (0%)	0.0094 S
	Resistance	1 (9.1%)	0 (0%)	7 (63.6%)	
	Sensitive	0 (0%)	1 (9.1%)	1 (9.1%)	
Oxicillin	Intermediate	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0.2143 NS
	Resistance	2 (18.2%)	2 (18.2%)	7 (63.6%)	
	Sensitive	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
Vancomycin	Intermediate	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0.5436 NS
	Resistance	2 (18.2%)	0 (0%)	1 (9.1%)	
	Sensitive	0 (0%)	2 (18.2%)	6 (54.5%)	
Fusidic acid	Intermediate	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0.6800 NS
	Resistance	2 (18.2%)	3 (27.3%)	6 (54.5%)	
	Sensitive	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
Erythromycin	Intermediate	0 (0%)	0 (0%)	1 (9.1%)	0.4075 NS
	Resistance	1 (9.1%)	3 (27.3%)	6 (54.5%)	
	Sensitive	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
Tetracycline	Intermediate	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0.6313 NS
	Resistance	2 (18.2%)	0 (0%)	3 (27.3%)	
	Sensitive	0 (0%)	3 (27.3%)	3 (27.3%)	
Gentamicin	Intermediate	0 (0%)	0 (0%)	1 (9.1%)	0.6313 NS
	Resistance	1 (9.1%)	1 (9.1%)	3 (27.3%)	
	Sensitive	1 (9.1%)	2 (18.2%)	2 (18.2%)	
Cephalexin	Intermediate	0 (0%)	0 (0%)	1 (9.1%)	0.6313 NS
	Resistance	2 (18.2%)	0 (0%)	3 (27.3%)	
	Sensitive	0 (0%)	3 (27.3%)	2 (18.2%)	
Aztreonam	Intermediate	1 (9.1%)	0 (0%)	1 (9.1%)	0.3171 NS
	Resistance	0 (0%)	0 (0%)	1 (9.1%)	
	Sensitive	1 (9.1%)	3 (27.3%)	4 (36.5%)	

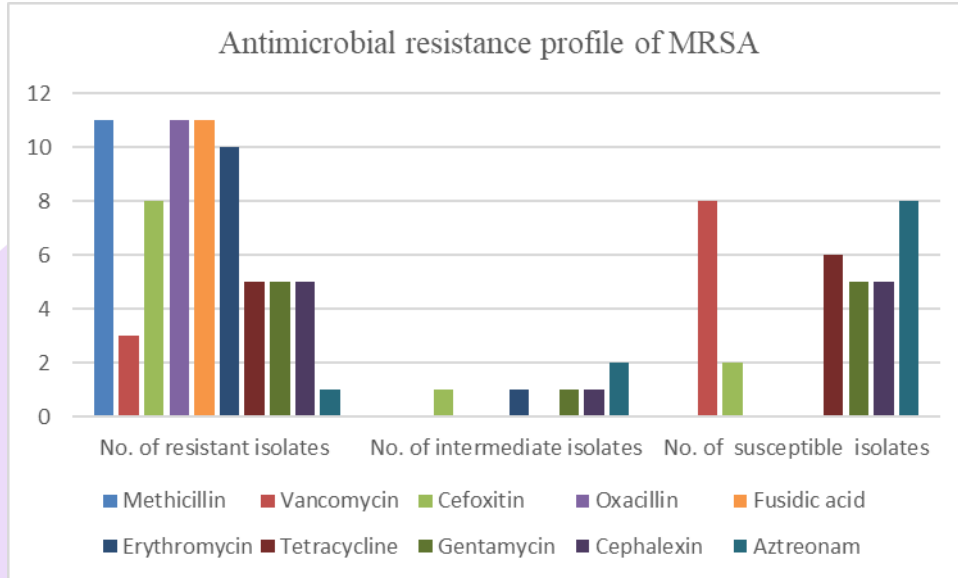


Figure 1: Antimicrobial resistance profile of MRSA isolated from some dairy products retailed in Baghdad province

EXPERIMENTAL STUDY OF HYSTERETIC BEHAVIOR ON RESIDUAL ENERGY IN CONTRACTIONS OF THE CROSS SECTION

Ehsan Aminvash ^{1*}, Rasoul Daneshfaraz ²

¹ University of Tabriz, Department of Civil Engineering, Iran

¹ ORCID ID: 0000-0001-8901-2232, Ehsan.aminvash1994@gmail.com

² University of Maragheh, Department of Civil Engineering, Iran

² ORCID ID: 0000-0003-1012-8342, daneshfaraz@maragheh.ac.ir

* Corresponding Author

Abstract

In the present study, the hysteretic behavior of supercritical flow that can occur in a channel near adjacent structures, including cross-sectional contractions of the channel width, has been investigated experimentally. Three sudden contracting of 5, 10 and 15 cm and a gradual contraction of 15 cm have been used. The flow rates ranged from 250 to 600 Lit/min. These conditions are set within a laboratory flume; first there is an increase in the initial flow and then a decrease in secondary flow. The results show that by increasing and then decreasing the flowrate, two different behaviors of flow are observed with the same laboratory conditions. so that in the initial flow these depths indicate a subcritical regime and in the secondary flow with the formation of hysteresis in some discharges indicate a supercritical regime. Also, hysteretic behavior increases the relative residual energy. With the sudden contraction of 15 cm, the formation of submerged hydraulic jumps resulted in a lack of hysteresis. Also, this phenomenon has a great impact on environmental considerations.

Keywords: *Hysteretic behavior, Sudden and gradual contractions, Residual energy.*

1. Introduction

The main purpose of this study was to investigate the contradictory behavior of supercritical flow in dealing with the sudden and gradual contraction in which both conditions of formation and non-formation of hydraulic jump are possible. The existence of such contradictory behavior occurs due to the phenomenon of hysteresis, for which there are relatively limited studies to identify it. Generally, the occurrence of the hysteresis phenomenon in the collision of the flow with the obstacle is expected. As for the same input flow, two different behaviors are observed that this different behavior depends on the flow history. The flow history means increasing the flow rate to a certain value and then decreasing it to the initial flow rate. This phenomenon is one of the important issues that is not generally considered in the design of hydraulic structures. The hysteresis phenomenon also has many effects on environmental considerations. Among these considerations, we can mention the lack of hydraulic jump formation with the emergence of this phenomenon. In this case, due to the lack of mixing water and air and the non-formation of bubbles in the water, poor oxygen supply to the water will be done. On the other hand, with the formation of hysteretic behavior and no hydraulic jump in the system, the kinetic energy of the flow will increase significantly. In this case, in the presence of aquatic animals, including fish, these aquatic animals are damaged and cause the death of these aquatic animals. In the following, analytical and experimentally studies are performed to investigate the hysteretic behavior of hydraulic parameters of the flow in the face of various obstacles such as contractions, bridge piers, and bed hump. Studies in this field can be divided into four categories:

The first category of studies related to channel bed humps; The second category is the contractions; The third category is related to bridge piers and the fourth category is related to sluice gate.

The first category of studies on the phenomenon of hysteresis, which examines the bed hump of the channel, goes back to the research of Abbecasis and Quintela [1]. In the following, relatively extensive studies of the behavior of hydraulic hysteresis have been studied theoretically and experimentally on bed humps with a fixed width. For example, the following studies can be mentioned: Mehrotra [15]; Muskatirovic and Batinic [16]; Baines and Davies [4]; Austria [3]; Lawrence [14].

Austria [3] investigated the hysteretic behavior of the flow on the bed hump of the channel by catastrophe theory. The results showed that catastrophe theory can be used as a descriptive model that this method is based on the use of classical flow equations such as specific energy equations along with catastrophe theory. Lawrence [13] studied the steady flow through the bed hump and its various behaviors. The results showed that there maybe two stable states for the same input conditions that lead to the formation of the hysteresis loop. Baines and Whitehead [5] investigated the hysteretic behavior of the flow on the bed hump theoretically and experimentally. Theoretical and experimental results showed that under the same conditions of the input flow, two different states are created for the stability of the flow, which indicates the existence of a hysterical loop.

Defina and Susin [11] first theoretically provided equations to study this phenomenon on the bed hump and then examined it in the experimentally. They defined two weak and strong interactions at the same input flow conditions for the flow, which is a weak

interaction (WI) when the flow regime is supercritical and does not affect the change of the flow regime. In contrast, a strong interaction (SI) indicates a condition in which the flow regime to subcritical due to a hydraulic jump.

The second category of studies that deals with contraction of the flow path can be referred to the research of Akers and Bokhove [2]. They theoretically and fieldally studied hysteretic behavior in gradual contraction. The results showed that the diagonal waves of the supercritical flow can be affected by other effects such as surface tension. Defina and Viero [13] and Daneshfaraz et al., [9] examined different states of flow created by gradual constriction. The results of numerical and experimental studies showed that the friction and slope of the channel bed affect the flow stability and can create different hysteretic loops. Using classical hydraulic equations and catastrophic theory, Sadeghfam et al. [17] investigated the hysteretic behavior of a supercritical flow in the face of localized channel narrowing. Their experimental results showed that the application of relations related to catastrophic theory along with classical equations can describe hysteretic behavior.

The third category of studies that is related to the bridge piers and is the only research in this field goes back to the research of Defina and Susin [11]. In this study, they used several bridge piers with different diameters and examined the different modes created. A theoretical equation is also proposed to predict the occurrence of hydraulic hysteresis. The results showed that in the collision of the flow with the bridge piers, two different interactions were created at the same input conditions, which is a weak interaction (WI) when the flow regime is supercritical and the bridge pier does not affect the change of flow regime. In contrast, a strong interaction (SI) indicates a condition in which the bridge pier changes the flow regime to subcritical by hydraulic jumping.

The fourth category of studies related to the effect of sluice gate on flow hysterical behavior goes back to Dafina and Susin [10, 11]. They presented a theoretical equation to study this behavior and then examined it in the experimentally. experimentally results showed that for a gate opening rate at different flows, there can be two cases, the first is the absence of hydraulic jump and the second is the formation of hydraulic jump at the same rate of gate opening. Also, the studies of Defina and Susin [11] which examined the different states created on the protrusions of the bed hump, and bridge piers showed that the theoretical equations presented in cases where the hydraulic element does not affect the width of the channel (such as sluice gate and bed hump) are more compatible.

Viero and Defina [19] investigated multiple states created by supercritical flow near a sluice gate. Investigations have been performed based on the upstream and downstream Froude number of the gate and the opening ratio of the valve by presenting a theory to predict the occurrence of hysteresis in the vicinity of the sluice gate. The results showed that for a certain amount of gate opening, two different behaviors of flow are observed, in one case the flow has a subcritical regime and in the other case it has a supercritical regime. The experiments also showed the validity of the theory presented to examine the up and downstream Froude numbers.

In addition to the research mentioned in the above categories, the following research shows the hysteretic behavior of flow as a combination of models. Combined models include channel bed hump with local contraction as well as the effect of bed friction on gradual ridges. Viero and Defina [17] developed theoretical equations to describe the occurrence of hysteresis up and downstream of obstacles by creating bed hump and local contraction in the channel. The results showed that in both models of sudden contraction, the amplitude of the hysteresis region is wide, so that in many practical cases, the probability of hysteresis increases.

Defina et al. [11] investigated the effect of bed friction on the stability of hydraulic jump in a rectangular channel with a reverse slope both theoretically and experimentally. Studies have shown that hydraulic jump in the same input conditions can be present or not, which is due to hysteretic behavior.

A review of previous research shows that despite theoretical and experimentally studies of hysteretic behavior of flow, more extensive studies are needed to investigate the unknown dimensions of flow behavior. These unknown dimensions are more noticeable in obstacles such as bridge piers, which have been more or less mentioned in previous studies, but little research has been done on the contracting of the flow path and the relative depths of the flow on the effect of hysteretic behavior on residual relative energy and longitudinal profiles have not been studied so far. In general, theoretical equations in such obstacles are less consistent with experimental results than in other obstacles. This may be due to the fact that the flow pattern against these obstacles does not allow the development of an accurate theory consistent with the one-dimensional flow approach. Therefore, in the present study, for the first time, the effect of hysteresis phenomenon on the relative residual energy, relative depths of the flow and longitudinal profiles of the flow in sudden and gradual contracting has been investigated.

2. Materials and methods

A laboratory flume with dimensions 5m in length, 0.5 m in height, and 0.3m in width was used in the experiments. There was no slope and the walls and floor were made transparent. To create a supercritical flow, a vertical metal gate with an opening of 2 cm, located at a distance of 1.5 meters from the inlet tank, was used. The inlet flow to the flume is provided by two pumps, each with a capacity of 450 liters per minute. Flow rate was measured using rotameters installed on the pumps. In order to measure the flow depth, a point depth gauge with an error of ± 1 mm was used and glass boxes were deployed to create a contraction in the flow. The present study is examined with four models, three of which are sudden contractions and one of which is gradual contraction. Detailed information of the cases is presented in Table 1.

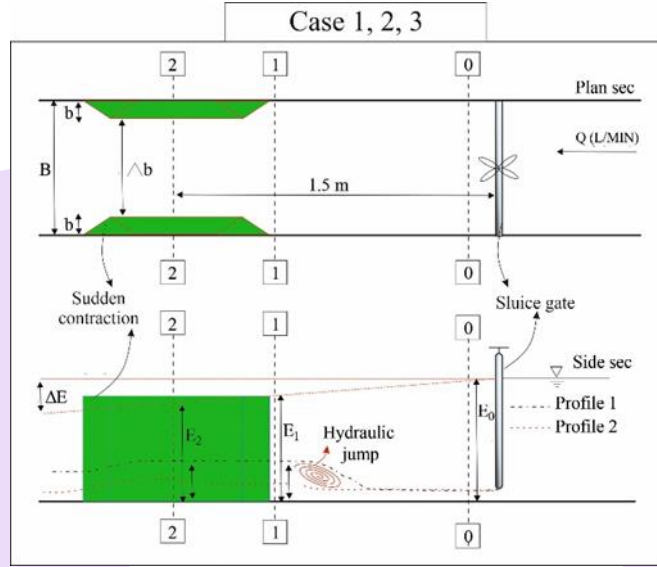


Figure 1: . Profile in hydraulic jump and measured sections

Table 1: Values of parameters in experiments

Case Study (CS) no.	Q (Lit/min)	b (sum of the two sides, cm)	b=B-bΔ (cm)	Reynolds value	yc (cm)	y1 (cm)	y2 (cm)
Case 1	250~600	5.0	25.0	50000~112000	2.7~5.28	1.52~5.07	2.08~4.82
Case 2		10.0	20.0			1.38~7.00	2.33~4.25
Case 3		15.0	15.0			5.23~9.98	3.12~5.46
Case 4		Gradual	Gradual			1.72~8.23	2.60~8.70

2.1. Dimensional analysis

The parameters that govern hydraulic hysteretic behavior are listed in Equation (1).

$$f1(Q, \rho, g, a, B, \Delta b, y_0, y_1, y_2, E_0, E_1, E_2, x, V_0, V_1, V_2) = 0 \quad (1)$$

Here, Q is discharge, ρ is density, g is gravity, a is the gate opening, B is the channel width, Δb is the shortened channel width, y_0 refers to the *vena contracta* depth, y_1 is flow depth in section 1, y_2 is flow depth in section 2, E_0 represents the flow energy at the *vena contracta*, E_1 and E_2 are the energy in sections 1 and 2, respectively. The symbol x is distance from the center of contraction to the gate, V_0 , V_1 , and V_2 are velocities in sections 0, 1, and 2, respectively. The dimensional analysis considered parameters g , ρ and y_0 as iterative parameters, the non-dimensional parameters are presented as equation (2) and eliminate the unnecessary parameters (Daneshfaraz et al., [6, 7, 8]).

$$\frac{E_1}{E_0}, \frac{E_2}{E_0} = f4(Fr_0, \frac{\Delta b}{B}) \quad (2)$$

3. Results and discussion

Investigating the effect of hysteresis on the amount of relative residual energy against the elements of sudden and gradual constriction, it was concluded that the emergence of hysteretic behavior in a number of discharges under the same input conditions, causes a sharp increase in relative residual energy. This was observed in all models of the present study except the model of sudden contracting with a size of 15 cm. Figures 2, 3 and 4 show the variation of relative residual energy versus the *vena contracta* Froude number, respectively, and the effect of the hysteresis phenomenon on it in sudden constrictions of sizes 5 and 10 and gradual constriction. Figure (a) shows the diagrams of the relative residual energy in section 1 and Figure (b) shows the diagrams of the relative residual energy in section 2.

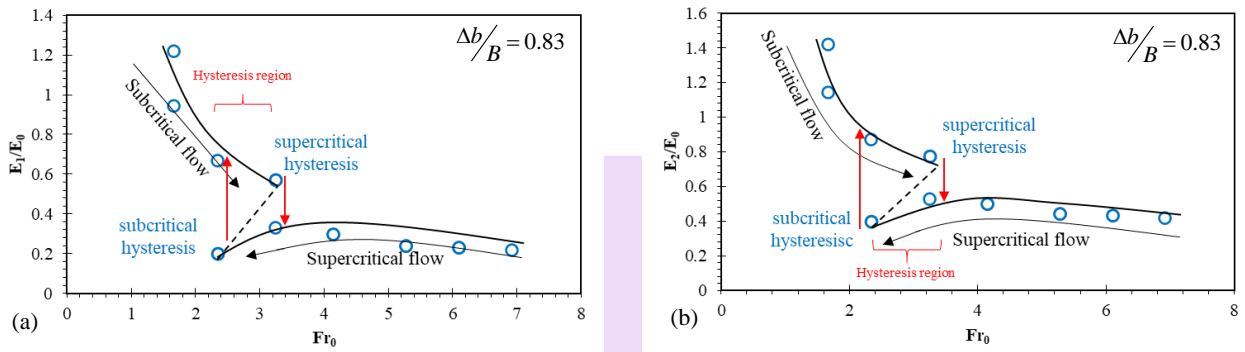


Figure 2: Influence of hysteresis phenomenon on relative residual energy in model Case 1: (a) Section 1 (b) Section 2

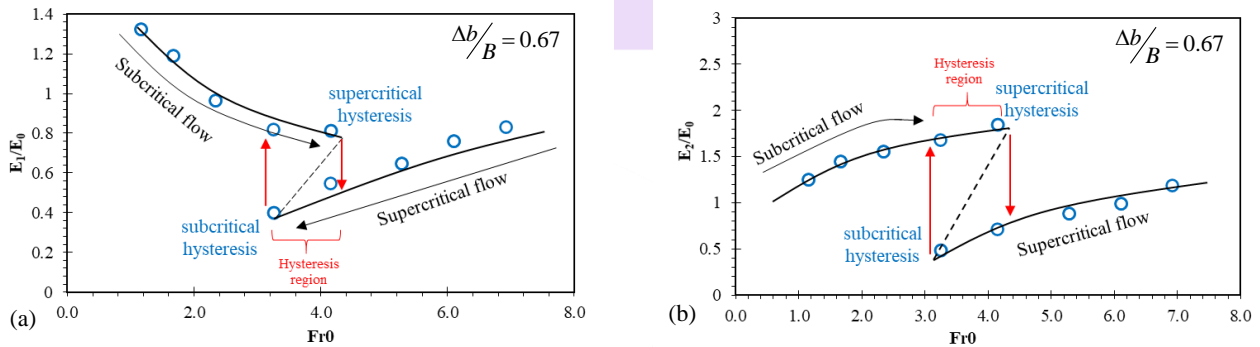


Figure 3: Influence of hysteresis phenomenon on relative residual energy in model Case 2: (a) Section 1 (b) Section 2

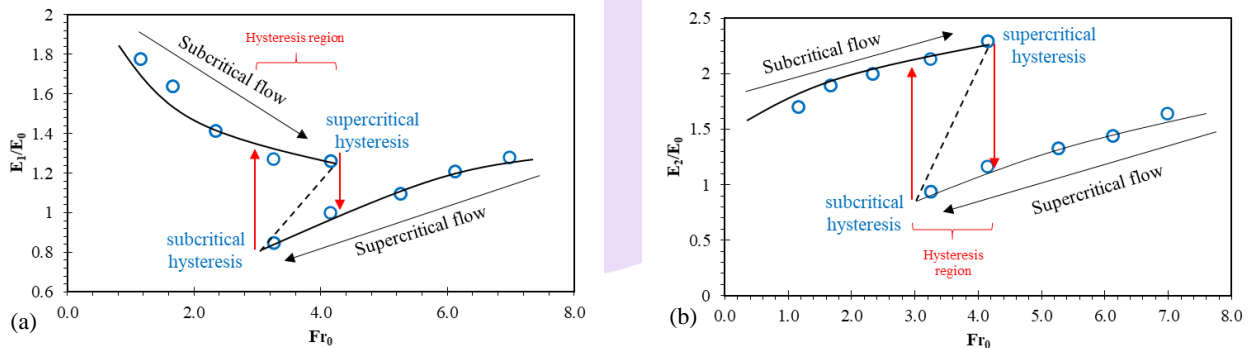


Figure 4: Influence of hysteresis phenomenon on relative residual energy in model Case 4: (a) Section 1 (b) Section 2

Examining the above figures, it is clear that the hysteretic behavior is clearly visible in these three models. In this case, with increasing flow rate in all three models, in lower flow rates due to the formation of hydraulic jump, the relative residual energy decreases and then with increasing flow rate and subsequent increase in flow velocity, the hydraulic jump moves downstream. In fact, the flow reaches a point shown on the figures as subcritical hysteresis. In this case, the control section is in supercritical mode and the relative residual energy is reduced. Then, by gradually reducing the flow rate to the initial value in the discharges that were in the upstream flow, the flow regime was subcritical, according to its previous state, it is placed in the supercritical regime.

In the present study, hysteretic behavior shows its effect in sudden contraction of 5 cm in the range of Froude number $2.33 \leq Fr_0 \leq 3.248$ and in sudden contraction of 10 cm and gradual contraction in the range of Froude number $3.248 \leq Fr_0 \leq 4.149$. In other words, the Froude number in range $Fr_0 > 4.149$ of the hysteresis phenomenon is out of control section. With the formation of hysteresis in the control sections of the present study, the relative residual energy increased sharply so that this value increased by 65.1% and 48.25% in sections 1 and 2, respectively, in the contracting of 5 cm, 50.79 and 73.51% in the contracting of 10 cm and 32.54 and 46.08% in gradual contracting. The effect of hysteresis on the contracting of 10 cm is more than other models. The reason for this is that with the collision of the flow with the constricted elements of 10 cm, the mixing water and bubbles interference in the increasing flow rate is high and with the formation of the hysteresis phenomenon following the reduction of the flow, the hydraulic jump disappears and the flow depth decreases sharply. The results show that gradual contracting has the

least effect on the phenomenon of hysteresis and the greatest effect of hysteretic behavior on the hydraulic parameters of the flow in the sudden contracting of 10 cm. In other words, with the increase of sudden contracting, the hysteresis range becomes wider and causes a noticeable change in the values of the parameters.

By examining the sudden contracting of 15 cm, it was found that due to the reduction of the volume of the flow passage space, the hydraulic jump created in this case is of the submerged type and for this reason, the hysteresis phenomenon did not appear in all increased and decreasing flow rates. The relative residual energy in sections 1 and 2 decreases as the *vena contracta* Froude numbers increases. Figure 5 shows the relative residual energy variation in the 15 cm constriction in both sections.

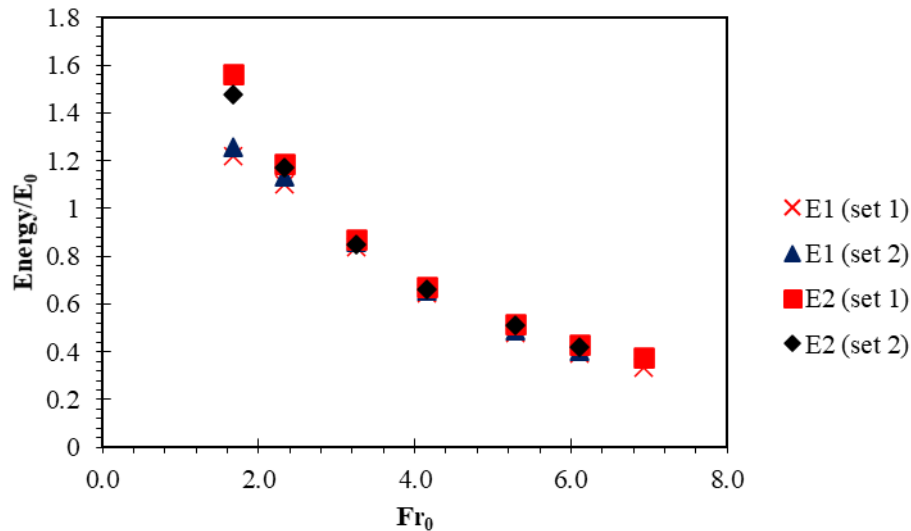


Figure 5. Variation of relative residual energy versus vena contracta Froude number in model Case 3

4. Conclusion

Hydraulic jumps are a phenomenon that occurs in hydraulic structures with an obstacle in the flow path. There are no closed form equations to capture this phenomenon because of the nonlinearity. The hysteretic behavior of the flow causes different states in the flow, even though laboratory conditions may be similar. The issue of hysteresis in hydraulic structures should be considered by designers. In the present study, multiple channel contractions were utilized. Three models of contraction are sudden with dimensions of 5, 10 and 15 cm and another model were a gradual contraction with the size of the contraction 15 cm. Initially, the flow was increased from 250 to 600 liters per minute in 50 liter/minute increments.

As the rate of sudden contraction increases, the hysteresis region widens. Also, for gradual contractions, the hysteresis region is wider than for a sudden contraction, so that the hysteresis range is larger for Case 4 model than for Case 2 model and greater for Case 2 than Case 1. The hysteresis phenomenon increases the amount of relative residual energy in all models of the present study. The formation of hysteresis phenomenon increases the relative residual energy by an average of 49.47% in section 1 and by 56.18% in section 2.

5. References

- [1] Abecasis FM, Quintela AC, (1964) Hysteresis in steady free-surface flow. *Water Power* 16: 147–151.
- [2] Akers B, Bokhove O, (2008) Hydraulic flow through a channel contraction: Multiple steady states. *Physics of Fluids*, 20: 1-15.
- [3] Austria PM, (1987) Catastrophe model for the forced hydraulic jump. *Journal of Hydraulic research*, 25: 269–280.
- [4] Baines PG, Davies PA, (1980) Laboratory studies of topographic effects in rotating and /or stratified fluids. In: *WMO Orographic Effects in Planetary Flows* 1: 233–299.
- [5] Baines PG, Whitehead JA (2003) On multiple states in single-layer flows. *Physics of Fluids*, 15: 298-307.
- [6] Daneshfaraz R, Aminvash E, Di Francesco S, Najibi A, Abraham J, (2021b) Three-Dimensional Study of the Effect of Block Roughness Geometry on Inclined Drop. *Journal of Numerical Methods in Civil Engineering*, 6: 1-9.
- [7] Daneshfaraz R, Aminvash E, Esmaeli R, Sadeghfam S, Abraham J, (2020) Experimental and numerical investigation for energy dissipation of supercritical flow in sudden contractions. *Journal of Groundwater Science and Engineering*, 8: 396-406.
- [8] Daneshfaraz R, Aminvash E, Ghaderi A, Kuriqi A, Abraham J, (2021a) Three-Dimensional Investigation of Hydraulic Properties of Vertical Drop in the Presence of Step and Grid Dissipators. *Symmetry*, 13: 895.

- [9] Daneshfaraz, R., Sadeghfam, S., Aminvash, E. and Abraham, J, (2022) Experimental Investigation of Multiple Supercritical Flow States and the Effect of Hysteresis on the Relative Residual Energy in Sudden and Gradual Contractions. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s40996-022-00818-9>
- [10] Defina A, Susin FM, (2003) Hysteretic behavior of the flow under a vertical sluice gate. *Physics of Fluids*, 15: 2541-2548.
- [11] Defina A, Susin FM, (2006) Multiple states in open channel flow. *Vorticity and Turbulence Effects in Fluid Structures Interactions*: 105-130.
- [12] Defina A, Susin FM, Viero DP, (2008) Bed friction effects on the stability of a stationary hydraulic jump in a rectangular upward sloping channel. *Physics of Fluids* 20: 036601.
- [13] Defina A, Viero DP, (2010) Open channel flow through a linear contraction. *Physics of Fluids*, 22: 1-12.
- [14] Lawrence GA, (1987) Steady flow over an obstacle. *Journal of Hydraulic Engineering* 113: 981-991.
- [15] Mehrotra SC, (1974) Hysteresis effect in one and two fluids systems. Proceeding V Australian conference on hydraulics and fluids mechanics., New Zealand: Christchurch, University of canterbury, pp. 452-461.
- [16] Muskatirovic D, Batinic D, (1977) The influence of abrupt change of channel geometry on hydraulic regime characteristics. In Proceedings of the 17th IAHR Congress, pp. 397-404.
- [17] Sadeghfam S, Khatibi R, Hassanzadeh Y, Daneshfaraz R, Ghorbani MA, (2017) Forced hydraulic jumps described by classic hydraulic equations reproducing cusp catastrophe features. *Arabian Journal for Science and Engineering* 42:4169-4179.
- [18] Viero DP, Defina A, (2017) Extended theory of hydraulic hysteresis in open-channel flow. *Journal of Hydraulic Engineering*, 143: 06017014.
- [19] Viero DP, Defina A, (2018) Multiple states in the flow through a sluice gate. *Journal of Hydraulic Research*, 57: 39-50.

THE EFFECT OF SEMICYLINDRICAL AND RECTANGULAR CUBIC SILLS WITH DIFFERENT WIDTHS ON SLUICE GATE DISCHARGE COEFFICIENT

Parisa Ebadzadeh¹, Rasoul Daneshfaraz², Reza Norouzi^{3*}

¹ University of Maragheh, Department of Civil Engineering, Iran

¹ ORCID ID: 0000-0002-9836-8406, ebadzadeh.p@stu.maragheh.ac.ir

² University of Maragheh, Department of Civil Engineering, Iran

² ORCID ID: 0000-0003-1012-8342, daneshfaraz@maragheh.ac.ir

³ University of Tabriz, Tabriz, Department of Water Engineering, Iran

³ ORCID ID: 0000-0002-3756-8746, rezanorouzi1992@tabrizu.ac.ir

* Corresponding Author

Abstract

The purpose of this study is to investigate the effect of sill geometry on sluice gate discharge coefficient. For this purpose, sills including semicylindrical and rectangular cubic were prepared in order to investigate the shape effect. Both of sills with widths of 5, 7.5, 10, 15, 20 cm were installed under the sluice gate in order to study the effect of sill width. The gate opening and the height of all sills in this study were fixed at 4 and 3 cm respectively in all experiments. The results showed that applying the sill under the gate leads to an increase in discharge coefficient compared to non silled gate. Installing rectangular cubic sill improves rotational flows at downstream of sill. While the semi-cylindrical sill has less shear stress due to its circular surface. This causes the discharge coefficient of the sluice gate with a semicylindrical sill to be higher than the cubic rectangular sill. Changing sill width from 5 to 20 cm showed that discharge coefficient of semicylindrical and rectangular cubic increased by an average of 19.1 and 12.1% compared to non- sill state.

Keywords: Discharge coefficient, Sluice gate, Sill, Free flow condition.

1. Introduction

The simplicity of application, the optimal accuracy of sluice gates in regulating and measuring the flow discharge has caused this structure to be considered as one of the most important water transfer structures. (Henry, 1950) experimental study is one of the first researches in the field of sluice gates hydraulic that presented a diagram and estimated the discharge coefficient of the sluice gate. (Rajaratnam & Subramanya, 1967) studied the parameters affecting discharge coefficients of sluice gates in a laboratory study. In this study, the researchers related the discharge coefficient with the dimensionless parameter G/H . (Swamee, 1992) described the discharge coefficient of the sluice gate as a function of the upstream water depth and the gate opening. (Shivapur & Shesha Prakash, 2005) examined the discharge coefficient by varying the sluice gate deflection angle. In this study, four angles of 0, 15, 30, and 45 degrees were tested by deflecting the gate upwards. The results showed that the increase in gate deflection angle increases the discharge coefficient due to the increase in passing flow convergence. (Ferro, 2000) proposed a dimensionless relationship for sluice gate using dimensional analysis and incomplete self-similarity theory. By combining the energy relationship and the critical depth of the channel, he presented the dimensionless relationship of the stage discharge. Comparing the data obtained from the proposed relationship with the experimental results showed good agreement. (Akoz et al., 2009) conducted experimentally and numerically to measure the velocities of 2D turbulent open channel flow upstream of a vertical sluice gate. The results showed that the $k - \epsilon$ turbulence model was able to simulate the water-air free surface and the velocity field profiles were compared to the $k - \omega$ turbulence model. (Mohammed & Khaleel, 2013) studied the effect of the sluice gate deflection angle on the discharge coefficient with a change in the final geometry. The results showed that 45° deflection of the sluice gate in the direction of flow increases the sluice gate discharge coefficient for a flat and sharp edge gate by 17.8% and for a vertical sluice gate by 17% . (Daneshfaraz et al., 2016) numerically investigated the discharge coefficient of sluice gates with changes in the edge shapes. In this study, using the finite volume method, they performed simulations for sluice gate in five end geometries, including standard, jagged, rounded, sharp upward, and sharp downward. The results showed that the sluice gate with a sharp edge has the lowest discharge coefficient compared to other gates. (Lin et al., 2002) investigated the shrinkage coefficient of the sluice gate under different hydraulic conditions. The researchers compared the shrinkage coefficient of this structure by designing the end geometry of the sluice gate with a sharp and circular edge. In this study, the shrinkage coefficient was estimated to be 0.59 to 0.61 for the sharp edge sluice gate and 0.65 to 0.75 for the circular sluice gate.

Previous studies showed that researchers have proposed methods to increase the sluice gate discharge coefficient. The purpose of this study is to increase the sluice gate discharge coefficient using the sill under it. Then the effect of sills in semicylindrical and rectangular cubic shapes in different widths was investigated.

2. Methodology

2.1. Experimental set-up

The experiments were performed in a hydraulic laboratory with flume dimensions of 5 m in length, 0.30 m in width, and 0.45 m in height. The walls are made from Plexiglass in order to provide good visibility. The inlet flow were measured by two rotameters with ± 2 mm accuracy. Rotameters were installed at the outlet of the pump and measured with a point gage with an accuracy of ± 1 mm. a sluice gate with a 1 cm thickness is installed with the distance of 1.5 m away from the inlet of flow. The gate opening was fixed at 4 cm in all experiments. Sills including semicylindrical and rectangular cubic were prepared in order to investigate the shape effect. Both sills were prepared with widths of 5, 7.5, 10, 15 and 20 cm in order to study the effect of sill width. Table (1) shows the physical characteristics of the sills used in this study. The height of all sills was considered to be a fixed value of 3 cm. Figure (1) shows the schematic view of channel and sills used in this study.

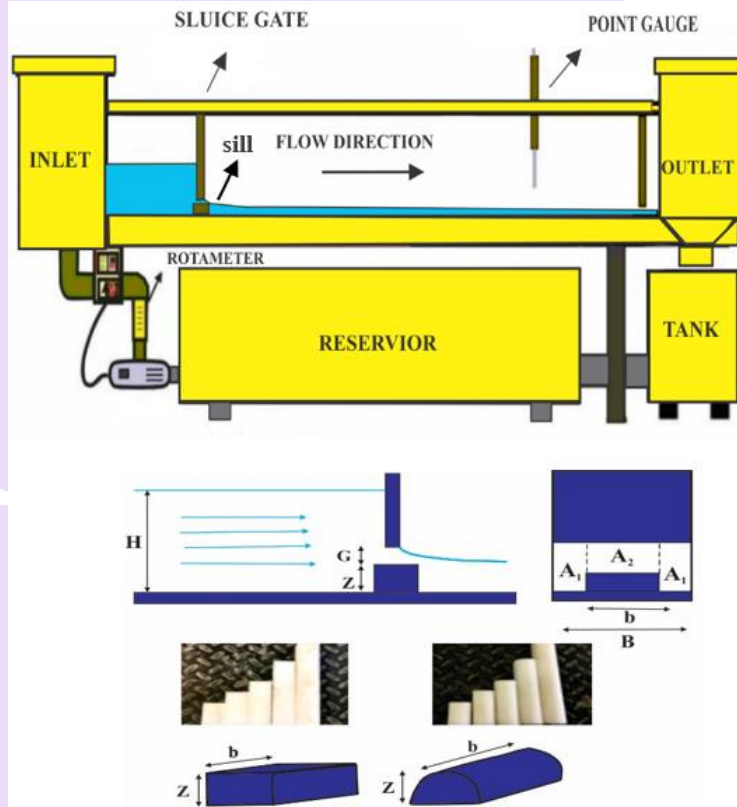


Figure 1: Schematic view of channel and sills used in this study

Table 1: Physical characteristics of the sills in this study (Sizes are in cm)

Row	Sill Geometry	Height	Length	width
1	Cubic rectangular	3.0	3.0	5-20
2	Semicylindrical	Diameter =3.0		5-20

In all experiments, after stabilizing the conditions, the flow depth was measured at three points of the channel width upstream of the sluice gate and the average depth was recorded as the final depth (H). Finally, the discharge coefficient was calculated using equation (1).

$$C_d = \frac{Q}{2A_1 \sqrt{2g(H)} + A_2 \sqrt{2g(H-z)}} \quad (1)$$

2.2. Dimensional analysis

The parameters affecting the discharge coefficient of the sluice gate with a sill in the free state are defined as follows:

$$f_1(C_d, \rho, Q, g, \mu, H, G, Z, b, B) = 0 \quad (2)$$

where C_d is the discharge coefficient (-), ρ is the water density (ML^{-3}), Q is the flow rate (L^3T^{-1}), g is the gravitational acceleration of the earth (LT^{-2}), μ is the dynamic viscosity ($ML^{-1}T^{-1}$), H is the water depth behind the gate (L), G is the gate opening (L), Z is the sill height (L), b is the sill width (L) and B is the laboratory flume width (L). According to π - Buckingham method and considering (H, g, ρ) as iterative variables, the dimensionless parameters for the gate with sill are presented as Equation (3):

$$f_2 \left(C_d, \frac{1}{Fr}, \frac{1}{Re}, \frac{G}{H}, \frac{Z}{H}, \frac{b}{H}, \frac{B}{H} \right) = 0 \quad (3)$$

In Equation (3), Fr represents the flow Froude number and Re represents the Reynolds number. Considering that $26286 < Re < 38866$, the flow is turbulent and the effect of the Reynolds number can be ignored, (Daneshfaraz et al., 2021). The effect of the dimensionless H/Z parameter was ignored due to the constant height of the sills in all models and the channel width as a fixed parameter. Finally, Equation (3) was rewritten as Equation (4):

$$C_d = f_3 \left(\frac{b}{H}, \frac{G}{H} \right) \quad (4)$$

3. Conclusion

To investigate the effect of sill geometry on sluice gate discharge coefficient the sills including semicylindrical and rectangular cubic with widths of 7.5, 10, 15, and 20 cm were prepared. Results of discharge coefficient of sluice gate with sill and without sill situations were investigated. Results showed that a sluice gate with sill increases the discharge coefficient. The results showed that sills with different geometries affect flow under the gate. Figure (2) shows the discharge coefficient of the gate with different geometry of sills in against the dimensionless parameters b/H .

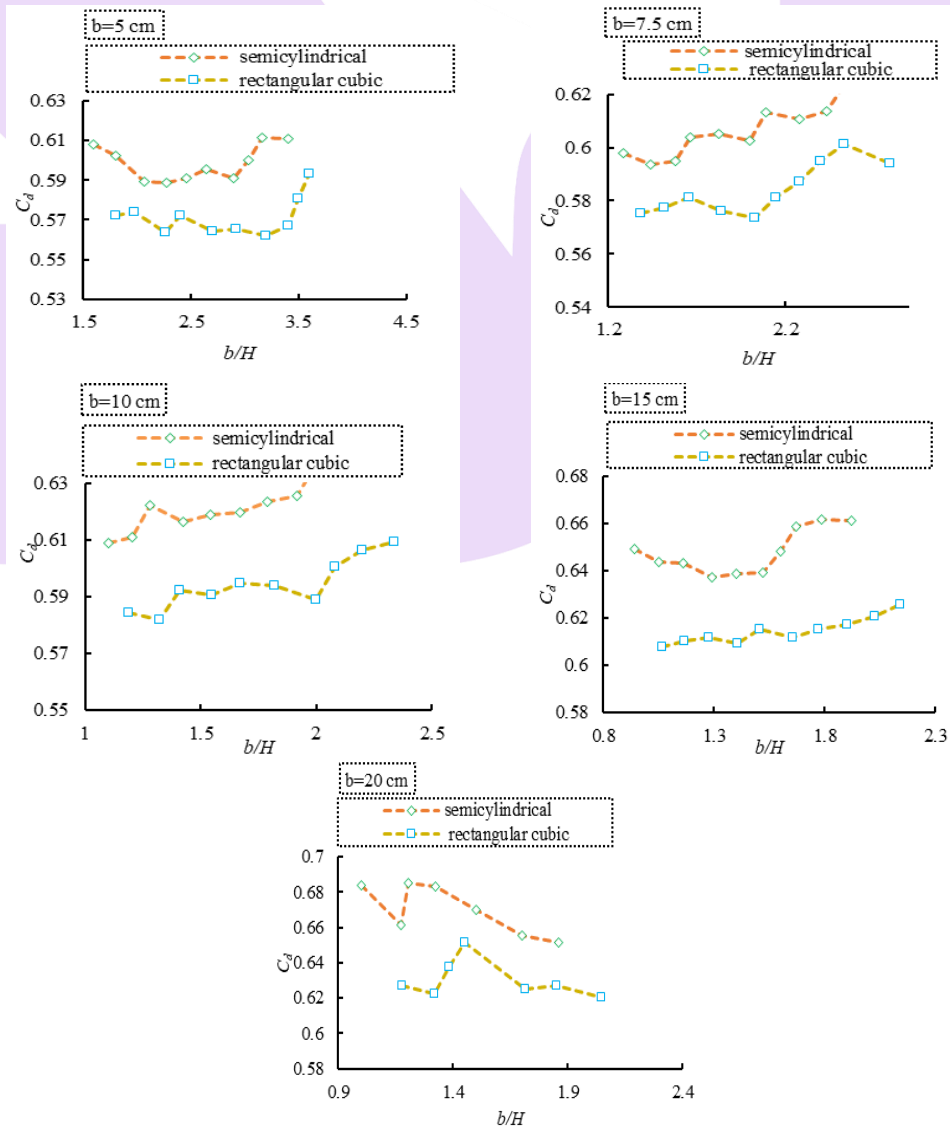


Figure 2: Effect of sill different geometry on discharge coefficient

Examination of the discharge coefficient of sluice gate with semicylindrical and rectangular cubic sills showed that the discharge coefficient is affected by the geometric shape of the sill. Because the semicylinder sill has the highest discharge coefficient compared to a cubic rectangular sill. Installing rectangular cubic sill improves rotational flows at downstream of sill. While the semicylindrical sill has less shear stress due to its circular surface. This causes the discharge coefficient of the sluice gate with a semicylindrical sill to be higher than the cubic rectangular silled gate. Semicylinder sill at the lowest width ($b = 5$ cm) increases the discharge coefficient by an average 4.5 percent compared to the rectangular cubes. This is while at the maximum width ($b = 20$ cm), the rate of increase of the discharge coefficient in this sill compared to the rectangular cubes was estimated to be 5.9 percent. To investigate the effect of sill width on discharge coefficient, the sills was placed under the sluice gate in different widths. Figure (3), shows the sluice gate discharge coefficient with sills in widths 5, 7.5, 10, 15 and 20 cm.

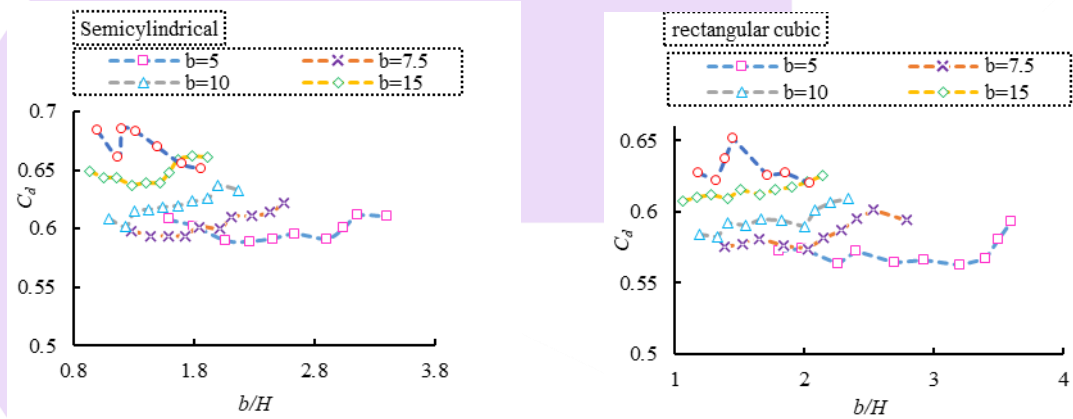


Figure 3: Discharge coefficient for different widths of sills

The results showed that increasing the sill width causes an increase the discharge coefficient of the sluice gate. The reason for this is that increasing the sill width decreases the flow velocity by decreasing the cross-section of flow passing. it was observed that increased sill width with decreased gate opening increases the discharge coefficient. Placing a sill with a width of 20 cm in both geometric shapes increases the discharge coefficient by an average of 10% compared to a sill with a width of 5 cm. The increase in discharge coefficient of sluice gate with sill in different geometries and widths was compared to nonsilled gate. The semicylindrical and rectangular cubic sills at the smallest width ($b = 5$ cm) increased discharge coefficient by 6.5 and 1.6% compared to non- sill state, respectively. Changing sill width from 5 to 20 cm showed that discharge coefficient of semicylindrical and rectangular cubic increased by an average of 19.1 and 12.1% compared to non- sill state, table (2).

Table 2: Percentage increase in discharge coefficient compared to non silled gate

Sill width (cm)	Semi cylindrical	rectangular cubic
b = 5	6.5	1.6
b = 7.5	7.4	3.9
b = 10	10.2	5.7
b = 15	15.3	9.3
b = 20	19.1	12.1

4. References

- Henry, H. (1950). Discussion of Diffusion of Submerged Jets, by Albertson. *ML, Dai, YB*.
- Rajaratnam, N., & Subramanya, K. (1967). Flow equation for the sluice gate. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 93(3), 167-186.
- Swamee, P. K. (1992). Sluice-gate discharge equations. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 118(1), 56-60.
- Shivapur, A., & Shesha Prakash, M. (2005). Inclined sluice gate for flow measurement. *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, 11(1), 46-56.
- Ferro, V. (2000). Simultaneous flow over and under a gate. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 126(3), 190-193.
- Akoz, M. S., Kirkgoz, M. S., & Oner, A. A. (2009). Experimental and numerical modeling of a sluice gate flow. *Journal of Hydraulic Research*, 47(2), 167-176.
- Mohammed, A. Y., & Khaleel, M. S. (2013). Gate lip hydraulics under sluice gate. *Modern Instrumentation*, 16-19.

III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

Daneshfaraz, R., Ghahramanzadeh, A., Ghaderi, A., Joudi, A. R., & Abraham, J. (2016). Investigation of the effect of edge shape on characteristics of flow under vertical gates. *Journal-American Water Works Association*, 108(8), E425-E432.

Lin, C.-H., Yen, J.-F., & Tsai, C.-T. (2002). Influence of sluice gate contraction coefficient on distinguishing condition. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 128(4), 249-252.

Daneshfaraz, R., Norouzi, R., Ebadzadeh, P., & Abbaszadeh, H. (2021). Numerical investigation on effective parameters on hydraulic flows in a sluice gate with sill on free-flow condition. *Environment and Water Engineering*.

Shivapur, A., & Shesha Prakash, M. (2005). Inclined sluice gate for flow measurement. *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, 11(1), 46-56.

PHYTOCHEMICAL SCREENING, ANTIMICROBIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF THE ETHANOLIC LEAVE EXTRACT OF *BALANITE AEGYPTIACA*

Yanah Y. M. ^{1*}, Mbongo A. N. L. ², Ogunleye A. O. ³, R. D. Jakaba ⁴, F. A. Tomo⁴, Amina Muhammed ⁴

¹ Department of Biochemistry, Kebbi State University of Science and Technology, Aliero.

Yaksyanah@gmail.com

² Department of Biochemistry and Molecular Biology, Faculty of Science University of Buea, Cameroun.

³ Department of Chemistry, Federal College of Education Technical Bichi, Kano State Nigeria.

⁴ Department of Microbiology, Kebbi State University of Science and Technology, Aliero.

*Corresponding Author

Abstract

Since many years ago, human population across the world utilized elements of their environment in particular plants to treat themselves of infections, injury and diseases. Approximately 80% of the population of the world depends according to the World Health Organization on traditional medicine mostly herbal remedies, for their primary health care needs. The leaves of *Balanite aegyptiaca* was extracted using ethanol for phytochemical screening, antibacteria and antifungal activity was carried out using agar well diffusion methods. The phytochemical screening revealed the presence of tannins, steroids, Alkaloids, Saponins, Flavonoids, Terpenoids, Anthraquinones, phlobatannins while cardiac glycoside was absent. The plant extract exhibited higher antibacterial activity of 13 and 10mm against *S. aureus* compared with other test organism viz; *E. coli* 12 and 10mm, *S. typhi* 11 and 7mm and the least was *C. albicans* with 10 and 8mm zone of inhibition at 100 and 50mg/ml concentration. Likewise the MIC and MBC revealed that *S. aureus* showed the lowest MIC at 25mg/ml and MBC at 50mg/ml concentration. The activities of the extract were compared with those of Gentamicin antibiotics as control. The result attested that *B. aegyptiaca* leaf extract contains some bioactive compound of potentially therapeutic significance and could be a promising source of antimicrobial agent and hence for drug development.

Keywords: *Balanite aegyptiaca*, antimicrobial activity, phytochemical, antifungal, secondary metabolites.

1. Introduction

The use of plant today by man to treat common ailment is time immemorial and many of the traditional medicines are still included as part of the habitual treatment of various diseases (Maluventhan and Sangu, 2010). The herbal product today symbolizes safety in contrast to the synthetic ones that are regarded unsafe to human and environment. (Soforowa,1993).

Plant based natural constituents can be derived from any part of the plant like the bark, leaves, flowers, roots, seeds etc and these parts contain many active components. The systematic screening of plant species with the purpose of discovering new bioactive compounds is a routine activity in many laboratories and scientific analysis of plant components follows a logical pathway. Plants are collected either randomly or by following lead supplied by local traditional herbalists in the geographical area where the plants are found (Prashant *et al.*, 2011). *Balanite aegyptiaca* belongs to the family Balaniteaceae. It is a multibranched evergreen tree distributed throughout the drier part of India. It is widely grown in Sudano-Sahelian Africa, the Middle East and South Asia. It is known by various names such as *Heglig* (Arabic), *Zachun* (trade name), desert date (English) and *Aduwa* (Hausa). (Yadav and Manju, 2010).

Balanite aegyptiaca plant have been reported to be used in a variety of folk medicines in Africa and Asia. It has been used in the treatment of skin diseases and remedy for stomach ache, jaundice and in the treatment of diarrhea, syphilis and typhoid fever (Henaet *al.*, 2010). Besides its medicinal uses, the plant is also widely used as fodder and timber purposes (Emad *et al.*, 2012). In light of the above concerning this plant. it is therefore important that further studies be carried out regarding the phytochemical, antimicrobial and antifungal properties of this active plant hence the aim of this research.

2. Materials and methods

2.1. Sample collection and preparation

The leaves of *balanite aegyptiaca* were collected from Argungu Local Government Area of Kebbi State in Nigeria and were identified and authenticated by the botany unit of Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria. The leaves of the plants were separated from the stalk washed with distilled water and dried at room temperature. It was grounded into powder using a mortar and pestle and the powdered material was stored in a clean polythene bag for further use.

2.2. Extraction of plant material

The solid-liquid extraction method was used in the extraction of the leaves of *B. aegyptiaca* using soxhlet extractor. About 50g of the powdered sample were added into a porous thimble and placed in a soxhlet extractor. About 150ml ethanol was used to reflux this

sample for six (6) hours. The solvent was distilled off and concentrated using a rotary evaporator. This procedure was repeated to obtain sufficient amount of crude extract. The cooled extract was cooled and stored in the refrigerator for further analysis.

2.3. Phytochemical screening

The ethanol leave extract of the plant were subjected to various tests to determine the presence of secondary metabolites such as alkaloid, saponins, flavonoid», anthraquinonestannins. Steroids, terpenoids etc. using the methods of Harbonne, 1998 and Alinnor,2007.

2.4. Test for flavanoids

Three (3) drops of NH₃ solution were added in 1 ml of leave extract, then 0.5 ml concentrated HCl was added. A brown colour was observed indicating the presence of flavonoids.

2.4.1. Test for steroids

One milliliter (1 ml) of the leave extract was dissolved in 10ml of chloroform and equal volume of concentrated H₂SO₄ was added to the test tube. The upper layer turns red and the sulphuric acid layer showed a yellow with green fluorescence. This indicated the presence of steroids (Kumar *et al.*,2009)

2.4.2. Test for saponins (frothing test)

Two milliliters (2ml) of the leave extract in a test tube was shaken vigorously for 2mins. Frothing was not observed, this indicated the absence of saponins.

2.4.3. Test for alkaloids

One milliliter (1 ml) of 1% HCl was added to 3ml of the leave extract in a test tube and few drops of Wagner's reagent. A reddish brown coloration indicated the presence of alkaloids.

2.4.4. Test for tannins

Two (2) drops of 5% FeCl₂ was added in 1 ml of the leave extract. A dirty green precipitate was observed indicating the presence of tannins.

2.4.5. Test for glycosides

Two milliliters (2ml) of acetic acid was added to 0.5ml of the leave extract in a test tube and concentrated H₂SO₄ was added dropwise. An oil laver was formed on the top of the solution indicating the presence of glycosides.

2.4.6. Test for anthraquinones

0.5g of the extracts was shaken with 10ml of benzene, filtered and 5ml of 10% ammonia solution added to the filtrate. The mixture was shaken; the formation of a pink, red or violet colour in the ammoniacal (lower) phased indicated the presence of anthraquinones. (Sofowora, 1993)

2.4.7. Test for terpenoids

About 5ml of the extract was mixed with 2ml of chloroform and 3ml of Cone. H₂SO₄ was carefully added to form a layer. A reddish brown colouration of the interface formed showed the presence of terpenoids (Sofowora, 1993).

2.4.8. Test for phlobatannins

About 0.5g of the bark extract was mixed with water and heated in a water bath. The mixture

was filtered and ferric chloride was added to the filtrate. A dark green solution indicates the presence of phlobatannins (Brain and Turner, 1975).

2.5. Bioassay

2.5.1. Test bacteria

Three (3) bacteria species Viz: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Salmonella typhi* and one (1) fungi species, *Candida albicans* cultures were obtained from the Federal Medical Centre, Birnin Kebbi of Kebbi State Nigeria. The bacteria and fungal species were further confirmed by subjecting them to some specific microbiological biochemical screening using some selective media (catalase test, coagulase test, Mannitol salt agar, EMB agar, SSA agar and TSBYE) following the protocol described by Khan *et al.* (2008); Oyeleke and Manga (2008).

2.5.2. Standardization of inoculums

The McFarland turbidity standard was used in standardization of the test bacteria. Density solution was prepared, precipitate and clump over time, to indicate the concentration of 0.5 (1.5×10⁸ cell) (Cheesbrough, *et al.*, 2002).Each of the tests bacterial was subculture on nutrient agar plate and incubated for 18-24 hours at 37°C to obtain pure colonies. After overnight incubation period, colonies of the test bacterial were transferred to a glass tube containing sterilized physiological saline and was mix thoroughly by

shaking until the turbidity of the suspension matched the turbidity of the 0.5 McFarland standard containing about 1.5×10^8 CFU/ml (Murugan, *et al.*, 1995).

2.5.3. Preparation of varying concentration

The standard antibiotic drug, gentamicin (100 and 50mg/ml) served as positive control for both the bacterial and fungal specie. About 0.1 and, 0.05 grams of the extract was dissolved in 1ml of sterile distilled water to obtain the following concentration: 100 and 50mg/ml respectively (Eaton, 2001).

2.5.4. Antibacterial activity

Agar well dilution method was used for the screening of the extract for its antibacterial and antifungal activity. A sterile Mueller Hinton agar (MHA) was prepared, 0.1ml of the test bacteria was inoculated on nutrient agar plates separately for each of the isolate by spread method, whereas, fungi was inoculated on tryptone soya broth supplemented with yeast extract (0.5% w/v {TSBYE}). A sterile cork borer (6mm) was used to make the ditches (wells) in each plate for the extract; the base of each ditch was sealed with sterile molten Mueller Hinton agar and was allowed to gel. The wells were filled with the various concentration of the extract accordingly. The set-up was allowed for diffusion of the extract for about 15 minutes before incubation at 37°C for 18-24 hours. The clear zones of inhibition produced around the wells were observed, measured and recorded as described by (Paulson, 2005).

2.5.5. Determination minimal inhibitory concentration (MIC)

The procedure of broth dilution method was used to determine the MIC according to (Paulson *et al.*, 2005). seven (7) test tube was used and 5ml of nutrient broth was dispensed in test tube 2-6, from the content in tube 2, 5ml of a separate reconstituted extract of 100 mg /ml was prepared and was dispensed was serially diluted using 5ml transfer up to test tube 6 to give the following concentration: 100, 50, 25, 12.5 and 6.25 mg /ml respectively. 5ml from test tube 6 was pipette out and discard. Exactly 0.1ml of the test isolates were inoculated into each of test tubes, then a sterile nutrient broth was added to test tube 1 only as a negative control while test tube 7 was added with nutrient broth plus the inoculum of the test isolates as a positive control. The tubes were incubating at 37°C for 24hours the result was read and recorded by comparing the growth turbidity as described by (Paulson 2005).

2.5.6. Minimum bactericidal concentration (MBC)

The MBC is the lowest concentration of the antibacterial agent that kills at least 99.9% of the test organism (Paulson *et al.*, 2005).To determination this value, about 0.5ml of the sample was removed from the test tube used in the determination of MIC in which there was no desirable growth or turbidity, was spread over the surface of sterile nutrient agar plates, the lowest concentration of the agent that prevents the growth of less than 0.1% of the test organism on the recovery plate was taken to be the MBC.

3. Result

Table 1: Result of the phytochemical screening of the ethanol leave extract of *B. aegyptiaca*

SN	Bioactive compound	Crude Extract
1	Alkaloids	+
2	Saponnins	+
3	Tannins	+
4	Terpenoids	+
5	Steroids	+
6	Anthraquinones	+
7	Flavonoids	+
8	Cardiac glycoside	-
9	Phlobatannins	+
10	Reducing sugar	+

Key: + = present, - = absent

Table 2: Antibacterial and Antifungal activities of the ethanol leave extract of *B. aegyptiaca*.

Organism	Control (Gentamicin 40mg/1ml)	Concentration (mg/ml)/zone of inhibition (mm)	
		100	50
<i>E. coli</i>	12	12	10
<i>S. typhi</i>	11	11	7
<i>S. aureus</i>	15	13	10
<i>C. albicans</i>	11	10	8

Key: *S. aureus* = *Staphylococcus aureus*, *E. coli* = *Escherichia coli*, *S. typhi* = *Salmonella Typhi*, *C. albicans* - *Candida albicans*.

Table 3: Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) of *Balanites aegyptiaca* Extract against the test bacteria and fungi

Organism	Concentrations (mg/ml)						MIC	MBC
	100	50	25	12.5	6.26			
<i>E. coli</i>	-	-	+	+	+	50	100	
<i>S. typhi</i>	-	-	+	+	+	50	100	
<i>S. aureus</i>	-	-	-	+	+	25	50	
<i>C. albicans</i>	-	-	+	+	+	50	100	

Key: *S. aureus* = *Staphylococcus aureus*, *E. coli* = *Escherichia coli*, *S. typhi* = *Salmonella Typhi*, *C. albicans* - *Candida albicans*

4. Discussion

The antimicrobial activity of the leaves extract was screened because of their great medicinal relevance in recent years. Infection has increased to a great extent and resistance against antibiotics has become an ever increasing problem. The presence of antifungal and antimicrobial compounds in the higher plants is well established as they have provided a source of inspiration for novel drug compounds as plant derived medicines have made significant contribution towards human health (Maluventhan and Sangu, 2010). Medicinal plants have been found to contain some bioactive components that enhance their medicinal properties, this research discovered the presence of some phytochemical compounds presents in the crude extract of *B. aegyptiaca*; The presence of alkaloids in the leave extract shows a high possibility that it can be used in the initial treatment of myocardial infection as stated by Ayandele and Adebisi (2007). Alkaloids have also been used in the treatment of peptic ulcers, prevent motion sickness and as a component of pre-anaesthetic drugs with cocaine perhaps the best known alkaloid mostly because of its use as an illicit drug (Hippophae and Fuhengvo, 1997). The presence of flavonoid in the leave extract also suggest it can be used to prevent cancer since it has antioxidant activity by inducing free radicals (Hippophae and Fuhengvo, 1997). The presence of saponins in the leave extract also suggest a potent immune stimulant, but their application as vaccine adjuvants have been limited due to associated toxicity (Caroline *et al.*, 2006). The presence of tannins was moderate and may be responsible for its traditional uses. Tannins act as a barrier for microorganisms like bacteria and fungi (Hena *et al.*, 2010). The presence of Terpenoids is high. Terpenes have shown antimicrobial activities. This is important due to the increase in antibiotic resistant bacteria which is occurring globally at an alarming rate. Addition of Terpenes in livestock feed may replace conventional antibiotic addition, which in turn will slow the rate of antibiotic resistance in bacteria (Zwenger and Chanda, 2008).

S. aureus was found to be highly susceptible to the plant extract with a higher zone of inhibition than other test organism used in this research. This result is in line with the findings of Gupta *et al.* (2011) who stated that the reason for higher sensitivity of gram positive bacteria than gram negative could be ascribe to the differences between their cell wall compositions. The gram positive bacteria have an outer peptidoglycan layer which is an ineffective permeability barrier compared to that of gram negative bacteria (Scherrer and Gerhardt, 1971).

This research also observed a dose dependent increase in the antibacterial and fungi activity of the extract against the test organism. Similar findings by Camarda *et al.*, (2007) was reported, that higher concentrations of antimicrobial substances of the same extract could show appreciable inhibition.

The highest minimum inhibitory concentration and minimum bactericidal concentration that inhibit bacterial growth was observed against *S. aureus* followed by *S. typhi*, *E. coli* and *C. albicans*. The susceptibility of these organisms to the extract of this plant is very interesting considering the wide spread phenomena of antibiotic resistance of the organisms (Coker and Aefeso, 1994). At 50 mg/ml and 100 mg/ml concentration of *B. aegyptiaca* leave extract there was little activity of the extract against *C. albicans* compared to the bacteria species, this may be due to the resistace nature of fungal species to conventional antibiotics. The higher activity showed by the bacteria test bacteria is in line with the findings of Hena *et al.*, 2010; Doughariet *et al.*, 2010) who reported the activity of methanolic/ethanolic extract of *Balaniteaegyptiaca* on *S. typhi*.

5. Conclusion

Traditionally plant material is used as a crude extract and such treatments do not aim at using the pure isolate of the extract. The ethanol leave extract of this plant contains several secondary metabolites as shown by this findings can be used in producing antimicrobial and fungal agent against *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhi* and *C. albicans* respectively. It is recommended that further research should be carried out on the bioactive components of this plant. The need for the establishment of a standard dosage cannot be over- emphasized and the need to carry out a toxicity level of the extract resulting from over dosage should not be over-looked.

6. References

- Alinnor, I.J (2007): Preliminary phytochemical and antibacterial activity screening of seeds of *Garcinia cola*, *Journal of chemical society of Nigeria*, 221(2):41-47.
- Ayandele, A A and Adebisi, A.O. (2007) The phytochemical Analysis and antimicrobial screening of extract of olax sub scorpio idea, *African Journal of Biotechnology*, 6(7): 868-870.
- Banso.A (2009). Phytochemical and Antimicrobial investigation and Antibacterial investigation of bark extract of *acacia nilotica*. *Journal of medicinal plants Research*, 3(2):82-85.

III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

- Camarda, L. Dayton, T. Di-Stefano, V. Pitozo, R and Schillaci, D. (2007) Chemical composition and antimicrobial activity of some oelegrum resin essential oils from *Boswellia spp.* *Ann Chim*; 97: 837 – 844
- Caroline, D; Skene, A and Philips, S (2006). Saponin- adjuvanted particulate vaccines for clinical use, *science Direct Journal*, (40):53-59.
- Cheesbrough, M. (2002): *Medical laboratory manual for tropical countries*. ELBS edition. Tropical countries. Health technology publications, UK.2:2-392.
- Chothani, D.L and Vaghasiya, H.U (2011) A Review on Balanite aegyptiaca Del; Phytochemical constituents traditional uses and pharmacological activity, *Journal of pharmacognosy* (5):55-56.
- Coker, A. D and Adefeso, A (1994): The changing patterns of campylobacter jejuni and coli in Lagos, Nigeria after ten years. *East African medical Journal*, (71): 437-440.
- Doughari Lll; Pukuma, and Del, N (2007): Antibacterial effect of Balanite aegyptiaca and moringaoleifera lam on *Samonellatyhi*. *Academic Journals*, 6(19):2212-2215.
- Eaton T.J.(2001). molecule Screening of Enterococcus virulence determinants and potential for genetin exchange between food and medical isolates .apply, *Environmental microbiology*.67:1628-16356.
- Emad, M.A; Anis, B.h and Khalifa, S. A (2012): Antimicrobial, antioxidant and phytochemical investigation of Balanite Aegyptiacaf--j.Del. Edible fruits from sudan. *African Journal of Biotechnology*, 11 (52): 11535-11542.
- Fatope, M.O and Adoum, O.A (1993). Bioactivity of some savanna plants in brine shrimp lethality test and invitro antimicrobial assay. *International Journal of pharmacognosy* 35(5):334-337
- Gupta S.M, Arif M and Ahmed Z (2011). antimicrobial activity in leaf; seed extract and seed oil of jatropha curcas against *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus subtilis*, *Agrobacterium tumefaciens*, *E. coli*, *Pseudomonas flourescens*, *Acinetobacter junii*, *Rhizopus oryzae*, *Mucor indicus* and *Tilletia indica*. *Journal of Applied and Natural Science* 3(1):102-105
- Harborne.LB (1998): *Phytochemical methods (a guide to useful modern techniques of plant analysi*s].IG): 1-6
- Hena, IS; Adamu, AK; Lortsun, D.N and Olonitola, O.S (2010) phytochemical screening and antimicrobial effect of the aqueous and methanolic extract of Balanite aegyptiaca on some bacteria species, *Science world Journal*, 2(5):59-62.
- Hippophae, AZ and Fuhengvo, W. Y (1997). Seabuckthorn flavonoids and their medicinal value, 10(1):39-41.
- Khan, M.E; Abdu, k; Agar, Band Lawan, Z,U (2008). Chemical analysis and chemotherapeutics of Stem Bark of Balanite aegyptiaca *continental Journal of Applied Science* (3) :95-102
- Kubramawa, C and Okorie, D (2007). Preliminary Phytochemical and Antimicrobial Screening of medicinal plants from Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 6(14): 1690 - 1692.
- Maluventhan and sangu (2010). *Medicinal Plants and traditional medicine in Africa*. John wiley and sons.Pp, 30 - 39.
- Oyeleke B.S., S.B. Manga (2008): *Essentials of Laboratory Practical's In Microbiology*. First edition. Topbest publisher S.W.225 Hospital Road Minna-Niger State, Nigeria.Pp 18, 22-23, 42 and 45.
- Paulson D.S.,(2005) importance of vertebrate viruses for Choosing hand antiseptics with virucidal efficacy .*American journal of infection control* 33:435.436.
- Praschant T'Birnlesh, K; man deep, k Gurpreet, K and Harleen, K(2011).Phytochemical screening and Extraction *International peer Review Journal*](1) : 98 - 106.
- Scherrer, R. and Gerhardt, P (1971). Molecular sieving by the Bacillus megatrium cell wall and protoplast. *Journal of bacteriology*, 107: 718-735.
- Soforowa, E.A (1993). *Medicinal Plants and Traditional medicine in Africa*. Spectrum Books Ltd. Ibadan Pp. 151-153.
- Solomon - wisdom, G.O and Shittu, G.A (2010). Invitro antimicrobial and phytochemical activities of *Acacia nilotica* leaf extract, *Journal of medicinal plant Research*, 4 (12): 1232 - 1234
- Yadav, IP and Panghal, M (2010). Balanite Aegyptiaca. A Review of its traditional uses, Phytochemistry and Pharmacological properties, *International journal of Green Pharmacy*, (4): 140 - 146.
- Zwenger.S and Chandak, B (2008): *Plant Terpenoids, Application and Future potentials* Academic Journals, 3 (1): 1 - 7.

THE EFFECT OF FILLER PHASE SYSTEMS SYNTHETIC BY DIFFERENT METHODS ON THE PERFORMANCE OF THE DENTAL COMPOSITE

Yılmaz Cebir ¹, Aysu Sıla Şahin ², Emel Seyrek ³, Kadir Sağır ⁴, Ergün Keleşoğlu ⁵

^{1,5} *Turkish-German University, Faculty of Science, Department of Material Science and Technology, Turkey*

¹ *ORCID ID: 0000-0003-1046-9438, yilmaz_cebir@hotmail.com*

² *ORCID ID: 0000-0003-0036-1220, aysu98sahin@gmail.com*

³ *ORCID ID: 0000-0003-1670-5673, e160101108@stud.tau.edu.tr*

⁴ *ORCID ID: 0000-0001-7306-4476, kadir.sagir@tau.edu.tr*

⁵ *ORCID ID: 0000-0002-9953-9342, ergun.kelesoglu@tau.edu.tr*

Abstract

Dental caries is a common disease affecting human health around the world. Amalgam, glass ionomer and dental composites that fulfill the functions of the tooth are used in the treatment of caries. The superior advantages of restorative dental composites such as excellent aesthetic appearance, applicability and antibacterial properties have made their use widespread. However, conditions such as polymerization shrinkage, microleakage and secondary caries formation adversely affect the success of treatment in restorations using dental composites. The performance of dental composites produced by decomposition of inorganic phases with the addition of binding agent in the organic matrix is directly dependent on the structures that make up the compound. Optimization of particle size, distribution and chemical composition of inorganic phases that add mechanical strength and stability to dental composite structure is a popular research topic. In the present study, nanoscale inorganic phase components were synthesized by different synthesis methods. By optimizing the temperature, reduction rate, molarity, pH and similar process parameters, nanoparticles with homogeneous distribution were synthesized and added to the dental composite structure. The characterization of the inorganic phases produced by the addition of Nanoparticle Complex containing silica, alumina and similar components in the natural tooth structure was performed with scanning electron microscopy (FE-SEM) and X-Ray Diffraction Diffractometry (XRD). The performance of the produced dental composites was determined by the flexural and compression strength using the Universal testing machine (Shimadzu KGX-V); hardness values were determined by using Micro Vicker's Hardness device (Bulut Makina). The results of chemical precipitation, hydrothermal and sonochemical synthesis groups were discussed and the effects of different synthesis methods on dental composite performance were determined.

Keywords: *Nanoparticle synthesis, filler phase, dental composite, FE-SEM, XRD.*

1. Introduction

Dental caries is a problem that needs to be solved in some countries of the world and negatively affects public health. Tooth decay, which is due to many factors, is considered a disease that requires treatment. With dental caries, damage to a specific tissue or to the entire tooth can occur. It is known that dental composites are used in the treatment of caries in the field of dentistry.[1] Composites, which have various advantages such as aesthetic compatibility and ease of use, still have deficiencies in some areas. Composite fillings placed on teeth are known to cause secondary caries. Nanoparticles are solid nanoscale particles formed from biocompatible materials containing an active ingredient selected for use in dentistry or even produced by mechanical or chemical processes.[2] These particles are used in innovations in dentistry.

Many materials have been used in caries treatment over the years. The use of different metals, such as gold, was also common in restoration work. However, the restoration of gold has been very laborious and amalgam has become the most well-known material used in situ over the years. New materials have been developed to replace amalgam for various health and aesthetic reasons. Until the development of resin-based composites, silicate cement and polymethyl methacrylate were used to produce esthetic restorations. The use of glass ionomers has declined due to their poor physical properties. In addition, the discovery of light-cured resin composites has reduced the use of glass ionomers. Dental caries is a very common disease worldwide and has some economic consequences.

Development work on dental composites has made good progress in recent years. Despite this, secondary caries formation is still a big problem. Despite this problem, recently produced biomaterials have found a wide application area. As a result of these studies, amorphous calcium phosphate (NACP) and CaF₂ nanoparticles were produced. It released calcium/phosphate and fluoride ions, allowing remineralization of dental lesions and neutralization of acids. Thanks to these biomaterials, the success in preventing and treating caries in restorative dentistry has increased. Today, the most appropriate treatment for dental caries is to cover the tooth socket with a restorative material.[3] Aesthetic dental composites are suitable for this process. Today, its use has increased with improved wearability and improved clinical performance. [4-5]. However, these composites tend to accumulate quite a lot of plaque. Plaque adjacent to the restoration margins can lead to secondary caries. This was a major reason for the improvement of existing composites. In order to eliminate such negative effects, it has become important to combat secondary caries by adding bioactive

agents with remineralizing and antibacterial properties to composites. Recently, amorphous calcium phosphate (NACP) nanoparticles with a size of about 100 nm were synthesized for the first time by spray drying technique. Thanks to the small size and large surface effects, the "smart" NACP nanoparticles exhibit excellent properties by dramatically increasing the calcium and phosphate ions released at low cariogenic pH, almost doubling the mechanical properties of the aforementioned CaP composite. There is a natural physiological balance between remineralization and demineralization that develops in the tooth structure in the mouth. Acids produced by bacteria increase this equilibrium state towards demineralization. This shows that nanoparticles provide more mechanical properties to the composite structure. [6]

The aim is to add antibacterial properties to the tooth surface by adding the aluminum fluorine complex nanoparticles synthesized during this study as a support structure to the composite structure. If this goal is achieved, plaque and secondary caries formation on the tooth surface is reduced. It is desirable that the nanoparticles to be produced have a large surface area and high surface reaction efficiency.[7-9] For this purpose, aluminum fluorine complex filler phase systems were synthesized using sonochemical and hydrothermal synthesis methods. Experiments were carried out at different molarity and temperature parameters to create these fill-phase systems. The morphology, grain size and crystallinity of the support phases were investigated in SEM and XRD analyses. High sintering temperature and low molarity contributed positively to crystallinity and nanoparticle synthesis. The performance of the produced dental composites was investigated by bending, compression strength and hardness values. Thus, the effect of different synthesis methods on dental composite performance was determined.[9-11]

2. Materials and methods

The production of aluminum fluorine complex nanoparticles in a suitable morphology for use as the supporting phase of dental composites is synthesized using 2 different methods. The first of these is the sonochemical method. The sonochemical process using sound waves is explained by the phenomenon of cavitation, in which bubbles in a liquid continuously form, grow and collapse inwards. The second method is the hydrothermal method. The synthesis process, which takes place at a temperature above ambient temperature and a pressure above ambient pressure, is called hydrothermal synthesis. These two methods are the most commonly used methods especially in nanoparticle synthesis. As a result of the obtained syntheses, the samples are filtered, dried by heating in an oven, ground or sintered. In order to determine the characteristic properties of the synthesized particles, after performing the relevant SEM, XRD-like characterization methods and determining the optimal synthesis parameters determined at the end of the controlled experiments, nanopowders are loaded into the dental composite structure and the dental composite is analyzed according to the relevant standards.

2.1. Synthese von aluminum fluorine complex fillerphase mit Nanopartikel-Morphologie

2.1.1. Sonochemical synthesis

Through sonochemical synthesis, ultrasonic energy becomes applicable to chemical reactions. In this process, the chemicals in the solution are exposed to ultrasonic waves. The processes of precipitation, recovery, association and directed growth of structures in solution can be controlled. Parameters can be changed in the ultrasonic device.

The recipe for obtaining the nanoparticle morphology was determined by varying the various process parameters for nanoparticle aluminum fluorine complex synthesis by a sonochemical synthesis method.

The cation solution is prepared by mixing 0.5M 40mL $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (Supelco) and 2M 10mL $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ (Acros) solutions. Anion solution is prepared by mixing 0.5M 360mL NH_4OH (Merck) and 0.5M 90mL NH_4F (Aldrich) solutions. The cation solution is added to the anion solution with vigorous stirring. After mixing the cation and anion solution, 0.5 M 16 ml EDTA(Merck) solution was added to this solution. With the ultrasonic device (HD2200, Bandelin) , which generates 200 W of power at a frequency of 28 kHz, 3 separate ultrasonic mixing processes are carried out at room temperature for 30 and 90 minutes. As a result of the experiments, optimal mixing conditions are determined at which the nanoparticle morphology is preserved. The precipitate obtained after centrifugation is washed with ethanol and deionized water. The precipitate to be obtained is filtered by a vacuum filtration method. After filtration, AlF powders with nanoparticle morphology are dried in an oven (PLF160, Protherm) at 180°C for 2 hours.

2.1.2. Hydrothermal synthesis

Hydrothermal synthesis is the process of crystallization from an aqueous solution at constant temperature and pressure. When using water as the solvent, this technique, known as hydrothermal processing, involves dissolving materials in a solution that has been heated to a certain temperature. The solution is poured into a Teflon mold inside the autoclave, usually made of stainless steel. Thanks to this pressure vessel called an autoclave, the reaction takes place in isolation from external effects. This method has many advantages. They are easy to use and require no other equipment, the reaction takes place at constant pressure and temperature, the reaction takes place in isolation from external factors and is suitable for the synthesis of nanoparticles. In the hydrothermal synthesis method, attention should be paid to process parameters such as reaction time, temperature, pH and molarity of the solution.

2M 40 ml $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ and 2M 10 ml $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ are mixed using a magnetic stirrer. A cation solution is prepared with this mixture. 2M 360 ml NH_4OH and 2M 90 ml NH_4F are mixed using a magnetic stirrer. An anion solution is prepared with this mixture. 40 ml EDTA solution are prepared. The resulting cation solution (50 mL) is added to the anion solution (450 mL) with vigorous stirring. Then the prepared EDTA solution is added. The resulting new solution is stirred for about 30 minutes. The solution is placed in the teflon part of the hydrothermal reactor and the reactor is kept in the muffle furnace at 180 degrees for 12 hours. The reactor removed from the furnace is expected to cool. The solution removed from the reactor is filtered through filter paper using distilled water and vacuum. The obtained AlSrOF powders are dried in an oven at 80 degrees for 2 hours.

2.2. Mechanical testing of dental composites

Aluminum fluorine complex powders synthesized by different methods are divided into groups and silanized and added to the filling phase of the dental composite. In order to determine the effect of aluminum fluorine complex synthesis method on the mechanical properties of dental composite such as flexural strength, compressive strength and Vicker's Hardness, four study groups with the same content were prepared. Sufficient amount of BisEMA, BisGMA and UDMA as filling phase, silica (Si), zirconia (Zr), silanized aluminum fluorine complex and camphorquinone (CQ), TPO, BHT and 4-EDMAB as photoinitiator were added to the organic phase of the prepared dental composite. The organic phase, inorganic phase and photoinitiator components prepared in the determined amount are mixed in a high speed mixer (DAC 150.1 FVZ-K, SpeedMixer TM) to ensure that they are mixed for a sufficient time.

The obtained composite is placed in a 2x2x25 mm Teflon mold for flexural strength test according to ISO4049:2019 standard and cured for 20 seconds on both sides with the overlap method. The samples prepared for the flexural strength test are placed in flexural device (Universal testing machine Agx-v 100 kN, Shimadzu) on supports with a diameter of 2 mm and a distance of 20 mm, and a load is applied at a speed of 0.75 mm/s.

According to the equation I given below, the flexural strength of the samples is determined. Here F is the load (force) at the breaking point, L is the length of the support (outer) opening, b is the width, h is the thickness.

$$\text{Equation 1} = \frac{3 * F * l}{2 * b * h^2} (N/(mm)^2) \quad (1)$$

In order to determine the compressive strength and Vicker's Hardness values of dental composites, 4x6 mm and 2x19 mm specimens, respectively, were prepared in a Teflon mold and cured on both sides similar to the bending strength process. For compressive strength, the radius of cylindrical specimens is measured with a digital caliper, and the compressive strength is measured from the force at which fracture occurs using Equation II, where F is the load at the point of rupture (force), d is the radius.

$$\text{Equation 2} = \frac{4 * F}{\pi * r^2} (N/(mm)^2) \quad (2)$$

The samples prepared for the hardness test were measured in the hardness device (Microvicker's MICROBUL 1000-DN, Bulut Makine). Equation III is used to determine the Vicker's hardness value, where F is the average of applied load (N) and D diagonal dimensions (mm).

$$\text{Equation 3} = 1,854 \frac{F}{D^2} (HV) \quad (3)$$

3. Results and conclusion

According to the results obtained, differences in microstructure and hardness values of aluminum fluorine complex powders produced by different synthesis methods were determined. Scanning electron microscopy (Quattro S, Thermofische) and XRD (Emprean, Panalytical) images of each group are shown in Figure 1 and 2. According to the obtained FE-SEM and XRD images, it directly affects the particle size, geometry and distribution of ALF crystals with different synthesis methods and recipes.

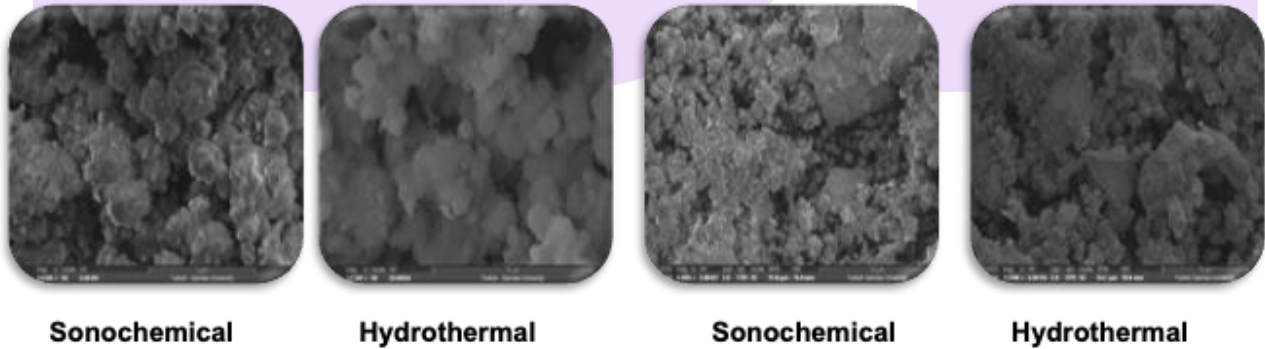


Figure 1: SEM images of ALF particles;

A,C : sonochemical synthesis method and B, D: hydrothermal synthesis method

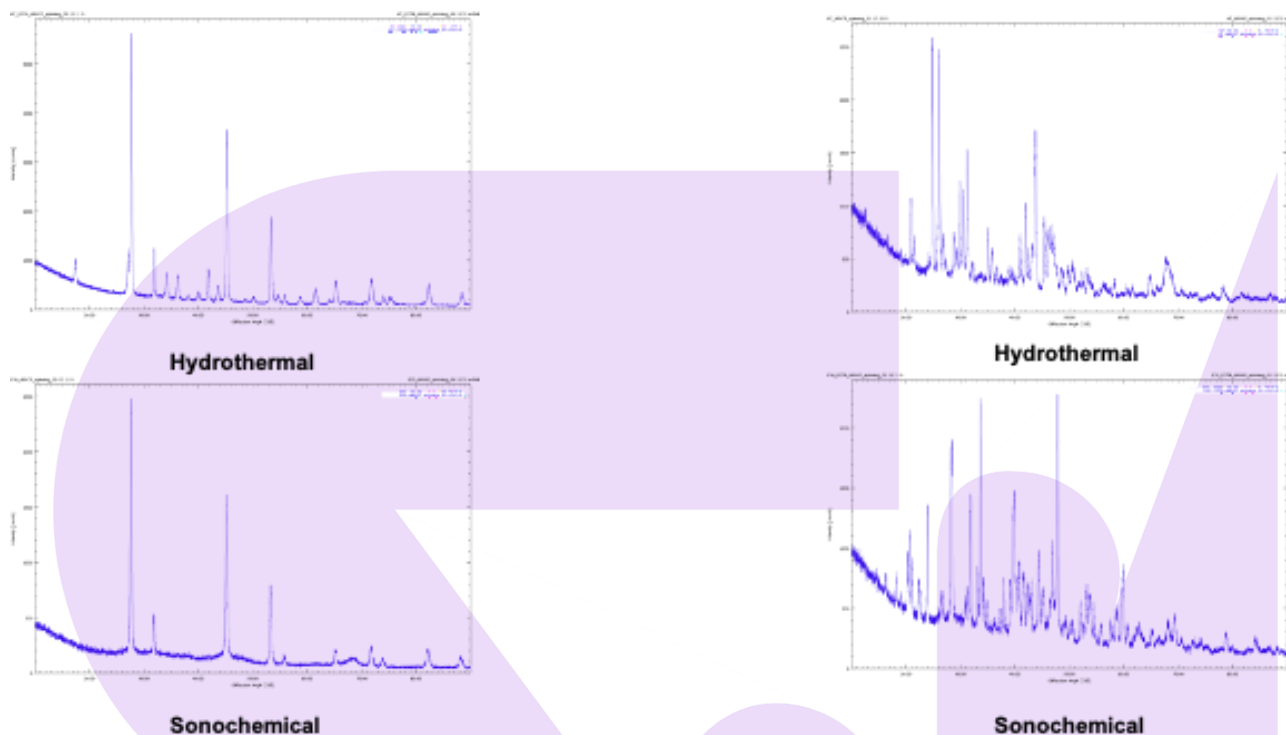


Figure 2: XRD images of ALF particles;

A,C : sonochemical syhenthesis method and B, D: hydrothermal synthesis method

Although the samples could not exceed the minimum value specified in the ISO 4049 standard, it was predicted that the minimum value could be exceeded by using the ALF complex with different synthesis methods. Thus, the differences between the minimum and maximum values of the groups were determined. While this is not a significant difference for bending and compression, it is important that there is a significant difference for stiffness. Especially in the oral environment, it is important to have high hardness values against chewing and abrasion movements.

Table 1: Results of mechanical tests

Flexural Strength (Mpa)	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
	75,668	61,564	78,165	64,823
Compression Strength (Mpa)	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
	114,99	108,91	117,37	109,025
Hardness of Vicker's (HV)	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
	44,004	40,01	43,538	40,078

Hydrothermal synthesis method resulted in higher hardness values in the composite. As a result, ALF's different morphological structures caused by different production methods will provide innovations in the field of dentistry, by increasing the mechanical strength of the dental composite and reducing the formation of secondary caries.

4. References

- [1] Chen Y-R, Lai P-L, Chien Y, Lee P-H, Lai Y-H, Ma H-I, et al. Improvement of Impaired Motor Functions by Human Dental Exfoliated Deciduous Teeth Stem CellDerived Factors in a Rat Model of Parkinson's Disease. *International journal of molecular sciences* 2020;21:3807.
- [2] Frencken JE, Giacaman RA, Leal SC. An assessment of three contemporary dental caries epidemiological instruments: a critical review. *British dental journal* 2020;228:25-31.
- [3] "Fejerskov O. Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res.* 2004;38(3):182–91. 8. Banava S, Yazdi MS, Heshmat H. Restorative: bio-treatment of caries. *Br Dent J.* 2014;216(6):267–7”.
- [4] “Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, et al. Minimal intervention dentistry—a review. *Int Dent J.* 2000;50(1):1–12.”.

III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

- [5] “Ruddell DE, Maloney MM, Thompson JY. Effect of novel filler particles on the mechanical and wear properties of dental composites. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater*. 2002;18(1):72–80. ”.
- [6] L. Cheng et al., “Biomaterials in Caries Prevention and Treatment,” in *Interface Oral Health Science 2016*, Springer Singapore, 2017, pp. 101–110. doi: 10.1007/978-981-10-1560-1_9.
- [7] Y. R. Zhang, W. Du, X. D. Zhou, and H. Y. Yu, “Review of research on the mechanical properties of the human tooth,” *Int. J. Oral Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 61–69, 2014, doi: 10.1038/ijos.2014.21.
- [8] J. H. Kinney, S. J. Marshall, and G. W. Marshall, “The mechanical properties of human dentin: A critical review and re-evaluation of the dental literature,” *Crit. Rev. Oral Biol. Med.*, vol. 14, no. 1, pp. 13–29, 2003, doi: 10.1177/154411130301400103.
- [9] Z. Selin SIRIK and Gülbahar IŞIK ÖZKOL, “Diş Hekimliğinde Nano Teknoloji” [#111740]-94785,” *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, pp. 79–87, 2014, Accessed: Jan. 20, 2022. [Online]. Available: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/94785>
- [10] Sujith R, Yadav TG, Pitalia D, Babaji P, Apoorva K, Sharma A. Comparative Evaluation of Mechanical and Microleakage Properties of Cention-N, Composite, and Glass Ionomer Cement Restorative Materials. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 2020;21:691-5.
- [11] Elmarakby AM. One Bulk Fill Composite Restorative Material: Advantages and Application Technique. *EC Dental Science* 2020;19.

INVESTIGATION OF DEGASSING AND HEAT TREATMENT PARAMETERS OF EN AC 46000 ALUMINUM ALLOY AT DIFFERENT GASES AND TIMES

EN AC 46000 ALÜMİNYUM ALAŞIMINDA FARKLI GAZ VE SÜRELERDE GAZ GİDERME VE ISIL İŞLEM PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Bahadır Acar^{1*}

¹ Yıldız Pul Otomotiv Motor Parçaları Sanayi A.Ş. R&D Center, Konya/TURKEY

¹ 0000-0001-8540-7368, bahadiracar42@gmail.com

* Corresponding Author

Abstract

Aluminum alloys are used in many fields such as defense industry, automotive and aerospace. The reasons why aluminum alloys have been preferred in recent years are that they are light and easy to process, and that they conduct heat and electricity as well as copper. In order for aluminum alloys to be used as engineering materials, the hydrogen index and mixing process must be completed successfully. Mixing gases also differ in aluminum alloys. The hydrogen index parameters of aluminum alloys with different chemical compositions were made in the same way. In this study; EN AC 46000 (AlSi9Cu3) aluminum alloy has been degassed with nitrogen and argon gases. For the EN AC 46000 aluminum alloy, degassing was performed for 60, 90, 120, 150 and 180 seconds. The material structure was examined together with the thermal T6 heat treatment applied to the EN AC 46000 aluminum alloy. T6 heat treatment was carried out as solution taking, quenching and aging. Hydrogen index measurement is related to the amount of hydrogen in the material and is the main reason for the casting voids we call porosity. Based on this, it is determined by the values obtained as a result of the solidification of the liquid metal under vacuum and in the atmosphere, and the mixing time with the lowest hydrogen index is selected. According to the results of the findings; The most appropriate parameter selection was made by interpreting the result of parameter changes used for degassing and heat treatment in aluminum casting alloy.

Keywords: Hydrogen, Index, Degassing, Heat Treatment.

1. Giriş

Bu makalenin amacı, alüminyum dökümünde kullanılan EN AC 46000 alaşımının sıcaklık sabit tutularak süre değişimine göre mekanik özelliklerinin değişimi gözlemlenmesidir. Amaç sonunda EN AC 46000 alüminyum alaşımının T6 yapay yaşlandırma sonucu mikroyapı özellikleri, sertlik değerleri ve çekme testine göre değerlendirilip sunuca ulaşılması hedeflenmiştir. Yüksek basınçlı döküm yöntemi ile döküm işlemi gerçekleşen EN AC 46000 alüminyum alaşımında T6 ısıtım işlemi prosesi farklı sürelerle bağlı olarak uygulanmıştır.

Alüminyum-silisyum alaşımları, çelik ve dökme demirlerden sonra en çok kullanılan metaldir. Bakır ve alaşımlarına göre 3 (üç) kat daha hafif olmasına rağmen yüksek dayanıma sahip olması, alüminyumun otomotiv sektöründe kullanım miktarını hızlı bir şekilde yüksetmektedir. Yurtdışında kullanılan alüminyumun yaklaşık 1/3'ü otomotiv sektörü tarafından kullanılmaktadır. Ağır ve hafif araçlarda, hava yolu taşımacılığında, demir yolu ulaşım sisteminde yük taşıma ve gemi sanayinde de kullanılmaktadır. Otomotiv endüstrisinde güvenilir olması, konforlu olması, büyük ve az yakıt tüketen otomobiller için hafif ve mukavemeti yüksek malzemelerin geliştirilmesi için daha fazla alüminyum kullanımı yapılmaktadır [1].

Alüminyum alaşımları üretim metotları esas alınarak dövme ve döküm olmak üzere iki ana alt gruba ayrılmaktadır. Bu da imal usullerindeki farklılıkların olduğunu göstermektedir. Plastik deformasyon ile şekil verilebilen dövme alaşımları, döküm alaşımlardan oldukça farklı mikroyapı ve kimyasal kompozisyona sahiptirler. Her iki grup içinde bulunan alaşımlar, ısıtım işlemi uygulanabilen ve uygulanamayan alaşımlar olmak üzere, iki alt gruba ayrılmaktadır. Isıtım işlemi uygulanabilen alüminyum alaşımları için yapılan ısıtım işlemi çökelme sertleşmesiyle elde edilmektedir. Çökelme sertleşmesi, alüminyum alaşımlarında istenilen mukavemeti elde etmek için uygulanan bir prosedir. Isıtım işlemi uygulanabilir dövme alüminyum alaşımlarının 2XXX, 6XXX ve 7XXX serileri olmak üzere üç ana grubu bulunmaktadır. Isıtım işlemi uygulanamayan alüminyum alaşımları ise çökelmeyle sertleştirilemez, mukavemetinin artırılabilmesi için sadece soğuk işleme yapılmalıdır.

Katı eriyik mukavemetlendirmesi, pekleşme ve dağılım mukavemetlendirmesiyle mukavemetlendirilirler[5]. Isıtım işlemi uygulanamayan dövme alüminyum alaşımlarının ise 1XXX, 3XXX ve 5XXX serileriyle üç ana grubu bulunmaktadır [2]. Çökelme sertleşmesi için kimyasal analizde tek fazlı bir yapı elde etmek amacıyla T1 sıcaklığına kadar ısıtılır ve alaşımdaki bütün fazların tek fazda çözünmesine kadar bekletilir. Daha sonra ani su verme işlemi ile, yaşlandırma prosesi yapılır [3].

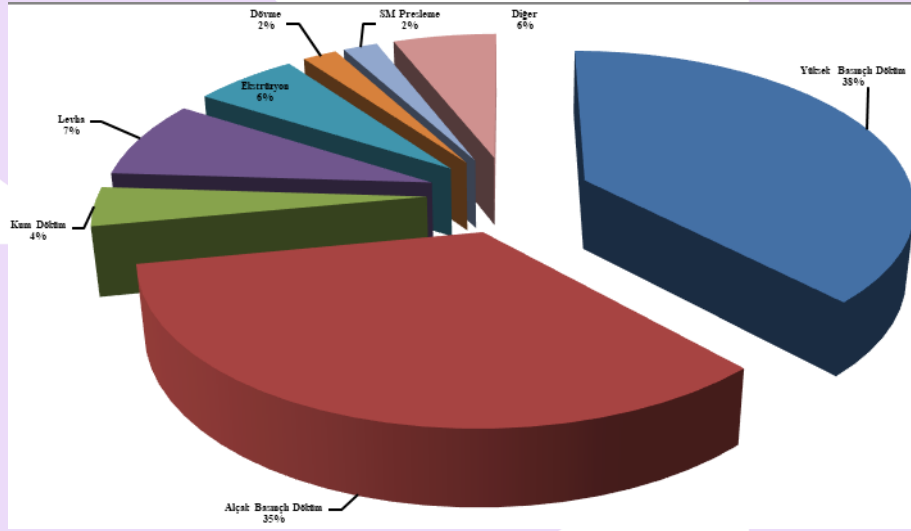
Alüminyumun çok fazla kullanım alanı bulunmaktadır. Bugün dünyada; 24.300.000 ton/yıl üretim ile alüminyum, demir-çelik üretiminden sonra en çok üretimi yapılan ikinci metal konumunda bulunmaktadır. Teknolojik gelişmeler ve alüminyum alaşımlarının özelliğinden kaynaklanan avantajı nedeni ile alüminyumun kullanıldığı alanların hızla artmaktadır. Alüminyumun kullanım alanlarına göre dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Alüminyumun Kullanım Alanlarına Göre Dağılımı [6]

Sektörler	Oran (%)
Ulaşım	25
İnşaat	24
Ambalaj	15
Elektronik	10
Genel Mühendislik	9
Mobilya, Ofis Eşyaları	6
Demir Çelik, Metalurji	3
Kimya ve Tarım Ürünleri	1
Diğer	7

Otomotiv sektöründe günümüzde artan rekabet ve çevre duyarlılığı otomobil üreticilerini yeni arayışlara itmiştir. Üretimde verimliliği korurken işletme maliyetlerini minimuma indirgeyen bir üretim anlayışı ile çevreyi daha az kirlüten, malzeme geri dönüşümünün çok daha kolay olduğu, emniyet ve konforu bir arada bulunduran ve ayrıca yakıt tasarrufu sağlayan otomobiller üretilmeye başlanmıştır [7].

Üretim yöntemine göre otomotiv alanında alüminyum kullanımı bir hayli fazladır. Döküm yöntemi ile alüminyumdan imal edilen kompresör gövdeleri, havalı grup gövdeleri, dişli kutusu gövdeleri, yakıt pompası gövdeleri, jantlar, başlıca örnekler arasındadır. Otomotiv sektöründe kullanılan alüminyumun %85'e yakını döküm yöntemiyle üretilmektedir[8].



Şekil 1: Otomotiv Sanayinde Üretim Tekniğine Göre Alüminyum Alaşımlarının Sınıflandırılması [10]

Alüminyum alaşımlarına ısıtma işlemi uygulanabilmesi için Cu, Mg, Fe, Mn, Sn ve Zn elementlerinin varlığının gerekliliği vurgulanmaktadır. Çünkü bu elementler ısıtma işlemi sonucunda çökeltiler (Mg_2Si , $Mg_3Mn_2Al_{11}8$, $Al-FeSi$, $AlCuMgSi$, $CuAl_2$ vb.) oluşturmak için gerekmektedir. Oluşturulan bu çökeltiler ise dayanımı ve sertliği geliştirmektedir. [9]

Gaz giderme, demir dışı metal döküm endüstrisi için özel bir prosedir. Döner gaz giderici, yüksek hızda dönen ve bir soy gazı püskürten ve onu erimiş metal içinde eşit olarak dağıtan bir rotor tarafından büyük soy gaz kabarcıklarını çok ince küçük kabarcıklara ayırır.

Kabarcıkların çapını azaltarak, bu kabarcıkların toplam yüzey alanı keskin bir şekilde artar, bu da eylemsiz kabarcık yüzeyinin daha fazla hidrojen ile temas etmesine ve erimiş metaldeki safsızlıkların bu zararlı maddeleri sıvının yüzeyine getirmesine neden olur. Alüminyum sıvının inert gazına akış kontrolü, gazın akış hızı, işlenecek metal sıvının hacmine göre ayarlanabilir ve dönen rotorun hızı uygun kabarcıklar oluşturmak için kullanılabilir. [4].

Endüstriyel kullanımda olan veya araştırma ve geliştirme aşamasında olan erimiş alüminyumun gazdan arındırılması için, mızraklar veya gözenekli tıkaçlar ile inert veya reaktif gaz enjeksiyonu, akı ilavesi, vakumlu gaz giderme, ultrasonla gazdan arındırma, spreyle gazdan arındırma ve döner gazdan arındırma yöntemleri vardır. Bunların arasında endüstride kullanılan en popüler yöntem, basit uygulaması ve diğer tekniklere kıyasla iyi performanslı olmasından dolayı döner gaz giderme yöntemi seçilmektedir. Döner gaz giderme yönteminde gaz kabarcıkları ne kadar küçük ve ne kadar iyi dağılırsa gaz giderme verimliliği o kadar yüksek olur [11].

Hidrojen, sıvı alüminyum içinde çözünür olarak bilinen tek gazdır. Sıvı alüminyuma hidrojen absorpsiyonu, alüminyum oksidasyonunun yanı sıra havadaki bozunma nemi nedeniyle:



İki atomlu hidrojen alüminyumda şu şekilde çözülür:



Hem sıvı hemde katı halde alüminyumda hidrojen çözünürlüğü Fe, Cu ve Mg'den çok daha az olmasna rağmen, çözünürlükteki önemli farklılıktan dolayı hidrojen alüminyum dökümlerde gözenek oluşumu için önemli bir yer almaktadır [12].

2. Materyal ve yöntem

Deneyisel çalışmalarda kullanılan alüminyum alaşımı, ticari bir alüminyum alaşımı olup kimyasal analizi Tablo 1'de verilmiştir. Alüminyum alaşımı soğuk kamara metal enjeksiyon makinesinde (yüksek basınç) döküm işlemi gerçekleştirilmiştir.

Yüksek basınç döküm yöntemi ile dökülen numuneler 460°C - 480°C'de çözeltiye alınıp ardından su verilmiştir. Ardından numuneler farklı sürelerde T6 ısıl işlemi uygulanmıştır. Şekil 2'de T6 (yapay yaşlandırma) ısıl işleminin prosesi verilmiştir.

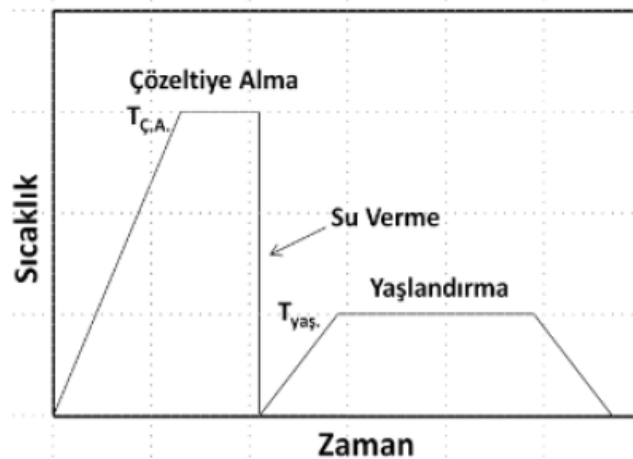
EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alüminyum alaşımından toplamda 30 adet numune döküm işlemi yapılmıştır. Dökülen numunelerden EN AC 46000 (AlSi9Cu3) malzemesinin işlem görmeden mikroyapı ve çekme test işlemleri yapılacaktır. Daha sonra EN AC 46000 (AlSi9Cu3) malzemesi 60 dakika, 120 dakika, 180 dakika ve 240 dakika yapay yaşlandırma işlemi yapılarak sonuç incelemesi yapılmıştır. Hazırlanan numunelere 460°C - 480°C'de çözeltiye alınıp ardından su verilmiştir. Su verme işleminden hemen sonra fırında 180°C'de suni (yapay) yaşlandırma işlemine alınmıştır.

Tablo 2: EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alaşımına ait kimyasal birleşim

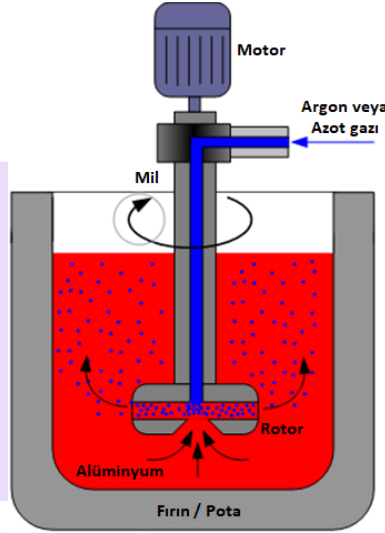
ALAŞIM		ELEMENTLER				
		Si (%)	Fe (%)	Cu (%)	Mn (%)	Mg (%)
EN AC 46000 (AlSi9Cu3)	Min.	8,00	0,60	2,00	0,00	0,15
	Max.	11,00	1,10	4,00	0,55	0,55
		Cr (%)	Ni (%)	Zn (%)	Pb (%)	Ti (%)
	Min.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max.	0,15	0,55	1,20	0,35	0,20

Tablo 3: EN AC 46000 döküm koşulları

Malzeme Cinsi	Malzeme Sıcaklığı	Kalıp Sıcaklığı	Arka Pompa Basıncı	2. Faz Akümülatör Basıncı
EN AC 46000	640 ±10 °C	100 °C	145 ±10 bar	148 ±10 bar
3. Faz Akümülatör Basıncı	Enjeksiyon Basıncı	1. Faz Enjeksiyon Basıncı	1. Faz Hızı	2. Faz Hızı
120 ±10 bar	250 ±10 bar	140 bar	% 30 ±3	2,5 Tam Tur
3. Faz Hızı	Kalıp Kapalı Kalma Süresi	Kalıp Açık Kalma Süresi	İtici Bekleme	3. Faz uygulama Süresi
2,5 Tam tur	2 sn	10 sn	1 sn	45 sn



Şekil 2: T6 ısıl işlem prosesi



Şekil 3. Argon ve azot gazı altında dönerli gaz giderme işlemi

Yaşlandırma işlemi yaparken tüm numuneler fırında olup süreler göre fırından hızlı bir şekilde alınmıştır. Fırının sıcaklığının korumak amacıyla yapılan bu işlemlerde max. 5°C'lik kayıp olmuştur. Bu kayıp metalografik olarak bir problem oluşturmamıştır.

Sertlik ölçümü, EMCOTEST Brinell sertlik cihazında 62.5 kgf yük altında 2,5 mm çaplı bilye kullanılarak 8 saniye test süresinde ölçümü yapılmıştır. 180°C sıcaklığında 60 dakika, 120 dakika, 180 dakika ve 240 dakika olacak şekilde suni yaşlandırma işlemi yapılmıştır. Alınan numuneler mikroyapıların incelenmesi için kesilerek bakalite alınmıştır. Bakalit alma işleminden sonra numuneler zımparalama ve parlatma işlemine tabi tutulmuştur.

Numuneleri zımparalama işlemi sırasıyla 80 grid, 240 grid, 600 grid, 1200 grid ve 2400 grid zımpara kağıtları ile yapılmıştır. Yapılan işlem sonucunda alüminyum alaşımları için kullanılan cuhada sırasıyla 3 µm ve 1 µm solüsyon ile yapılmıştır. Yapılan solüsyon işleminden sonra alüminyum alaşımları için kullanılan 0,5 cm³ hidroflüorik asit ve 99,5 cm³ su karışımı hazırlanarak hazırlanan dağlayıcı da 5-10 sn bekletilerek dağlama işlemi yapılmıştır. Mikroyapı incelemeleri NİKON MA 200 ters elektron mikroskobu ve CLEMEX yazılımı ile mikroyapı görüntüleri alınmıştır.



Şekil 4: Çözeltiye alma ve yaşlandırma fırını



Şekil 5: Yüksek basınç yöntemiyle EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alaşım numunesi

Şekil 3’de ısıtma işlemi proselinin yapıldığı PROTHERM laboratuvar tipi ısıtma işlem fırını yer almaktadır. 480°C’de çözeltiye alınan numuneler hızlı bir şekilde suda soğutulmuştur. Daha sonra her numune birer saat ara ile ısıtma işlem fırınına alınarak yapay yaşlandırma prosesi uygulanmıştır.

Şekil 4’te soğuk kamalı yüksek basınçlı enjeksiyon makinesinden çıkan numunelerdir. Soğuk kamalı yüksek basınçlı döküm makinesinde kalıp tasarımından sonra soğuk kamalı enjeksiyon makinesine bağlandıktan sonra döküm işlemi yapılmıştır. EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alaşımı için yaşlandırma prosesinde sonra parçalar üzerinde mekanik özellikler incelenmiştir.

EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alüminyum alaşımları ocakta eritildikten sonra sıvı metal potaya alınır. Potaya alınan sıvı maden sırasıyla 60 saniye, 90 saniye, 120 saniye, 150 saniye ve 180 saniye süreyle karışıma alınır. Karışım esnasında ilk olarak azot gazı ile proses alüminyum alaşımı içinde yapıldı. Karışım işlemi sonlandıktan sonra 2 adet çil numunesi alınıp, vakumlu ve vakumsuz ortamlarda katılaşması beklenir. Katılaşma sonunda hidrojen indeksi ölçümü yapılır.

Hidrojen indeksi hesaplama formülü şu şekildedir.

$$\left(\left(\frac{A - B}{A} \right) \times 100 \right) = \text{Sonuç} \quad (3)$$

A: Atmosfer ortamında katılaşan numunenin yoğunluğu

B: Vakum altında katılaşan numunenin yoğunluğu

Tablo 4. Gaz giderme parametreleri

Asansör Aşağı İnme Hızı	Asansör Aşağı Yukarı Çıkma Hızı	Dozaj Start Hızı	Gaz Basıncı	Dozaj Miktar Hızı	Çevrim Hızı
20 Hz	30 Hz	35 Hz	2,5 bar	40 Hz	35 Hz

3. Deney ve optimizasyon sonuçları

3.1. Hidrojen indeksi

EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alüminyum alaşımı üzerinde 60 saniye, 90 saniye, 120 saniye, 150 saniye ve 180 saniye süreler ile argon ve azot gazları ile birlikte gaz giderme işlemi yapılmıştır.

Tablo 5: EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alüminyum alaşımının azot gazı ile atmosfer ortamında katılaşan numunenin ölçüm değerleri

Atmosfer Ortamında Katılaşan Numune (Azot Gazı)					
Gaz Giderme Süresi (sn)	60	90	120	150	180
Su Üstü Ağırlık (gr)	89,59	86,66	85,06	46,09	93,31
Su Altı Ağırlık (gr)	56,23	54,36	53,48	48,00	52,41
Yoğunluk (gr/cm ³)	2,67	2,67	2,68	2,70	2,68
Hacim (cm ³)	33,45	32,39	31,67	28,17	30,99

Tablo 6: EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alüminyum alaşımının azot gazı ile vakum altında katılaşan numunenin ölçüm değerleri

Vakum Altında Katılaşan Numune (Azot Gazı)					
Gaz Giderme Süresi (sn)	60	90	120	150	180
Su Üstü Ağırlık (gr)	88,86	80,19	85,46	80,10	93,41
Su Altı Ağırlık (gr)	55,49	48,91	52,97	49,77	52,52
Yoğunluk (gr/cm ³)	2,52	2,55	2,62	2,63	2,66
Hacim (cm ³)	32,46	31,37	32,58	30,41	34,99

Tablo 7: EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alüminyum alaşımının argon gazı ile atmosfer ortamında katılaşan numunenin ölçüm değerleri

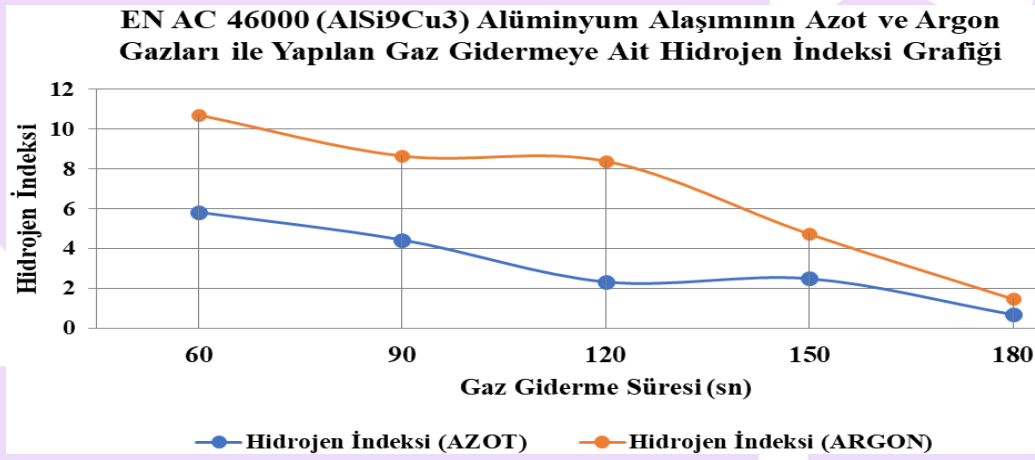
Atmosfer Ortamında Katılaşan Numune (Argon Gazı)					
Gaz Giderme Süresi (sn)	60	90	120	150	180
Su Üstü Ağırlık (gr)	88,89	80,03	79,72	82,32	84,41
Su Altı Ağırlık (gr)	55,57	50,05	49,89	51,67	53,00
Yoğunluk (gr/cm ³)	2,65	2,66	2,66	2,67	2,67
Hacim (cm ³)	33,41	30,06	29,91	30,74	31,50

Tablo 8: EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alüminyum alaşımının argon gazı ile vakum altında katılaştırılan numunenin ölçüm değerleri

Vakum Altında Katılaştırılan Numune (Argon Gazı)					
Gaz Giderme Süresi (sn)	60	90	120	150	180
Su Üstü Ağırlık (gr)	86,20	59,80	81,98	89,50	84,59
Su Altı Ağırlık (gr)	50,02	53,01	48,49	54,52	52,64
Yoğunluk (gr/cm ³)	2,37	2,43	2,44	2,55	2,63
Hacim (cm ³)	36,29	36,93	33,52	35,08	32,04

Tablo 9: EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alüminyum alaşımının argon ve azot gazlarında hidrojen indeksi sonuç tablosu

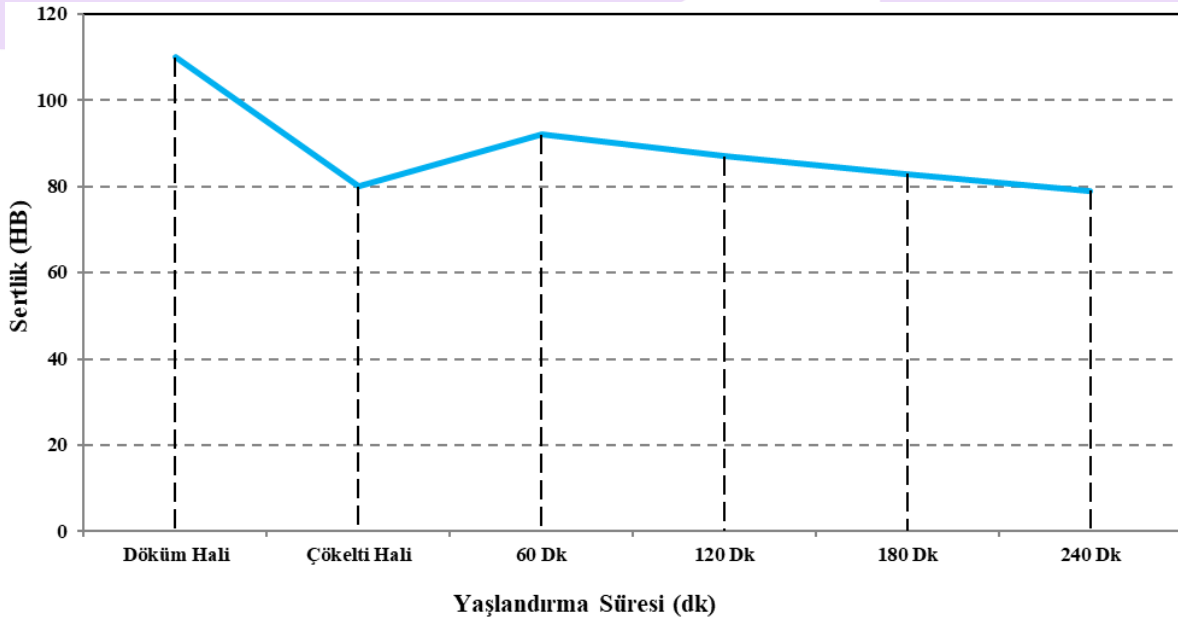
Gaz Giderme Süresi (sn)	60	90	120	150	180
Hidrojen İndeksi (Azot Gazı)	5,84	4,45	2,34	2,50	0,70
Hidrojen İndeksi (Argon Gazı)	10,72	8,66	8,40	4,74	1,48



Şekil 6: EN AC 46000 (AlSi9Cu3) Alüminyum Alaşımının Azot ve Argon Gazları ile Yapılan Gaz Gidermeye Ait Hidrojen İndeksi Grafiği

3.2. Sertlik deneyi

480 °C'de çözeltiyeye alınan ve 180°C'de 1saat, 2saat, 3 saat ve 4 saat süre ile yaşlandırılan EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alaşımının sertlik-zaman (HB) grafiği hazırlanmıştır.

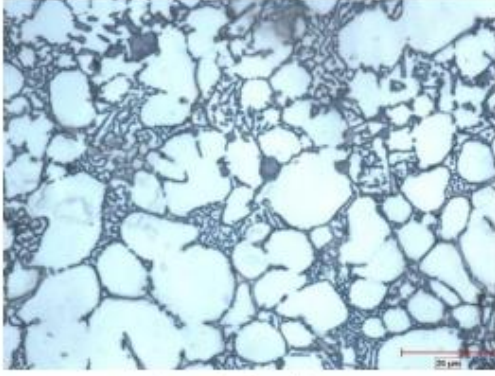


Şekil 7: EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alaşımının sertlik- zaman (HB) grafiği

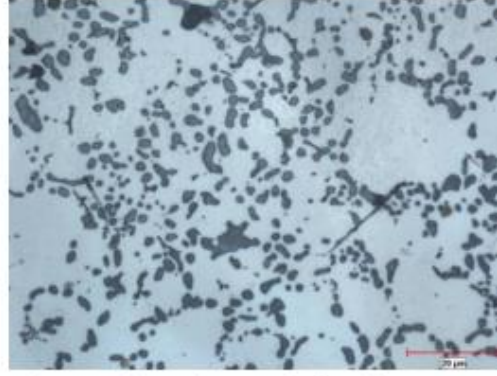
Şekil 5'de verilen grafikte görüldüğü üzere yaşlandırma yapılmadan EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alaşımı en yüksek sertliğe sahiptir. Çözeltiye alındıktan sonra alaşımın sertlik değeri zamana bağlı olarak düşmektedir. 60 dakika sonunda 92 HB sertlik değerine düşmüştür. Her 60 dakika sonunda sertlik değeri azalma meydana gelmiştir.

3.3. Mikroyapı incelemesi

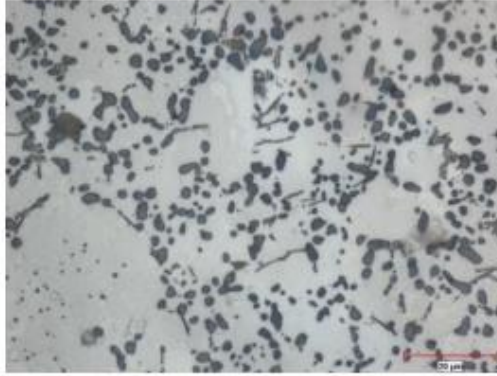
Mikroyapı incelemeleri için Keller çözeltisi ile dağlanmışır. Dağlama sonrası NikonEclipse MA-200 ters metal mikroskopunda ClemexVisionLight görüntü analiz yazılımı kullanılarak 1000x büyütme yapılarak mikroyapı görüntüleri alınmıştır. Alınan mikroyapı görüntülerine göre yaşlandırma prosesinin uzaması ile birlikte tanecikler bir araya toplanmıştır. Taneciklerin bir araya toplanması ile birlikte mukavemet azalmıştır. Buna eş değer olarak sertlik değeri de düşmüştür. EN AC 46000 (AlSi9Cu3) malzemesinin dentrit yapılarının oluşmasından dolayı çekme dayanımı en yüksek olan yapıdır. Yaşlandırma prosesi ile birlikte dentrit yapıların kaybolduğunu mikroyapılardan görülmektedir.



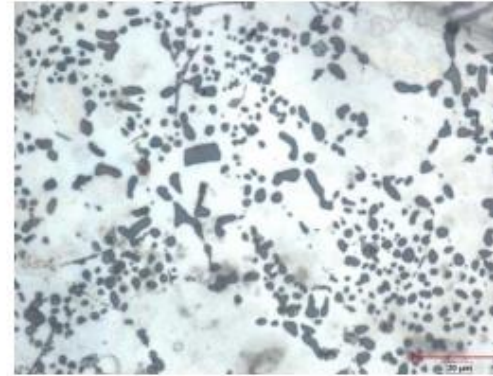
a. Döküm hali mikroyapısı



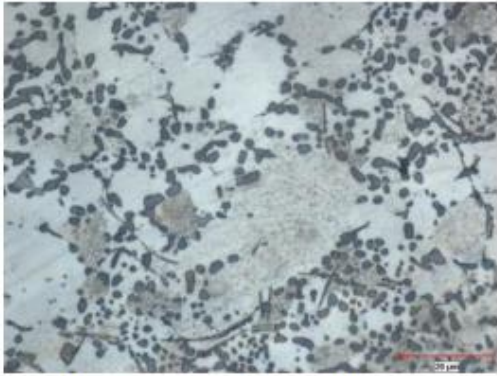
b. Çözeltiye alınmış hali mikroyapısı



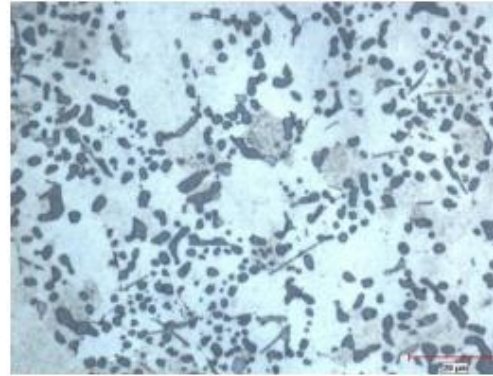
c. 60 dk yaşlandırma mikroyapısı



d. 120 dk yaşlandırma mikroyapısı



e. 180 dk yaşlandırma mikroyapısı



f. 240 dk yaşlandırma mikroyapısı

4. Sonuçlar

- Bu çalışmada yüksek basınçlı enjeksiyon döküm yöntemiyle üretilen parçalara gaz giderme işlemi yapıldıktan sonra yapay yaşlandırma (T6) sonucunda sertlik, ve mikroyapı incelemeleri yapılarak sonuca ulaşılmıştır.
- Döküm halinde aldığımız numunede sertlik değerinde en yüksek sonucu elde edildi. Döküm halinde dentrit yapıların oluşumu ile birlikte en yüksek çekme dayanımına sahiptir. Ayrıca malzemeye yapılan çözeltiye alma işleminden itibaren yaşlandırma prosesinde tanelerin bir araya toplanmaya başladığını gördük. Tanelerin bir araya toplanması ile birlikte sertlik değeri, çekme dayanımı ve akma dayanımında düşüş meydana gelmiştir.
- Sonuç olarak, EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alaşımının yüksek basınçlı enjeksiyon döküm yöntemiyle yapay yaşlandırma (T6) ısıl işleminin mekanik özelliklere etkisi incelenmiştir. 110 HB sertlik değerinden 80 HB sertlik değerine bir düşüş ve daha sünek malzeme elde edilmiştir.
- EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alaşımının yüksek basınçlı döküm yönteminden sonra uygulana T6 ısıl işlemi sonucunda EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alaşımının sertlik değerinde düşüşler.
- EN AC 46000 (AlSi9Cu3) alüminyum alaşımın yüksek basınçlı döküm sonunda sertlik miktarının düşürülmesi istenen durumlarda yapılmalıdır.
- Ayrıca EN AC 46000 alüminyum alaşımının sünekliğinin artırılması istenen durumlarda yaşlandırma prosesi uygulanmalıdır.
- EN AC 46000 alüminyum alaşımında gaz giderme işleminde kullanılan argon gazı uzun süreli karışımlarda (150 ve 180 saniye) alüminyum alaşımı içinde bulunan hidrojen miktarı azalmıştır.
- EN AC 46000 alüminyum alaşımında azot veya argon gazı ile 180 saniye yapılan gaz giderme işlemi sonucunda hidrojen indeksleri EN AC 46000 alüminyum alaşımı için uygun olup, hidrojen miktarı düşük seviyededir.

5. Kaynakça

- [1] Alüminyum Raporu, TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası, Alüminyum Komisyonu, 24. Dönem Çalışma Raporu.
- [2] Smith, W.F.2001. Material Science & Engineering, University Of Central Florida, USA.
- [3] Geçkinli A.E, 2002, Alüminyum Alaşımlarının Isıl İşlemi, 2. Isıl İşlem Sempozyumu, İstanbul/TÜRKİYE, 07-08 Şubat
- [4] Admin (AdTech), Aluminium Degassing Methods. <https://www.adtechamm.com/aluminium-degassing-methods/> (Erişim tarihi: 04.02.2022)
- [5] Demir E., Alüminyum Alaşımlarda Isıl İşlem Etkilerinin İncelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [6]Url:https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/mm/Ek2b.pdf Alınma Tarihi: 12.04.2021
- [7] Özcömert, M. 2006. Otomotiv Endüstrisinde Alüminyum, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Odası.
- [8] Dündar, M., Güngör, G., (2008). Otomotiv Sektöründe Alüminyum Uygulamaları ve Sürekli Döküm Tekniği ile Üretilmiş Alüminyum Levha Alaşımları.
- [9] Hasan Hasırcı, "Effects of Heat Treatment Parameters on the Abrasive Wear Behaviours of the Eutectic AlSi Alloy", Politeknik Dergisi, 18, 2015 , P. 7-13
- [10] Tanya Aycan BAŞER, 2013, Alüminyum Alaşımları ve Otomotiv Endüstrisinde Kullanımı
- [11] Nebreda, L.J., Jayesh, B.p., Fon, Z., 2021, improved degassing efficiency and mechanical properties of A356 aluminium alloy casting by high shear melt conditioning (HSMC) TECHNOLOGY. Journal of materials processing Technology, 294(2021), 1-12.
- [12] Tiryakioğlu, M., 2020, The effect of hydrogen on pore formation in aluminum alloy casting: Myth versus reality, Metals (2020), 1-17

Teşekkür: Test metotları için Yıldız Pul Otomotiv Motor Parçaları Sanayi A.Ş.firmasına teşekkür ederim.

APPLICABILITY EVALUATION OF POST-QUANTUM ENCRYPTION ALGORITHMS KUANTUM SONRASI ŞİFRELEME ALGORİTMALARININ UYGULANABİLİRLİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Beyrek Durdurur ^{1*}, Yasin Genç ², Nilay Aytaş ³, Ahmet Akkoç ⁴, Erkan Afacan ⁵, Erdem Yazgan ⁶

^{1,2,4,5} Gazi University, Electrical-Electronics Engineering, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0003-3184-2131, bdurdurur@gmail.com

²ⁿ ORCID ID: 0000-0003-2271-9668, yasin.genc@gazi.edu.tr

⁴ⁿ ORCID ID: 0000-0002-8121-7599, ahmetakkoc@gmail.com

ⁿ⁵ ORCID ID: 0000-0003-4025-6847, e.afacan@gazi.edu.tr

³ Kirikkale University, Electrical and Electronics Engineering, Turkey

³ ORCID ID: 0000-0002-8305-1641, nilayaytas@kku.edu.tr

⁶ⁿ TED University, Electrical and Electronics Engineering, Turkey

⁶ ORCID ID: 0000-0003-4957-1173, erdem.yazgan@tedu.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

Encryption is vital for maintaining information security. Quantum computers have unprecedented computational potential. The potential of quantum computers raises concerns that existing classical encryption algorithms are insufficient and can be broken. The aim of post-quantum encryption algorithms is to develop a secure encryption system against both classical and quantum computers. Post-quantum encryption algorithms should be able to work in existing communication protocols used in classical computers. The development processes required for the use of new generation post-quantum encryption algorithms are still ongoing. The fact that large-scale quantum computers are still being developed makes it difficult to test new post-quantum encryption algorithms. In this paper, the effects of post-quantum encryption on classical computers, which have been published so far, are examined. The development of a new generation post-quantum encryption standard has led to the introduction of hybrid algorithms combining classical and post-quantum encryption. It has been evaluated that hybrid algorithms can be used against non-ready post-quantum encryption algorithms.

Keywords: Post-quantum cryptography, quantum-proof, hybrid, information security.

1. Giriş

Veri ya da bilginin güvenli bir şekilde alıcıdan vericiye gönderilebilmesi için şifrenmesi ve deşifre edilmesi önem taşımaktadır. Dijital teknolojiler veri güvenliğini korumak için şifreleme algoritmalarından faydalanırlar. Şifreleme algoritmaları bilgi güvenliğinin üç ana unsuru olan gizliliği, bütünlüğü ve erişilebilirliği sağlarlar. Kullanılan mevcut algoritmalara bir tehdit olarak ortaya çıkan kuantum bilgisayarlar ve yeni hesaplama paradigmaları gizli şifreleme anahtarları üzerinde yeni nesil kuantuma dayanıklı ve kuantum sonrası algoritmalara ihtiyaç duyulmasına yol açmıştır. Kuantum hesaplama saldırılarını azaltmak için kuantuma dayanıklı ve kuantum sonrası algoritmalar ile bu algoritmaların mevcut algoritmalarla birlikte kullanıldığı hibrit algoritmalar geliştirilmiştir. Bu çalışmada bu algoritma modelleri ve klasik şifreleme algoritmalarına ait zayıflıklar değerlendirilmiştir.

2. Kuantum bilgisayarlar ve şifreleme odaklı kuantum bilgisayarlar (CRQC)

Kuantum bilgisayarlar kuantum bitleri kullanarak çalışırlar. Kuantum bitleri elektronların manyetik alanına dayanan ve faz tahmin dönüşümlerini kullanan bir işlem birimleridir. Klasik bilgisayarlar için polinom zaman bakımından mümkün olmayan veya istenen süre zarfında gerçekleştirilmesi mümkün olmayan matematiksel hesaplamaların gerçekleştirilmesini sağlarlar. Kuantum bilgisayarlar şifreleme algoritmalarının analizi gibi belirli hesaplama yöntemlerine yönelik olarak özelleştirilebilirler. Şifreleme Odaklı Kuantum Bilgisayarlar (CRQC) NSA tarafından ortaya konulan mevcut şifreleme algoritmalarını çözmek için özelleştirilmiş kuantum bilgisayarları ifade etmektedir. [1,2].

3. Kuantum hesaplamaların klasik şifreleme üzerine etkileri

Kuantum bilgisayarların kullanılması durumunda klasik şifreleme algoritmalarının çözülebileceği öngörülmektedir. Peter Shor algoritması, açık anahtar (asimetrik) algoritmalarını (RSA, ECC, DSA) polinom zamanda çözen bir kuantum algoritmasıdır[3]. Grover algoritması ise mevcut özel anahtar (simetrik) algoritmalarının (AES, SHA) güvenlik seviyesini yarıya indiren bir algoritmadır [4].

Şifreleme algoritmaları genellikle tek anahtar kullanan simetrik şifreleme ve birbiriyle bağlantılı iki anahtar kullanan asimetrik şifreleme olarak ikiye ayrılır.

3.1. Asimetrik şifreleme

Asimetrik şifreleme olarak da anılan açık anahtar şifreleme algoritmaları; iki matematiksel probleme, ayrık logaritmaların hesaplanmasına ve büyük sayıların çarpanlara ayrılmasına dayanmaktadır. Asimetrik şifreleme algoritmaları arasında Diffie-Hellman, RSA ve Eliptik Eğri Şifrelemesi (ECC) bulunur. Kirsch ve Chow, ECC algoritmalarının değiştirilmiş Shor algoritması ile kırılabilirliğinden bahsetmektedir [5]. Pross ve Zalka, 160 bitlik bir eliptik eğri şifreleme anahtarının, yaklaşık 1000 kübit bir kuantum bilgisayarda kırılabilirliğinden, güvenlik açısından eşdeğer 1024 bit RSA şifrelemenin ise 2000 kübit bir bilgisayar ile kırılabilirliğinden bahsetmektedir [6]. Açık anahtar şifreleme algoritmalarının kuantum bilgisayarlara karşı güvensiz olduğu kanıtlanmıştır.

Asimetrik şifreleme algoritmaları çeşitli alanlarda kullanılmaktadır:

- Açık Anahtar Altyapısı (PKI),
- Anahtar Yönetim Sistemleri,
- Kimliği Doğrulanmış Web İletişimi (TLS)
- Güvenli Noktadan Noktaya (SSH), Taşıma Güvenliği (Osc),
- Anahtar Anlaşma, Tanımlama ve Kimlik Doğrulama, Parola Doğrulama Anahtar Değişimi (PAKE),
- PGP/GPG, Güvenli / Çok Amaçlı İnternet Posta Uzantıları (S/MIME),
- Havadan Yeniden Anahtarlama (OTAR),
- Alan Adı Sistemi Güvenlik Uzantıları (DNSSEC),
- Şifreli Dosya Sistemi, İnternet Anahtar Değişimi (IKE),
- ZRTP (Güvenli VoIP Protokolü)

Bu alanların güvenliği bilgi güvenliğinin sağlanmasında önemli bir yere sahiptir [7].

3.2. Simetrik şifreleme

Simetrik şifreleme olarak anılan gizli anahtarlı şifreleme, Glover algoritması tarafından güvenlik seviyesini yarıya indirerek etkilenmektedir. Örneğin; AES-256, mevcut algoritma ile AES-128 seviyesine düşürülmektedir. Glover algoritmasının gizli anahtarlı şifreleme algoritmalarına karşı olan zafiyeti anahtar boyutlarının iki katına çıkartılması ile yönetilmeye çalışılmaktadır. Glover algoritmasının varlığı, kuantum bilgisayarların mevcut gizli anahtarlı şifreleme algoritmaları üzerinde etkili algoritmalara sahip olabileceği öngörüsüne neden olmaktadır.

Shor ve Glover algoritmaları kuantum bilgisayarlarda çalışan algoritmalarıdır. Teorik olarak bu algoritmaların çalışabilirliği gösterilse de günümüzde açıklandığı kadarıyla mevcut kullanılan algoritmalara tehdit oluşturan bir kuantum bilgisayar hala geliştirilememiştir. Güçlü ve büyük kuantum bilgisayarların kullanıma sunulması için çok fazla zamana ve çalışmaya gerek duyulmaktadır.

Kuantum bilgisayarların tehdit unsuru olarak görülmesini sağlayan “şimdi depola sonra çöz” (store now, decrypt later) saldırı modelidir. Bu saldırı modeli, veri merkezlerinin trafiğinin rastgele ya da belirlenmiş şekilde kayıt altına alınması ve sonrasında teknolojinin izin verdiği noktada gizli kalması gereken verilerin şifrelerinin çözülerek açığa çıkması olarak tanımlanmaktadır [8].

Tablo 1’de Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) tarafından yayınlanan kuantum sonrası şifreleme raporunda kuantum bilgisayarların mevcut kullanılan şifreleme algoritmaları üzerine etkisi özetlenmiştir.

Tablo 1: Büyük Ölçekli Kuantum Bilgisayarların Şifreleme Algoritmaları Üzerine Etkisi [9]

Şifreleme Algoritması	Tip	Kuantum Bilgisayarın Etkisi
AES-256	Simetrik	Daha Büyük Anahtar Gerekli
SHA-2,SHA-3	-----	Daha Büyük Anahtar Gerekli
RSA	Açık Anahtar	Artık Güvenli Değil
ECDSA, ECDH (Eliptik Eğri)	Açık Anahtar	Artık Güvenli Değil
DSA	Açık Anahtar	Artık Güvenli Değil

4. Kuantum dayanaklı algoritmalar

Büyük ölçekli kuantum bilgisayarların asimetrik şifreleme algoritmaları üzerinde bir zafiyet oluşturacağı bilinmektedir. NIST, ISO ve ETSI gibi standart kuruluşları kuantuma dayanaklı algoritmaların geliştirilmesine öncülük etmektedir. Kuantum sonrası şifreleme algoritmalarının belirlenmesi için yapılan çalışmada 2020 yılında NIST tarafından 3. tura kalan algoritmalar belirlenmiştir. 2022 yılı

içerisinde 4. tur algoritmaların belirlenmesi beklenmektedir. Bu algoritmalar kod tabanlı (cod-based), hash tabanlı (hash-based), çok değişkenli (multivariate), kafes tabanlı (lattice-based), süpersingüler izogeni (supersingular isogeny) yaklaşımlardır. Bu algoritmalar, kuantum bilgisayarlara karşı zafiyeti olmadığı düşünülen sistemlerdir [10,11,12].

NIST yarışmasında 3. tura kalan algoritmalar ile ilgili geliştirilme çalışmaları sürmektedir. Bu algoritmaların güvenlik, performans ve hız testleri ve değerlendirmeleri devam etmektedir [13].

5. Hibrit şifreleme algoritmaları

Hibrit şifreleme algoritması, aynı işlevi gerçekleştirmek için iki şifreleme algoritması kullanır. Örneğin, bir hibrit sistem bir mesajı bir şifreleme algoritmasıyla dijital olarak imzalayabilir ve ardından aynı mesajı ikinci bir algoritmayla yeniden imzalayabilir. Avantajı, iki şifreleme şemasından biri tehlikeye girse bile mesajın güvende kalmasıdır. Kuantuma dayanıklı şifreleme algoritmalarının geleneksel algoritmalarla birlikte kullanımı daha kolay etkinleştirme ve daha fazla koruma sağlayabilir. TLS ve IKEv2 protokolleri için çeşitli yaklaşımlar sunulmuştur [14, 15].

6. Sonuçlar

Günümüzde kullanılan birçok işlem artık internet üzerinden dijital alanlarda gerçekleşmektedir. İnternet üzerinden yapılan tüm işlemlerde veri ve bilgi güvenliği ise şifreleme yöntemleri ile sağlanmaktadır. Şifreleme algoritmalarına yönelik tehditler; verilerin gizliliğine, bütünlüğüne ve kullanılabilirliğine karşı tehdit oluşturmaktadır. Kuantum bilgisayarlardaki gelişmeler kuantum sonrası şifrelemenin uzun vadede standart haline geleceğini göstermektedir. Günümüzde kuantum bilgisayarların mevcut şifreleme algoritmalarına oluşturabileceği saldırılar bilinen saldırılardır. Kuantum alanındaki yeni gelişmelerin yeni ve bilinmeyen saldırılara yol açabileceği değerlendirilmektedir. Şifreleme algoritmalarının güven düzeyi şifre çözme süresiyle doğru orantılıdır ve mevcut kuantuma dayanıklı algoritmalar şifre çözme sürelerinin uzunluğuyla dikkat çekmektedir.

Yapılan araştırmalarda; kuantum sonrası şifreleme algoritması olarak önerilen algoritmalarla ait yeterli sayıda çalışmanın bulunmadığı değerlendirilmiştir. Günümüzde kuantuma dayanıklı şifreleme algoritmaları olarak önerilen algoritmalarla ait uygun bir sonuç elde edilememiştir.

Şifreleme algoritmalarının güvenilirliği zamanla yapılacak testlerle ortaya çıkacaktır. Kuantum öncesi standartlaştırılmış bir algoritmanın, kuantum sonrası bir algoritma ile birlikte kullanımı, uyumluluk ve sertifikasyon sorunlarının olduğu durumlarda bir çözüm olarak önerilebilir. Endüstrilere veya devletlere ait düzenlemeler mevcut durum içerisinde sağlanırken henüz standartlaşmamış bir kuantum sonrası algoritmanın güvenlik endişelerini kısmen azaltacaktır. Aynı zamanda kuantum sonrası algoritmaların geliştirilmesi için zaman kazandırırken mevcut sistemlerde kullanılan şifreleme çözümleri için ek bir güvenlik katmanı oluşturacaktır. Bu algoritmaların erken dönemde direkt olarak kullanılması yerine hali hazırda kullanılan klasik şifreleme algoritmalarıyla birlikte kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir.

7. Kaynakça

- [1] The National Cyber Security Centre, UK, “Preparing for Quantum-Safe Cryptography,” www.ncsc.gov.uk, Nov. 11, 2020. <https://www.ncsc.gov.uk/whitepaper/preparing-for-quantum-safe-cryptography> Erişim: Mayıs 24, 2022.
- [2] National Security Agency, USA, “Post-Quantum Cybersecurity Resources,” www.nsa.gov, 2021. <https://www.nsa.gov/Cybersecurity/Post-Quantum-Cybersecurity-Resources> (Erişim: Mayıs 24, 2022).
- [3] P. W. Shor, “Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer,” *SIAM Review*, vol. 41, no. 2, pp. 303–332, Jan. 1999, doi: 10.1137/s0036144598347011.
- [4] L. K. Grover, “A Fast Quantum Mechanical Algorithm For Database Search,” *Proceedings of the twenty-eighth annual ACM symposium on Theory of computing - STOC '96*, 1996, doi: 10.1145/237814.237866.
- [5] Z. Kirsch and M. Chow, “Quantum Computing: The Risk to Existing Encryption Methods,” 2015. <http://www.cs.tufts.edu/comp/116/archive/fall2015/zkirsch.pdf> Erişim: Mayıs 24, 2022.
- [6] J. Proos and Ch. Zalka, “Shor’s Discrete Logarithm Quantum Algorithm for Elliptic Curves,” *Quantum Information and Computation*, vol. 3, no.4, pp.317–344, Jul. 2003, doi: 10.26421/qic3.4-3.
- [7] Cloud Security Alliance, “Confidence in Post Quantum Algorithms,” CSA, 2021. <https://cloudsecurityalliance.org/artifacts/confidence-in-post-quantum-algorithms> Erişim: Mayıs 24, 2022.
- [8] Technische Universiteit Eindhoven (TUE), “H2020-ICT-2014 -Project 645421 ECRYPT -CSA ECRYPT -Coordination & Support Action Whitepaper on Post-Quantum Cryptography,” Nisan 2018. Erişim: Mayıs 24, 2022. <https://www.ecrypt.eu.org/csa/documents/PQC-whitepaper.pdf>
- [9] L. Chen et al., “Report on Post-Quantum Cryptography,” *Report on Post-Quantum Cryptography*, Nisan 2016, doi: 10.6028/nist.ir.8105.
- [10] Beullens, W., D’Anvers, J-P., Hülsing, A. T., Lange, T., Panny, L., de Saint Guilhem, C., & Smart, N. P. (2021). *Post-Quantum Cryptography: Current state and quantum mitigation*. ENISA. <https://doi.org/10.2824/92307>

III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

- [11] Tanja Lange. SD8 (Post-Quantum Cryptography) – Part 4: Code-Based Cryptography. Technical Report N 2276, ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 2, 2020. <https://www.din.de/resource/blob/721042/4f1941ac1de9685115cf53bc1a14ac61/sc27wg2-sd8-data.zip>. Erişim: Mayıs 24, 2022.
- [12] D. J. Bernstein, Johannes Buchmann, and E. Dahmn, Post-quantum cryptography. Berlin: Springer, 2010, doi: 10.1007/978-3-540-88702-7
- [13] D. Moody et al., “Status report on the second round of the NIST post-quantum cryptography standardization process,” Status Report on the Second Round of the NIST Post-Quantum Cryptography Standardization Process, Temmuz 2020, doi: 10.6028/nist.ir.8309.
- [14] D. Stebila, S. Fluhrer, and S. Gueron, “draft-ietf-tls-hybrid-design-04 - Hybrid key exchange in TLS 1.3,” datatracker.ietf.org, Ocak. 11, 2022. <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-ietf-tls-hybrid-design> Erişim: Mayıs 24, 2022.
- [15] V. Smyslov, “draft-ietf-ipsecme-ikev2-intermediate-10 - Intermediate Exchange in the IKEv2 Protocol,” datatracker.ietf.org, Mayıs 13, 2022. <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-ietf-ipsecme-ikev2-intermediate> Erişim: Mayıs 24, 2022.

INVESTIGATION OF THE PRESENCE OF *STAPHYLOCOCCUS* SPECIES IN PYODERMAL INFECTIONS OF CATS

KEDİLERDE PYODERMAL ENFEKSİYONLARINDA *STAPHYLOCOCCUS* TÜRLERİNİN VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Bilal Özdemir ^{1*}, Murat Yıldırım ²

^{1,2} Kırıkkale University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Microbiology, Kırıkkale, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0003-0708-7332, betak.bilal@gmail.com

² ORCID ID: 0000-0002-9576-2280, muratyildirim@kku.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

Staphylococcal infections are encountered as a serious problem in Veterinary and Human Medicine, and various epidemiological studies are needed in Turkey for the control, diagnosis, treatment and eradication of infections. Especially antibiotic resistance in humans and animals complicate the treatment of infections recently. Methicillin resistance cause major problems in *Staphylococcal* infections, specially *S. aureus*. Although there is more study and articles on dogs in this area, and fewer studies have been done on cats. The treatment of skin lesions can be difficult when *Staphylococcus* species seen in microbiological results of pyoderma infections in cats. In this study, microbiological examination of skin swabs and abscess content that taken from domestic and stray cats has performed. Pyoderma and pyoderma suspicious skin lesions were taken from 160 cats of different breeds, ages and genders from veterinary clinics and animal shelters. After isolation of bacteria from samples Gram staining, catalase, oxidase tests were performed and samples detected as gram positive cocci were identified by BD BBL CRYSTAL G(+) ID KIT. In this study, bacterial growth was detected in 128 of 160 samples. BD BBL CRYSTAL G (+) ID KIT was used for 78 of these 128 samples. *S. aureus* 12.51%(20), *S. cohnii spp. cohnii* 0.63%(1), *S. epidermidis* 1.88%(3), *S. felis* 8.13%(13), *S. haemolyticus* 3.13%(5), *S. intermedius* 1.88%(3), *S. saprophyticus* 0.63%(1), *S. simulans* 1.88%(3), *S. vitulus* 1.25%(2), *S. xylosum* 3.13%(5) were detected as a result of BBL. Antibiogram test with Kirby Bauer method was performed to *Staphylococcus* species that detected by BD BBL CRYSTAL G(+) KIT together with antibiotic resistance and susceptibilities were evaluated according to EUCAST. By looking at the antibiogram results of the identified *Staphylococci*, methicillin resistance was also analyzed for *S. aureus*. Methicillin resistance was found 89.47%(17) and intermediate resistance was found 10.53%(2). Referring generally to all *Staphylococcus* species resistance of İmipenem %1.79 (1), Lizenolid %3.59 (2), Amikasin %3.57 (2), Kloramfenikol %5.36 (3), Tetrasiklin %41.07 (23), Eritromisin %39.29 (22), Vankomisin %12.5 (7), Amoksisilin clavulanik asid %37.5 (21), Enrofloksasin %23.21 (13), Gentamisin %25 (14), Tobramisin %21.43 (12), Cefotaxime %42.86 (24), Trimetoprim sülfamethoxazole %26.79 (15) were determined. In addition multi antimicrobial resistance was detected in *S. aureus* with methicillin resistance. The importance of microbiological diagnosis and antimicrobial resistance is very significant. Antibiotic resistance, which occurs as a result of uncontrolled use of antibiotics, poses as a problem in diseases and their treatment.

Keywords : *Staphylococcus spp.*, Antimicrobial resistance, BD BBL CRYSTAL ID KIT, Methicillin resistance.

1. Giriş

Deri, antijenlere karşı ikinci bir bariyer olarak görev yapan vücuttaki en geniş organdır. Derideki defektler çevreden bakteri ve toksinlerin vücuda girmesine izin verebilir. Vücut çeşitli mikroorganizmaları bünyesinde barındırarak kolonize eder. Bu mikroorganizmalar, bağışıklık sistemini kontrolünde olup patojenik mikroorganizmaların büyümesini engelleyerek faydalı olabilir veya etkilenen dokularda hastalık üreten patojenik etken olabilirler. Deri mikrobiyotasındaki değişiklikler ile hastalık arasında bir ilişki olduğu görülmüştür.

Deri lezyonları genel olarak primer veya sekonder olarak ortaya çıkarlar. Primer olaylarda lezyonların görüntüsü diagnostik öneme sahipken, sekonder olaylarda bu lezyonların diagnostik önemi azdır. Primer lezyonlar doğrudan hastalık süreciyle alakalıdır. Deri hastalıkları bakteriyel, viral, paraziter, mikotik, alerjik, otoimmün yetmezlik, metabolik ve besin yetersizliklerinden kaynaklı olabilir.

Pyoderma derinin iltihaplı ve bakteriyel enfeksiyonlarından biridir. Genellikle derinin tırmalama, travma, tahriş ve ısırık yarası gibi nedenlerle enfekte olmasından kaynaklanır. Enfeksiyon etkenlerinin başında *Staphylococcus aureus* gelir. İmmün yetmezlik bulunan hayvanlarda sekonder, lokal ve yüzeysel pyodermalar yayılma eğilimi gösterirler. Ayrıca sistemik hastalıklar, alerji ve dış parazitler deride pyoderma riskini artırır. Pyodermalar akut veya kronik, yüzeysel veya derin, lokal veya yaygın olabilirler. Bu durum etkene, derinin bozukluk derecesine ve tahribatın şiddetine bağlıdır.

Pyoderma enfeksiyonlarında birincil bakteriyel etken stafilocok türleri olup bunun yanında *Pseudomonas spp.*, *Proteus spp.*, *E.coli*, *Streptococcus spp.* pyoderma oluşumunda etkili olan bakterilerdir. Bunların yanı sıra endemik olarak *Clostridium spp.*,

Actinobasillus spp., *Mycobacterium spp.*, *Actinomyces spp.*, *Nokardia spp.* gibi bakteri türleri de gerek bulaşma sonucu gerekse sekonder olarak deri enfeksiyonlarına neden olur. Kedilerde pyodermaya neden olan stafilokok türleri başlıca *S. aureus*, *S. intermedius*, *S. felis*, *S. xylosum*, *S. haemolyticus*'tur.

Stafilokoklar; çiftler, tetradlar , daha sıklıkla düzensiz kümeler veya "üzüm salkımları" halinde gruplanma eğiliminde olan ortalama 0,8 ila 1 µm çapa sahip Gram pozitif koklardır. Koloniler genellikle düzenli , kenarlı ve beyazdır. Hareketsizdirler, spor yapmazlar ve çoğu tür fermentatif metabolizmaya sahip fakültatif anaeroblardır. Genellikle katalaz pozitif ve oksidaz negatiftirler. Katı besi yerlerinde, besi yeri ve inkubasyon koşullarına bağlı olarak genellikle pigmentli, opak, kenarları düzgün, S tipli, yuvarlak ve 2-4 mm çapında koloniler oluştururlar.

Stafilokoklar apse oluşumu ve supürasyon ile ilişkili pyojenik bakterilerdir. Patojenik stafilokok türleri bir kutanöz lezyonu takiben dokulara sızabilir ve genellikle enfeksiyon bölgesinde lokalize kalan supüratif lezyonlar üretebilir. Stafilokok izolatlarında bu patojeniteyi belirlemek için koagülaz testi, DNase testi, proteinA testi yapılır. Enzimler arasından stafilokinaz, koagülaz, hyalüranidaz, lipaz, kollogenaz, proteaz, nükleaz ve üreazlar stafilokok enfeksiyonlarının patogeneğinde rol oynar. Genellikle koagülaz patojenite ile ilişkilidir.

Patojenite , üretilen enzimler , toksinler , stafilokok türlerine göre farklılık gösterebilir. Önemli stafilokok türleri ; *Staphylococcus aureus subsp. anaerobius*, *S. chromogenes* , *Staphylococcus delphini* , *Staphylococcus felis* , *Staphylococcus hyicus* , *Staphylococcus aureus* , *Staphylococcus pseudintermedius* , *S. epidermidis* , *S. xylosum* , *S. intermedius* , *S. haemolyticus* , *Staphylococcus schleiferi subsp. coagulans* 'tır.

Laboratuvar teşhisinde izolasyon sürecinde örneklerin ekimi için olağan ortam kanlı agardır (tercihen %5'lik koyun kamı). Çoğu stafilokok türü için, ekim yapılmış petri kapları aerobik olarak 35-37 ° C'de 24 - 48 saat inkübe edilir. Kanlı agarda, stafilokokların bol miktarda büyümesi genellikle 18- 24 saat içinde gerçekleşir. Mac Conkey agara , numunelerde de bulunabilecek Gram negatif bakterileri tespit etmek için paralel olarak ekim yapılır. Ekim sonunda üreyen bakteriler klasik identifikasyon testleriyle bakteri tayini yapılabilir . Ekstradan çeşitli biyokimyasal test tabanlı ticari kitler mevcuttur. Moleküler teşhis yöntemleriyle de bakteri tayini yapılabilir.

2. Materyal metot

Ankara ilinde bulunan özel pet klinikleri, Ankara Üniversitesi Veteriner Hastanesi, Keçiören ve Bağlum Hayvan Barınakları Ekim 2021 – Nisan 2022 tarihleri arasında ziyaret edilerek numune toplandı. Farklı ırklarda, yaşlarda, cinsiyetlerde, yaşam alanlarında 160 farklı kediden pyoderma görünümünde olan deri lezyonlarından örnekler deri kazıntısı ve swap kullanılarak alındı.

Laboratuvara getirilen numunelerin ekimi steril öze yardımıyla %5'lik koyun kanlı agara, nutrient agara ve Mac Conkey agara yapıldı, sonrasında 37°C'de 24 saat süreyle aerobik atmosferde etüvde inkübasyona bırakıldı. Üreyen koloniler morfolojileri ve hemoliz özelliklerine göre değerlendirildi. Üzeri düzgün, yuvarlak kenarlı, 1-2 mm çapında sarı, gri, beyaz renkli koloniler stafilokok şüpheli olarak değerlendirildi. Karışık üreyen besi yerleri pasajlanarak saflaştırıldı. Stafilokok şüpheli bakterilere identifikasyon amacıyla gram boyama, katalaz ve oksidaz testleri yapıldı. İdentifikasyon testleri sonucunda stafilokok şüpheli olarak tespit edilen etkenlerin kesin teşhisi için BD BBL Cyrstal Gram (+) ID Kit'in hazırlıklarına başlandı.

Stafilokok haricinde üreyen diğer bakterilerin identifikasyonu için de Gram boyama, katalaz, oksidaz, Triple Sugar Iron (TSI) , sitrat , üre, oksidasyon fermentasyon (O/F) testleri ve bazı bakteriler için Gram (-) BD BBL Cyrstal ID Kit'leri bakıldı. Numunelerden çıkan bazı mantar şüpheli örnekler için de SDA'ya ekim yapılarak laktofenol pamuk mavisi boyası ile mantar tespit edildi.

BD BBL Crystal Gram (+) Id Kit için %5'lik koyun kanlı agarında saf olarak üreyen koloniler Gram boyamada Gram (+) boyandıktan sonra bu numunedeki kolonileri BD BBL Cyrstal GP ID inokülüm sıvısında süspansiyon edilerek yaklaşık 10-25 saniye süresince vortekslenildi. Bulanıklık McFarland'da 0,5 bulanıklık derecelendirilmesi arasında ayarlanarak tekrardan vortekslenme işlemi sonrasında inokulum içeriğinin tamamı hedef baz alanına boşaltıldı. Tüm kuyucuklar dolana kadar hafif el hareketleriyle yuvarlama işlemi uygulandı ve sıvının fazlası baş kısma doğru yuvarlandıktan sonra düz bir alana yerleştirildi. ID Kit'in baz kapağı hedef baz alanının üstüne gelecek şekilde hizalandı ve kapak kapatıldı. İnkubasyon için 35-37°C'de 16-18 saat etüvde bekletildi. İnkubasyon sonunda kitler panel görüntüleyicisine konularak floresans ve normal ışık altında incelenen renklerine göre manuel kod defterine pozitif ve negatif olarak işaretlendi. Pozitif değerler sütündeki sayı değerine göre alt alta toplandı ve çıkan ID kod BD BBL Crystal ID sistemi elektronik kod defteri kurulu olan bilgisayara girilerek bakterilerin identifikasyonu yapıldı.

Antimikrobiyal Duyarlılık Testi (Kirby-Bauer Methodu) için %5'lik koyun kanlı agarda saf olarak üreyen stafilokok kolonilerden, steril tüpe hazırlanan 2 ml'lik FTS içine birkaç koloni konuldu. Çözelti 10-15 saniye vortekslenildikten sonra McFarland'da 0.5 değer aralığında bulanıklık tespit edildi. Hazırlanan numuneler steril swap yardımıyla müller hinton besi yerinin her yerine yaydırıldı. Antibiyotik diskleri steril pens ile teker teker yerleştirilir. BBL sonucunda *Staphylococcus aureus* çıkanlara ek olarak Metisilin diski eklenir. Diskler yerleştirildikten sonra 16-18 saatlik inkübasyona bırakılır. İnkubasyon sonunda değerlendirme için cetvel yardımıyla milimetre çap ölçümü yapılır. Ölçülen değerler kaydedilerek EUCAST ve CLSI 'ya göre direnç ve duyarlılıklarına bakılır.

3. Bulgular

Çalışma için toplanan 160 numunenin %44,38'i (71) evcil , %55,63'ü (89) sokak hayvanıdır. Yaş bakımından %45,63'ü (73) 1 yaş altı; %54,37'si (87) 1 yaş üstündedir. Cinsiyete göre %51,25 (82) oranında dişi ve %48,75 (78) oranında erkektir. İrkları incelendiğinde en yüksek oranda %77,5 (124) tekir bulunmaktadır. Antibiyotik tedavisi sürecindeyken alınan numuneler örneklerin %55,63'ünü (89) oluşturmaktadır. Mikrobiyolojik sonuç bakımından %20 (32) oranında üreme olmadığı %80 (128) oranında

üremenin olduğu görülmektedir. Üreme olanlarda Mikrobiyolojik sonuç bakımından %44 (56) oranında *Staphylococcus* ailesi olduğu, %56 (72) oranında diğer tür bakteriler olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Üreme Olanlarda Mikrobiyoloji Sonuçları İle Değişkenler Arasındaki İlişki

		Mikrobiyolojik Sonuç						Ki Kare Testi	
		<i>Staphylococcus spp.</i>		Diğer		Toplam		Ki Kare	p
		n	%	N	%	n	%		
Evcil/sokak	Evcil	24	42,86	37	51,39	61	47,66	0,919	0,338
	Sokak	32	57,14	35	48,61	67	52,34		
	Toplam	56	100	72	100	128	100		
Yaş	1 yaş altı	21	37,5	40	55,56	61	47,66	4,117	0,042
	1 yaş üstü	35	62,5	32	44,44	67	52,34		
	Toplam	56	100	72	100	128	100		
Cinsiyet	Dişi	27	48,21	42	58,33	69	53,91	1,298	0,255
	Erkek	29	51,79	30	41,67	59	46,09		
	Toplam	56	100	72	100	128	100		
İrk	Ankara kedisi	1	1,79	0	0	1	0,78	*	0,208
	Bombay	0	0	1	1,39	1	0,78		
	British	2	3,57	8	11,11	10	7,81		
	Scottish	6	10,71	11	15,28	17	13,28		
	Siyam	0	0	1	1,39	1	0,78		
	Tekir	47	83,93	50	69,44	97	75,78		
	Van kedisi	0	0	1	1,39	1	0,78		
	Toplam	56	100	72	100	128	100		
Tedavi durumu	Yok	29	51,79	36	50	65	50,78	0,04	0,841
	Var	27	48,21	36	50	63	49,22		
	Toplam	56	100	72	100	128	100		

Tablo 2. Üreyen bakterilerin total numune sayısına göre yüzdeleri

Mikrobiyolojik Sonuç	n	%	Bakteri Yüzdeleri
<i>Acinetobacter</i>	2	1,25	2,51
<i>Aerococcus spp</i>	1	0,63	
<i>Aerococcus urinae</i>	2	1,25	
<i>Aerococcus viridans</i>	1	0,63	
<i>Bacillus spp</i>	3	1,88	
<i>Clostridium perfringens</i>	1	0,63	1,88
<i>E.coli</i>	3	1,88	
<i>Enterobacter cloacea</i>	1	0,63	
<i>Enterobacter spp</i>	2	1,25	3,75
<i>Enterococcus faecium</i>	4	2,5	
<i>Enterococcus spp</i>	2	1,25	35,05
<i>Fusobacterium necrophorum</i>	1	0,63	
<i>Haemophilus spp</i>	1	0,63	
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	0,63	
<i>Klebsiella spp</i>	1	0,63	
<i>Leuconostoc lactis</i>	1	0,63	
<i>Maya / Candida</i>	17	10,63	
<i>Micrococcus kristinae</i>	1	0,63	
<i>Micrococcus luteus</i>	2	1,25	
<i>Micrococcus species</i>	4	2,5	
<i>Micrococcus spp</i>	3	1,88	
<i>Microsporium canis</i>	3	1,88	
<i>Neisseria canis</i>	2	1,25	1,88
<i>Neisseria spp</i>	1	0,63	
<i>Staphylococcus aureus</i>	20	12,51	
<i>Staphylococcus cohnii spp cohnii</i>	1	0,63	
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	3	1,88	
<i>Staphylococcus felis</i>	13	8,13	
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	5	3,13	
<i>Staphylococcus intermedius</i>	3	1,88	
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	1	0,63	

Tablo 2'nin devamı

Mikrobiyolojik Sonuç	n	%	Bakteri Yüzdeleri
<i>Staphylococcus simulans</i>	3	1,88	5,03
<i>Staphylococcus vitulus</i>	2	1,25	
<i>Staphylococcus xylosus</i>	5	3,13	
<i>Streptococcus equi ssp zooepidemicus</i>	1	0,63	
<i>Streptococcus spp</i>	6	3,77	
<i>Streptococcus vestibularis</i>	1	0,63	
<i>Tricophyton</i>	3	1,88	
üreme (-)	32	20	
<i>Weeksella virosa/zoohelcum</i>	1	0,63	
Toplam	160	0,22	

Tablo 3. Antimikrobiyal direnç ve duyarlılık yüzdeleri tablosu

		Test								Ki Kare Testi	
		Dirençli		Orta Düzey		Duyarlı		Toplam		Ki Kare	p
		n	%	n	%	n	%	n	%		
Antibiyotik	Tetrasiklin	23	41,07	6	10,71	27	48,21	56	100	*	0,001
	Eritromisin	22	39,29	1	1,79	33	58,93	56	100		
	İmipenem	1	1,79	0	0	55	98,21	56	100		
	Vankomisin	7	12,5	13	23,21	36	64,29	56	100		
	Amoxicilin clavulanic acid	21	37,5	0	0	35	62,5	56	100		
	Linezolid	2	3,57	0	0	54	96,43	56	100		
	Enrofloxacin	13	23,21	0	0	43	76,79	56	100		
	Gentamisin	14	25	0	0	42	75	56	100		
	Tobramisin	12	21,43	0	0	44	78,57	56	100		
	Amikacin	2	3,57	0	0	54	96,43	56	100		
	Cefotaxime	24	42,86	0	0	32	57,14	56	100		
	Cloramfenikol	3	5,36	0	0	53	94,64	56	100		
	Trimethoprim sulfamethoxazole	15	26,79	0	0	41	73,21	56	100		
	Metisilin	17	89,47	2	10,53	0	0	19	100		
Toplam	176	23,56	22	2,95	549	73,49	747	100			

Staphylococcus türlerine bakılan antibiyogram sonuçlarında imipenem antibiyotiğine dirençleri %1,79 (1) iken duyarlılık %98,21 (55) linezolid antibiyotiğine direnci ise %3,57 (2) duyarlılık ise %96,43 (54) , amikacin antibiyotiğine ise dirençleri %3,57 (2) duyarlılıkları ise %96,43 (54) olarak saptanmıştır. kloramfenikol de dirençlilik %5,36 (3) iken duyarlılık %94,64 (53) olarak bulunmuştur. Tetrasiklin antibiyotiğine baktığımızda dirençliliği %41,07 (23) duyarlılığı ise %48,21 (27) olarak saptanmıştır. *S.aureus*'a metisilin bakıldığında %89,47 (17) dirençlilik saptanmıştır. Orta düzey dirençlilik ise %10,53 (2) bulunmuştur. Metisilin duyarlılığı *S.aureus* numuneleri arasında saptanmıştır.

4. Tartışma – sonuç

Bu çalışmada kedilerin deri lezyonlarından alınan örnekler pyoderma yönünden incelenmiş olup stafilocokların varlığı ve suşları belirlenmiştir. Kliniklerden ve bazı barınaklardan toplanan 160 numune konvansiyonel mikrobiyolojik tekniklerle incelenmiş ve %80 oranında üreme gözlemlenmiştir. 1998 yılında kediler üzerinde yapılan bir çalışmada da 148 kediden toplanan numunelerin %66 'sında mikrobiyal üreme gözlemlenmiştir. (Lilenbaum ve ark.) güncel olarak yapılan bir diğer çalışmada ise 360 kediden toplanan numunelerde %88.8 oranında patojen üreme tespit edilmiştir.

Üremeler sonucunda izole edilen bakteriler Gram boyama , katalaz ve oksidaz testleri yapılarak stafilocok şüpheli izolatlar BD BBL CRYSTAL ID KİT'iyle teşhis edilmiştir. Üreme gözlenen %43,75'i (56) Stafilocok suşları oluşturmaktadır. Qekwana ve ark.'nın yaptığı çalışmada 216 kediden toplanan örneklerin %17.6 oranında stafilocok pozitif olarak saptanmıştır. İber yarımadasında 789 kediden toplanan numunelerin mikrobiyolojik incelemesinde %30'unda stafilocok etkeni tespit edilmiştir . Lilenbaum ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise 148 kediden toplanan örneklerin incelenmesi sonucunda %66.21 oranında stafilocok cinsine ait etken izolasyonu yapılmıştır.

Stafilocok şüpheli etkenler BBL CRYSTAL ID KİT'iyle tanımlanmıştır ve çeşitli stafilocok suşlarının varlığı belirlenmiştir. Bu suşlardan en çok izole edilenler sırasıyla *S.aureus* (20), *S.felis* (13), *S.xylosus* (5), *S.haemolyticus* (5), *S. epidermidis* (3), *S. intermedius* (3), *S. simulans* (3), *S.vitulus* (2), *S. cohnii spp cohnii* (1) ve *S. saprophyticus* (1) şeklindedir. Qekwana ve ark.'nın yaptığı çalışmada en baskın olarak *S. intermedius* (17) sonrasında *S.aureus* (7), *S.felis* (2) ve *S. simulans* (2) olarak belirlenmiştir. Avusturalya'da yapılan bir çalışmada at , kedi ve köpeklerden izole edilen 877 stafilocok izolatında en fazla koagulaz pozitif olan *S.pseudintermedius* (629) ve *S.aureus* (117) tanımlanmıştır. İdentifiye edilen 629 *S.pseudintermedius* izolatlarının %2.1 inin kediler oluşturmaktadır ve 117 *S.aureus* izolatlarının %14.5 i kedilere aittir. Koagulaz negatif stafilocoklara bakıldığında ise en çok *S.felis* (34) görülmüştür. İber yarımadasından kedilerde saptanan 132 stafilocokkal etkenin suşlarına bakıldığında ise *S. aureus* (14),

S.epidermidis (12), *S. felis* (12), *S.pseudintermedius* (11), *S.schleferi* (2) tespit edildiği görülmektedir. Lienbaum ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise koagülaz negatif stafilocoklar pozitiflere göre daha çok izole edilmiştir ve en çok izole edilen tür *S.felis* (37) tir. Koagülaz pozitiflere bakıldığında ise *S.intermedius* (26), *S.aureus* (14) suşlarının daha sık görüldüğü raporlanmıştır.

Saptanan stafilocok suşların Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemiyle antibiyogram testleri yapılmıştır. Antibiyogramda kullanılan antibiyotikler EUCAST ve CLSI standartlarına bakılarak belirlenmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan antibiyotikler; Gentamisin (GM) , Amikacin (AN) , Tobramisin (NN), Enrofloxacin (ENR), Cefoxaxime (CTX) , Vancomisin (VA), Trimetoprim sülfamethoxazole (SXT), Amoksisilin clavulanik acid (AMC), Eritromisin (E) , Tetrasiklin (TE), Linezolid (LZD), Kloramfenikol (C), İmipenem (IPM), Metisilin (MET)'dir.

Yapılan antibiyogramlar sonucunda metisilin haricinde Cefotaxime'e karşı direnç %42,86 (24) olarak belirlenmiş ve en fazla dirençlilik oranının cefotaxime ait olduğu gözlenmiştir. Kullanılan diğer antibiyotiklere karşı dirence bakıldığında ise sırasıyla tetrasiklin %41,07 (23), eritromisin %39,29 (22), amoxicilin clavulanik acid %37,5 (21), trimetoprim-sulfamethoxazole %26,79 (15), gentamisin %25 (14) , enrofloxacin %23,21 (13) , tobramisin %21,43 (12) , vankomisin %12,5 (7) , kloramfenikol %5,36 (3), amikacin %3,57 (2), linezolid %3,57 (2), imipenem %1,79 (1) şeklindedir. Stafilocok cinsi üzerine yapılan antibiyotik direnç duyarlılık test çalışmalarına bakıldığında ise ; 1998 yılında lilenbaum ve ark.'ları stafilocok izolatlarının beta lactam grubu antibiyotiklere karşı yüksek dirençli olduğunu belirlemiş ve bu grupta yer alan ampisilin e karşı direncin en yüksek olduğunu raporlamıştır. Qekwana ve arkadaşlarının yaptığı güncel çalışmada ise antibiyotik direnç profillerinin belirlenmesinde beta lactam grubu antibiyotiklerine karşı direncin diğer gruplara göre daha yüksek olduğunu raporlamıştır. Kullanılan ortak antibiyotiklere bakıldığında ise direnç oranı sırasıyla trimetoprim sülfamethoxazole %10.5 , enrofloxacin %7.9 , kloramfenicol %5,2 , amikacin %2,7 , amoxicilin clavulanik acid % 2,7 ve gentamicin %2,7 olarak tespit edilmiştir.

1998 yılında yapılan Lilenbaum ve ark. 'larının çalışmasında kedi deri lezyonlarından izole edilen stafilocoklara karşı en etkili antibiyotiğin gentamisin olduğu belirlenmiştir ve bu duyarlılığın yıllar boyunca korunacağını düşüncede yaptığımız çalışmada güncel olarak bakıldığında bu kanının yanlış olduğu kanıtlanmıştır. Eski nesil antibiyotiklerin direnç profillerinin zaman geçtikçe yükseldiği yapılan güncel çalışmalarda ortaya konmuştur.

Bu çalışmada izole edilen *S.aureus* suşları metisilin direnci yönünden incelenmiş olup % 89,47 (17) oranında dirençlilik ve %10,53 (2) orta düzeyde dirençlilik belirlenmiştir. Metisiline karşı duyarlılığa bakıldığında ise hiçbir *S.aureus* izolatında duyarlılık tespit edilmemiştir. Avustralyada yapılan çalışmada kedi at ve köpeklerden izole edilen *S.aureus* suşlarında metisilin direncinin %12,8 olduğu belirlenmiştir. kedilerden izole edilen *S.aureus* suşları ayrıca metisilin dirençliliği yönünden değerlendirildiğinde bu oranın %17,6 olduğu sonucuna varılmıştır. Lilenbaum ve ark. *S. aureus* suşlarına metisilin dirençliliği yönünden incelediklerinde izolatların %21,4 ünün metisilin dirençli gruba ait olduğu bulunmuştur.

Metisiline dirençli *S.aureus* (MRSA) suşlarında aynı zamanda tetrasiklin , eritromisin , amoxicilin clavulanik acid , trimetoprim-sulfamethoxazole antibiyotiklerine karşı da dirençlilik tespit edilmiş olup çoklu ilaç direncinin varlığı gözlemlenmiştir. Morris ve ark. 'larının yaptığı çalışmada MRSA izolatlarının, florokinon ve macrolit grubu antibiyotikler başta olmak üzere birçok antimikrobiyal ajana karşı dirençli olduğunu raporlamıştır. Hanif ve ark. 2019 yılında yaptığı çoklu ilaç direnci çalışmasında ise benzer bir şekilde *S.aureus* 'ların çoğu antibiyotiğe karşı dirençli olduğu gözlemlenmiştir.

4.1. Sonuç

Kedi ve köpeklerde görülen deri lezyonlarının sağaltımında yaygın ve çeşitli antibiyotik kullanımı, enfeksiyöz bakteriyel etkenlerin kullanılan antibiyotiklere karşı ilaç direncin gelişmesine neden olduğu bu çalışmada yapılan duyarlılık testlerinden elde edilen bilgiler ile birlikte yapılan diğer çalışmalarla benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir. Kedi ve köpeklerde gözlemlenen deri lezyonlarının tedavisinde geniş spektrumlu antibiyotiklerinin kullanılması, hayvan hastanelerinde ve kliniklerde deri lezyonu yapılan hayvanlardan bakteriyolojik teşhis yapılamaması veya bakteriyoloji laboratuvarları ile birlikte ortak bir şekilde çalışılmamasına bağlı olarak deri lezyonuna sebep olan etkenlerin mikrobiyolojik teşhisinin yapılamaması ve buna bağlı olarak bakteriyel etkenlere karşı uygulanacak antibiyotiklerinin seçiminin yapılabilmesi için gerekli olan antiduyarlılık testlerinin yapılamaması neticesiyle yanlış veya uygun olmayan antibiyotiklerin kullanılması antibiyotiklere karşı direncin gelişmesine sebep olmaktadır.

Antibiyotiklere karşı dirençli bakterilerin günümüzde de gelişmeye devam etmesi gelecekte kedi ve köpeklerde görülen deri lezyonlarının sağaltımında olumsuzluklara ve tedavinin başarısız olmasına neden olacak potansiyel bir risk faktörüdür. Bu sebeple klinik teşhisi yapılan deri lezyonlarına sebep olan etkenlerin belirlenip, etkene karşı kullanılacak antibiyotiğin seçilmesi için duyarlılık testlerinin mikrobiyoloji laboratuvarı ile birlikte doğrudan çalışılarak uygun antibiyotiklerin seçilmesi klinik mikrobiyoloji ve antibiyotiğe karşı dirençli bakterilerin gelişmemesi adına önem arz etmektedir. Kedi ve köpeklerde deri lezyonuna sebep olan etkenlerin teşhisinde daha kolay daha ucuz ve etkili yöntemlerinin geliştirilmesi oldukça önemli bir konu haline gelmiştir. Hayvan hastalıklarının tanısında daha doğru sonuçların alınması ve daha uygun tedavi protokollerinin belirlenmesi için hayvan hastaneleri, klinikler ile mikrobiyoloji laboratuvarlarının birlikte çalışılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

5. Kaynakça

- [1] Ş. C. Öçal, . Koagülaz Negatif Staphylococcus'larda Slime Yapımı, Protein-A Oluşumu Ve Antibiyotik Duyarlılığının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara , (2010).
- [2] Zurita, J. ,Mejia, C. ve Guzmán-Blanco, M. Diagnosis and susceptibility testing of methicillin-resistant Staphylococcus aureus in Latin America. The Brazilian journal of infectious diseases: an official publication of the Brazilian Society of Infectious Diseases, 14 (2), 97-106. (2010).Mueller, R. S. , Bergvall, K., Bensignor, E. ve Bond, R. A review of topical therapy for skin infections with bacteria and yeast. Veterinary Dermatology, 23: 330-338. (2012).

- [3] C. Ş. Türkel,. Köpeklerin Derilerinden Stafilokok Türlerinin İzolasyonu Ve Eksfoliyatif Toksin Varlığının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın ,(2012).
- [4] Souza-Silva, T. , Rossi, C. C., Andrade-Oliveira, A., Vilar L. C., Pereira, M. F., Penna, B. ve Giambiagi-deMarval, M. Interspecies transfer of plasmid-borne gentamicin resistance between *Staphylococcus* isolated from domestic dogs to *Staphylococcus aureus*. *Infection, Genetics and Evolution* 98, 105230. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2022.105230> , (2022).
- [5] De Jong, A., Youala, M., El Garch, F., Simjee, S., Rose, M., Morrissey, I. ve Moyaert H. Antimicrobial susceptibility monitoring of canine and feline skin and ear pathogens isolated from European veterinary clinics: results of the ComPath Surveillance programme. *Veterinary Dermatology*, doi: 10.1111/vde.12886, (2020).
- [6] Bağcıgil, A. F., İkiz, S., Güzel, Ö., Yaramış, Ç. ve Ilgaz, A. Hayvanlardan, Klinik Ortamından ve Klinik Çalışanlarından İzole Edilen Metisiline Dirençli Stafilokokların Tür Dağılımları. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 38 (2), 151-160, (2012).
- [7] Şakar, H., Mumcuoğlu, İ., Aksu, N., Karahan, C., Kurşun, Ş. ve Kuştımur, S. Koagülaz-Negatif Stafilokoklarda Makrolid-Linkozamid Streptogramin B Grubu Antibiyotiklere Karşı Nadir Direnç Genlerinin Araştırılması. 34. Türk Mikrobiyoloji Kongresi, Girne, KKTC, 7-11 Kasım, (2012).
- [8] Froggatt, J. W., Johnston, J. L., Galetto, D. W. and Archer G. L. Antimicrobial Resistance in Nosocomial Isolates of *Staphylococcus haemolyticus*. *Antimicrobial Agents And Chemotherapy*, 33(4), 460-466, (1989).
- [9] Feßler, A. T. , Scholtzek, A. D., Schug, A. R., Kohn, B., Weingart, C., Schink, A., Bethe, A., Lübke-Becker, A. and Schwarz, S. Antimicrobial and Biocide Resistance among Feline and Canine *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus pseudintermedius* Isolates from Diagnostic Submissions. *Antibiotics* 2022, 11, 127. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020127>, (2022).
- [10] (Kayaş, U. Antimikrobiyal Direnç Mekanizmaları. *Aydın Sağlık Dergisi*, 5(1), 1-12, (2019).
- [11] Avsever, M. L. Bacterial Infections and Antibiogram Results of Farm, Pet and Other Some Animals in the Aegean Region. *Van Veterinary Journal*, 30 (2) 95-101, (2019).
- [12] Morris, D. O., Rook, K. A., Shofer, F. S. and Rankin, S. C. Screening of *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius* and *Staphylococcus schleiferi* isolates obtained from small companion animals for antimicrobial resistance: a retrospective review of 749 isolates (2003–04). *European Society of Veterinary Dermatology*, 17; 332–337, (2006).
- [13] Li, Y., Fernández, R., Durán, I., Molina-López, R. A. and Darwich, L. Antimicrobial Resistance in Bacteria Isolated From Cats and Dogs From the Iberian Peninsula. A Section Of The Journal *Frontiers In Microbiology*, doi:10.3389/fmicb.2020.621597, (2020).
- [14] Moyaert, H., De Jong, A., Simjee, S., Rose, M., Youala, M., El Garch, F., Vila, T., Klein, U., Rzewuska, M. and Morrissey, I. Survey of antimicrobial susceptibility of bacterial pathogens isolated from dogs and cats with respiratory tract infections in Europe: ComPath results. *Journal of Applied Microbiology*, 127, 29-46, (2019).
- [15] Hanif, Z., Taj, M. K., Rafiq, N., Taj, I., Tariq, N., Azam, S., Noor, S., Ali, S. A., Hussain, A. and Iqbal, K. Multi-drug resistance of micro-organisms isolated from cat skin and saliva of Quetta city. *International Journal of Entomology Research*, 4 (6), 61-67, (2019).
- [16] Hızlısoy, H., Onmaz , N., Karadal, F., Al, S., Yıldırım , Y., Gonulalan, Z. and Kılıç, H. Antibiotic Resistance Gene Profiles of *Staphylococcus aureus* Isolated From Foods of Animal Origin. *Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 24 (2):243-249, (2018).
- [17] N. Ünal,. İnsan Ve Hayvan Kökenli *Staphylococcus Aureus* İzolatlarının Fenotipik Ve Genotipik Özellikleri Üzerine Çalışmalar. Doktora Tezi. Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, (2007).
- [18] R. Tetiker,. Yara Örneklerinden İzole Edilen Mikroorganizma Türlerinin Tanımlanması Ve Antimikrobiyal Duyarlılıklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tokat, (2019).
- [19] Canpolat, İ., Çakır, S. ve Aktaş S. İstanbul İlindeki Veteriner Kliniklerine Getirilen Kedi Ve Köpeklerde Deri Hastalıklarının Görülme Oranlarının Araştırılması. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(2), 110-116, (2018).
- [20] C. Aktaş,. İstanbul Yöresinde Kedi ve Köpeklerde Deri Hastalıklarının İnsidansı. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, (2013).
- [21] Tamakan, H. and Gocmen, H. Genetic Characterization of Methicillin Resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in Dogs and Cats in Cyprus: Comparison of MRSP and MRSA Results. *Zoological Society of Pakistan*, 1-9, (2022).
- [22] Qekwana, D. N., Sebola, D., Oguttu, J. W. and Odoi, A. Antimicrobial resistance patterns of *Staphylococcus* species isolated from cats presented at a veterinary academic hospital in South Africa. *BMC Veterinary Research*, 13:286, (2017).
- [23] Larsen, R. F., Boysen, L., Jessen, L. R., Guardabassi, L. and Damborg, P. Diversity of *Staphylococcus pseudintermedius* carriage sites and skin lesions of dogs with superficial bacterial folliculitis: potential implications for diagnostic testing and therapy. *Veterinary Dermatology*, doi:10.1111/vde.12549, (2018).
- [24] Nocera, F. P., Ambrosio, M., Fiorito, F., Cortese, L. and De Martino, L. On Gram-Positive- and Gram-Negative-Bacteria-Associated Canine and Feline Skin Infections: A 4-Year Retrospective Study of the University Veterinary Microbiology Diagnostic Laboratory of Naples, Italy. *Animals* 2021, 11, 1603. <https://doi.org/10.3390/ani11061603>, (2021).
- [25] Muniz, M., Penna, B. and Lilienbaum, W. Methicillin-resistant commensal staphylococci in the oral cavity of healthy cats: a reservoir of methicillin resistance. *Veterinary Record*, 173: 502, (2013).
- [26] Patel, A., Lloyd, D. H., Howell, S.A. and Noble, W. C. Investigation into the potential pathogenicity of *Staphylococcus felis* in a cat. *Veterinary Record*, 150: 668-669, (2002).
- [27] H. K. Müştak,. Sağlıklı Ve Deri Lezyonlu Köpeklerin Derilerinden İzole Edilen Stafilokok Türlerinde Eksfoliyatif Toksin Varlığının Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2007).
- [28] Weese, J. S. The canine and feline skin microbiome in health and disease. *Veterinary Dermatology*, 24, 137–e31, (2013).

EFFECTS OF THE BICONICAL ANTENNA AND E-FIELD GENERATOR ON RS103 TEST

BİKONİK ANTEN VE E-ALAN ÜRETECİNİN RS103 TEST SONUCUNA ETKİLERİ

**Burak Demirdöğen^{1*}, Dr. Nilay Aytas², Yasin Genç³, Dr. Ahmet Akkoç⁴,
Prof. Dr. Erkan Afacan⁵, Prof. Dr. Erdem Yazgan⁶**

^{1,3,4,5} Gazi University, Electrical and Electronics Engineering, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0001-5173-0263, demirdoggenburak@gmail.com

³ ORCID ID: 0000-0003-2271-9668, yasin.genc@gazi.edu.tr

⁴ ORCID ID: 0000-0002-8121-7599, ahmetakkoc@gmail.com

⁵ ORCID ID: 0000-0003-4025-6847, e.afacan@gazi.edu.tr

² Kirikkale University, Electrical and Electronics Engineering, Turkey

² ORCID ID: 0000-0002-8305-1641, nilayaytas@kku.edu.tr

⁶ TED University, Electrical and Electronics Engineering, Turkey

⁶ ORCID ID: 0000-0003-4957-1173, erdem.yazgan@tedu.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

In this study, the effects of antenna radiation on the equipment under test (EUT) were investigated by the RS103 test defined in the MIL-STD-461G standard. For this purpose, Electric Field Generator and Biconical Antenna radiating between 30MHz – 100MHz were used. It has been observed that different currents occurred on the EUT cable under the same electric field. In addition, in order to examine the effect of different currents, the same test setup has been organized with a digital thermometer. It is revealed that EUTs did not show similar behavior when subjected to different antennas providing the same conditions.

Keywords: Electromagnetic compatibility, electric field generator, biconical antenna, RS103.

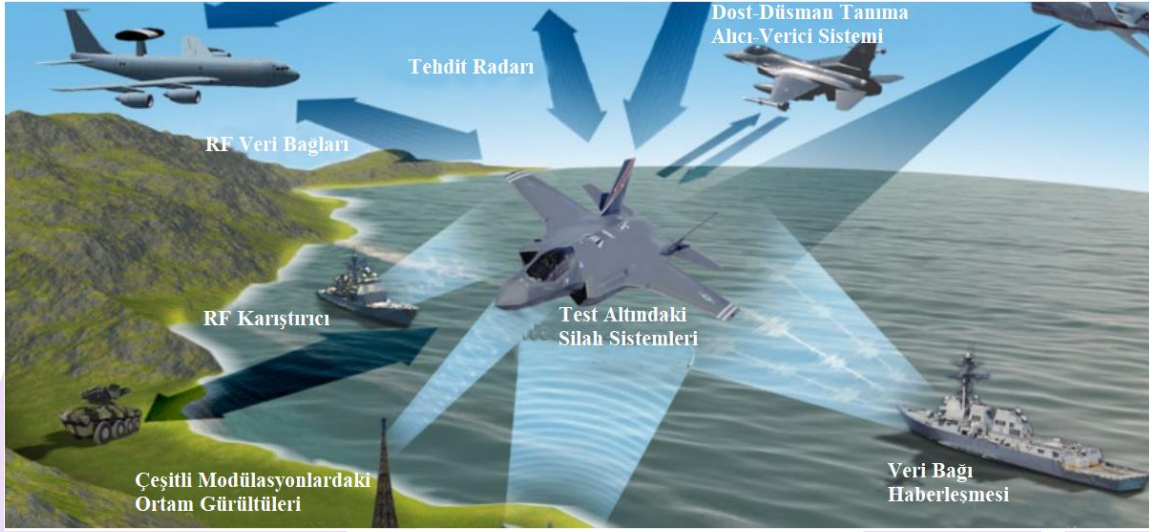
1. Giriş

Askeri platformların ihtiva ettiği elektronik sistemlerin sayısı ve karmaşık yapısı gelişen teknoloji ile artmaktadır. Bu durum platform üzerinde istemli ve istemsiz birçok elektromanyetik gürültünün oluşmasına neden olmaktadır. Deniz, hava ve kara muharebe sahalarında kullanılmak üzere geliştirilen ve platformlara yerleştirilen elektronik sistemler, görevini yerine getirebilmek için kendi içinde ve birbiri ile elektromanyetik olarak uyumlu çalışmak zorundadır. Bu sayede elektronik sistemler kendilerinden beklenen performansı gösterebilmektedir.

Elektronik harp sistemleri, günümüzde sadece görev odaklı çalışmanın yanı sıra, görev sahasından veri toplama ve değerlendirme işlevlerine de sahiptir. Hareketli bir platformdan veri toplamak için hem platform üzerinde radyo frekansında (RF) çalışan sistemlerin kullanılması hem de yer istasyonları ile haberleşme yeteneğine sahip olması gerekir. Platform üzerinde bulunan verici sistemler ışınlama yolu ile yayılım yapmakta olup, platformda kullanılan elektronik sistemleri de istenmeyen ışınlamalara maruz bırakabilmektedir. Elektronik harp ortamında kullanılan platformlar ve sahip oldukları RF alıcı-verici sistemlerin bir kısmı Şekil 1’de paylaşılmıştır (Pomerleau, 2016).

Şekil 1’de paylaşılan harp veya görev ortamında karasal TV, GSM, Radyo gibi çeşitli modülasyonlarda sürekli yayın yapan sistemler bulunmaktadır. Askeri platformlarda ise yer tespiti, düşman algılama ve haberleşme amaçlı birçok alıcı-verici sistemler kullanılmaktadır. Bu yayınlar istemli olarak yapılmaktadır. İstemli tehditler dışında bir de düşman tarafından yapılan RF tehditler bulunmaktadır ve bu tehditler muhatap sistem için istenmeyen yayınlar olmaktadır.

Tasarlanan bir sistemi sahaya sürmeden önce laboratuvarında belirli koşullarda teste tabi tutmak gerekmektedir. Burada amaç, elektromanyetik tehdidin sistem üzerindeki etkilerini laboratuvar ortamında tespit ederek sahada karşılaşılabilecek olası bozulmaların önüne tasarım aşamasında geçmektir.



Şekil 1: Elektronik harp ortamına ait çeşitli RF tehditler

MIL-STD-461G standardı, askeri cihazların birbiri ile ve entegre edileceği platform ile elektromanyetik olarak uyumluluğunu kontrol eden gereksinimleri içermektedir. Standart, test altındaki cihazın emisyon değerleri için kullanılacağı platforma göre limitler belirlerken, bağımsızlık testi için uygulama seviyeleri belirlemektedir. Askeri cihazların kullanıldığı muharebe sahasında istemli veya istemsiz oluşan ışınım yolu ile tehditlerin etkilerini görmek amacıyla MIL-STD-461G standardı, RS103 testini gereksinim olarak belirlemiştir. RS103 testi, 2MHz – 40GHz aralığında birçok farklı anten ile gerçekleştirilmektedir. Kullanılan verici antenlerin yayın aralıkları alt veya üst frekans bandında kesişebilmektedir. Elektrik alan üretici ve bikonik anten, 30MHz – 100MHz frekans aralığında yayın yapabilme yeteneğine sahiptir. Her iki anten RS103 testinde 30MHz – 100MHz frekans aralığında yayın yapmak amacı ile elektromanyetik uyumluluk testi yapan laboratuvarlarda kullanılmaktadır.

RS103 testi, belirli frekanslarda test altındaki cihaz üzerinde oluşturulması gereken elektrik alan seviyelerini belirtirken, kullanılacak antenlerin çeşitlerini detaylandırmamaktadır. Bu tercih test laboratuvarlarının kararına bırakılmıştır. Bu durum ölçüm sonuçlarında farklılıklar yaratılabilmektedir.

Test sırasında kullanılacak olan antenlerin 3dB huzme genişliğinin katalog verisinden alınarak kullanılması yerine kalibre edilmesinin de sonuçlar arasında farklılık oluşmasına neden olabildiğini çalışmalar göstermiştir (Yan-xing, 2009).

Aynı şekilde kullanılan antenlere ait kol uzunluklarının değiştirilmesinin test altındaki cihaz üzerinde oluşturulan elektrik alanın homojenliğini etkilediği de yapılan araştırmalar ile gösterilmiştir (Cakir vd., 2021).

Bu çalışmada, antenlerin test sonuçlarına etkileri incelenmiş olup, aynı elektrik alan seviyelerini oluşturmalarına rağmen, ışınma deseni farklılıkları test altındaki cihazın etkilenme seviyelerinde tutarsız sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

2. RS103 testi

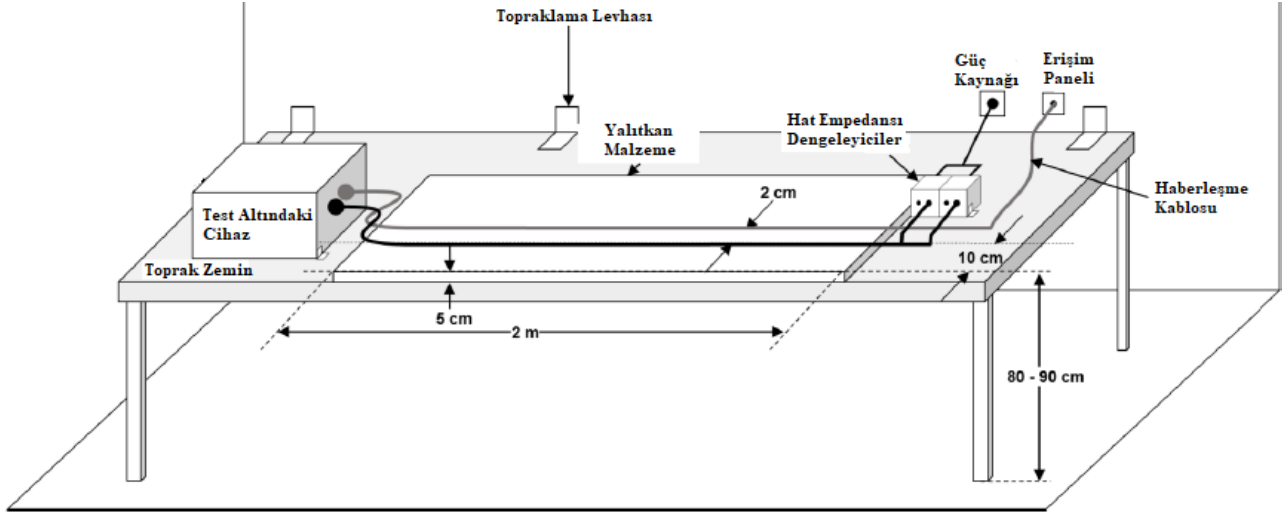
RS103 testi, donanım, cihaz veya sistemlerin kullanılacağı ortamda maruz kalacağı ışınım yolu tehditleri laboratuvar ortamında, MIL-STD-461G standardında belirtilen koşullara göre uygulamayı hedeflemektedir. Standart, testin uygulanabilir olduğu frekansları 10kHz – 40GHz olarak belirlemiştir. Bu frekans aralıkları standardı oluşturan komite üyeleri tarafından sahadan toplanan veriler ile elde edilmiştir.

RS103 testinin uygulanması için standart belirli koşullar öne sürmektedir. Testi gerçekleştirmek için öncelikle 10kHz – 40GHz frekans bandında ışınım yolu gürültüleri dışarda tutmaya yarayan yarı yankısız oda ihtiyacı bulunmaktadır. Bu ön koşul sağlandıktan sonra standart testin gerçekleştirilmesi için test edilecek ekipmanın yankısız odaya yerleşimini Şekil 2'de paylaşılan genel test düzeneği ile göstermiştir (MIL-STD-461G, 2015).

Şekil 2 incelendiğinde; test altında cihaz ve kablosu iletken zemimli bir masa üzerine yerleştirilmektedir. Test altındaki cihaz masaya topraklanmış durumdayken, kabloları ise iletken zeminden 5cm kalınlıktaki yalıtkan bir malzeme ile izole edilmektedir. Test masası üzerine, masaya paralel olarak, ilk 2 metresi serilen kablolar gerçek senaryodaki kullanıma en yakın olacak şekilde hazırlanmaktadır. RS103 testinde kullanılacak temel ekipmanlar ise;

- Test frekansına uygun anten,
- Elektrik alan okuma probu

Bu ekipmanlar dışında kullanılan sinyal üretici, RF güç yükseltici, RF kablolar belirli şartları sağladığı için farklı marka model kullanımının test sonuçları etkisi olmadığı değerlendirilmektedir. MIL-STD-461G standardı, RS103 testi için, verici antenin test altındaki cihazdan 1 metre uzağa yerleştirilmesini işaret etmektedir. Anten merkezinin ise yerden 120 cm yukarı olması gerektiği standartta yer almaktadır.

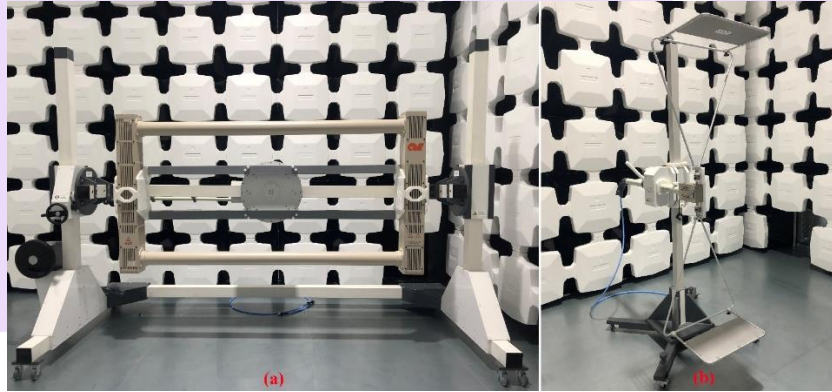


Şekil 2: MIL-STD-461G standardında tanımlı genel test düzeneği

3. Anten tipi

RS103 testinde kullanılacak antenler standartta tanımlı değildir. Bu nedenle laboratuvarlar standartta tanımlı elektrik alanı test altındaki cihazda 1 metre mesafeden üretebilen piyasada bulunan antenleri tedarik etmektedir. 30MHz – 100MHz aralığında bilog anten, bikonik anten, elektrik alan üretici, iletim hattı anteni gibi çeşitli antenler kullanılabilir (Macnamara, T. M. 2018). Yaygın olarak kullanılan anten çeşitleri ise elektrik alan üretici ve bikonik antendir.

Bu çalışmada, elektrik alan üretici olarak Amplifier Research firmasının ATP10K100M model elektrik alan üretici ve Schwarzbeck marka BBAE 9179 model bikonik anten karşılaştırmak amacı ile kullanılmıştır. Kullanılan antenlere ait görseller Şekil 3'te verilmiştir.

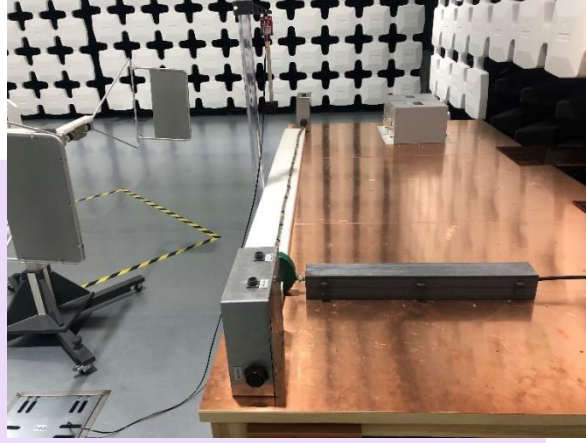


Şekil 3: a) E-alan üretici b) Bikonik anten

Teorik olarak elektrik alan üretici bir anten değildir fakat test laboratuvarlarında kullanımı yaygındır (D'Arcangelis, T., 1998). Elektrik alan üreticinin bu durumu iki farklı verici antenin test altındaki cihazdaki etkilenme seviyelerinin karşılaştırıldığı bu çalışmaya temel olmuştur.

4. Deneysel düzeneği ve yöntem

Deneysel düzeneği Şekil 2'de verilen genel test düzeneği iki farklı test altındaki cihaz ile ele alınmıştır. Şekil 4'te paylaşılan ilk düzenek yardımcı ekipmanı ile arasında ekranlı bir kablosu bulunan metal iletken bir kutu ile kurulmuştur. Kurulan düzenekte metal kutu ve yardımcı ekipmanı olan yine metal olan kutu zemine topraklanmıştır. Askeri konektörlü ve ekranlı bir kablo ile birbirine bağlanmıştır. Şekil 4'te paylaşılan düzenekte, genel test düzeneğinden farklı olmak üzere akım probu ve ferit bloğu kullanılmıştır. Probu amacı ekranlı kablo üzerinde her iki anten yayını altında oluşan akım değerlerini ölçmektir. Ferit bloğu ise, oluşturulan elektrik alanın, akım probunu EMI (Electromagnetic Interference) alıcıya bağlayan RF kablosuna indüklenmesi engellemektir. Burada amaç, akım probu kablosunun elektrik alan yayımından etkilenerek test sonuçlarına etki etmesini önlemektir.



Şekil 4: Metal iletken kutu ile kurulmuş deney düzeneği

Ekranlı kablo üzerinde oluşan akım seviyelerinin 15 V/m değerinde elektrik alan altında oluşabilecek farklı etkilerini ortaya çıkarmak amacı ile dijital termometre RS103 testine tabi tutulmuştur ve Şekil 5'te düzenek sunulmuştur. Dijital termometrenin 15 V/m elektrik alan altında doğrusal etkilenmeler göstermemesi nedeniyle elektrik alan seviyesi kademeli olarak düşürülerek test 5 V/m ile gerçekleştirilmiştir.

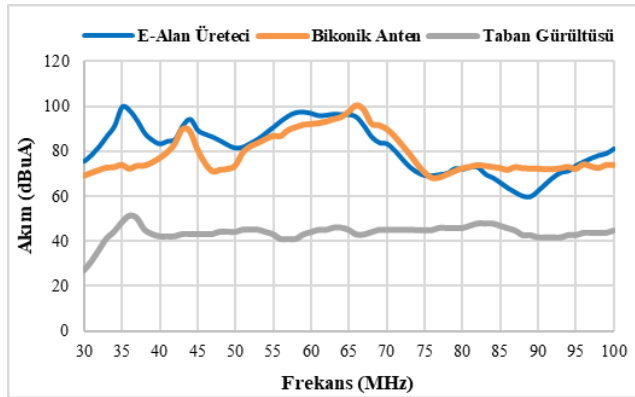
Dijital termometre, düzenek ortasına yerleştirilen bikonik anten ile yatay ve dikey polarizasyonda tek bölgede ışımaya maruz bırakılmıştır. Elektrik alan üretici dikey polarizasyonda tüm düzeneği ısıtabilirken yatayda 1 metre genişliğe sahip olduğu için düzeneğin üç farklı bölgesine yerleştirilerek ısıma gerçekleştirilmiştir.



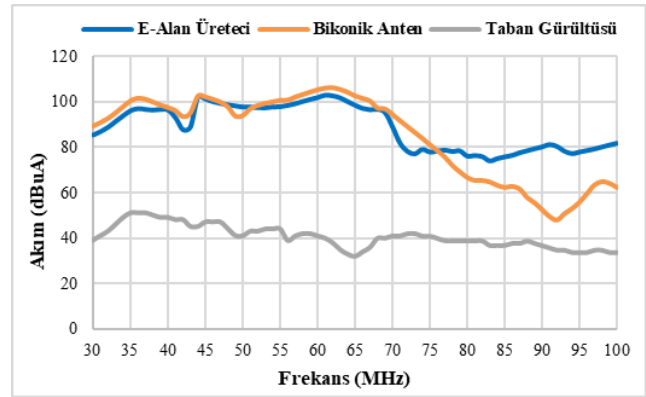
Şekil 5: Dijital termometre ile kurulan deney düzeneği

5. Bulgular

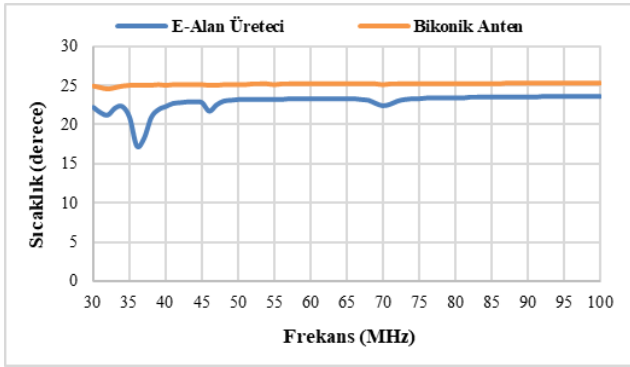
Metal kutu ve ekranlı kablosu ile gerçekleştirilen teste ait akım ölçüm verileri Şekil 6'da sunulmuştur. Antenlerin, dikey polarizasyonda belirli frekans aralıklarında (30-40MHz, 45-50MHz ve 85-90MHz) kablo üzerinde önemli derece farklı akım indükledikleri görülmektedir. Şekil 7'de sunulan yatay polarizasyon grafiği incelendiğinde, 80MHz – 100MHz frekans aralığında kabloda oluşan akım seviyelerinin farklı olduğu gözlemlenmiştir.



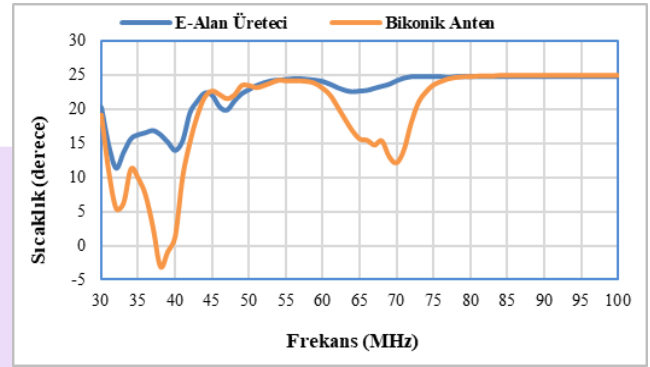
Şekil 6: Dikey polarizasyonda kabloda oluşan akım grafiği



Şekil 7: Yatay polarizasyonda kabloda oluşan akım grafiği



Şekil 8: Dikey polarizasyonda dijital termometrede okunana değerler



Şekil 9: Yatay polarizasyonda dijital termometrede okunan değerler

Şekil 8'de, elektrik alan üreticinin, düzeneğin orta bölgesine yerleştirildiği ve yatay polarizasyonda yer aldığı durumda iken gerçekleştirilen ölçümlere ait sonuçlar yer almaktadır. Veriler incelendiğinde, bikonik antenin dijital termometre testindeki performansının, alan üreticisine kıyasla daha fazla etkilendiği görülmüştür.

6. Sonuçlar

Çalışmanın bulguları, bikonik anten ve elektrik alan üreticinin 30MHz – 100MHz frekans aralığında aynı elektrik alan seviyesini oluşturabildiğini göstermiştir. Bununla birlikte, test altındaki cihaza bağlı kablolar üzerinde farklı akım seviyeleri oluşturduğu ve cihazın performans karakteristiğinde farklı etki yarattığı belirlenmiştir. Bu durum, laboratuvarlar arası ölçüm sonuçlarının kullanılan antene göre değişiklik gösterebileceğini ortaya çıkarmıştır. Böylelikle, herhangi bir laboratuvarında gerçekleştirilen RS103 testinde başarılı olan bir cihazın, kullanılan anten tipine bağlı olarak başka bir laboratuvarında başarısız olabileceğinin göz önünde bulundurulması gerektiği anlaşılmıştır.

7. Kaynakça

- Cakir, S., Sen, O., Tektas, C.B., Ozturk, M., Ayaydin, A. "Improved Field Uniformity over Metallic Table in Military Radiated Susceptibility Testing by Adjusting Lengths of Antenna Elements and Test Table", 2021 Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility (APEMC 2021), Bali, 27-30 September 2021, -:DOI (2021) : 6
- D'Arcangelis, T. (1998). Antennas for EMC Applications. Item Update, 9, 46-53
- Department of Defense (2015). MIL-STD-461G, Requirements for the control of electromagnetic interference characteristics of subsystems and equipment.
- Macnamara, T. M. (2018). Handbook of Antennas for EMC (2nd Ed.). London: Artech House
- Pomerleau, M. (2016). <https://defensesystems.com/connected-warrior/2016/01/stratcom-pushes-a-unified-approach-to-joint-spectrum-operations/189618/>
- Yan-xing, Y. (2009). The Influence of the Beamwidth of Transmit Antenna on RS103, Radiated Susceptibility

A CASE OF DELAYED POSTPARTUM UNSCARRED (PRIMARY) UTERINE RUPTURE; CAUSING PARAMETRIAL AND BROAD LIGAMENT HEMATOMA

Cenk Mustafa Güven ^{1*}, Zerrin Avul ²,

¹ *Izmir Private Can Hospital, Obstetrics and Gynecology Department, Turkey*

¹ *ORCID ID:0000-0001-6923-4137, drcenkmustafa@gmail.com*

² *Kayseri Private Erciyes Hospital, Obstetrics and Gynecolog Departmenty, Turkey*

² *ORCID ID:0000-0003-3894-5272, z.avul@erciyeshastanesi.com*

** Corresponding Author*

Abstract

Although extremely rare, uterine rupture of an unscarred uterus is catastrophic complication of vaginal delivery in primigravidas. A 27-year-old primigravid woman without any history of uterin scar gave spontaneous vaginal birth at 40 + 5 weeks at gestation. Most important risk factors for uterine rupture related her labor were prostoglandine usage and an assisted fundal pressure application. She presented hypovolemia related symptoms and a drop in hemoglobine values in the early postpartum period. She had been managed as a episiotomy hematoma until an transabdominal sonography revealed a retroperitoneal pelvic hematoma. During emergency laparotomy a 4x4 cm tear on the isthmus and a massive broad ligamanet hematoma were dedected. There were no free blood in the pelvic cavity. The tear was sutured with uterine preservation. She had uneventfull postoperative course. Hypovolemia related symptoms in the postpartum period without vaginal bleeding may be a sign of uterus rupture, even if the uterus is unscarred. And a high index of suspicion is required to immediate diagnose for preventing maternal morbidity an even mortality.

Keywords: *Unscarred uterin rupture, Assisted fundal pressure, Postpartum hemoglobin drop, INSI.*

1. Introduction

Uterine rupture is an uncommon obstetrical complication that may cause catastrophic maternal and fetal consequences. The overall prevalence of uterine rupture ranges from 1 in 1235-4366 [1]. Most of uterine rupture are related with previous uterine scar such as previous cesarean, hysterectomy and myomectomy [1]. Malpresentation, prolonged second stage of labor, labor induction and augmenation, preterm delivery, postmaturity, multiparity, advanced maternal age, abnormal placentation, fetal macrosomia, multiple gestation, uterine anomalies, maternal connective tissue disorders in paritcular Ehlers-Danlos syndrome, intrumental delivery, chronic maternal steroid use, and fundal pressure are the other risk factors for uterine rupture [2].

In this paper we present a case of uterine rupture in a nullipara which diagnosed in the early postpartum period.

2. Case

A 27-year-old primigravida was admitted to our clinic with irregular uterine contraction at 40+5 weeks gestation. She had a noncomplicated pregnancy course. The patient's medical history was unremarkable. She has no history of thorombophila or anticoagulant usage. Obstetric pelvic examination revealed a vertex presentation at station 0, with the cervix 3 cm dilated and %50 effaced. The fetal membranes were intact. The fetal heart rate tracing at the presentation and during the labour was reassuring. An external tocography showed two contractions with a peak of 30 mmhg pressure during 10 minutes follow-up. Vital signs were normal with a blood pressure of 115/80 mmHg. Her hemoglobin was 12.3 g/dL on the admission.

The decision was made to use 50 mcg oral misoprostol for supporting cevical effacement and labour augmentation. The patient had regulary contraction (4 contractions with a peak of 60 mmhg in 15 minutes) subsequently in 2 hours. No oxytocin was administrated. Amniotomy was carried out when cervix had reached 6 cm dilatation and 70% efacement. The amniotic fluid recorded as clear without any meconium staining. The patient labor progressed uneventfully to full cervical dilatation in 10 hours. Because, she had not been cooperated to push the fetus properly, assisted fundal pressure were applied by a birth attendant. After a series of application of fundal presure, a male infant weighing 3450 gr was born with 4 cm medio-lateral episiotomy on the right. APGAR score was 9 at 1 minute and 9 at 5 minute. After spontan relase of the placenta, 150 mL/hour oxytocine infusion (20U in 1000 mL saline) was started. The episiotomy was sutured in two layers and estimated blood loss was of 350 mL. The immediate postpartum period was uneventful with blood pressure 105/80 mmhg. She transferred the midwifery floor 40 minutes after the delivery

About 3 hour after delivery she started to complaint of perineal pain and palpitation. On midwife review the uterine fundus was 4 cm above the umbilicus and no active vaginal bleeding. It was also noted that there was a 6x6 cm hematoma on the episiotomy area. Her blood pressure was 80/50 mmHg with 115 pulse rate. She was immediately transferred to a operation room. Pelvic sonogram which was done in the operation room, showed normally involuded uterus without any retained plasental tissue in the endometrial cavity. On pelvic examination a 7x7 cm hematoma at the episiotomy site and at the right labio majora was dedected. She looked distressed and pale. Her hemoglobine was 9.3 g/dL. The sutures were cut and episiotomy site was explored. There was minimum amount of blood clot and no active bleeding. There were no vaginal or cervical lacerations also. Episiotomy site resutured and a pernous drain were

left in place for hematoma control. By the way a unite of erythrocyte suspension was transfused. Then she transferred to her room again after an hour the contol hemoglobin was 6.0 mg/dL and the thrombocyte count was 43.000. She was still distressed. Her blood pressure was 70/40. Abdominopelvic ultrasound which done by radiologist revealed a 8x8 cm hematoma on the right side of the uterus which spreaded to retroperitoneal spaces. An exploratory laparotomy was decided. During laparotomy there was no intraperitoneal hemorrhagia. The uterine serosa was intact but there was a hematoma on the istmus which spreaded to right parametrium and broad ligament. The overlying serosa was opened and the hematoma was drained. A 4 cm total uterin wall tear was observed on the istmus involving the right uterine vasculature. After hematoma fully drained the tear repaired and uterine vessels ligated on the right side. A hemovac drain was placed in the Pouche of the Douglas. She recieved totally four units of erythrocyte, one unit of fresh frozen plasma and two units of thrombocyte suspensions.

Her postoperative course was uneventfull and she discharged at fifth operative days.

3. Discussion

There are two kind of uterine rupture in the term of wheter uterus is scarred or not. The rupture of an unscarred uterus is also known as primary uterine rupture. To be pretty rare than a rupture of a scarred uterus, the prevalence of rupture of unscarred uterus is estimated to range from 1 in 16.840-19,765 in the developed world [3]. Wheter in a scarred uterus or in an unscarred uterus, an uterine rupture is life threatening for both mother and fetus. Maternal mortality has been reported to range 1%-13% [1]. Besides both maternal and neonatal morbidity are higher after a primary uterine rupture when compared to a uterine rupture of a scarred uterus [4]. Primary uterine rupture was associated with a perinatal death rate of 12-35% and a rate of maternal hysterectomy 20-31% [5]. It was hypothesized that health care providers have a lower levels of clinical suspicion for uterine rupture among laboring women without a prior uterine scar [4] and this leads a delay in diagnosis which increaes of hazardous consequences.

Primary uterine rupture is tend to extend to the lateral side of the uterus involving the broad ligament and uterine vessels in 50% of the cases [4] while 92.3% of ruptures of scarred uterus involved the lower uterus and only 3.8% of ruptures involved the parametrium [5]. Therefore, primary uterine rupture has the potential for severe hemorrhage in comparision to a uterine rupture of a scarred uterus which can be bloodless (6). Besides, if the uterine rupture tears uterine wall with overlying serosa, it is called as complete uterine rupture. But, if overlying serosa was protected, the uterine rupture called as incomplete, also known as "Silent Rupture" [6]. As a rule primary uterine rupture, appears in the form of complet uterine rupture and causes intraperitoneal hemorrhagia which causes massive hemorrhagia and pelvic pain [7].

The most interesting aspect of our case is to be a incomplet unscarred uterine rupture. In our case the overlying serosa was intact. In our oppinion, the protected serosa blocked the blood spreading out the in the abdomen in such a way as to allow forming a parametrial and broad ligament hematoma. So our patient did not complaint of pelvic pain. To our knowledge this is the first report of a primary uterine rupture without intraperitoneal hemorrhagia.

Uterine rupture is seen mostly in the intrapartum period with sudden pelvic pain, excessive vaginal bleeding and fetal bradycardia. Rarely, uterine rupture is encountered in the postpartum period [8]. In this situation clinical picture may be nonspecific such as postpartum hemorrhagia or only hypovolemia related symptoms, and high index of suspicion is necessary for immediate diagnosis and preventing the maternal mortality [4]. We cathegorised our case as a postpartum uterine rupture because of we did not encountered neither any abnormal fetal heart rate recording nor excesive vaginal bleeding during delivery. And also patient was quite well during first hours in the postpartum period.

After a vaginal delivery of a patient without a uterine scar, postpartum bleeding or hypovolemic related symptoms would typically be treated initially with uterotonics, followed by inspection for vaginal laceration or episiotomy hematoma. This delay in diagnosis would increase the likelihood of clinical decompensation. In the current case, we initially had thought that the patient's hipovolemia related symptoms had been because of an episiotomy hematoma and resutured the episiotomy site. By the way, we lost a few hours before we could make a correct diagnosis..

Typical primary uterine rupture patient is a multigravida beyond 40 gestational weeks who was given labor induction or augmentation either with oxytocine or prostoglandine [3,5,8] and applied fundal pressure in the second stage of labor [9]. Although our patient had been quite compatible with these typicity except being multigravida, we did not thought a uterine rupture in the initial differential diagnosis.

Assisted fundal pressure is a most contraverisal maneuvers in the obstetrical practice. Although its efficacy and safety is unproven, its use during vaginal birth in health facilities is widespread [80]. In our case we applied a trial of assisted fundal pressure to facilitate the delivery since the patient had not push the fetus properly. In our oppinion, assisted fundal pressure most important risk factor for uterine rupture which is diagnosed in the postpartum period. Most of the case reports mentioned uterine rupture and asisted fundal pressure coexistency, had diagnosed their cases in the postpartum period. [9,11]

In conclusion, uterine rupture should be considered as an differential diagnosis in women presenting hypovolemia related symptoms in the postpartum period even when the patient is primigravida particularly if an assisted fundal pressure was applied.

4. References

- [1] Hofmeyr GJ, Say L, Gülmezoglu AM: WHO systematic review of maternal mortality and morbidity: the prevalence of uterine rupture. BJOG. 2005, 112:1221-8.
- [2] Hun-Shan HS, Huang LW, Hwang JL, Lee CY, Tsai YL, Cheng WC. Uterine rupture in an unscarred uterus after application of fundal pressure. A case report. J Reprod Med. 2002

III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

- [3] Landon MB. Uterine rupture in primigravid women. *Obstet Gynecol* 2006;108:709-10.
- [4] Gibbins KJ, Weber T, Holmgren CM, Porter TF, Varner MW, Manuck TA. Maternal and fetal morbidity associated with uterine rupture of the unscarred uterus. *Am J Obstet Gynecol.* 2015 Sep;213(3):382.e1-6.
- [5] Catanzarite V, Cousins L, Dowling D, Daneshmand S. Oxytocin-associated rupture of an unscarred uterus in a primigravida. *Obstet Gynecol* 2006;108:723-5.
- [6] Sun C, Liao C, Kan, Y. 2005. 'Silent' rupture of unscarred gravid uterus with subsequent pelvic abscess: Successful laparoscopic management. *The Journal of Minimally Invasive Gynecology* 12:591–521.
- [7] Tayade S, Chadha A, Khandelwal S, Makhija N, Tilva H, Madaan S. Uterine Rupture Following Non-Operative Vaginal Delivery: A Close Save of Delayed Presentation With Hemoperitoneum to a Rural Tertiary Care Hospital. *Cureus.* 2022 Jan 10;14(1).
- [8] Mavromatidis G, Karavas G, Margioulas-Siarkou C, Petousis S, Kalogiannidis I, Mamopoulos A, Rousso D. Spontaneous postpartum rupture of an intact uterus: a case report. *J Clin Med Res.* 2015 Jan;7(1):56-8. doi: 10.14740/jocmr1922w.
- [9] Kurdoglu M, Kolusari A, Yildizhan R, Adali E, Sahin HG. Delayed diagnosis of an atypical rupture of an unscarred uterus due to assisted fundal pressure: a case report. *Cases J.* 2009 Jun 3;2:7966. doi: 10.1186/1757-1626-2-7966.
- [10] Farrington E, Connolly M, Phung L, Wilson AN, Comrie-Thomson L, Bohren MA, Homer CSE, Vogel JP. The prevalence of uterine fundal pressure during the second stage of labour for women giving birth in health facilities: a systematic review and meta-analysis. *Reprod Health.* 2021 May 18;18(1):98. doi: 10.1186/s12978-021-01148-1.
- [11] Wei SC, Chen CP. Uterine rupture due to traumatic assisted fundal pressure. *Taiwan J Obstet Gynecol.* 2006 Jun;45(2):170-2. doi: 10.1016/S1028-4559(09)60219-9.

A SMART SEAT DESIGN FOR LONG-DISTANCE BUSES: TECH SEAT YOLCU OTOBÜSLERİ İÇİN AKILLI KOLTUK TASARIMI: TECH SEAT

Duygu Helvacı ^{1*}, Emin Sezgin ², Gökhan Gelen ³

^{1,3} Bursa Technical University, Mechatronic Engineering, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0001-5622-3893, duygu.sagaltici@fkt.com.tr

³ ORCID ID: 0000-0002-2780-3386, gokhan.gelen@btu.edu.tr

^{1,2} Franz Kiel Turkey GmbH & Co.KG, Mechanical Engineering, Turkey

² ORCID ID: 0000-0003-0179-137X, emin.sezgin@fkt.com.tr

* Corresponding Author

Abstract

Increasing comfort with the developing technology has started to spread in the automotive sector as well as in many other areas. In the automotive industry, the use of smart seats along with electronic control has become widespread. Especially, comfortable, controllable, thermal seat systems are preferred on long journeys. Smart seats can also include functions such as heating, cooling, and massage, along with adjustable motion systems. Considering the energy consumed by such systems, there is also a need for savings. To prevent this, sensors that detect user presence are also used. Versatile and controllable individually developed seats have started to be seen frequently in the content of vehicle technology. In this study, a smart seat named Tech-seat, which contains electronic components, is designed. The seat has been designed to comply with international standards and to meet the necessary test conditions. Tech-seat can ensure that the body surface in contact with the seat remains at the level of need in different climatic conditions during long journeys. By using an electric motor fan and a perforated pad, the air-permeable upholstery provides the seat cooling function. For the heating method, the heating pads in the resistance wire structure provide a certain amount of heat on the back and leg body surfaces in cold weather. Pneumatic pouches that can be placed in the seat sponge can be inflated with pressure at certain rates and times and provide lumbar support and massage function. Smart seats, in which electronic and mechanical designs are used together, have an important place in research and development activities in the automotive industry. It can be controlled with manual membrane buttons, or it can be controlled via mobile applications using the software. With the innovative designs emerging in smart seats, electromechanical system structures continue to be developed.

Keywords: Smart seat, Power seat, Air ventilated seat.

1. Giriş

Elektrikli koltuklar ilk olarak lüks binek araçlarda kullanılmaya başlansa da günümüzde teknolojik gelişmelerle birlikte otobüslerde uzun yolculuklarda konforun sağlanması için kullanılmaktadır. Akıllı koltuklar kendi havalandırma sistemlerine sahiptirler.

Araçların kendi havalandırma sistemleri olsa da yolculuğun uzun sürdüğü durumlarda yolcu ile koltuk yüzeyinin teması terlemeyi artırır ve bu rahatsız edici olabilmektedir. Özellikle sıcak ve nemli havalarda soğutma sistemleri yeterli olamamaktadır.

Omkar Ankush Jadhav ve Prof. S V Chaitanya (O. A. Jadhav, 2018) kendi çalışmalarında yolcu koltuğunda havalandırma kılıfını incelemiş ve insan vücut ısısını belirli saatlerde ne kadar düşürebildiğini gözlemlemişlerdir. Yaptıkları çalışmanın sonucunda havalandırma kılıflarının araçta klima kullanılmadan insan vücut ısısını sabah 9.00'da 3.6°C, öğlen 14.00'da 2.1°C, akşam 18.00'da ise 2.2°C düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

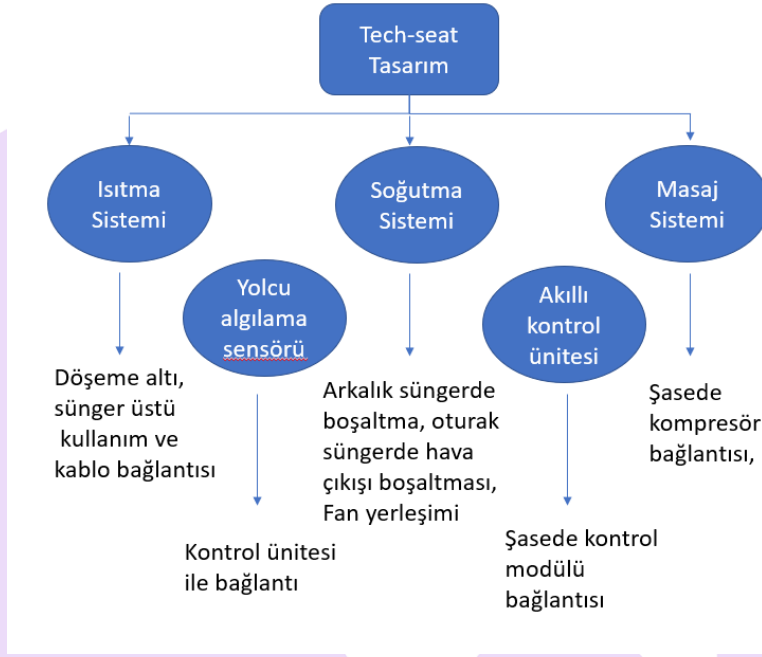
Matthias Franz ve ark. (Matthias Franz, 2008), araştırmalarında 30 kişi ile yaptıkları deneyde yolcuların çoğunluğunun masaj sistemi içeren koltuklardan olumlu sonuçlar aldıklarını belirtmişlerdir. Çalışmalarında vücutta farklı kaslar üzerinde yapılan masajların etkilerini incelediler.

Koltuk hareket sistemleri çalışmalarında yıllar içerisinde birçok çözüm üretilmiştir. Manuel olarak mekanik yatırma sistemlerinden pistonlu yatırma sistemlerine geçilmiştir. Son yıllarda ise elektrik motorlarının kullanımıyla çok yönlü koltuk hareketleri sağlanabilmektedir. Genel olarak yolcu koltuklarında 4 adet motor ile sağa, sola, yukarı ve aşağı hareket ile birlikte koltuk yatırma fonksiyonu da kullanılabilir. Akshay Lahiry ve Samarth Chanana (Akshay Lahiry, 2009) yüz tanıma algoritması kullanarak elektrik motorlarının çalışmasını kişiye özel ayarlamış ve koltuk hareketini sağlamışlardır.

2. Materyal ve yöntem

Akıllı koltuklar içerisinde temassız ve temassız olmak üzere iki şarj ünitesi, iklime bağlı olarak değişebilen havalandırma ve ısıtma sistemleri, özel konfor sağlayan çok aşamalı masaj sistemleri ve çok yönlü hareket sağlayabilen elektrik motorları içerebilmektedir. Öncelikle konforlu akıllı bir koltuk için gereklilikler belirlenmiştir. İklimsel koltukta ısıtma, soğutma ve masaj fonksiyonunun

kullanılması kararlaştırılmıştır. Seçilen özelliklere uygun koltuk ve sünger tasarımı yapılmıştır. Elektronik sistemlerin kontrolü için bir kontrol modülü ve Harness tasarlanmıştır. Isıyı ve soğuğu geçirecek delikli deri döşemeler kullanılmıştır.



Şekil 1: Tech-Seat Bileşenleri

Şekil 1’de seçilen komponentlere göre koltuk tasarım bileşenleri yer almaktadır. Örneğin, soğutma sistemi seçilince süngerde fan hava çıkışı ve delikli ped yerleşimi için boşaltmalar yapılmıştır.

2.1. Koltuk ısıtma sistemleri

Akıllı koltuklar içerisinde temaslı ve temassız olmak üzere iki şarj ünitesi, iklime bağlı olarak değişebilen havalandırma ve ısıtma sistemleri, özel konfor sağlayan çok aşamalı masaj sistemleri ve çok yönlü hareket sağlayabilen elektrik motorları içerebilmektedir.

Otobüslerde bulunan çok yönlü havalandırma sistemleri yolculara genel konfor sunan bir seçenektir. Ancak sert hava koşullarında ve hava sirkülasyonu arttığında bu yeterli olmayabilmektedir. Isıl konforun sürekliliği için koltuklarda bakır tellerden oluşan rezistanslı ısıtma pedleri kullanılmaktadır.

Termoelektrikli bir sistem olan ısıtma pedleri rezistanslı yapısıyla basit çalışma prensibine sahiptirler. Bu pedler otobüs koltuk sistemlerinde test gerekliliklerini karşılamak için yanmazlık özelliği bulunan keçe kumaş içine yerleştirilmiş bakır tellerden oluşmaktadır. Bakır teller genellikle 1 mm kalınlığa sahiptirler ve risk oluşturmayacak düşük voltajla çalışırlar.

Koltuk oturak ve arkalık bölümlerinde kullanılabilen bu sistemler elektrik enerjisini otobüslerden karşılamaktadır. Genellikle 30-60W enerji harcar ve 50-70°C gibi sıcaklıklarla çalışırlar. Bu ısının kumaştan hissedilebilmesi ve kullanıcıyı rahatsız etmeyecek şekilde ayarlanabilmesi için genellikle 3 kademeden oluşarak istenilen sıcaklıklara ayarlanması sağlanabilmektedir. Sonuç olarak koltuk ısıtma sisteminin yerel termal konforu koruduğu ortaya çıkmaktadır (Peter Bröde, 2005).



Şekil 2: Koltuk ısıtma pedi

Şekil 2’ de görülen materyal, havalandırma sistemi bulunduran koltuklarda hava çıkışını engellemek için delikli yapıda kullanılmaktadır (İbiş, 2020).

Literatürde koltuklarda kullanılan termoelektrik cihaz tipi ısıtma sistemlerinin performansı ile ilgili araştırmalar yapılmış ve delik yapılı deri döşemelerin daha iyi performans gösterdiği görülmüştür (JH Jung, 2007).

2.2. Koltuk havalandırma sistemleri

Konforlu sistemlere artan talep ile birlikte yenilikçi koltuk tasarımları ve elektromekanik sistemlerin eklenmesi çalışmaları hız kazanmıştır. Özellikle yeni jenerasyon koltuklarda havalandırma sistemlerinin kullanımı bu doğrultuda artı göstermektedir.

Koltuklarda hava akışı aksel fan motorlarının hava geçirebilen kumaş yapısına sahip döşemelere dağıtılması ile oluşmaktadır. Literatürde daha iyi performans için çeşitli tasarım örnekleri yapılmış ve denenmiştir (Raibhan Bhosale, 2016).



a)



b)

Şekil 3: a) Sünger içi aksel fan motoru ile havalandırma, b) Salyangoz fan motoru ile havalandırma

Şekil 3'te görüldüğü üzere genel olarak havalandırma sistemi koltuklarda 2 şekilde tasarlanabilmektedir. Koltuk arkalık ve ortak süngerlerinin içine yerleştirilen aksel fanların üstüne delikli bir sünger ya da ped yerleştirilerek insan vücudunda belirli yüzeylere temas etmesi sağlanabilir. İkinci bir yöntemde ise salyangoz fanlar kullanılarak hava çıkışı bir hortum ile delikli yapıya sahip bir pedin içine yönlendirilir. Hava pedin içinde dağılır ve temas etmesi istenen yüzeyler açık bırakılacak şekilde hava geçirmeyen kumaş ya da bant gibi malzemeler ile pedin yüzeyi kaplanır. Koltukların döşemesi de hava geçişi sağlayabilecek kumaşlar ile tasarlanmaktadır.

Havalandırma sistemleri koltuklarda konfor sağlasa da sırt bölgesine devamlı teması rahatsızlık verebilmektedir. Bu nedenle genellikle az, orta ve çok olmak üzere 3 kademedeki olacak şekilde ayarlanabilir özelliği bulunmaktadır.

Havalandırma sistemi kullanılan koltuklar, araçlarda klima yükünü %4 ve gaz tüketimini %2,8 azaltabilmektedir (Lustbader, 2005). Soğutma sistemine sahip koltuklar termal konforu artırarak düşük enerji tüketimi ile rahat yolculuk avantajına sahiptir (Daewoong Lee, 2018).

2.3. Koltuk masaj sistemleri

Koltuklardaki refah seviyesini daha da arttıracak araştırmaların sonucunda masaj koltuklarının özelliklerine sahip olabilecek yolcu koltukları tasarımları da yapılmıştır. İnsan sırt bölgesine etki edecek şekilde yerleştirilmiş pnömatik hava keseleri ya da titreşim motorlarından oluşan sistemler koltuk arkalık süngeri içerisine yerleştirilerek kullanılmaktadır.

Titreşim motorlarından oluşan masaj sistemi genellikle 6 parçadan oluşur ve çalıştırıldığında döşeme altında sürekli titreşim oluşturarak masaj etkisi sağlamaktadır.

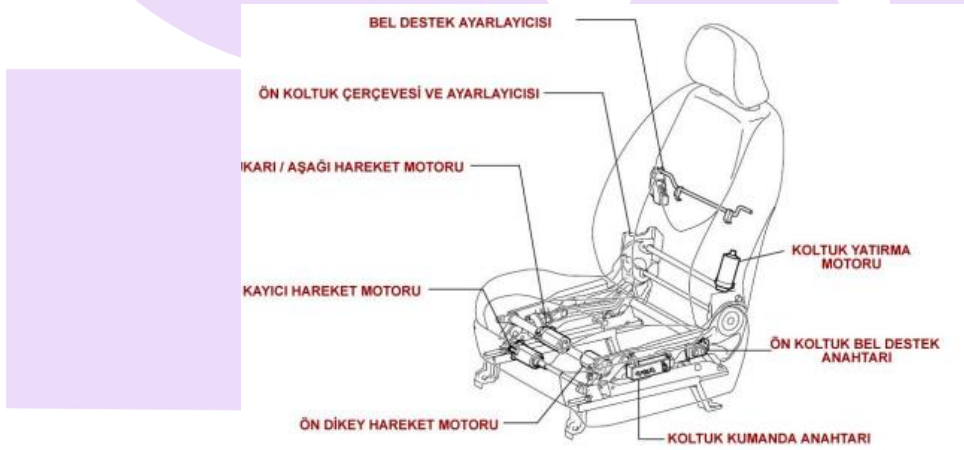
İkinci bir yöntem ise Şekil 4'teki gibi birden fazla plastik hava kesesine havanın boşaltılıp doldurulmasıyla sırt kaslarına masaj etkisi yapan pnömatik masaj sistemidir. Şekil 4'te görülen dairesel keseler sırtta belirli bölgelere denk gelecek şekilde koltuk süngerlerinin içine yerleştirilir. Bel desteği sağlayacak dikdörtgen keseler eklenir. Bir kompresör ve plastik tüplerle bu keselerin içine hava doldurulup boşaltılır ve sırt bölgesine masaj etkisi yapar. Bu sistemlerin manuel olarak ayarlanabildiği gibi sabit masaj fonksiyonuna da sahip olacak şekilde kontrolü sağlanmaktadır (Matthias Franz, 2008).



Şekil 4: Pnömatik masaj sistemli yolcu koltuğu

2.4. Koltuk hareket sistemleri

Koltuklarda hareket mekanik elemanların yanı sıra elektrik motorları ile de sağlanabilmektedir. Koltuklarda elektrik motorunun kullanımı 1940'lı yıllara kadar uzanmaktadır. Yolcu koltuklarına aşağı, yukarı, sağ, sol yönlere hareketi sağlayacak ve arkalık yatırma fonksiyonu verecek motorlar kullanılmaktadır.



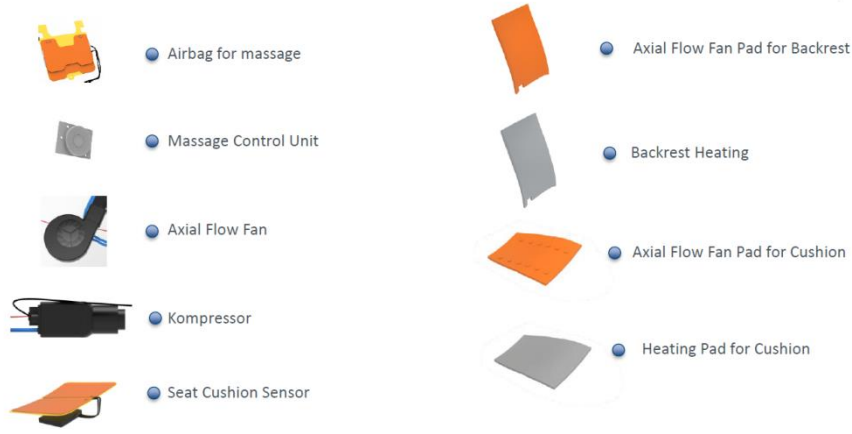
Şekil 5: Elektrik motorlu koltuk sistemi (Araç Konfor Sistemleri)

Şekil 5'te koltukta çok yönlü hareket sağlayan elektrik motorlarının kullanımı görülebilmektedir. Gelişmiş kontrol sistemlerinin kullanılmasıyla yolcuların kolay ve hızlı bir biçimde koltuk ayarlamalarını yapmalarını sağlamaktadır. Her bir motor için bir ayarlı direnç bulunmaktadır. Motorların dönüş yönüne göre dirençler değişir ve ısı devre kesiciler aşırı yüklenmeyi önlemektedir. Koltukta bulunan kontrol modülü hareket ayarlarının yapılmasını sağlamaktadır.

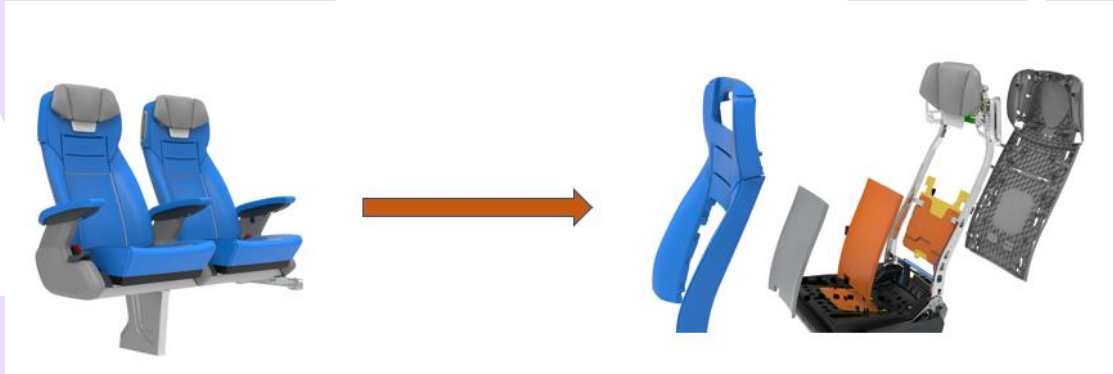
2.5. Yenilikçi koltuk tasarımı: Tech-Seat

Araştırma-geliştirme çalışmaları sonucunda çok yönlü konfora sahip bir yolcu koltuğu ortaya çıkmaktadır. Şekil 6'da görüldüğü üzere Tech-seat koltuğunda rezistanslı ısıtma pedleri, salyangoz fan motoru ve havalandırma pedleri, pnömatik masaj sistemleri ve koltukta yolcu olup olmadığını algılayan varlık sensörleri kullanılmaktadır.

Şekil 6'da Tech-seat projesinde kullanılan teknolojiler yer almaktadır. Tech-seat içeriğinde yer alan tüm elektronik parçalarını kontrol eden bir kontrol modülü bulunmaktadır. Burada gereksiz çalışmayı önlemek ve enerji tasarrufunu sağlamak amacıyla yolcu varlık sensörü kullanılmaktadır. Yolcu koltuğa oturmamışsa bu özellikler kullanılmamaktadır.



Şekil 6: Tech-seat projesinde kullanılan teknolojiler



Şekil 7: Tech-seat koltuğu

Şekil 7'de görüldüğü üzere Tech-seat birçok elektronik özelliğe sahip, kontrol edilebilen, konforlu ve teknolojik bir koltuk olma özelliğini taşımaktadır.

3. Sonuçlar

Teknoloji ile birlikte gelişen çağımızda kontrol edilebilir akıllı koltuklar gibi inovatif çalışmalar hız kazanmaktadır. Yolculuğun rahatsız edici etkisini ortadan kaldıracak, konforlu ve kişiye özel yönlendirilebilen tasarımlar otomotiv sektöründe Ar-Ge çalışmalarında büyük öneme sahiptir.

Gelişmiş kontrol sistemlerinin kullanılmasıyla yolcuların kolay ve hızlı bir biçimde koltuk ayarlamalarını yapmalarını sağlanmaktadır. Isıtma fonksiyonunun yerleşimi sünger üstü döşeme altında yer aldığı sıcaklık daha verimli hissedilmektedir. Soğutma sisteminin etkinliği için ısıtma pedinde ve döşemede havanın çıkışını sağlayacak delikler bulunmalıdır. Masaj pedi bel desteği sağlayacak noktada arkalık üzerinde yerleştirilebilmektedir.

Koltuklarda kullanılan elektronik ürünlerin kontrolünü sağlamak, koltuk ağırlığını azaltmak ve enerji tasarrufunu gerçekleştirmek için yapılacak araştırmalar gelecek çalışmaların konusunu oluşturacaktır. Gerçekleştirilecek çalışmalarla, otomotiv koltuk sektörüne yenilikçi katkılar sunulacaktır.

4. Kaynakça

Akshay Lahiry, S. C. (2009). Automation in Automobiles: Power Seat. 2009 Second International Conference on Machine Vision (s. 158-160). Dubai: IEEE.

Araç Konfor Sistemleri. MEGEP.

İbiş, A. (2020). Otomobiller İçin Yenilikçi Hava Kanallı Koltuk Tasarımı Ve Prototip İmalatı.

Matthias Franz, R. Z. (2008). The Influence of a Massage Car Seat on Comfort Experience and EMG. SAE Technical Paper , 10.

O. A. Jadhav, S. V. (2018). Performance Analysis of Cool Air Ventilated Seat Cover. IJSTE - International Journal of Science Technology & Engineering , 5.

Raibhan Bhosale, N. V. (2016). Next Generation of Ventilated Front Seats.

III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

Bröde, P., & Griefahn, B. (2005). Factors in the use of car seat ventilation. In 11th International Conference on Environmental Ergonomics. Lund University, Ystad, Sweden (pp. 491-494).

Jung, J. H., Kim, S. C., Won, J. P., & Noh, S. H. (2007). Development of climate control seats for passenger car using the thermoelectric device. In KSAE Autumn Conference Proceedings (pp. 1083-1087).

Lustbader, J. A. (2005). Evaluation of advanced automotive seats to improve thermal comfort and fuel economy. Evaluation, 1, 2056.

Lee, D., & Lee, E. (2018). Cooling and heating performance improvement of enhanced climate control seats. International Journal of Automotive Technology, 19(5), 795-800.

Not: Bu çalışma 119C174 numaralı "Yeni Nesil Binek ve Ticari Araçlar İçin Yolcu Koltuğu Geliştirilmesi" adlı TÜBİTAK 2244 Sanayi Doktora Programı kapsamında desteklenmektedir.

MATHEMATICAL MODELING OF PHOTOTOXIC AND PHOTOALLERGIC DRUG REACTIONS

Gül Karaduman ^{1*}, Feyza Kelleci Çelik ²

¹ University of Texas at Arlington, Department of Mathematics, Arlington, TX 76019-0408, USA

^{1,2} Karamanoglu Mehmetbey University, Vocational School of Health Services, Karaman, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0002-2776-759X, gkaraduman@kmu.edu.tr

² ORCID ID: 0000-0003-4874-6648, feyzacelik@kmu.edu.tr

* Corresponding author

Abstract

Various topical and systemic drugs can induce skin sensitivity to sunlight. This adverse effect, called photosensitivity, is divided into phototoxic and photoallergic reactions according to the underlying biochemical mechanisms. In phototoxic reactions, reactive oxygen molecules are generally formed that induce tissue damage and sunburn-like lesions develop on the skin within hours. On the other hand, photoallergic reactions with eczema-like effects and developing within days are type IV hypersensitivity reactions. Phototoxicity and photoallergy tests are among the toxicity tests applied during the new drug development process. By adopting the 'Replacement' principle from the 4R rule, we aimed to create a mathematical model instead of in vivo animal models. In our study, we created a mathematical model by using a curve fitting process to predict which pathway (phototoxic or photoallergic) effects of chemicals that cause hypersensitivity. 13 drugs with only phototoxic effects and 11 drugs with only photoallergic effects were included in the study. Our model was built based on BCUTp-11 and MIC0 as the descriptive data. With this new toxicological prediction model, a very high prediction success of 83.3% was achieved. Since our study focuses on non animal-based in silico methods, it takes attention to the sensitivity of animal rights and ethical rules for future studies.

Keywords: Photoallergy, phototoxicity, in silico, mathematical modeling, curve fitting.

1. Introduction

Photosensitivity triggered by some medicines, chemicals, and/or pathological conditions is a side effect manifested by hypersensitivity to ultraviolet (UV) rays from the sun and other light sources (Hinton and Goldminz, 2020). This type of skin reaction can frequently be induced by systemically or topically administered photosensitizers (Glatz and Hofbauer, 2012). Especially some pharmacological groups of medicine such as antibiotics, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, and diuretics carry a high risk in terms of photosensitivity. The different pathophysiological mechanisms underlying this reaction divide photosensitivity into phototoxic and photoallergic reactions (Hinton and Goldminz, 2020). Phototoxic reactions are more common and can occur in all individuals. It appears on exposure to appropriate wavelengths with a proper photosensitizer dose (Hofmann and Weber, 2021). On the other hand, photoallergic reactions are type IV hypersensitivity reactions. This less common type of photosensitivity is independent of the dose of the photosensitizer (Glatz and Hofbauer, 2012; Montgomery and Worswick, 2022).

Phototoxicity and photoallergy tests are among the photosensitivity toxicity tests practiced during the new drug development process. Many tests, including toxicology tests, are applied to in vivo systems in drug development processes (Dellambra E et al, 2019). We performed this study to elucidate the mechanism of toxicity without using in vivo systems by adopting the 4r rule. We developed a mathematical model to determine whether the medicines are phototoxic or photoallergic. 13 pharmaceuticals with phototoxic effects and 11 pharmaceuticals with photoallergic effects were included in the study. Our model was built based on BCUT-11 and MIC0 as the descriptive data. Since our research focused on non-animal-based in silico methods, it takes attention to the sensitivity of animal rights and ethical rules for future research.

2. Material and methods

2.1. Materials

This study comprised 13 drugs with only phototoxic effects and 11 drugs with only photoallergic effects. We downloaded the two-dimensional structural data file (SDF) in 2D form from the chemistry database PubChem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>) in order to determine the chemical structure and physical attributes of all of these compounds. Using the open-source program PADEL (Yap, 2011), we calculated the chemical descriptors of these compounds using the 2D SDF data files. After removing the inorganic compounds, salts, aromaticity, and eventually duplicated compounds, we are left with 24 molecules. WEKA software's information-based attribute evaluator (Frank et al, 2016) was used to select two descriptive data based on the information gained. With the help of an information-based evaluator, our polynomial model was built based on the two descriptive data, nhigh lowest polarizability weighted BCUTS (BCUTp-11) and modified information content index (MIC0).



2.2. Methods

Using polynomial interpolation, we built a polynomial to determine if a medicine has a phototoxic or photoallergic impact. The following is the mathematical foundation for how we obtained the polynomial interpolation.

If $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ are $n+1$ different values and $f(x, y)$ is a function whose values are given at these values, then we can find a single multivariate interpolation polynomial $P(x, y)$ such that

$$f(x_i, y_i) = P(x_i, y_i), \quad (1)$$

where, for each $i=0,1,\dots,n$.

The polynomial of two variables of the total degree of n is given by

$$P(x, y) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^k a_{j,i} x^j y^{i-j}, \quad (2)$$

where, for each $i=0,1,\dots,n$ and $j=0,1,\dots,k$ (Bojanov and Xu, 2003).

We found a multivariate interpolation polynomial $P(x, y)$ using 6 different (x, y) variables. If (x_i, y_i) are the interpolation points, then we can write the following system of equations can be written for $i=0,1,\dots,6$ (Hust, 1967; Mehari, 2017).

$$\begin{aligned} f(x_1, y_1) &= a_{0,1} + a_{1,1}x_1 + a_{1,2}y_1 + \dots + a_{2,2}x_1y_1 + a_{2,3}y_1^2 \\ f(x_2, y_2) &= a_{0,1} + a_{1,1}x_2 + a_{1,2}y_2 + \dots + a_{2,2}x_2y_2 + a_{2,3}y_2^2 \\ f(x_6, y_6) &= a_{0,1} + a_{1,1}x_6 + a_{1,2}y_6 + \dots + a_{2,2}x_6y_6 + a_{2,3}y_6^2 \end{aligned} \quad (3)$$

where, $a_{0,1}, a_{1,1}, \dots, a_{2,3}$ are the coefficient values that are to be determined to form the interpolation polynomial $P(x, y)$.

The system of equations (3) takes the form,

$$Aa = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 & \dots & x_1y_1 & y_1^2 \\ 1 & x_2 & y_2 & \dots & x_2y_2 & y_2^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_6 & y_6 & \dots & x_6y_6 & y_6^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{0,1} \\ a_{1,1} \\ a_{1,2} \\ \vdots \\ a_{2,2} \\ a_{2,3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f(x_1, y_1) \\ f(x_2, y_2) \\ \vdots \\ f(x_6, y_6) \end{bmatrix} = f, \quad (4)$$

where, $A \in \mathbb{R}^{6 \times 6}$, $f \in \mathbb{R}^6$, and $a \in \mathbb{R}^6$ is the unknown vector to be found. The system has a unique solution if the coefficient matrix $A \in \mathbb{R}^{6 \times 6}$ is non-singular.

3. Results and discussion

3.1. Results

In this research, we created the interpolation polynomial $P(x, y)$ by using two molecular descriptor values for each medication, BCUTp-11 and MIC0. Since our data values had varying scales, we normalized the two descriptor values to scale the data between 0 and 1. The x values represented the normalized BCUTp-11 and the y values represented the normalized MIC0 of each medication used to create the polynomial $P(x, y)$. For our model, we utilized three medicines with just phototoxic effects and three medicines with just photoallergic effects. According to the photosensitivity impact of medications, we set the output function values $f(x_i, y_i)$. If the medicine had a phototoxic impact, the output value was set as 1, and if it had a photoallergic effect, the output value was set as -1.

We constructed a system of equations with a coefficient matrix $A \in \mathbb{R}^{6 \times 6}$, an output vector $f \in \mathbb{R}^6$, and an unknown vector $a \in \mathbb{R}^6$, by inserting the (x_i, y_i) interpolation points in (4). The coefficient matrix $A \in \mathbb{R}^{6 \times 6}$, must be non-singular in order to have a unique solution $a \in \mathbb{R}^6$. We tested the singularity of $A \in \mathbb{R}^{6 \times 6}$, by computing its linearly independent columns. The number of linearly independent columns of $A \in \mathbb{R}^{6 \times 6}$, was discovered to be 6, indicating that the matrix $A \in \mathbb{R}^{6 \times 6}$ was a non-singular, meaning an invertible matrix. This ensures that the system (4) has a single solution. The $a_{j,i}$ values were calculated using MATLAB.

According to the calculation of the system (4), the coefficient values $a_{j,i}$ of the model $P(x, y)$ with two variables were given in Table 1.

Table 1. Coefficient values $a_{j,i}$

Coefficient	Calculated Value of Coefficient
$a_{0,1}$	81.94
$a_{1,1}$	-602.38
$a_{1,2}$	-587.53
$a_{2,1}$	1673.56
$a_{2,2}$	2916.96
$a_{2,3}$	887.45

Once the $a_{j,i}$ values calculated, the interpolation polynomial $P(x, y)$ was found as follows:

$$P(x, y) = 0.88 - 8.1964x - 0.1446y + 8.4493x^2 + 0.4678xy + 0.6351y^2, \quad (5)$$

where x is BCUT-11 and y is MIC0 descriptor values of the drugs.

We categorized the drugs as phototoxic or photoallergic effected drugs, by inserting the descriptor values BCUTp-11 as x -value and MIC0 as y -value of the antihistamines drugs in the interpolation polynomial $P(x, y)$. After substituting the x values representing the BCUTp-11 and the y values representing the MIC0 in $P(x, y)$, if the output value is greater than zero, we considered the drug as phototoxic effect drug and if the output value is less than zero, we considered the drug as photoallergic effected drug. Using the BCUTp-11 and MIC0 values of all the drugs that we collected for the test, we determined which category they were in with the help of the interpolation polynomial.

The category information of the drugs we collected as data and the category information found by the model are given in the following tables. Tables 2 and 3 provide the classification of systemic and topical drugs that cause phototoxicity or photoallergic reactions based on the administration of drugs and the polynomial interpolation developing model, respectively.

Table 2. Systemic and topical medications causing phototoxicity or photoallergic reaction

	Drug Category	Name of the Drugs
Drug Reactions	Photo-toxic Reaction	Doxycycline, Minocycline, Ciprofloxacin, Levofloxacin, Voriconazole, Furosemide, Naproxen, Psoralen, Retinoid, Erythromycin, Tretinoin, Benzocaine, Benzoyl peroxide
	Photo-allergic Reaction	Piroxicam, Celecoxib, Sulfadiazine, Chloroamphenicol, Lomefloxacin, Dapsone, Amantadine, Ranitidine, Benzophenone, Meloxicam, Acyclovir

Table 3. Systemic and topical medications causing phototoxicity or photoallergic reaction by the model polynomial

	Drug Category	Name of the Drugs
Polynomial interpolation model	Photo-toxic Reaction	Doxycycline, Minocycline, Ciprofloxacin, Levofloxacin, Voriconazole, Furosemide, Naproxen, Psoralen, Retinoid, Erythromycin, Tretinoin, Benzocaine, Benzoyl peroxide, Sulfadiazine, Lomefloxacin, Dapsone, Benzophenone
	Photo-allergic Reaction	Piroxicam, Celecoxib, Chloroamphenicol, Amantadine, Ranitidine, Meloxicam, Acyclovir

According to Table 2 and Table 3, the interpolation polynomial has classified 20 of 24 drugs correctly, while 4 of them have been classified incorrectly. Sulfadiazine, Lomefloxacin, Dapsone, and Benzophenone are the four drugs that show a photo-allergic reaction found incorrectly as drugs that cause a photo-toxic reaction. All the other drugs are correctly categorized. According to the results, the percentage of the success of the model was found to be 83.3%.

3.2. Discussion

Contrary to other studies, our study makes an estimation between two toxic effects (phototoxicity and photoallergy) rather than distinguishing between toxic and non-toxic. The separation of these toxic effects, which occur with different mechanisms, by mathematical methods based on the structure-activity relationship will save time and effort before proceeding to the experimental studies. In addition, scientific research like our study has economic advantages over experimental methods as well as ethical issues and animal rights. Especially in the last decade, methods that can replace animal experiments in studies have been developed (Asgari-Targhi and Klerman, 2019). This new toxicological prediction model, which can be used as a first step before experimental studies, achieved a very high prediction success of 83.3%. Currently available in-silico models, including our work, have contributed to the drug development process and early stages of drug discovery (Alqahtani, 2017).

4. Conclusion

Finally, with an 83.3 percent success rate, this study revealed solid and trustworthy prediction models. The current study is one of the first steps in testing the photosensitivity of newly synthesized molecules. These optimistic findings will inspire research on alternative methods that can replace animal experiments. The development of new non-animal-based in silico models for medication risk assessment will be critical in the near future.

5. References

Alqahtani, S., (2017). In silico ADME-Tox modeling: progress and prospects. *Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology*, 13(11), 1147-1158.

- Asgari-Targhi, A. & Klerman, E.B., (2019). Mathematical modeling of circadian rhythms. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine*, 11(2), e1439.
- Bojanov, B. & Xu, Y., (2003). On polynomial interpolation of two variables. *Journal of Approximation Theory*, 120(2), 267-282.
- Dellambra, E., Odorisio, T., D'Arcangelo, D., Failla, C. M., & Facchiano, A., (2019). Non-animal models in dermatological research. *The Journal Alternatives to Animal Experimentation*, 36(2), 177-202.
- Frank, E., Hall, M. A., & Witten, I. H., (2016). The WEKA Workbench. Online Appendix for "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques". (4th ed.), Morgan Kaufmann, Burlington.
- Glatz, M. & Hofbauer, G. F., (2012). Phototoxic and photoallergic cutaneous drug reactions. *Chemical Immunology and Allergy*, 97, 167-79.
- Hinton, A. N. & Goldminz, A. M., (2020). Feeling the Burn: Phototoxicity and Photoallergy. *Dermatologic Clinics*, 38(1), 165-175.
- Hofmann, G. A. & Weber, B., (2021). Drug-induced photosensitivity: culprit drugs, potential mechanisms and clinical consequences. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 19(1), 19-29.
- <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>, (Accessed April 7, 2022).
- Hust, J. G. & McCarty, R. D., (1967). Curve-fitting techniques and applications to thermodynamics, *Cryogenics*, 7(1), 200-206.
- Ibbotson, S., (2018). Drug and chemical induced photosensitivity from a clinical perspective. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 17(12), 1885-1903.
- Mehari, Y., (2017). Easy way to Find Multivariate Interpolation. *International Journal of Emerging Trends in Science and Technology*, 4, 5189-5193.
- Montgomery, S. & Worswick, S., (2022). Photosensitizing drug reactions. *Clinics in Dermatology*, 40(1), 57-63.
- Yap, C., (2011). PaDEL-descriptor: An open source software to calculate molecular descriptors and fingerprints. *Journal of Computational Chemistry*, 32(7), 1466-1474.

EVALUATION OF ADSORPTION BEHAVIORS OF HEAVY METALS BY MICROPLASTICS

AĞIR METALLERİN MİKROPLASTİKLERLE ADSORPSİYON DAVRANIŞLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Gülşah Başkan ^{1*}

¹Uşak University, Technology Transfer Office, Uşak

¹ ORCID ID: 0000-0002-2852-6114, gulsah.mersin@usak.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

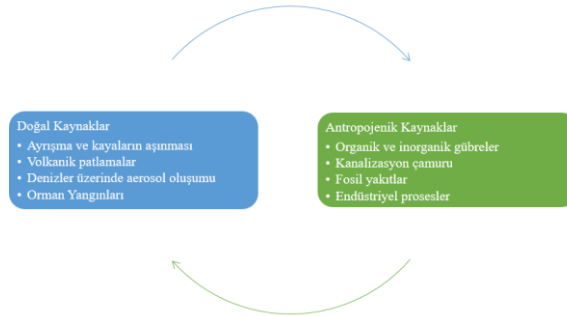
Microplastics are formed by the physical, biological, and sun degradations of plastic wastes in nature. Detection of microplastics in aquatic environments such as drinking water, lake, sea, and ocean have made them the critical pollutants of the 21. century. In addition to being a source of pollution, microplastics act as carriers for other pollutants, further increasing the importance of microplastic pollution in the environment. Recent studies showed that heavy metals are adsorbed by microplastics. The treatment of waste waters containing heavy metals with microplastics may be an alternative method to eliminate the harmful effects of both heavy metals and microplastics on the aquatic systems. In this paper, the adsorption behaviors of microplastics were investigated for heavy metal adsorption. It has been observed that adsorption behaviors depend on the pre-treatments of microplastics and medium conditions of adsorption such as pH, concentration, temperature.

Keywords: Heavy metal, microplastic, adsorption, water treatment.

1. Giriş

Su kaynaklarının hızla kirlenmesi ve küresel su talebinin yıldan yıla artması, pek çok ülkenin su stresi ile karşı karşıya kalmasına sebep olmuştur [1]. Yeraltı ve yer üstü suları endüstriyel ve insani faaliyetler sonucu metal, boya, ilaç vb. kirleticilerle kirlenmektedir. Bu kirleticilerden biri olan ağır metaller, toksik yapıları ve besin zincirinde birikmeleri nedeniyle sulak alanlar ve endüstriyel atık sularda önemli bir ekolojik sorun haline gelmiştir. Yüksek atom ağırlıkları veya yüksek yoğunlukları nedeniyle ağır metaller olarak tanımlanan bu kirleticiler, çevre ve insanlar için toksik olan metalik kimyasal elementleri ve metaloidleri tanımlamak için de kullanılır [2]. Ağır metaller biyolojik olarak parçalanamadıkları için canlı organizmalarda birikme eğilimindedir ve birçoğu kanserojendir. Endüstriyel atık suların arıtılmasında son derece önemli olan toksik ağır metaller arasında çinko, bakır, nikel, cıva, kadmiyum, kurşun ve krom bulunur [3]. Çevredeki ağır metal kaynakları jeolojik, endüstriyel, tarımsal, farmasötik, evsel atık ve atmosferik kaynaklar olarak özetlenebilir (Şekil 1). Bunun dışında madencilik, dökümhaneler, demir çelik ve diğer metalürji endüstrilerinde ağır metal kirliliği çok daha belirgindir[2].

Ağır metallerin çevre ve insan sağlığı için endüstriyel atık sulardan arıtılması gerekmektedir. Ağır metal arıtımı için sıklıkla tercih edilen yöntemler kimyasal çöktürme, adsorpsiyon, iyon değişimi, membran filtrasyonu, koagülasyon-flokülasyon, yüzdürme vb. olarak özetlenebilir [4]. Ağır metallerin adsorpsiyon yöntemi ile sulu çözeltilerden arıtıldığı birçok çalışmada kitosan [5], kil [6], biyokömür [7], jeopolimer [8], hidrojel [9], sıfır değerlikli demir [10] ve biyokütle [11] gibi adsorbanlar kullanılmıştır.



Şekil 1. Çevredeki ağır metal kaynakları

Ağır metaller dışında plastiklerin yaygın olarak kullanımı ve plastik atıkların geri dönüştürülmeden çevreye atılması, çevre kirliliği ve okyanuslardaki plastik atık birikimi ile ilgili birçok endişeyi gündeme getirmiştir. Suda ve toprakta kirlilik kaynağı olan mikroplastikler, bir kirletici kaynağı olarak hareket edebilir ve bileşimlerinde çevreye salınabilen çevreye zararlı katkı maddelerini içerebilir. Esas olarak mikroplastikler organik maddeler için yüksek adsorpsiyon kapasiteleri nedeniyle bir kirletici deposu olarak çevrede bulunmaktadır [12].

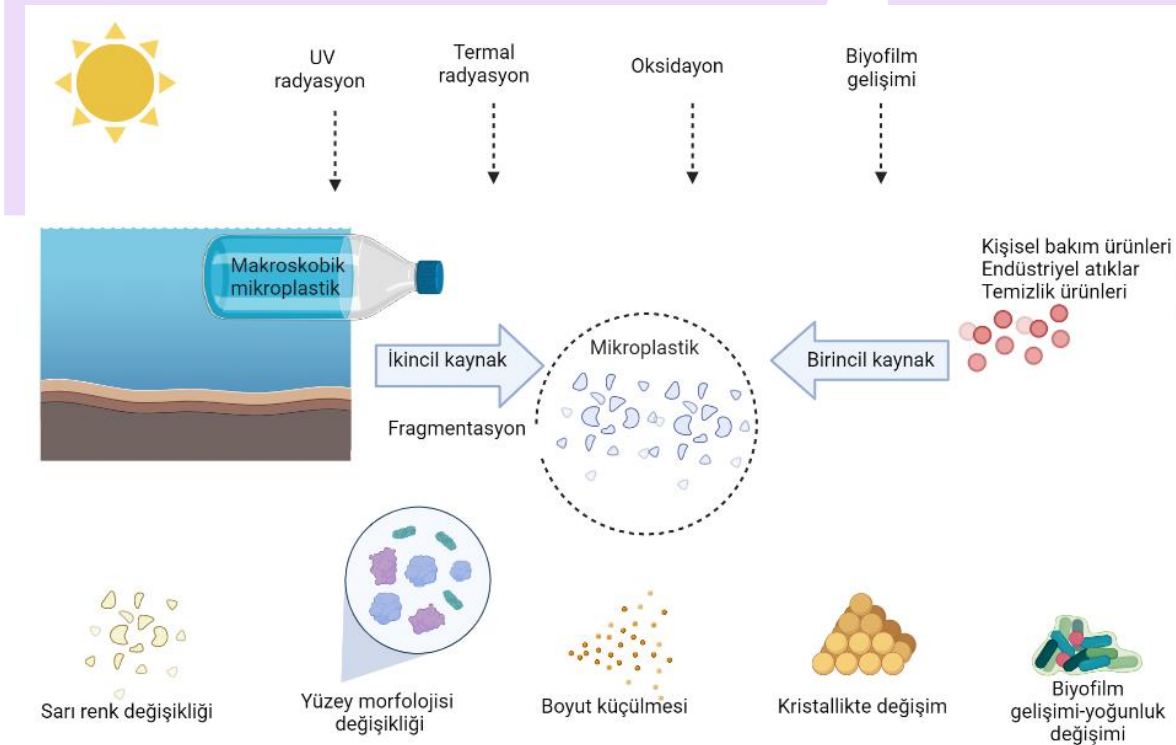
Mikroplastikler (MP), genellikle düzenli veya düzensiz şekillerde farklı renklerde bulunan ve boyutları 5 mm ile 1 µm arasında değişen ve suda çözünmeyen polimer partikülleri olarak tanımlanmaktadır. Mikroplastiklerin pellet şeklindeki daha büyük boyuttaki parçacıklarına ise mezoplastikler denmektedir [13]. Mikroplastikler, polimerin omurgasını oluşturan tekrarlanan monomerlere sahip karmaşık bir polimer dizisinden oluşur. Polimerle arasındaki temel ayrım, bir plastiğin fizikokimyasal özelliklerini belirleyen omurga yapısıdır. Plastikler termoplastik ve termoset plastik olarak ikiye ayrılır. Termoplastikler ısıtıldıklarında eriyebilir ve soğutulduklarında sertleşebilir. Bunlar, polipropilen, polistiren, poliüretan, polimetil metakrilat vb.'dir. Termoset plastikler ise ısıtıldıklarında kimyasal değişime uğrar. Bunlar poliüretan, epoksi reçineler, akrilik, vinil esterler ve fenolik reçineleri içerir. Mikroplastikler bu nedenle yalnızca tek bir polimerden oluşmaz, kimyasal olarak spesifik olan çeşitli maddelerin bir araya gelmesinden oluşur [14].

Mikrometre boyutundaki plastik parçacıklar balık, solucan, deniz kuşları, kabuklular ve istiridye gibi deniz canlıları tarafından yutulur. Yapılan çalışmalarda, mikroplastiklerin plankton, kabuklu deniz ürünleri, deniz kuşları, memeliler ve hatta bitkilerde bulunduğu görülmüştür [15]. Mikroplastiklerden yüksek oranda etkilenen deniz ürünlerinin nihai tüketicisi insanlar olduğu için insanlarda mikroplastik biyobirikimi çok yüksektir. Hayvanlarda bulunmalarının sağlığa etkisi, sindirim sistemlerini bloke etmesidir. İnsanlarda ise akciğer iltihabının yanı sıra birincil ve ikincil genotoksitesiteye neden olur [16].

Mikroplastikler sucul ortamlara iki kaynaktan ulaşır. Bunlardan ilki mikroskobik boyutta olan kişisel bakım ürünlerindeki mikroplastiklerin suya karışmasıdır. Bu plastik mikropartiküller kozmetikte yaygın olarak kullanılmaktadır (örneğin yüz yıkama jelleri). Tipik olarak bu mikroplastik parçacıklar "mikro boncuklar" veya "mikro pullar" olarak satılır ve şekil, boyut ve ürüne bağlı olarak bileşimleri değişir. İkincil kaynak ise zamanla oluşan değişimlerdir. Orijinal plastik parçaların parçalanmasıyla sonuçlanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemler nedeniyle daha küçük boyutta plastikler oluşur. Bunlar dışında sucul ortamlarda tespit edilen mikroplastik lifler ise kumaş yıkama işlemlerinden kaynaklanmaktadır [17].

Deniz ve nehir kenarlarında çevreyi kirleten makroskobik plastikler ve mikroplastikler, güneş ışığına maruz kalma, termal yaşlanma, biyofilm büyümesi ve oksidasyon gibi çeşitli yıpranma/yaşlanma süreçlerinden geçer (Şekil 2). Bu süreçler plastik polimerlerin bozunmasına neden olur. Bu bozunma, farklı hava koşullarına maruz kalma süreçlerine göre genellikle foto bozunma, termal bozunma, biyolojik bozunma ve termooksidatif bozunma olarak sınıflandırılan, plastik polimerlerin yapılarındaki zincirleri kıran bir dizi kimyasal reaksiyonu içerir. Bozunma, makroskobik plastik atıkların parçalanmasına ve ikincil mikroplastiklerin sucul ortamlara girmesine neden olur. Birincil ve ikincil mikroplastikler için bozunmayla plastiklerin, renk, yüzey morfolojisi, kristallik, parçacık boyutu ve yoğunluk gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri değişir [18].

Son yıllarda yapılan çalışmalarda musluk suyunda, deniz suyunda, şişelenmiş suda ve insan dışkısında mikroplastiklerin olduğu tespit edilmiştir [19]. Endüstriyel ve kentsel faaliyetlerden kaynaklanan mikroplastikler, atık su arıtma tesislerinde atık sudan %90 oranında arıtılabilir de her gün milyonlarca mikroplastik arıtılmış su ile çevreye deşarj edilmektedir. Mevcut kanalizasyon arıtma tesisleri mikroplastikleri gidermek için tasarlanmasa da birincil ve ikincil arıtma uygulamaları ile %88, birincil, ikincil ve üçüncül arıtma uygulamaları ile %94 oranında mikroplastik atık sudan arıtılabilir [20].



Şekil 2. Bozunmadan sonra mikroplastiklerin özelliklerindeki değişiklikler [18]

Geniş spesifik yüzey alanları ve hidrofobik özellikleri nedeniyle mikroplastikler, sulu ortamlarda ağır metalleri adsorbe edebilir. Su sistemlerinde önemli bir biyotik bileşen olarak mikroorganizmalar, mikroplastikler ve ağır metaller arasındaki etkileşimi modüle etmede önemli bir rol oynayabilir [21].

Ağır metallerin mikroplastikler tarafından adsorpsiyonu, mikroplastiklerin fiziksel özelliklerine, gözenek boyutuna, yüzey alanına ve mikroplastiklerin türüne göre farklılık gösterebilir. Bu nedenle, mikroplastiklerin türü adsorpsiyon verimi üzerinde çok etkilidir.

Bu çalışmada son yıllarda yapılan çalışmalarla, mikroplastikler ile ağır metal adsorpsiyonu incelenmiş ve örnek çalışmalardaki adsorpsiyon kapasiteleri ve adsorpsiyon mekanizmaları hakkında bilgi verilmiştir.

2. Materyal ve metot

Seçilen referans çalışmaların farklı mikroplastik ve ağır metal türleri ile adsorpsiyon mekanizması incelenmiştir. Adsorpsiyon süreçlerindeki zorluklar ve bu süreçlerin gelecekteki beklentilerini açıklayan önerilerde bulunulmuştur.

3. Sonuçlar

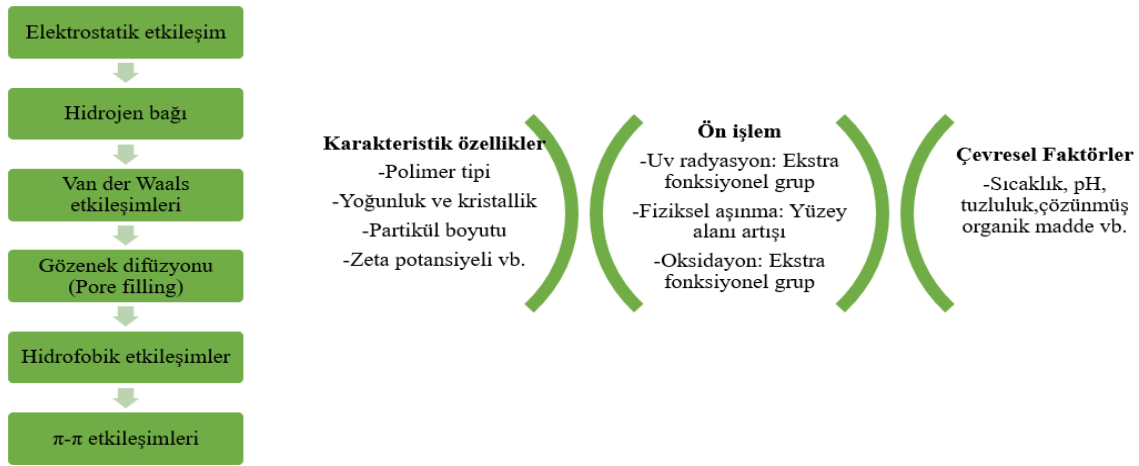
Genel olarak, metallerin mikroplastikler üzerine adsorpsiyon süreci aşağıdaki üç aşamaya içerir:

1. Mikroplastik filmlere metallerin yüzey difüzyonu.
2. Mikroplastiklerde metallerin gözenek hacmi difüzyonu.
3. Erişilebilir aktif bölgelere adsorpsiyon.

Bunlara ek olarak, ağır metalleri adsorbe eden mikroplastiklerin kütle transfer sürecini tanımlamak için bazı modeller sıklıkla kullanılır. Yalancı birinci dereceden ve yalancı ikinci dereceden modeller gibi adsorpsiyon kinetik modellerinin kullanılması adsorpsiyon mekanizması hakkında bilgi verebilir [19]. Çoğu mikroplastığın pH: 3 civarında sıfır yüke (pHpzc) sahip olduğu görülmüştür. Bu da doğal sulu ortamda mikroplastiklerin yüzey yüklerinin negatif olduğunu göstermektedir [22]. Negatif yüklü mikroplastikler ve pozitif yüklü metal iyonları arasındaki elektrostatik çekim, adsorpsiyon sürecini destekler. Elektrostatik etkileşimlerle karşılaştırıldığında, Van der Waals kuvvetleri ve π - π etkileşimleri nispeten küçük bir rol oynar. Farklı polimerlerin farklı polarite, kristallik ve yüzey fonksiyonel grupları vardır, bu da adsorpsiyon sırasında farklı adsorpsiyon davranışlarına neden olur [22]. Toksik kimyasalların mikroplastik yüzeyine adsorpsiyonu, mikroplastiklerin geniş yüzey alanına bağlıdır (S_{BET} : 4,37 m²/g). Ayrıca, plastik üretimi sırasında yüksek hızlı üretim ekipmanının neden olduğu elektrostatik yük, mikroplastiklerin çevresindeki kirleticilerin toplanmasını artırabilir [23]. Mikroplastikler, elektrostatik etkileşimler ve sıfır yük noktası pH'nın (pHpzc) çoğu çevresel pH'dan daha düşük olması nedeniyle yüzeyinde düşük polariteye sahiptir. Mikroplastiklerin sergilediği düşük polarite (daha negatif hale gelme), sulu ortamlarda yüzeylerine metal iyonlarının adsorpsiyonundan da sorumlu olabilir. Sulu ortamda metal iyonları pozitif yüklüdür ve plastiğin yüzeyindeki negatif yüklü gruplara elektrostatik çekim ile bağlanır ve yüklerini nötralize eder. Bunun sonucunda misel şeklinde yapılar oluşturur. Fotodegradasyon, mikroplastiklerin yüzeyindeki bağları kırabilir ve yeni karboksil grupları oluşturabilir. Bu etkiler metal iyonlarının mikroplastik yüzeylere adsorpsiyonunu etkilemektedir [24]. Oksijen içeren karboksil grupları mikroplastiklerin polaritesini artırabilir ve mikroplastik yüzeyini daha reaktif hale getirebilir. Bu da metal iyonları için adsorpsiyon kapasitesinin artmasına neden olur [25]. Çözelti pH'nın artması ağır metaller için artan adsorpsiyon kapasitesi ile sonuçlansa da bu durum metal türüne göre değişebilir [26, 27]. Ağır metallerin mikroplastiklere adsorpsiyonu metale özgüdür. Mikroplastiklerin daha küçük boyutlara ayrışması metal adsorpsiyonunu daha da kolaylaştırır [28].

Genel olarak mikroplastiklerin sorpsiyon mekanizması elektrostatik etkileşimler, hidrojen bağları, Van der Waals etkileşimleri vb. ile gerçekleşir. Bu etkileşimler dışında adsorpsiyon sürecinde mikroplastığın maruz kaldığı ön işlem, mikroplastığın ve ağır metalin karakteristik özellikleri ve çevresel faktörler etkilidir (Şekil 3).

Sorpsiyon mekanizmalarını farklı analizlerle doğru bir şekilde belirlemek için Fourier transform kızılötesi spektrometresi (FTIR), enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDX), taramalı elektron mikroskopu (SEM), Raman spektrumu, X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS), X-ışını kırınım yöntemi (XRD) gibi karakterizasyonlar, adsorpsiyondan önce ve sonra yüzeyde meydana gelen önemli değişiklikleri belirlemek için kullanılmaktadır. Tablo 2'deki örnek araştırmalar, mikroplastiklerin ağır metalleri adsorplayabildiğini ve sorpsiyon sürecinin çevresel faktörlere bağlı olduğunu göstermiştir.



Şekil 3. Mikroplastiklerle ağır metallerin adsorpsiyon mekanizmaları ve adsorpsiyona etki eden faktörler [28]

Tablo 2. Mikroplastiklerle ağır metal adsorpsiyonunda maksimum adsorpsiyon kapasiteleri ve adsorpsiyon mekanizmaları

Mikroplastik	Ağır metal	Adsorpsiyon kapasitesi	Adsorpsiyon mekanizması
Naylon	Ni(II)	0,620 mg/g	Yüzey kompleksleşmesi [29]
Polivinilklorür (PVC)	Cd(II)	1,04 mg/g	π - π etkileşimleri [30]
Polietilen tereftalat (PET)	Cu(II)	8,71 μ g/g	Hidrojen bağı [31]
Polimetil metakrilat (PMMA)	Pb(II)	7,87 mg/g	Fiziksel adsorpsiyon [32]
Polistiren (PS)	Zn(II)	78,1 mg/kg	Elektrostatik etkileşimler [33]
Polistiren (PS)	As(III)	0,92-1,12 mg/g	Elektrostatik etkileşimler ve kovalent olmayan etkileşimler [34]
Polipropilen (PP)	Sr(II)	52,4 μ g/g	Elektrostatik etkileşimler ve Van der Waals etkileşimleri [35]

4. Öneriler

Doğal ortamlarda ve koşullarda gerçek atık su kaynaklarındaki ya da deniz sularındaki mikroplastiklerin adsorpsiyon kapasitesinin araştırılması çok önemlidir. Çevresel faktörler değişkenlik göstereceği gibi mikroplastikler üzerindeki mikroorganizmaların varlığı adsorpsiyon sürecini etkileyecektir. Bunun dışında tuzluluk ve diğer kirleticilerin varlığı doğal koşullarda mikroplastikler tarafından ağır metal adsorpsiyon mekanizmalarının aydınlatılmasını zorlaştırmaktadır. Son yıllarda çeşitli katkı maddeleri eklenerek üretilen çevreye uyumlu plastiklerin adsorpsiyon davranışları klasik plastiklere göre farklılık göstermiştir. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen deneyler farklı mevsimsel sıcaklıklar taklit edilerek, mikroplastiklere fotodegradasyon ve oksidasyon gibi ön işlemler uygulanarak denenebilir. Mümkünse mikroplastiklerin en yoğun bulunduğu sulu ortam koşulları dikkate alınarak deneysel koşullar belirlenmelidir. Mikroorganizmalar ve mikroplastiklerin ağır metallerin adsorpsiyon mekanizmasına kombine etkisi henüz detaylı olarak incelenmemiştir. Mevcut çalışmalar tek bir kirletici türün tek bir adsorban ile etkileşimine odaklansa da gelecek çalışmaların yarışmalı ve destekleyici adsorpsiyon süreçlerini inceleyecek şekilde tasarlanması daha kapsamlı sonuçlar verecektir.

5. Kaynakça

- [1] World Water Assessment Programme, 2018. *The United Nations world water development report 2018: Nature-Based Solutions for Water*, Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- [2] Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K. and Sutton, D. J., "Heavy metal toxicity and the environment", *Experientia supplementum*, 101, 133-164, 2012.
- [3] Vakili, M., Rafatullah, M., Ibrahim, M. H., Abdullah, A. Z., Salamatinia, B. and Gholami, Z., "Oil palm biomass as an adsorbent for heavy metals", *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 232, 2014.
- [4] Singh, K., Renu, N. A and Agarwal, M., "Methodologies for removal of heavy metal ions from wastewater: an overview", *Interdisciplinary Environmental Review*, 18(2), 124-142, 2017.
- [5] Upadhyay, U., Sreedhar, I., Singh, S. A, Patel, C. M. and Anitha, K. L., "Recent advances in heavy metal removal by chitosan based adsorbents", *Carbohydrate Polymers*, 251, 117000, 2021.

III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

- [6] Gu, S., Kang, X., Wang, L., Lichtfouse, E. and Wang, C., "Clay mineral adsorbents for heavy metal removal from wastewater: A review", *Environmental Chemistry Letters*, 17(2), 629-654, 2017.
- [7] Inyang, M. I., Gao, B., Yao, Y., Xue, Y., Zimmerman A. *et al.*, "A review of biochar as a low-cost adsorbent for aqueous heavy metal removal", *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 46(4), 406-433, 2016.
- [8] Tan, T. H., Mo, K. H., Ling, T. C. and Lai, S. H., "Current development of geopolymer as alternative adsorbent for heavy metal removal", *Environmental Technology and Innovation*, 18, 100684, 2020.
- [9] Zhou, G., Luo, J., Liu, C., Chu, L. and Crittenden, J., "Efficient heavy metal removal from industrial melting effluent using fixed-bed process based on porous hydrogel adsorbents", *Water Research*, 131, 246-254, 2018.
- [10] Zhang, W., Qian, L., Ouyang, D., Chen, Y., Han L. and Chen, M., "Effective removal of Cr(VI) by attapulgite-supported nanoscale zero-valent iron from aqueous solution: Enhanced adsorption and crystallization", *Chemosphere*, 221, 683-692, 2019.
- [11] Mersin, G. and Açıkel, Ü. "Production of *candida* biomasses for heavy metal removal from wastewaters", *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 22(1), 67-76, 2020.
- [12] Wang, J., Peng, J., Tan, Z., Gao, Y., Zhan, Z. *et al.*, "Microplastics in the surface sediments from the Beijiang River littoral zone: Composition, abundance, surface textures and interaction with heavy metals", *Chemosphere*, 171, 248-258, 2017.
- [13] Frias, J. P. G. L. and Nash, R., "Microplastics: Finding a consensus on the definition", *Marine Pollution Bulletin*, 138, 145-147, 2019.
- [14] Rochman, C. M., Brookson, C., Bikker, J., Djuric, N., Earn, A. *et al.*, "Rethinking microplastics as a diverse contaminant suite", *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38(4), 703-711, 2019.
- [15] Hu, J. Q., Yang, S. Z., Guo, L., Xu, X., Yao, T. and Xie, F., "Microscopic investigation on the adsorption of lubrication oil on microplastics", *Journal of Molecular Liquids*, 227, 351-355, 2017.
- [16] Meaza, I., Toyoda, J. H. and Wise, J. P., "Microplastics in sea turtles, marine mammals and humans: A one environmental health perspective", *Frontiers in Environmental Science*, 8, 575614, 2021.
- [17] Güven, O., Gökdağ, K., Jovanović, B. and Kıdeys, A. E., "Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish", *Environmental Pollution*, 223, 286-294, 2017.
- [18] Guo, X. and Wang, J., "The chemical behaviors of microplastics in marine environment: A review", *Marine Pollution Bulletin*, 142, 1-14, 2019.
- [19] Issac, M. N. and Kandasubramanian, B., "Effect of microplastics in water and aquatic systems", *Environmental Science and Pollution Research*, 28(16), 19544-19562, 2021.
- [20] Iyare, P. U., Ouki, S. K. and Bond, T., "Microplastics removal in wastewater treatment plants: A critical review", *Environmental Science: Water Research and Technology*, 6(10), 2664, 2020.
- [21] Akhbarizadeh, R., Moore, F., Keshavarzi, B. and Moeinpour, A., "Microplastics and potentially toxic elements in coastal sediments of Iran's main oil terminal (Khark Island)", *Environmental Pollution*, 220(Pt A), 720-731, 2017.
- [22] Lin, Z., Hu, Y., Yuan, Y., Hu, B. and Wang, B., "Comparative analysis of kinetics and mechanisms for Pb(II) sorption onto three kinds of microplastics", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 208, 111451, 2021.
- [23] Verla, A. W., Enyoh, C. E., Verla, E. N. and Nwamoth, K. O., "Microplastic-toxic chemical interaction: A review study on quantified levels, mechanism and implication", *SN Applied Sciences*, 1(11), 1400, 2019.
- [24] Bandow, N., Will, V., Wachtendorf, V. and Simon, F. G., "Contaminant release from aged microplastic", *Environmental Chemistry*, 14(6), 394-405, 2017.
- [25] Tang, S., Lin, L., Wang, X., Feng, A. and Yu, A., "Pb(II) uptake onto nylon microplastics: Interaction mechanism and adsorption performance", *Journal of Hazardous Materials*, 386, 121960, 2020.
- [26] Wang, T., Yu, C., Chu, Q., Wang, F., Lan, T. and Wang, J., "Adsorption behavior and mechanism of five pesticides on microplastics from agricultural polyethylene films", *Chemosphere*, 244, 125491, 2020.
- [27] Holmes, L. A., Turner, A. and Thompson, R. C., "Adsorption of trace metals to plastic resin pellets in the marine environment", *Environmental Pollution*, 160(1), 42-48, 2012.
- [28] Gao, X., Hassan, I., Peng, Y., Huo, S. and Ling, L., "Behaviors and influencing factors of the heavy metals adsorption onto microplastics: A review", *Journal of Cleaner Production*, 319, 128777, 2021.
- [29] Tang, S., Lin, L., Wang, X., Yu, A. and Sun, X., "Interfacial interactions between collected nylon microplastics and three divalent metal ions (Cu(II), Ni(II), Zn(II)) in aqueous solutions", *Journal of Hazardous Materials*, 403, 123548, 2021.

- [30] Zhou, Y., Yang, Y., Liu, G., He, G. and Liu, W., “Adsorption mechanism of cadmium on microplastics and their desorption behavior in sediment and gut environments: The roles of water pH, lead ions, natural organic matter and phenanthrene”, *Water Research*, 184, 116209, 2020.
- [31] Yang, J., Cang, L., Sun, Q., Dong, G., Ata-Ul-Karim, S. T. and Zhou, D., “Effects of soil environmental factors and UV aging on Cu²⁺ adsorption on microplastics”, *Environmental Science and Pollution Research*, 26(22), 23027-23036, 2019.
- [32] Shen, M., Song, B., Zeng, G., Zhang, Y., Teng, F. and Zhou, C., “Surfactant changes lead adsorption behaviors and mechanisms on microplastics”, *Chemical Engineering Journal*, 405, 126989, 2021.
- [33] Mao, R., Lang, M., Yu, X., Wu, R., Yang, X. and Guo, X. “Aging mechanism of microplastics with UV irradiation and its effects on the adsorption of heavy metals”, *Journal of Hazardous Materials*, 393, 122515, 2020.
- [34] Dong, Y., Gao, M., Song, Z. and Qiu, W., “As(III) adsorption onto different-sized polystyrene microplastic particles and its mechanism”, *Chemosphere*, 239, 124792, 2020.
- [35] Guo, X., Liu, Y. and Wang, J. “Equilibrium, kinetics and molecular dynamic modeling of Sr²⁺ sorption onto microplastics”, *Journal of Hazardous Materials*, 400, 123324, 2020.

METAVERSE INTERACTION ON DIGITAL MARKETING AND BRANDING

Kemal Gökhan Nalbant ^{1*}, Sevgi Aydın ², Beyza Eryilmaz ³

¹ *Beykent University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Software Engineering, Turkey*

¹ *ORCID ID: 0000-0002-5065-2504, kemalnalbant@beykent.edu.tr*

² *Beykent University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business (Turkish), Turkey,*

² *ORCID ID: 0000-0002-9507-5448, sevgiaydin@beykent.edu.tr*

³ *Beykent University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Architecture, Turkey*

³ *ORCID ID: 0000-0003-1166-2571, mimarbeyzaeryilmaz@gmail.com*

** Corresponding Author*

Abstract

After the metaverse became a part of our everyday lives, companies who wanted to investigate the opportunities that are said to be on the horizon and keep up with the change put the metaverse at the very top of their to-do lists. Numerous concerns, such as customer behavior and purchasing patterns, will be subjected to a fresh round of scrutiny due to Metaverse's ability to provide lucrative prospects for businesses. The virtual universe and product experience power brought about by the metaverse will change many things in our individual and social life practices. With the advent of the metaverse, digital marketing will become much more significant. When the metaverse becomes more extensively utilized in the not-too-distant future, it is anticipated that people's buying patterns will shift in various ways. Alterations will need to be made to marketing regulations and analyses of the target demographic. To adapt their strategies to the new regulations, brands must evaluate and revise their marketing plans. In the future, we will witness advancements such as unique marketing campaigns for the Metaverse and merchandise created just for avatars. This study examined the interaction of digital marketing and branding with the metaverse. The Metaverse provides a short representation of a virtual cosmos. However, the phrase "virtual world" is not enough when attempting to define the Metaverse. The Metaverse may be thought of as a parallel or another world. It is the universe in which individuals can participate in creating an artificial physical environment via the use of technology equipment. The Metaverse is a connected and simultaneous online environment that offers a vast range of possibilities, including the ability for cooperation, engagement in intellectual and cultural pursuits, the manufacture of products and services. Currently, the topic of the Metaverse is both significant and intriguing. It is projected that the Metaverse approach would focus less on the future development of technology and more on its integration into people's daily lives. For this reason, Metaverse requires more research and development at the current time.

Keywords: *Metaverse, digital marketing, branding, virtual world, customer behavior.*

1. Introduction

The Metaverse is a permanent and persistent multiuser environment that fuses physical reality with digital virtuality. It is also known as the post-reality world. It is built on the convergence of technologies such as virtual reality (VR) and augmented reality (AR) that allow multimodal interactions with virtual environments, digital items, and people (AR). As a result, the Metaverse is a web of social, networked immersive experiences hosted on permanent multiuser platforms. It makes it possible for users to communicate with one other embodied in real-time and have dynamic interactions with digital objects (Mystakidis, 2022). A simplified representation of a virtual world is the Metaverse. On the other hand, the word "virtual world" cannot adequately convey the Metaverse. A new reality may be found in the Metaverse. It is the universe in which individuals can participate in creating an artificial physical environment via the use of various technical equipment. The Metaverse is an interconnected and simultaneous online universe that offers numerous options, including the possibility of cooperation, participation in cultural and intellectual pursuits, and the generation of commercial goods (Nalbant and Uyanik, 2022).

Many people believe that Neal Stephenson's dystopic cyberpunk book Snow Crash from 1992 originates from the phrase "metaverse." On the other hand, the metaverse is not like the worlds depicted in science fiction. In 2003, software engineers were motivated by the novel Snow Crash to build the online platform known as "Second Life." This platform enables users to generate a cartoon representation of themselves and engage in social activities in simulated environments. The term "meta," which derives from the Greek language, literally means "beyond," which means that there is more to construct and experience in the world. Despite this, high-speed internet is required for the metaverse to realize its full potential. The virtual world known as "Second Life," introduced before the widespread usage of cellphones, is a good example. The virtual world's popularity waned in part because it could not support real-time interactions that could be carried out on the go (Hollensen et al., 2022). The continuity (or persistence) of identity and objects, a shared environment, the use of avatars (or an embodied self), synchronization, being three-dimensional (or virtual), interoperability, and a user experience that is interactive, immersive, and social appear to be the characteristics that are shared among the various definitions of the metaverse. To put it all together, a workable description of the metaverse may be an interoperated

permanent network of shared virtual environments. Users can engage synchronously via their avatars within these settings with other agents and objects (Kim, 2021).

The metaverse is an innovative internet application and social form category that incorporates a wide range of contemporary technological developments. It creates a mirror image of the natural world based on digital twin technology, builds an economic system based on blockchain technology, and tightly integrates the virtual world and the natural world into the financial system, the social system, and the identity system. This gives each user the ability to produce content and edit the world. Augmented reality technology is used to provide an immersive experience. The idea of the metaverse is still in the process of developing, and its meaning is being expanded in a variety of various ways by its members (Ning et al., 2021).

After examining the relevant published material, we discovered that the metaverse area had only a few research papers. Belei, et al. (2011) investigated the potential of virtual worlds as a medium to teach students about branding concepts. To bridge the gap that seems to exist between branding theory and practice, they included the online virtual world Second Life in their undergraduate-level brand management course. Shen, et al. (2021) used a systematic literature review methodology to synthesize research on virtual commerce, considering the promotion of purchase in virtual commerce settings. Their study was drawn from application design research and research on consumer behavior. Throughout the examination, significant purchasing variables and prominent design artifacts were uncovered. Then, the research gaps were revealed by mapping the design artifacts to the influencing elements, which might inspire future research possibilities on the synergy of these two study paths. In addition, the development of virtual commerce research and many potential routes were discussed, and the idea of meta-commerce as a possible development in the industry was brought up. Kang (2022) performed an in-depth analysis of a marketing case study centered on a jewelry business and developments in IT technology to develop the Metaverse Roadmap 2.0. Comparing and analyzing different Metaverse marketing scenarios to draw implications based on the examined marketing plan is something that jewelry businesses do. Jeong (2022) presented an innovative business model for a new electronic commerce platform. This platform is designed to transcend the limits of traditional online shopping by mixing live commerce with metaverse via digital twin technology. The customers' ability to virtually examine and interact with the brand and test out the features and capabilities of the product would be enhanced by introducing the new intermediate platform that is now under consideration. In addition, retailers can generate original material using the metaverse and develop a concept area to build consumer loyalty and awareness of their brand.

2. Digital marketing and branding on metaverse

The future marketing platform will be called Metaverse, and it will be used to exhibit and bring to life various types of brands inside the 3D interactive digital environment. The way we operate in the real world is mirrored in the Metaverse as a digital replica. The users can interact with one another in this virtual 3D area by using avatars modeled like them. This will have a significant impact on how businesses will utilize the marketing function in the future and how we will interact with one another and communicate with one another (Hollensen et al., 2022).

The most cutting-edge technology, including 5G, cloud computing, computer vision, blockchain, and artificial intelligence, are all included in Metaverse, which has applications in various areas, including video games, the art world, and business (Ning et al., 2021). It is feasible for companies to employ metaverse marketing to reach their target audience in the most engaging manner possible and maximize their ingenuity. For this reason, businesses are gradually shifting their focus toward the metaverse to conduct their digital marketing. There are many different kinds of conferences, events, and gatherings online. It is attractive to all persons, particularly under COVID-19 circumstances. They can still be connected somehow, even if it's just a virtual one. Alterations in the behavior of consumers and the lessons learned from the last point to the fact that the metaverse will be with us for a very long time. The metaverse for digital marketing hasn't even begun yet, but I can already tell it will be incredibly unique. Because it is still in its early phases, even basic ideas may work well for organizations. There are already a lot of different brands competing with one another (Sivasankar, 2022).

The metaverse is a technology-based platform that has been tailored for a contactless age, and its applicability in the business world and the consumer market is growing. The pandemic brought to light the significance of the metaverse, particularly in light of the fast growth of the fourth industrial revolution, technology-based networks, and gadget technology. When it was initially introduced in the early 2000s, the gaming industry was the only sector to use the metaverse's capabilities widely. However, it extends into other areas such as performance, medical care, fashion, and gaming. It is now being used as one of the most effective marketing strategies available in the age of contactless payments. To be more specific, the metaverse can be thought of as a technology that has been optimized for the market environment that has been created by the commercialization of 5G, which boasts ultra-fast, ultra-connected, and ultra-low latency services, which the COVID-19 pandemic will boost in early 2020. The advent of commercial 5G service has led to the development of technologies that are capable of implementing virtual reality (VR), augmented reality (AR), and mixed reality (MR), and the metaverse is gaining greater attention as a platform for contactless settings. Since that time, in the age of non-face-to-face interactions, there has been a rise in interest in the metaverse as a result of the active use of it as a marketing tool in virtual spaces by firms making use of virtual influencers. In addition, it is anticipated that the VR and AR sectors will expand significantly, which will result in the development of a digital platform. As a result, metaverse marketing, which is anticipated to completely transform everyday life after the conclusion of the period of non-face-to-face interactions, will adapt and develop more proactively in the years to come. Because of this, the formulation of content creation and marketing strategies grounded in realism and practicality is required (Hwang and Lee, 2022).

3. Conclusion

The Metaverse is a subject that is both important and promising in today's world. It is anticipated that the method known as the Metaverse would center its attention not on how this technology will be created in the future but rather on how it will be

implemented into people's everyday lives. Because of these factors, further study and development work has to be done on this technology. Many assets are necessary, including virtual worlds, virtual digital twins, and virtual values. It is expected that additional investments in today's world will progressively become virtual and enter a virtual universe. In this process, the ability to adapt to change is an advantage; nevertheless, it is unknown precisely what drawbacks these technologies will have in the future. Adaptability is a benefit. In the future, the interaction between the Metaverse and digital marketing and branding will play a very significant role. Future financial success will come quickly to businesses that make investments in the Metaverse for digital marketing and branding. In addition to this, there is an urgent need to do further research on the Metaverse's implications for marketing and branding.

4. References

- Belei, N., Noteborn, G., & De Ruyter, K. (2011). It's a brand new world: Teaching brand management in virtual environments. *Journal of Brand Management*, 18(8), 611-623.
- Hollensen, S., Kotler, P., & Opresnik, M. O. (2022). Metaverse—the new marketing universe. *Journal of Business Strategy*.
- Hwang, R., & Lee, M. (2022). The Influence of Music Content Marketing on User Satisfaction and Intention to Use in the Metaverse: A Focus on the SPICE Model. *Businesses*, 2(2), 141-155.
- Jeong, H., Yi, Y., & Kim, D. (2022). An innovative e-commerce platform incorporating metaverse to live commerce. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 18(1), 221-229.
- Kang, H. R. (2022). A Case Study on Metaverse Marketing of Jewelry Brand. *Journal of Digital Convergence*, 20(1), 285-291.
- Kim, J. (2021). Advertising in the Metaverse: Research Agenda. *Journal of Interactive Advertising*, 21(3), 141-144.
- Mystakidis, S., (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486-497.
- Nalbant, K. G. & Uyanik, Ş., (2022) A Look At The New Humanity: Metaverse and Metahuman. *International Journal of Computers*, 7, 7-13.
- Ning, H., Wang, H., Lin, Y., Wang, W., Dhelim, S., Farha, F., ... & Daneshmand, M. (2021). A Survey on Metaverse: the State-of-the-art, Technologies, Applications, and Challenges. *arXiv preprint arXiv:2111.09673*.
- Shen, B., Tan, W., Guo, J., Zhao, L., & Qin, P. (2021). How to Promote User Purchase in Metaverse? A Systematic Literature Review on Consumer Behavior Research and Virtual Commerce Application Design. *Applied Sciences*, 11(23), 11087.
- Sivasankar, G. A. (2022). Study Of Blockchain Technology, AI and Digital Networking in Metaverse.

COMPARISON OF PUSH AND PULL STRATEGIES IN A CLOSED LOOP SUPPLY CHAIN

KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİNDE İTME VE ÇEKME STRATEJİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

İpek Nur Yiyit ¹, Latife Görkemli Aykut ^{2*}

¹ Atatürk University, Department of Industrial Engineering, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0003-3144-5902, ipekyiyit@atauni.edu.tr

² Erciyes University, Department of Industrial Engineering, Turkey

² ORCID ID: 0000-0002-8233-237X, lgorkemli@erciyes.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

With the increase in environmental pollution, legal obligations and economic reasons, the importance given to reintroduce the recycling products in the economy is increasing day by day. The already complex supply chain structure becomes even more complex by the reintroduction of these products into the system. To overcome the existing complexities, a strategically efficient management of the chain has become inevitable. In this study, a closed loop supply chain network with supplier, factory, distribution center, wholesaler and customer in forward flow and collection center, recycling plant and landfill in reverse flow is modeled using simulation. Push and pull strategies are used for operational planning and control of the closed loop supply chain network. Models considering pure push and pure pull strategies are run on a hypothetical data set. The performance of the models is compared using the criteria of total profit, total sales, total cost of inventory, unsatisfied demand, average daily inventory and average response time to customer demands. As a result of the comparisons, it can be seen that when examining customer service levels, the push based closed loop supply chain achieves better results, while when examining total profit and inventory levels, the pull based closed loop supply chain achieves better results.

Keywords: Closed loop supply chain, push-pull strategies, simulation.

1. Giriş

Geleneksel tedarik zinciri, malzemelerin tedarik edilmesi, tedarik edilen malzemelerin ara ve nihai ürünlere dönüştürülmesi ve bu nihai ürünlerin müşterilere dağıtılması işlevlerini yerine getiren bir ağıdır [1]. Tersine tedarik zinciri ise geri dönüşüm ürünlerinden yeniden değer elde etmek, iade edilen ve ömürleri dolmuş ürünleri tamir ederek ekonomiye kazandırmak ya da uygun biçimde bertaraf etmek için müşteriden tedarikçiye doğru tersine akışı ifade eden ağıdır [2]. İleri ve tersine tedarik zinciri faaliyetlerinin entegre edilmesi ile kapalı döngü tedarik zinciri ortaya çıkmıştır. Kapalı döngü tedarik zinciri (KDTZ), son 15 yıldır hem sektörde hem de akademide büyük ilgi görmektedir [3]. Bunun nedeni sürdürülebilirliği geliştirmek için büyük bir fırsat olmasıdır.

Bu çalışmada, kapalı döngü tedarik zinciri ağı simülasyon yöntemi ile modellenmiştir. Geri dönen ürünlerin miktarındaki ve geri dönüş zamanındaki belirsizlikler, talep miktarının belirsizliği vb. kapalı döngü tedarik zinciri ağının modellenmesini ve kontrolünü karmaşık hale getirmektedir. Söz edilen belirsizliklerin üstesinden gelebilmek için kapalı döngü tedarik zinciri ağının modellenmesinde itme ve çekme stratejilerinden yararlanılmıştır. İtme tabanlı bir tedarik zincirinde, üretici geçmiş dönemlerden yola çıkarak tahmine dayalı üretim yapmaktadır. Çekme tabanlı tedarik zincirinde ise üretim müşteri talebine cevap olarak başlamaktadır. İtme tabanlı bir tedarik zinciri yüksek stok miktarlarına, çekme tabanlı tedarik zinciri de düşük hizmet düzeyine sebep olmaktadır. Bu çalışmada itme ve çekme stratejilerinin kapalı döngü tedarik zinciri ağı üzerindeki performansı araştırılmaktadır.

Literatür incelendiğinde ileri tedarik zincirinde itme ve çekme stratejilerinin performanslarının analiz edildiği ve karşılaştırmalarının yapıldığı çalışmalara rastlanmaktadır. Tedarik zincirinde itme ve çekme stratejilerini inceleyen çalışmalardan biri olan Masuchun vd. çalışmalarında seri bir tedarik zincirinde itme ve çekme stratejilerinin performanslarını çıktı miktarı, müşteri hizmet düzeyi ve toplam stok altında karşılaştırmışlardır [4]. Lin vd. yaptıkları ileri bir tedarik zincirinde itme-çekme stratejilerini kullanarak teslimat süresini düşürmeyi hedeflemişlerdir [5]. Takashi vd. tedarik zinciri sisteminde üç kontrol mekanizmasını, itme ve çekme ve hibrit, karşılaştırmak için matematiksel bir model oluşturmuşlardır. Üç kontrol mekanizması için, her bir süreçteki işlem miktarlarının değişimi ve her bir stok noktasındaki stok düzeylerinin değişimi performans ölçütü olarak analiz edilmiştir [6]. Huang vd. yaptıkları çalışmada hurdaların yeniden kullanım sürecini analiz ederek yaşanan sorunları itme ve çekme stratejileri kullanarak kaldırmayı hedeflemişlerdir. İtme stratejisi kullanarak demir ve çelik hurdalarını geri kazanacak, çekme stratejisi ile piyasa talebini karşılayacak itme-çekme tedarik zinciri kurmuşlardır [7]. Ahn vd. iki aşamalı stokastik tedarik zincirinde itme ve çekme stratejilerini kullanarak üretim-dağıtım modeli geliştirmişlerdir. Sezgisel sipariş miktarı değerleri kullanılarak modelin performansı analiz edilmiştir [8].

Literatürde kapalı döngü tedarik zincirinde itme ve çekme stratejilerinin kullanılmasını konu alan iki çalışmaya rastlanmıştır. Abbey vd. yaptıkları çalışmada kapalı döngü tedarik zincirinin en büyük sorunlarından olan uzun teslim sürelerine, yüksek envanter seviyelerine ve düşük müşteri hizmet seviyelerine çözüm olarak gecikmeli farklılaşma modeli sunmuşlardır. Hibrit bir itme-çekme stratejisi içeren model ile maliyetlerde ve değişen müşteri taleplerinin karşılanmasında esneklik sağlanmıştır [9]. Lin vd. itme ve çekme kontrollü yeniden üretimi içeren kapalı döngü tedarik zincirinin doğrusal olmayan bir sistem dinamiği modelini geliştirmişlerdir. Ürün geri dönüş oranının ve talep sıklığının modelin anahtar parametreleri olduğu ve itme-çekme politikalarının seçiminde önemli rol oynadığı sonucuna varılmıştır [10].

Bu çalışmada ise yukarıda bahsedilen Abbey vd. tarafından yapılan çalışmadan farklı olarak simülasyon tekniği kullanılarak modelleme yapılmıştır. Simülasyon ile modelleme yapılarak bahsedilen çalışmada göz ardı edilen taşıma süresi, üretim süresi, ürün kullanım süresi, stok tutma maliyeti, üretim maliyeti gibi modelin sonuçlarını doğrudan etkileyecek olan ve gerçekçi bir çözüme ulaşılmasında fayda sağlayacak olan parametreler modele dahil edilmiştir. Lin vd. tarafından yapılan çalışmadan farklı olarak ise modele taşıma süresi, stok tutma maliyeti, karşılanamayan talepten dolayı kaynaklanan ceza maliyeti gibi parametreler dahil edilmiş ve performansı ölçülmüştür.

Literatürde itme ve çekme stratejilerinin karşılaştırması yapılırken çıktı miktarı [4, 11, 12], stok tutma maliyeti [13, 14], teslim süresi [5, 10, 12, 15, 16, 17] toplam maliyet [8, 16], stok seviyesi [4, 16, 17], hizmet düzeyi [4, 17] vb. performans ölçütleri kullanılmıştır. Bu çalışmada ise, toplam kar, toplam satış kazancı, toplam stok tutma maliyeti, karşılanamayan talep, ortalama günlük stok miktarı ve müşteri taleplerinin ortalama karşılanma süresi performans ölçütleri kullanılmıştır.

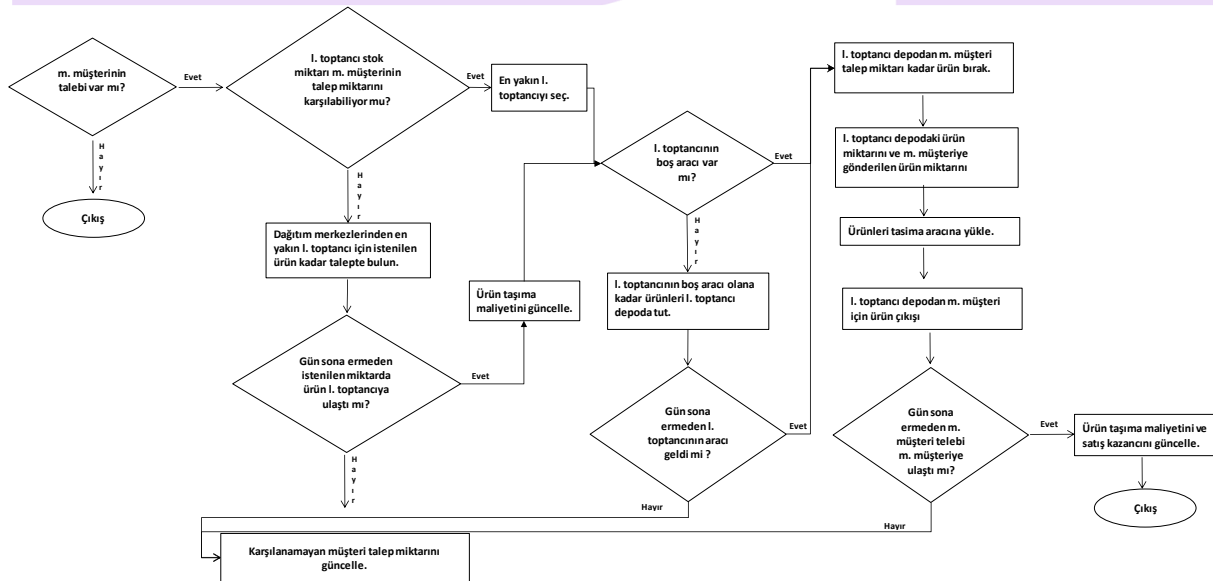
Bölüm 2, simülasyon yöntemi kullanılarak oluşturulan modellerin yapısını, varsayımlarını ve çalıştırıldığı veri setini açıklamaktadır. Bölüm 3, modellerden elde edilen sonuçların karşılaştırılmasını vermektedir. Bölüm 4, elde edilen sonuçları tartışmaktadır. Bölüm 5, bu araştırmanın sonuçları ve gelecekteki çalışmalar için verilen öneriler ile sona ermektedir.

2. Materyal ve yöntem

Kapalı döngü tedarik zinciri performansının itme ve çekme kontrol stratejilerinden nasıl etkilendiğini analiz edebilmek için simülasyon ile modelleme yapılmıştır. Simülasyon, sistem davranışını anlamak ve sistemin işleyişine yönelik çeşitli stratejiler geliştirmek ve değerlendirmek amacıyla gerçek bir sistem modeli tasarlamak için kullanılmaktadır [18].

Modellerin yapısı ve varsayımları aşağıda sıralanmıştır:

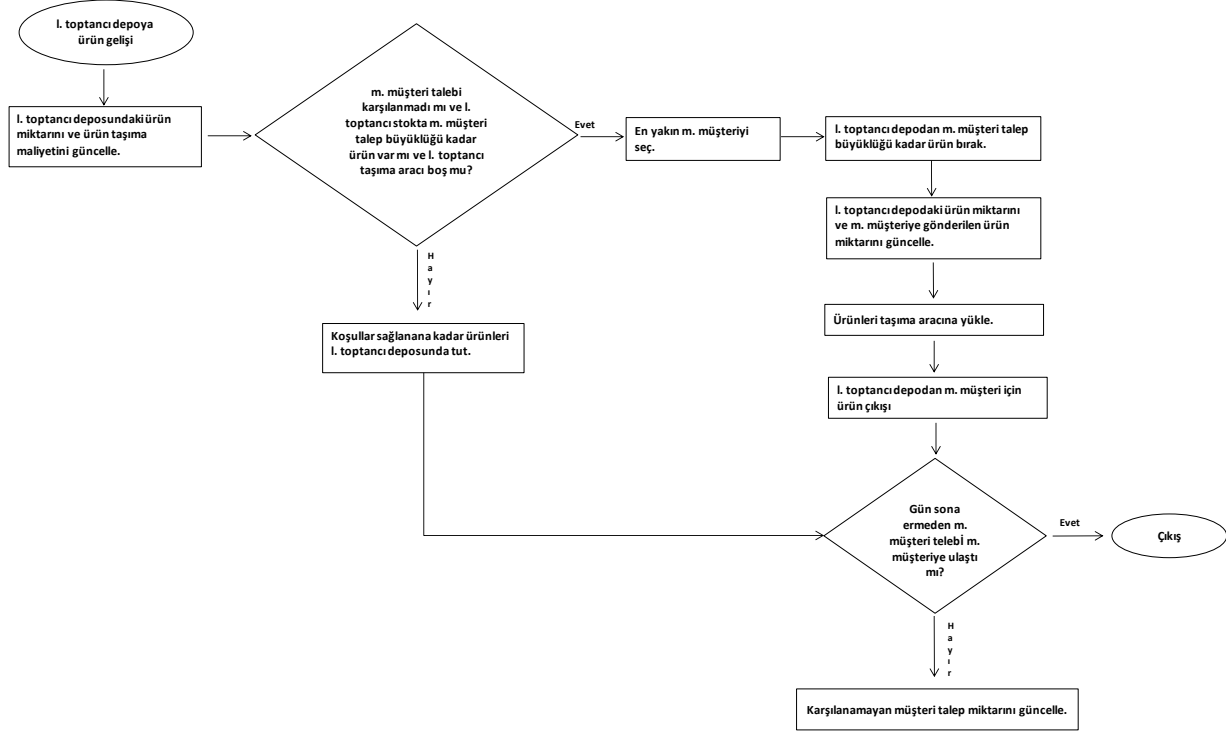
- Müşteriler tarafından kullanıldıktan sonra toplama merkezlerinde toplanan depozitolu bir ürün için saf itme ve saf çekme stratejisine göre çalışan iki farklı simülasyon modeli geliştirilmiştir.
- Talepler dinamik şekilde günlük olarak gelmektedir ve gün sonunda karşılanamayan talepler için ceza maliyetine katlanılmaktadır.
- Eğer bir KDTZ elemanının müsait durumda taşıma aracı yok ise ürünler araç müsait olana kadar stoklarda tutulmaktadır. Araç geldikten sonra sevkiyat gerçekleştirilmektedir.
- Taşıma aracının kapasitesinin yeterli olduğu varsayılmıştır.
- Stok tutma maliyetleri gün sonunda elde bulunan stok miktarları üzerinden hesaplanmıştır.
- Toplam kar; hammadde satın alma, yıkama, dolum, geri toplama, ayırma, ceza, taşıma, stok tutma maliyetlerini satış gelirlerinden çıkararak elde edilmektedir.
- Müşterilerin ürünleri kullanım süreleri belli bir dağılıma uygun olarak alınmıştır.
- İtme stratejisini benimseyen KDTZ elemanları, s,Q stok politikasına göre çalışmaktadırlar.



Şekil 1: Çekme Stratejisini Benimseyen Toptancının Algoritma Şeması

Çekme stratejisine göre çalışan toptancının algoritma şeması şekil 1’de verilmiştir. Modelde, akış müşteri talebinin gelmesiyle başlamaktadır. Öncelik müşteriye en yakında bulunan toptancıdan olacak şekilde ürünler çekilmektedir. Eğer toptancılarda talep edilen miktarda ürün yok ise bir önceki aşamadaki KDTZ elemanı olan dağıtım merkezinden ürünler çekilmektedir. Ağdaki diğer elemanların işleyişi de benzer şekilde ilerlemektedir.

İtme stratejisine göre çalışan toptancının algoritma şeması şekil 2’de verilmiştir. İtme stratejisine göre çalışan modelde akış depoya ürün gelişi ile başlamaktadır. Depodaki ürün miktarları ve taşıma maliyetleri güncellendikten sonra müşteri talepleri en yakın konumdaki müşteriye öncelik verilerek karşılanmaktadır. KDTZ elemanlarının stok seviyeleri minimum stok miktarının altına düştüğünde ise bir önceki aşamada bulunan KDTZ elemanından, en yakın konumda bulunan, sipariş miktarı (Q büyüklüğü) kadar sipariş verilmektedir. Ağdaki bulunan diğer elemanların akışı da benzer olarak ilerlemektedir.



Şekil 2: İtme Stratejisini Benimseyen Toptancının Algoritma Şeması

Geliştirilen modeller 1 tedarikçi, 1 fabrika, 2 dağıtım merkezi, 2 toptancı, 5 müşteri, 2 toplama merkezi, 1 geri dönüşüm tesisi ve 1 atık merkezi için oluşturulan örnek bir veri seti üzerinde çözülmüştür.

Modellerde müşteri taleplerinin sisteme gelişi ve talep miktarları dinamik olarak gerçekleşmektedir. Müşteri talepleri, sisteme UNIF(0,120) dakika dağılımına göre ve talep miktarları UNIF(184,233) adet dağılımına göre gelmektedir. Yıkama işlemi 20 saniye, dolun işlemi, 15 saniye ve ayrıştırma işlemi 20 saniye sürmektedir. Taşıma işlemini yapan araçlara ürünlerin indirilmesi ve yüklenmesi 10 dakika sürmektedir. Araçların hızı 70 km/saattir.

Tablo 1: KDTZ Elemanlarının Stok Tutma Maliyetleri

	Stok tutma maliyeti (₺/ adet)
Fabrika (hammadde)	0,4
Fabrika (bitmiş ürün)	0,4
Dağıtım Merkezi 1	1,25
Dağıtım Merkezi 2	1,65
Toptancı 1	1
Toptancı 2	1,15
Toplama Merkezi 1	1
Toplama Merkezi 2	0,8
Geri Dönüşüm Tesisi	0,4

Tedarikçiden hammadde satın alma maliyeti 2,75 ₺/adet, dolun maliyeti 2 ₺/adet, temizleme maliyeti 0,25 ₺/adet, ayırma maliyeti 0,10 ₺/adet, satış fiyatı 15 ₺/adet, hurda fiyatı 1 ₺/adet, toplama maliyeti 1,25 ₺/adet, bir birim ürünü bir kilometre taşıma maliyeti

0,0085 ₺, bir birim ürünü karşılayamamaktan dolayı katlanılan ceza maliyeti 0,8 ₺ olarak dikkate alınmaktadır. Fabrikanın, dağıtım merkezlerinin, toptancıların, toplama merkezlerinin ve geri dönüşüm tesisinin bir birim ürünü bir gün stokta tutmak için katlandıkları maliyetler tablo 1’de verilmiştir.

Tedarikçinin 30 günlük periyot için kapasitesi 15000 adet olarak belirlenmiştir. İtme stratejisine göre çalışan fabrikanın, dağıtım merkezlerinin, toptancıların, toplama merkezlerinin ve geri dönüşüm tesisinin minimum stok seviyeleri ve stok miktarlarının bu seviyenin altına düşüğünde vermeleri gereken sipariş miktarları tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: KDTZ Elemanlarının Minimum Stok Düzeyleri ve Sipariş Miktarları

	Minimum stok(adet)	Sipariş miktarı (adet)
Fabrika (hammadde)	800	800
Fabrika (bitmiş ürün)	780	800
Dağıtım Merkezi 1	700	780
Dağıtım Merkezi 2	660	680
Toptancı 1	660	660
Toptancı 2	440	440
Toplama Merkezi 1	950	1100
Toplama Merkezi 2	900	1000
Geri Dönüşüm Tesisi	800	900

Ürünlerin müşterilerden geri dönme oranı %85, geri dönüşüm tesisine gelen ürünlerin sırasıyla fabrikaya, hurdaya, atık sahasına gitme oranları %90, %8, %2 olarak belirlenmiştir. Ürün kullanım ömrü TRİA(3,5,7) gün dağılımına göre belirlenmiştir.

3. Bulgular

Modeller, günlük çalışma süresi 12 saat olmak üzere 10 günlük ısınma süresi ile birlikte 40 gün, 30 tekrar çalıştırılmıştır.

Modellerden elde edilen kar ve maliyet değerleri Tablo 3’te verilmiştir. Toplam kar odaklı düşünüldüğünde çekme stratejisi ile çalışan modelin daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Toplam satış kazancı değerlerine bakıldığında itme stratejisine göre çalışan modelin daha yüksek satış kazancı yani daha yüksek çıktı ürettiği sonucuna varılmaktadır. Toplam stok tutma maliyeti değerleri incelendiğinde çekme stratejisinin toplam stok tutma maliyetinin itme stratejisine göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Karşılanamayan talep miktarları göz önüne alındığında itme stratejisi ile çalışan modelin daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Tablo 3: Performans Ölçütlerinin Ortalama Değerleri

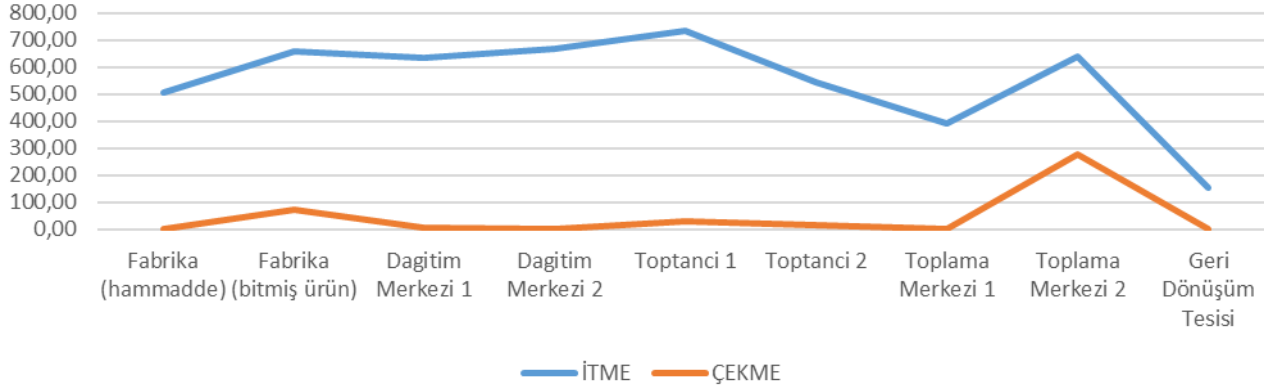
PERFORMANS ÖLÇÜTÜ	KDTZ Stratejisi	
	İTME	ÇEKME
Toplam Kar	78191,08	142219,29
Toplam Satış Kazancı	434196	282820,50
Toplam Stok Tutma Maliyeti	146714,38	12530,60
Karşılanamayan Talep	2392,23	12422,40

Tablo 4’te müşteri taleplerinin ortalama karşılanma süreleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde itme stratejisine göre çalışan kapalı döngü tedarik zincirinde müşteri taleplerine çekme stratejisine göre çalışan modele kıyasla daha hızlı cevap verildiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Tablo 4: Müşteri Taleplerinin Ortalama Karşılanma Süreleri

Müşteri No	KDTZ Stratejisi	
	İTME	ÇEKME
Müşteri 1	76,54	374,49
Müşteri 2	88,12	379,09
Müşteri 3	75,38	360,34
Müşteri 4	91,62	375,41
Müşteri 5	85,87	384,88

Ortalama günlük stok miktarlarını gösteren grafik şekil 1’de verilmiştir. Grafik incelendiğinde çekme stratejisine göre çalışan tedarik zinciri hizmet sağlayıcılarının neredeyse hiç stok bulundurmadıkları görülmektedir. Çekme stratejisinin hedefi müşteri siparişlerine cevap olarak ürün üretmek ve stok bulundurmamak olduğu için modelin gerçekçi sonuçlar verdiği söylenebilir. İtme stratejisine göre çalışan tedarik zinciri hizmet sağlayıcıları s,Q stok politikasına göre çalıştıklarından dolayı yani stokları belli bir seviyenin altına düşüklerinde sipariş oluşturdıkları için stok miktarları çekme stratejisine kıyasla oldukça yüksektir.



Şekil 3: Ortalama Günlük Stok Miktarları

4. Sonuçlar

Bu çalışma kapalı döngü tedarik zinciri ağındaki çeşitli belirsizlikleri dikkate alarak itme ve çekme stratejilerinin ağıdaki etkisini araştırmaktadır. Farklı performans kriterlerine göre iki modelin karşılaştırılması yapıldığında görülüyor ki itme stratejisi ile çalışıldığında taleplerin müşteriye teslim edilmesi ortalama 3,5 kat daha hızlı gerçekleşmektedir. Aynı zamanda itme stratejisi ile çalışıldığında karşılanamayan talep miktarı 4 kat daha az olmaktadır. Bu veriler gösteriyor ki itme stratejisi ile çalışması durumunda müşteri hizmet düzeyi yüksek olmaktadır. Fakat çekme stratejisi ile çalışıldığında ise %81,89 daha fazla kar elde edilmektedir. Ayrıca stok miktarlarının itme stratejisi ile çalışıldığı duruma göre yaklaşık 11 kat daha düşük olduğu görülmektedir.

İtme ve çekme stratejilerini benimseyerek kurulmuş iki farklı simülasyon modelinden elde edilen sonuçlar gösteriyor ki; kapalı döngü tedarik zincirini tasarlarlarken hem itme stratejisinin sağladığı yüksek müşteri hizmet düzeyinden hem de çekme stratejisinin sağlamış olduğu düşük stok miktarı ve daha yüksek kazançtan faydalanmak için hibrit modeller tasarlamak faydalı olacaktır. Gelecek çalışmalarda itme-çekme sınırının konumunu araştırmaya yönelik hibrit modeller geliştirilecektir. Ayrıca talep değişkenliğinin, stok seviyelerinin vb. itme çekme sınırına olan etkisi analiz edilecektir.

5. Kaynakça

- [1] Ganeshan, R., Harrinson, T. P. (1995). An Introduction To Supply Chain Managemant [Online]. Available: http://lcm.csa.iisc.ernet.in/scm/supply_chain_intro.html
- [2] Fleischmann, M., Bloemhof-Ruward, M., Dekker, R., Laan, E., Nunen, A.E.E., Wassenhove, L.N., "Quantitative Models for Reverse Logistics: A Review," *European Journal of Operational Research*, vol. 103, pp.1-17, 1997.
- [3] V. Daniel R. Guide, Jr., Luk N. Van Wassenhove, "The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research," *Operations Research*, vol. 57, pp.10-18, Feb. 2009.
- [4] W. Masuchun, S. Davis and J. W. Patterson, "Comparison of push and pull control strategies for supply network management in a make-to-stock environment," *International Journal of Production Research*, vol. 42:20, pp. 4401-4419, 2004.
- [5] Junyi Lin, Mohamed M. Naim, Virginia L.M. Spiegler, "Delivery time dynamics in an assemble-to-order inventory and order-based production control system," *International Journal of Production Economics*, vol. 223, 2020.
- [6] Katsuhiko Takahashi and Nobuto Nakamura, "Push, pull, or hybrid control in supply chain management," *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 17:2, pp. 126-140, 2004
- [7] Huang, Y. H., and Huang, Z., "On Building a Push-Pull Supply Chain of Iron and Steel Scrap," *In Advanced Materials Research*, vol. 864-867, pp. 1959-1962, 2013.
- [8] Hyun-Soo Ahn and Philip Kaminsky, "Production and distribution policy in a two-stage stochastic pushpull supply chain," *IIE Transactions*, vol. 37:7, pp. 609-621, 2005.
- [9] James D. Abbey, V. Daniel R. Guide Jr., Gilvan C. Souza, "Delayed Differentiation for Multiple Lifecycle Products", *Production and Operations Management*, vol. 22, pp. 558-602, May-June 2013.
- [10] Junyi Lin, Li Zhou, Virginia L.M. Spiegler, Mohamed M. Naim, Aris Syntetos, "Push or Pull? The impact of ordering policy choice on the dynamics of a hybrid closed-loop supply chain," *European Journal of Operational Research*, vol. 300, pp. 282-295, 2022.
- [11] Cheraghi, S., Dadashzadeh Mohammad, Soppin Mahesh., "Comparative Analysis of Production Control Systems Through Simulation," *Journal of Business & Economics Research (JBER)*, vol. 6, May 2011.
- [12] Benita M. Beamon and Jose M. Bermudo, "A hybrid push/pull control algorithm for multi-stage, multi-line production systems," *Production Planning & Control*, vol. 11, pp. 349-356, 2000.
- [13] J. K. Cochran and S.-S. Kim, "Optimum junction point location and inventory levels in serial hybrid push/pull production systems," *International Journal of Production Research*, vol.36, pp. 1141-1155, 1998.

- [14] Alena Puchkova, Julien Le Romancer, Duncan McFarlane, “Balancing Push and Pull Strategies within the Production System,” *IFAC-PapersOnLine*, 2016, vol. 49, pp. 66-71, ISSN 2405-8963
- [15] J. Teeravaraprug, S. Stapholdecha, “Performance Analysis of Push, Pull, and Mixed Systems.” *Thammasat Int. J. Sc. Tech.*, vol. 9, pp. 29–36, 2004.
- [16] Ghrayeb, O., Phojanamongkolkij, N. & Tan, B.A., “A hybrid push/pull system in assemble-to-order manufacturing environment,” *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol.20, 2009.
- [17] Jiunn-Chenn Lu, Taho Yang, Chao-Ton Su, “Analysing optimum push/pull junction point location using multiple criteria decision-making for multistage stochastic production system,” *International Journal of Production Research*, vol. 50, pp. 5523-5537, 2012.
- [18] Shannon, R.E. (1998) "Introduction to the Art and Science of Simulation". In Medeiros, D.J., Watson, E.F., Carson, J.S., and Manivannan, M.S. (Eds), Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference. 13-16 December 1998, Washington, DC, pp. 7-14.

NOT: Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

AIR LUBRICATION SYSTEMS AS POTENTIAL ENERGY EFFICIENCY SAVING ON MARINE VESSELS

DENİZ TAŞITLARINDA POTANSİYEL ENERJİ VERİMLİLİĞİ TASARRUF OLARAK HAVAYLA YAĞLAMA SİSTEMLERİ

Murat Bayraktar ^{1*}, Murat Pamik ²

¹ Zonguldak Bülent Ecevit University, Maritime Faculty, Department of Marine Engineering, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0001-7252-4776, bayraktarmurat@beun.edu.tr

² Dokuz Eylül University, Maritime Faculty, Department of Marine Engineering, Turkey

² ORCID ID: 0000-0003-3268-1368, murat.pamik@deu.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

Applications are performed in many areas in the marine sector in order to meet international limitations and provide energy efficiency. Air Lubrication (AL) Systems has potential in terms of cost, ease of installation and flexibility to increase efficiency, especially on marine vessels. The main purpose of AL systems is to reduce fuel consumption and gain in terms of emissions by minimizing the frictional resistance, which is the most dominant of the ship's resistance components. In this context, AL systems are tested in many ship types, and maximum efficiency output is achieved, especially in high-tonnage tankers and bulk carriers with a flat bottom part of the hull form. On the other hand, the efficiency outputs obtained from high-speed and sharp-formed ships remain at lower levels. This system, which provides an efficiency of more than 10% without making any changes or modifications to the ship form and the ship's main engine, and also operated in combination with other potential energy efficiency technologies, thereby increasing the total efficiency level to higher levels. This study will be a substantial resource for academicians and experts working on energy efficiency and industry stakeholders and data will facilitate comparison for future applications.

Keywords: Air Lubrication, Energy Efficiency, Fuel Consumption, Emission.

1. Giriş

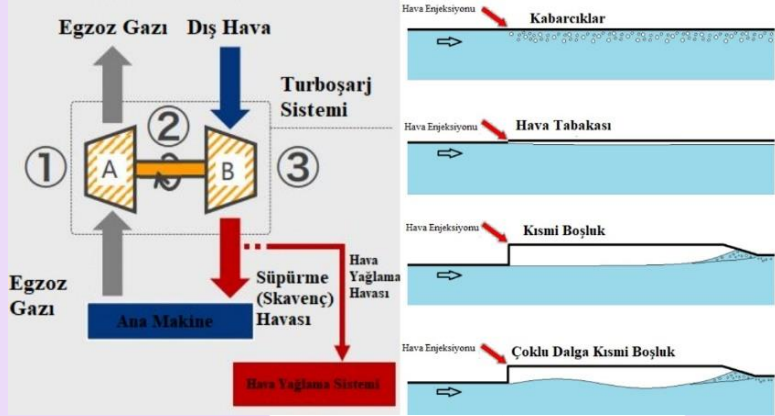
Uluslararası düzeyde taşımacılığının sürdürülebilirliğini özellikle bu alanda büyük bir paya sahip olan deniz yolu taşımacılığında küresel ısınma ve yakıt tüketimi açısından verimlilik ve sürdürülebilirlik sağlamak adına bir çok yeşil teknolojilerin uygulaması yapılmaktadır (Hao ve diğer., 2019; ABS, 2019). Bu uygulamalardan biri olan hava yağlama sistemleri "Air lubrication systems" Yenilikçi Enerji Verimliliği Teknolojisi olarak Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından tanıtılmaktadır (Hao ve diğer., 2019; American Bureau of Shipping (ABS), 2019). AL sistemlerinin ortaya çıkmasındaki en büyük etken güç tüketimini doğrudan etkileyen gemi direnç bileşenleridir. Gemilerin sudaki hareketi boyunca gövdelerinin alt ve üst yapıları çeşitli dirençlere maruz kalmakta ve özellikle suyla gemi gövdesi arasında ıslak yüzey alanından oluşan sürtünme direnci direnç bileşenlerinden en baskın olanıdır. Yüksek hızlı deplasman gemilerinde sürtünme kuvvetinin etkisi %40 civarlarındaiken, düşük hızlı deplasman gemilerinde bu oran %85 seviyelerine ulaşmaktadır (ABS, 2019).

Toplam direnç ile güç doğru orantılı bir şekilde hareket ettiği göz önünde bulundurulduğunda, güç deniz taşıtlarındaki makinelerden yanma sürecinde elde edilmekte çeşitli aktarma sistemleri üzerinden pervaneye iletilmektedir. Pervanede elde edilen itme miktarı pervane üzerine gelen suyun akış hızı ile itme gücü hesaplanmaktadır. İtme gücü ile efektif güç arasındaki oran geminin gövde verimliliğini ifade etmektedir. Efektif güç hesaplamada gemi hızı ve toplam direnç bileşenleri kullanılmakta, toplam direnç ne kadar azalrsa aynı güç seviyelerinde gemi hızından o kadar kazanım sağlanmaktadır. Toplam direncin en büyük bileşeni oluşturan sürtünme direncinin düşürülmesiyle, yakıt türünden bağımsız olarak hız ve operasyonel açıdan verimlilik iyileştirilmesi sağlanmaktadır (Silverstream, 2022).

Genel anlamda, geminin gövdesinde herhangi bir değişiklik yapmadan alt kısımlarından sabit bir hava enjeksiyonu yapılarak uygulanan "Air lubrication" hava yağlaması (AL) sayesinde tekne ile deniz suyu arasındaki sürtünme direnci düşümü sağlanmaktadır (Silverstream, 2022; Wartsila, 2022; Mitsubishi Heavy Industries, 2012). Bu sistemler deniz koşulları için özel tasarlanmış, en önemli noktalarından birini oluşturan hava kabarcığı üretimin sırasında yağsız kompresörler kullanılmaktadır (Silverstream, 2022). AL teknolojisi kabarcık (BDR), hava katmanı (ALDR) ve kısmi boşluk Sürtünme Azaltma (PCDR) olacak şekilde temelde 3 farklı şekilde uygulanmaktadır. Bu AL teknolojilerinde temelinde reynolds stresini etkili bir şekilde azaltma, sınır tabakasındaki türbülans etkisini bastırma ve akışın etkin viskozitesini azaltma mekanizmaları çerçevesinde uygulanmaktadır. Kabarcık yönteminde (BDR), 0,1mm daha küçük boyuttaki kabarcıklar üretilerek sürtünme kuvveti azaltılması ile uygulama sağlanmaktadır. Geminin tüm su altında kalan bölümlerinde bu kabarcık oluşumunu verimli uygulamak yapmak oldukça zordur çünkü kabarcıklar büyüdükçe sürtünme azaltıcı etkisini kaybetmektedir. Ayrıca düşük hızlarda kaldırma kuvvetinden kaynaklı verimsiz uygulamalar gerçekleşmektedir. Hava katmanı yönteminde (ALDR) suyun türbülanslı sınır tabakasına yeterli miktarda hava enjektisi ile hava

tabakası oluşmaktadır. Hava enjektisinde meydana gelen artışla direnç bileşenlerini en etkilenen ıslak yüzey alanı ile etkileşim minimize edilerek, sürtünme direnci azaltılmaktadır (ABS, 2019).

Kısmi boşluk yönteminde (PCDR), havanın gövde içinden iletilebileceği boşluklar kullanılarak gövdeyi sudan ayırarak, şişirilmiş hava boşluğu oluşturmaktadır. Boşluktaki kavitasyon akışındaki hava tabakası, gemi gövdesindeki türbülanslı sınır tabakasından çok daha kalın olduğundan daha düşük hava enjeksiyonu ile verimli sonuçlar elde edilmektedir (ABS, 2019). PCDR benzer şekilde olan çoklu dalga kısmi boşluk yönteminde (MWCDR) hava boşluğunda bir den fazla dalga boyu meydana gelmektedir (Hao ve diğer., 2019). İlk uygulamadan 2018 yılına kadar farklı tiplerde toplamda 23 gemi üzerinde AL sistemleri uygulaması gerçekleştirilmiştir. AL sistemlerinin uygulanması için gerekli havanın elde edilmesi ve çeşitleri Şekil 1 de ifade edilmektedir.



Şekil 1: AL sistemleri ve uygulama çeşitleri (Monohakobi, 2015; Hao ve diğer., 2019)

Gemilerdeki direnç bileşenleri düşürmek ve gücü efektif kullanma adına çeşitli gövde tasarımları yapılmaktadır. Yeni gövde tasarımlarının ilk yatırım maliyeti oldukça fazla olmakla beraber ve armatörlerin bu tasarımları yeni inşa edilecek gemilerde uygulaması oldukça uzun sürelerle yayılmaktadır. Bu bakımdan AL sistemleri gövde formunda değişikliğe gitmeden enerji verimliliği sağlamakta ve bu alanda birçok gemi tipinde gerçekleştirilmiş uygulama bulunmaktadır (Wartsila, 2022).

2. AL sistemi uygulamaları

AL sistemlerinin ilk uygulamaları Yamatai and Yamato adlı “heavy load carrier” ağır yük taşıyıcı ve düşük “draft” su çekimi değerlerine sahip gemiler üzerinde ilk AL uygulamaları gerçekleştirilmiştir. AL uygulamaları oldukça basit bir sisteme sahip olmasına karşın özellikle su çekimi yüksek olan gemilerde bu teknolojiyen fayda sağlamak oldukça zordur, bu yüzden ilk uygulamalar sığ sularda işletilen düşük su çekimine sahip gemilerde uygulanmıştır (Offshore Energy, 2012; Monohakobi, 2015).

AL sistemlerinin derin su çekimi değerlerine sahip olan gemilerdeki uygulama potansiyelini gerçekleştirmek adına, Soyo adlı gemide “Scavenging Air Bypass System” Skavenç havası baypas sistemi (SCAB) ile AL sistemi kurulumu yapılmakta ve bu gemi yurt dışı taşımacılık yapan ilk AL sisteme sahip gemi olma özelliğini kazanmaktadır (Offshore Energy, 2012; Monohakobi, 2015). Japonya ve Avustralya arasında kömür taşımacılığı yapan bu geminin operasyonlarından yakıt bazlı CO₂ emisyonlarından indirgeme sağlandığı verilerle ortaya konulmaktadır. Su çekiminin 8,1 m olduğu Balastlı ve 12,8 m olduğu yüklü olma durumlara göre gerçekleştirilen operasyonlardan sırasıyla %5 ve %3 oranında CO₂ emisyonu azalımı sağlanmaktadır (Monohakobi, 2015). Benzer şekilde AL sistemleri uygulamasıyla birlikte okyanus boyunca giden gemiler üzerinde %5 ile %10 arasında değişen yakıt ve emisyon açısından tam zamanlı gerçek veriler elde edilmektedir (Silverstream, 2022).

Gemi tipleri açısından Sıvılaştırılmış Doğalgaz (LNG) taşıyıcı tanker ile Ro-Ro gemisi gibi gövde yapısındaki özellikle dip yapılarındaki düz alanların yoğunluğu bu sisteminin uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Bu tip gemilerde yapılan çalışmalara göre %8 ile %10 arasında enerji verimliliği kazanımı sağlama potansiyeli bulunmaktadır (Wartsila, 2022; Silverstream, 2022). 40,000 DWT tonaja sahip MT Amalienborg adlı tankere AL sistemleri ile ilgili yapılan retrofit uygulamasıyla birlikte %5 üzerinde verimlilik kazanımı sağlanmaktadır. Elde edilen kazanımlar, kar amacı gütmeyen bir kuruluş olan “Hamburgische Schiffbau Versuchsanstalt” (HSVA) tarafından onaylanmıştır (Silverstream, 2022).

AL sistemi özellikle gövde formunun alt yüzeyleri düz olan gemilerde oldukça verimliyken, daha keskin ve narin hatlara sahip gemilerde uygulanma durumunda verimlilik kazanımı istenilen seviyelerde olmayabilmektedir (Kantharia, 2021). Özellikle askeri, özel amaçlı ve yüksek hızlı teknelerin sahip olduğu narin gövde formu bu duruma örnek verilebilmektedir. Bu tip uygulama potansiyeli düşük olan gemilerde de kazanım olacağını göstermek adına, Mitsubishi Heavy Industries (MHI) geliştirdikleri AL sistemleri “slender” narin gövde formuna sahip FERRY NAMINOUE isimli yüksek hızlı feribot üzerinde uygulayarak %5 üzerinde yakıt verimliliği kazanımı sağlamaktadır. (Mitsubishi Heavy Industries (MHI), 2012). Benzer şekilde yolcu gemileri üzerine Silverstream tarafından yapılan uygulamalarda aynı derecede kazanımlar elde edilmekte ve saygın 3. taraf kuruluşlar tarafından doğrulanması sağlanmaktadır (Silverstream, 2022).

Yapılan uygulamalarda verimlilik çıktısını, operasyon hızı, su çekimi ve ıslak yüzey alanındaki düz taban oranı gibi faktör en önemli miktarda belirlemektedir. Tablo 1 de gemi tiplerine göre elde edilen net kazanımlar hız, su çekimi ve ıslak yüzey alanı temelinde ifade edilmektedir (Silverstream, 2022).

Tablo 1. Gemi Tiplerine Göre Verimlilik Kazanımları (Silverstream, 2022).

Gemi Tipi	Operasyon Hızı [kts]	Su Çekimi [m]	Islak Yüzey Alanındaki Düz Taban Oranı	Net Kazanım
Yolcu G.	10-20	8-9	%30-35	%5-7
Yeni nesil Ro-Ro Gemileri	10-22	7-8	%26-32	%5-7
9000 TEU üzeri Konteynır G.	10-23	14-16	%25-30	%5-6,5
Gaz Tankerleri (LNGC, VLEC ve VLGC)	10-19	9-12	%35-40	%6-9
100000 DWT üzeri Dökme Yük G.	10-15	13-20	%25-45	%6-11

Operasyondan elde edilen verilerin yansısı ANSYS FLUENT programı kullanılarak LNGC üzerinde AL sistemleri kullanılarak 12 ton %8 oranında yakıt tüketiminin indirgeme sağlanmaktadır (Fotopoulos ve Margaris, 2020). AL sistemlerinden kaynaklı baloncuk oluşumu pervane performansını ihmal edilebilecek kadar düşük seviyede etkilediği hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) yöntemiyle kanıtlanmaktadır (Kawabuchi ve Diğer., 2011). AL sistemlerinde oluşturulan hava kalınlığı verimlilik çıktısını etkilemektedir. 3, 5 ve 7 mm olan hava kalınlık değerlerinde sırasıyla %8, %10 ve %13 oranında kazanım sağlanmaktadır.

Birçok gerçekleştirilen başarılı teorik ve operastonel uygulamanın yanı sıra gövdedeki “air release units” hava tahliye ünitelerinden (ARU) gelen havayı keserek geminin düz-tabanında tek tip mikro kabarcık oluşturacak şekilde oluşturulacak AL sistemleri, hem operasyondaki gemilere ve hemde yeni inşa edilecek gemilerde uygulama potansiyeline sahiptirler (Silverstream, 2022). 2022-2024 arasında teslim edilmesi planlanan MSC Mediterranean Shipping Company ait gemilerde AL sistemlerinin kurulumu planlanmaktadır (Shipinsight, 2021).

AL sistemleri, yakıt temelli enerji tasarrufunun yanında, çevresel kaygıları azaltmakta, su altı gürültü kirliliğini indirmek, titreşimi oluşumunu en aza çekmekte ve son olarak direnç bileşenlerinin kritik noktasını oluşturan karina kirlenmesini geciktirmektedir (Wartsila, 2022).

Buna karşın, özellikle yüksek devirli makinelerle sahip gemilerin pervanenin yüksek dönüş hızından kaynaklı oluşan emme etkisi, gövde formların altında hava baloncukları katmanı oluşumunu zorlaşmaktadır. Bu durumu engellemek ancak özel gövde tasarımlarıyla gerçekleşmekte fakat bu durum ek maliyet getirmektedir (Kantharia, 2021). Ayrıca, AL sistemleri özellikle kötü hava koşullarında gerçekleştirilen operasyonlarda geminin dengesini ve gidişini olumsuz etkileyeceği durumu mürettebatı ve gemi işletmecilerine zorluk çıkaracaktır. Dalgalı denizler ve sıvı yoğunluğundaki değişimler hem işletmeyi hem de AL sistemlerinden istenilen verimliliği sağlamak amaçlı her bölgede aynı dağılım gösteren kabarcık oluşmasını sağlamayı oldukça zorlaştırmakta bu durum ve geminin performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Kantharia, 2021).

3. Sonuçlar

Uluslararası bağlamda deniz taşımacılığının sürdürülebilir bir şekilde gerçekleşmesi için yetkili otoriteler tarafından birçok sınırlama ve düzenlemeler ortaya konulmaktadır. Bu düzenlemeleri karşılamak adına özellikle deniz taşıtlarında enerji verimliliği artırma çalışmaları üzerine yoğunlaşma devam etmektedir. Alternatif ve yenilenebilir yakıtlar, geliştirilmiş gemi formları, gemi makineleri üzerinde yapılan modifikasyonlar bunların önde gelenlerini oluştururken, gemi ana makinesinde ve formunda herhangi bir değişiklik yapmadan yeni inşa ve halihazırda operasyonda bulunan gemilere uygulanma potansiyel olan AL sistemleri, özellikle gövde formunun dip kısmı düzolan gemiler için oldukça verimlilik kazanımı sağlamaktadır. İlk yapılan uygulamalardan günümüze kadar olan onlar değerlendirdiğinde %10’u aşan enerji verimliliği uygulamaları gerçekleşmektedir. Özellikle farklı tiplerde gemilere uygulanma durumu özellikle bu sistemlerin ileride kurulum sayısında ilerlemeler oluşacağını işaret etmektedir. AL sistemleri hali hazırda bir çok gemi tipi üzerinde verimli bir şekilde uygulanıyor olması durumu diğer gemi tipleri için verimlilik artırımı açısından kurulum potansiyelini artırmaktadır.

4. Kaynakça

American Bureau of Shipping (ABS). (2019). Air Lubrication Technology <https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/advisories-and-debriefs/Air%20Lubrication%20Technology.pdf>

Fotopoulos, A. G., & Margaris, D. P. (2020). Computational analysis of air lubrication system for commercial shipping and impacts on fuel consumption. *Computation*, 8(2), 38.

Hao, W. U., Yongpeng, O. U., & Qing, Y. E. (2019). Experimental study of air layer drag reduction on a flat plate and bottom hull of a ship with cavity. *Ocean Engineering*, 183, 236-248.

Kantharia, R. (2021). How Air Lubrication System for Ships Works? <https://www.marineinsight.com/green-shiping/how-air-lubrication-system-for-ships-work/>

Kawabuchi, M., Kawakita, C., Mizokami, S., Higasa, S., Kodan, Y., & Takano, S. (2011). CFD predictions of bubbly flow around an energy-saving ship with Mitsubishi air lubrication system. *Mitsubishi Heavy Industries Technical Review*, 48(1), 53-57.

III. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 09-12 Haziran 2022, TÜRKİYE
III. International Science and Innovation Congress, 09-12 June 2022, TURKEY

Mizokami, S. H. U. J. I., Kawakita, C. H. I. H. A. R. U., Kodan, Y. O. U. I. C. H. I. R. O., Takano, S. H. I. N. I. C. H. I., Higasa, S. E. I. J. I. R. O., & Shigenaga, R. Y. O. S. U. K. E. (2010). Experimental study of air lubrication method and verification of effects on actual hull by means of sea trial. *Mitsubishi Heavy Industries Technical Review*, 47(3), 41-47.

Monohakobi. (2015). https://www.monohakobi.com/en/wp-content/uploads/2015/04/Energy_saving_by_air_bubbles_001039004.pdf

Offshore Energy. (2022). World's First Vessel with Innovative Air-Lubrication System Delivered. <https://www.offshore-energy.biz/worlds-first-vessel-with-innovative-air-lubrication-system-delivered/>

Silverstream. (2022). Installation Process and What Is Air Lubrication. <https://www.silverstream-tech.com/>

Wartsila. (2022). Air lubrication. <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/air-lubrication>

WATER JET PROPULSION SYSTEM PROPER TO EXCURSION BOAT

GEZİNTİ TEKNESİNE UYGUN SU JETİ SEVK SİSTEMİ

Murat Pamik ^{1*}, Murat Bayraktar ²

¹ Dokuz Eylül University, Maritime Faculty, Department of Marine Engineering, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0003-3268-1368, murat.pamik@deu.edu.tr

² Zonguldak Bülent Ecevit University, Maritime Faculty, Department of Marine Engineering, Turkey

² ORCID ID: 0000-0001-7252-4776, bayraktarmurat@beun.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

Water jet propulsion system is an important type of propulsion system used especially in high speed required boats. Waterjet propulsion systems can provide high efficiency, high speed and low noise cruising capability compared to conventional propulsion systems. With the developing technology, the interest in such technologies, where control methods can be provided more economically and simply, is increasing. Water jet propulsion system today generally used with a low head flow pump to produce a low pressure high flow system. Many studies have been done on this propulsion system thanks to the improvements about hydrodynamics, inlet channel, tip opening, hub ratios, blade number and angle. however most of this studies on low pressure water jet propulsion system which used flow pumps based on the theory of impeller like propeller. In this study, the cavitation problem of low pressure water jet propulsion systems and their inefficiency at low speeds are explained, and the advantages of a high pressure water jet system at pre-design stage for a excursion boat that will cruise at low speeds are shown.

Keywords: Water Jet Propulsion System, High Pressure Water Jet, Propulsion Efficiency.

1. Giriş

Okyanuslarda, denizlerde, göllerde ve hatta nehirlerde kullanılmak üzere, farklı amaçlarda tasarlanan pek çok gemi türü vardır. Bu farklı türlerin de tek bir sevk sistemini kullanması beklenemez. Günümüzde en yaygın sevk sistemi, içten yanmalı bir motorun kimyasal enerjiyi hareket enerjisine dönüştürmesi ve bu enerjinin bir shaft yardımıyla pervaneye aktarılması ile oluşan konvansiyonel sevk sistemleridir. Özellikle son yıllarda çevresel faktörlerin göz önüne alınması ile birlikte, ortaya konan uluslararası zorunluluklarla beraber, daha çevreci çözüm yöntemleri üzerinde durulmuş ve elektrikli sevk sistemlerinin önemi ile birlikte sayıları da oldukça artmıştır. Su jeti sistemleri ise ilk kez 1960'lı yıllarda görülmeye başlandı (Doen, 2016). Aradan geçen bunca yılda pek çok teknolojik gelişim ile birlikte popülaritesini korumayı başarmıştır.

Su jeti tahriki, pervaneden farklı bir tür özel tahrik sistemidir. Bu cihaz, yüksek sevk verimi, düşük gürültü ve titreşimi ve basit iletim yapısı nedeniyle birçok yüksek hızlı gemide yaygın olarak kullanılmaktadır (Bulten,2006). Su jeti tahrik sistemleri, endüstriyel üretim ve askeri operasyonların gereksinimlerini karşılamak için küçük ve orta ölçekli, yüksek verimli, düşük gürültülü ve yüksek hızlı ihtiyaçlara yönelik kademeli olarak geliştirilmektedir (Takai, 2011).

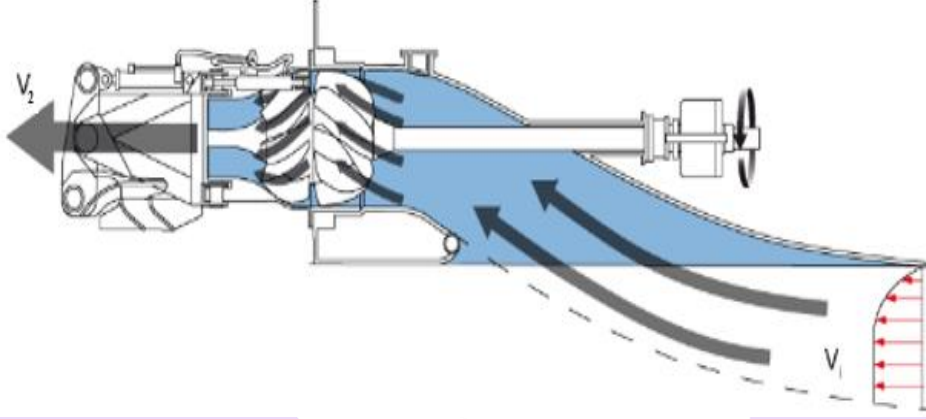
Bir su jeti, su geriye doğru zorlandığında oluşturulan reaksiyondan itici itme üretir. Newton'un Üçüncü Hareket Yasası ile ilgili olarak çalışır - "her eylemin eşit ve zıt bir tepkisi vardır". Buna güzel bir örnek, tüfek ateşlenirken omuzda hissedilen geri tepme veya güçlü bir yangın hortumu tutarken hissedilen itmedir. Basitçe söylemek gerekirse, yüksek hızlı bir jet akımının boşalması, jet ünitesinin gövdesi aracılığıyla teknenin gövdesine aktarılan ve onu ileriye doğru iten zıt yönde bir reaksiyon kuvveti oluşturur. Jet akımının bir kısmının veya tamamının ileriye doğru yönlendirilebildiği, hidrolik olarak etkinleştirilen bir geri dönüş plakası içerir. Geri vites plakası kademeli olarak hareket ettirilebilir, bu da sıfır itme konumu aracılığıyla tam ileri itme kuvvetini tam arkaya ve tam tersine değiştirmeyi mümkün kılar (CABM, 2019).

Su jeti, tekneyi ileri sürmek için bir pompa kullanır. Genellikle gövdenin altında bulunan bir giriş, suyu bir motor tarafından çalıştırılan bir pompaya yönlendirir. Pompanın dönen kısmına çark denir. Suya serbestçe yerleştirilen bir pervanenin aksine, bir pompa odasının içine bir pervane yerleştirilmiştir. Su pompanın içinde döndüğü için pompa sisteminden ayrılmadan önce hizalanması gerekir. Bu nedenle sistem, su huzmesini doğru yöne çeviren kılavuz kanatlı bir stator içerir. Su huzmesi daha sonra teknenin kiç tarafındaki bir çıkış ağzından geçer. Su jetinin girişindeki su akış hızı ile çıkış ağzındaki su akış hızı arasındaki fark, tekneyi ileri doğru iten bir reaksiyon kuvveti (itme) yaratacaktır. Giriş kanalı, teknenin altındaki suyu sevk pompasına aktarır. Pompa performansı, su jeti tahrik sistemlerinin verimliliğini doğrudan etkiler. Su jeti sevk pompaları iki ana tiptedir: Karışık akışlı pompa ve eksenel akışlı pompa (Verbeek, 1992).

Giriş nozulunun hidrolik kaybı da su jeti tahrik sisteminin verimliliğini etkileyen temel öğelerden biridir. Su jeti tahrik sisteminin önemli bir parçası olan nozulün temel işlevi, tahrik pompasının mekanik enerjisini suyun kinetik enerjisine dönüştürmek ve itme kuvveti elde etmek için su akışını dışarı atmaktır (Eslamdoost, 2014).

Adından da anlaşılacağı gibi, hava jeti ve su jeti sistemleri prensipte birbirine benzer ancak akışkan türü önemli bir fark oluşturur. Hava jet sistemleri; gaz ve sıkıştırılabilir havayı kullanırlar ancak su jeti sisteminde akışkan, sıvı ve sıkıştırılmaz olan sudur. Yani su jeti sisteminde sıkıştırılabilirlik faktörü olmadığından itme miktarı debi ile doğru orantılıdır (Bulten, 2006).

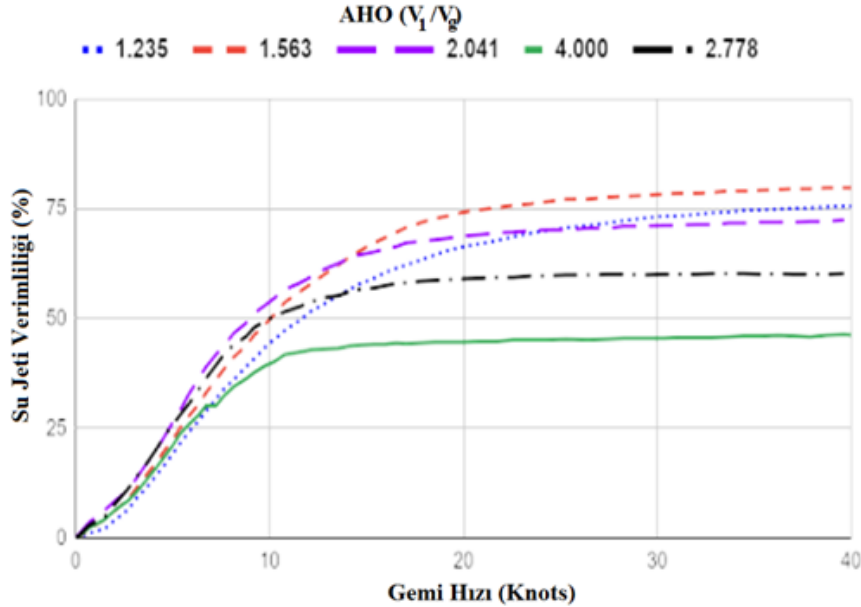
Ticari uygulamalarda kullanılan kıçta monteli bir su jeti tahrik sistemi, giriş kanalı, sevk pompası, nozul ve dümen donanımı olmak üzere dört bileşene ayrılabilir. Su jeti sevk sisteminin her bir bileşeni, daha yüksek verim elde etmek ve enerji kaybını azaltmak için etkin bir şekilde çalışmalıdır (Verbeek, 1992). Bu genel yerleşim Şekil 1.1'de görülebilir.



Şekil 1: Su jeti sevk sistemi (CABM, 2019).

Su jeti girişindeki ve pompa çıkışındaki akış hesaplamaları, akış karakteristiğinin akış hızı oranına (AHO) bağlı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Suyun girdiği giriş nozulunun yapısı yaklaşık olarak yarı eliptiktir ve nozul genel olarak karmaşık bir geometriye sahiptir. Nozul boyunca akış gelişimi difüzör akış şeklinde olup akış karakteristiği AHO'ya bağlıdır (Bulten, 2006).

Şekil 1.2 Akış hızı oranı – verimlilik grafiği (DMS 2019)



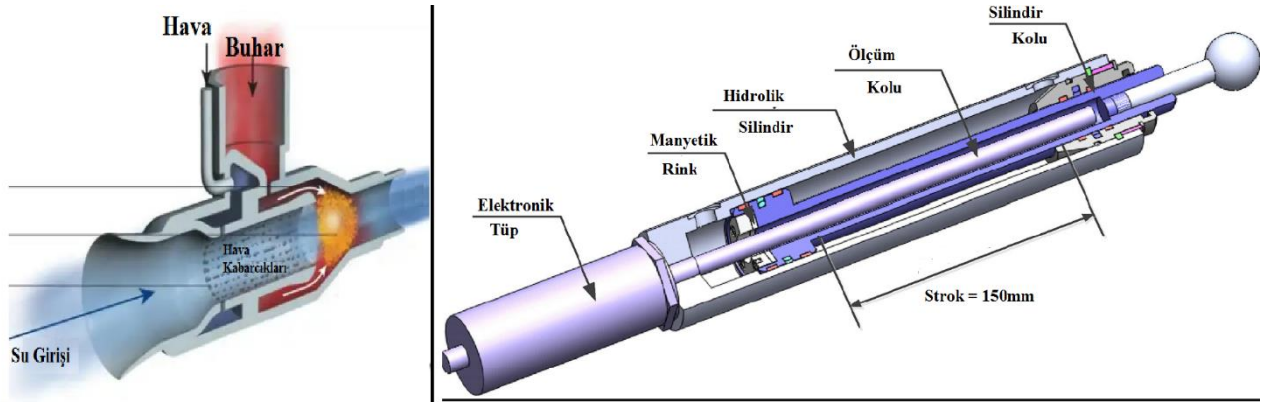
Şekil 2: Akış hızı oranı – verimlilik grafiği (DMS, 2019)

Şekil 2'deki grafikte de görüldüğü gibi düşük gemi hızlarında sistem verimliliği genel olarak düşüktür. Bu yüzden kullanılacak olan geminin seyir karakteristiği düşük hızlarda olması durumu için konvansiyonel sevk sistemleri daha uygun olacaktır. 10 knots ve üzeri genel seyir hızları için böyle bir tasarım yapmak daha mantıklı olacaktır. AHO sistem verimliliğini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Suyun akselerasyonunun düşük olması, itme kuvveti sağlayamamasına neden olurken, yüksek akselerasyon ise verimliliğinin düşmesine sebep olur. Yükselen AHO değerinin sistem verimliliğini özellikle yüksek hızlarda düşürdüğü görülmektedir (DMS 2019).

Bütün bu veriler göze alındığında su jeti sevk sistemi için, yüksek hız gereksinimi olan teknelerde başarılı bir sistem olarak kullanılsa da, ekonomik parametreler düşünüldüğünde ve çok özel tekneler hariç bütün diğer teknelerin bazen düşük seyir hızlarını kullanmaları gerektiği hesaba katıldığında, sistem üzerinde bazı farklılaşmalar yapılması gerekliliği oluşmuştur. Böylece yüksek basınç su jeti sistemleri karşımıza çıkar.

2. Yüksek basınç su jeti sevk sistemi

Yüksek basınçlı su jeti sevk sistemi, tahrik prensibi olarak eksen/karma pompalı su jetinden tamamen farklı olan yeni bir tahrik teknolojisi türüdür ve momentumu ile itme kuvveti, büyük akış çıkışı yerine yüksek hızlı su jetinden gelir (Zhang ve diğer., 2018). Mevcut iticiye kıyasla basit sistem yapısı, az enerji kaybı, kolay vektörlü kontrol ve aksesuar sürtünmesi olmayan bir yapıya sahiptir.



Şekil 3: Yüksek basınç su jeti sevk sistemi tasarımları (New Scientist, 2003; Zhang ve diğer., 2018)

Şekil 3'de görüldüğü gibi yüksek basınçlı sevk sistemlerinin de farklı tasarımsal türleri mevcuttur. Ancak ilk kısımda gözükten buhar gücü ile suyun basıncının artırılması prensibine dayalı olan sistem, yine yüksek hızlı teknelerdeki sevk verimliliğini arttırmak üzerine tasarlanmıştır. Bizim üzerinde çalışacağımız düşük hızlı tekneler için ikinci kısımdaki hidrolik pompa ile oluşturulmuş sistem uygun olacaktır.

Zhang ve diğer., 2018 yılında yaptıkları çalışmada yüksek basınçlı su jeti sevk sisteminin itişini kapsamlı şekilde incelemiştir. Kaviteleşmenin itme üzerindeki etkisi, iki fazlı akış modeli ve kaviteleşme modeli ile birleştirilmiş CFD kullanılarak simüle edilmiştir. Ayrıca oluşturulan bir test düzeneği ile simülasyon verileri kıyaslanmıştır. Test sonuçları simülasyon sonuçlarından bile daha iyi çıkmış ve bu tür bir sevk sisteminin düşük hızlar için de uygulanabilir olduğu konusunda fikir vermiştir.

3. Sonuçlar

Su jeti sistemleri; manevra kabiliyeti, düşük ses ve vibrasyon yüksek hız kapasitesi gibi seyir konforu açısından önemli çıktılar sağlayan bir sevk sistemidir. Bu çalışmada, su jeti sevk sisteminin düşük hızlardaki dezavantajını ortadan kaldıracak yüksek hızlı su jeti sistemi tanıtılmış ve üzerinde deneysel olarak elektrikli sevk sistemleri denenilen bir gezinti teknesi için alternatif bir sevk sistemi olabileceği gösterilmiştir. Teknemin teknik verileri ile bu tür bir sevk sisteminin teorik hesaplamalarına ve solid çizimlerine başlanmış olup, bir sonraki çalışmada CFD analizi ile bu tür bir tekne için verimlilik karşılaştırması yapılması planlanmaktadır.

4. Kaynakça

- Bulten, N.W.H. (2006). Numerical analysis of a waterjet propulsion system. Ph.D. thesis, Library Eindhoven University of Technology, Eindhoven, Netherlands.
- CABM. (2019). Learn about Waterjet Propulsion System <https://cabmakassar.org/learn-about-waterjet-propulsion-system/>
- Carlton, J. (2012). Marine Propellers and Propulsion. 3rd Edition, Oxford, UK, 11-28, 364-371.
- Doen. (2016). Waterjet Propulsion Systems <https://www.sea-tek.no/wp-content/uploads/2016/08/Company-History.pdf>
- DMS. (2019). How to Design a Waterjet: Key Elements of Waterjets. <https://dmsonline.us/how-to-design-a-waterjet-key-elements-of-waterjets/>
- Eslamdoost, A. (2014). The Hydrodynamics of Waterjet/Hull Interaction. Department of Shipping and Marine Technology Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
- New Scientist. (2003). Steam Fires Underwater Jet Engine <https://www.newscientist.com/article/dn3321-steam-fires-underwater-jet-engine/>
- Takai, T. Kandasamy, M.; Stern, F. (2011). Verification and validation study of URANS simulations for an axial waterjet propelled large high-speed ship. *J. Mar. Sci. Technol.*, 16, 434-447.
- Verbeek, R. (1992). Application of waterjets in high speed craft. *Elsevier Science Publication Workshop*, Wageningen, Netherlands, 133-138.
- Zhang, Z., Cao, S., Shi, W., Luo, X., Wang, H., Deng, J., & Zhu, Y. (2018). High pressure waterjet propulsion with thrust vector control system applied on underwater vehicles. *Ocean Engineering*, 156, 456-467.

NEUTRAL MULTI-RETARDED FRACTIONAL SYSTEM

Mustafa Aydın ^{1,*}, Nazım Mahmudov ²

¹ Eastern Mediterranean University, Department of Mathematics, North Cyprus / Istanbul Technical University, Department of Mathematics, Turkey

¹ ORCID ID:0000-0003-0132-9636, mustafaaydin@itu.edu.tr

² Istanbul Technical University, Department of Mathematics, Turkey

² ORCID ID:0000-0003-3943-1732, nazim.mahmudov@emu.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

The neutral linear fractional multi-delayed differential nonhomogeneous system with noncommutative coefficient matrices is introduced. The neutral multi-delayed perturbation of the Mittag-Leffler type matrix function is proposed. Based on this, an explicit solution of the system is investigated step by step. By determining the conditions for the uniqueness of the explicit solution, the existence and uniqueness of the solution is discussed. The stability of the system is investigated. The fact that the semilinear neutral fractional multi-delayed differential system is relatively controllable is proved via Krasnoselskii's fixed point theorem. By the way of the numerical examples, the theoretical findings are validated.

Keywords: Neutral fractional differential equation, Multi-delay, Existence and uniqueness, Stability, Relative controllability.

1. Introduction and preliminaries

Due to the principle of causality, the future state in the most of pervious systems was not related to the past states, which means that the future state is determined only by the present state. These kinds of systems consisting of the state and its rate of change are known as ordinary or partial differential equations. In the early fourties, Volterra formulated some of differential equations with the past states in his studies such as predator-prey and viscoelasticity. In those years, Minorkii in his works such as ship stabilisation and automatic steering demonstrated the significance of retardation in the feedback channel depending on the past states. The loyalty of the past states can be signified with the variable of the state and but not derivative of the variable of the state. Such a differential equation in the literature is known as a delayed differential equation. Apart from a delayed system, neutral system or differential equation also includes derivative of delay besides the function itself with the past and present states.

Fractional derivative differently from traditional ordinary derivative is of general order which can be real numbers or complex numbers. This produces so many of new differential equations with the help of analogues of well-known systems. As two of them, we can count the delayed fractional system and the neutral fractional system. Most of the researchers such as Khusainov and Shuklin[1], Li and Wang[2], Mahmudov[3], Youa[4], Pospisil and Skripkova[5], Pospisil[6], You[7], Zhang[8], Huseynov and Mahmudov[9] have studied in these kinds of systems. Inspired by the above-cited studies, we take the below neutral fractional multi-retarded system with non-permutable matrices into consideration,

$${}^c_x D^\alpha \left[z(x) - \sum_{i=1}^d E_i z(x - r_i) \right] = Mz(x) + \sum_{i=1}^d U_i z(x - r_i) + g(x), \quad x \in (0, T],$$
$$z(x) = \phi(x), -r \leq x \leq 0,$$

where ${}^c_x D^\alpha$ is the Caputo derivative, $\alpha \in (0, 1)$, $r_i > 0$ is a delay, E_i, U_i, M are noncommutative matrices, $j = 1, 2, 3, \dots, d$. $\phi(x)$ is continuously differentiable, and $g(x) \in C([0, T], \mathbb{R}^n)$ having $T = ld, l \in \mathbb{N}$ which is the set of the natural numbers, $r = \max\{r_i; i = 1, 2, 3, \dots, d\}$. After investigating the solution of the above neutral fractional multi-retarded system with non-permutable matrices, we acquire a solution of the below nonlinear system

$${}^c_x D^\alpha \left[z(x) - \sum_{i=1}^d E_i z(x - r_i) \right] = Mz(x) + \sum_{i=1}^d U_i z(x - r_i) + g(x, z(x)), \quad x \in (0, T],$$
$$z(x) = \phi(x), -r \leq x \leq 0,$$

where $g(\cdot, z(\cdot))$ is continuous and the other details are the same as one before.

We remind some of necessary notions in the current literature:

$C([0, T], \mathbb{R}^n)$ is the space of continuous functions to \mathbb{R}^n from $[0, T]$ which is Banach with the infinity norm $\|x\|_C = \max_{0 \leq t \leq T} \|x(t)\|$ for an arbitrary norm on \mathbb{R}^n . The Riemann-Liouville fractional integrals ${}^{RL}_x I^\alpha f(x)$ of order $\alpha \in \mathbb{R}^+$ is given by

$${}^{RL}I_x^\alpha f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^x (x-s)^{\alpha-1} f(s) ds,$$

the Riemann-Liouville fractional derivatives ${}^{RL}D_x^\alpha$ of order $0 < \alpha < 1$ is given by

$${}^{RL}D_x^\alpha f(x) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \frac{d}{dx} \int_0^x (x-s)^{-\alpha} f(s) ds,$$

the Caputo fractional derivatives ${}^C D_x^\alpha$ of order $0 < \alpha < 1$ is given by

$${}^C D_x^\alpha f(x) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^x (x-s)^{-\alpha} f'(s) ds,$$

there are also some of usefull equations as follows:

$${}^C D_x^\alpha f(x) = {}^{RL}D_x^\alpha (f(x) - f(0)),$$

and

$${}^{RL}D_x^\alpha (x-s)^{\beta-1} = \frac{\Gamma(\beta)}{\Gamma(\beta-\alpha)} (x-s)^{\beta-\alpha-1},$$

where $\Gamma(\cdot)$ is the Gamma function. For more details the above given notions, we advise the readers to look into the works[10-11].

2. Principle contributions

In this section, we share our main findings such as the solution of the stated system, the existence and uniqueness of the acquired solution, stability, and relative controllability of the stated system. Until now, no one has dealt with the neutral multi-delayed system with noncommutative matrices and its explicit solution. To do this, we introduce the main neutral multi-delayed matrix function

$$P_{\alpha,\beta}(x) = \begin{cases} \Theta, & -r \leq x < 0, \\ I, & x = 0, \\ \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n_1, \dots, n_d} Q_{m+1}(n_1 r_1, \dots, n_d r_d) \frac{(x - \sum_{j=1}^d n_j r_j)_+^{m\alpha + \beta - 1}}{\Gamma(m\alpha + \beta)}, & 0 < x < \infty, \end{cases}$$

where $(x)_+ = \max(0, x)$, Θ is the zero matrix, and I is the identity matrix. It is clear that this is a new type of the well-known Mittag-Leffler matrix function. Depending on the special selections, a few different type of Mittag-Leffler matrix function can be obtained from the definition of $P_{\alpha,\beta}(x)$.

To reach the explicit solution to the neutral fractional multi-retarded system with non-permutable matrices, we put forward a few main lemmas and theorems. As a consequence, we combine the contents of these in the following expression to give an exact analytical solution of the mentioned system:

$$z(x) = \left[P_{\alpha,1}(x) - \sum_{j=1}^d E_j P_{\alpha,1}(x - r_j) \right] \phi(0) + \int_0^x P_{\alpha,\alpha}(x-s) g(s) ds \\ + \sum_{j=1}^d \int_0^x P_{\alpha,\alpha}(x - r_j - s) [U_j \phi(s) - E_j {}^C D_x^\alpha \phi(s)] ds.$$

From this, one can easily obtain the nonlinear version of the neutral fractional multi-retarded system with non-permutable matrices as follows:

$$z(x) = \left[P_{\alpha,1}(x) - \sum_{j=1}^d E_j P_{\alpha,1}(x - r_j) \right] \phi(0) + \int_0^x P_{\alpha,\alpha}(x-s) g(s, z(s)) ds \\ + \sum_{j=1}^d \int_{-r_j}^0 P_{\alpha,\alpha}(x - r_j - s) [U_j \phi - E_j {}^C D_x^\alpha \phi(s)] ds.$$

Depending on the special selections, the above function coincides with some of the available solutions in the literature.

Now, our aim is to investigate whether the solution is unique or not. This is a natural question. Under the given conditions in the introduced system, we have already shown that it has a solution as above. By adding that the disturbance function g satisfies the Lipschitz condition with the Lipschitz constant L_g in the second component, we provide the solution is unique. Before expressing the

theorem of the existence and uniqueness, we share a simple lemma. Then we prove underlined expressions given in the following notes.

Note that the neutral fractional multi-retarded system with non-permutable matrices has a unique solution under the Lipschitz condition of g along with given conditions in the introduced system.

Note that under the same assumptions, we have proved that the system is Ulam-Hyers stable.

Lastly, we have discussed the relative controllability of the neutral fractional multi-retarded system with non-permutable matrices. Naturally, we need one more assumption to control the mentioned system. The foreseen operator assumption is as follows:

The operator $W_c: L^2([-r, 0], \mathbb{R}^n) \rightarrow \mathbb{R}^n$ defined by

$$W_c u = \int_0^\tau P_{\alpha, \alpha}(\tau - s) S u(s) ds,$$

has an inverse operator W_c^{-1} which takes values in $L^2([-r, 0], \mathbb{R}^n) \setminus \ker W_c$ where S is an appropriate coefficient of the control function u in the given system.

What is the relative controllability? The answer is that the given system is said to be relatively controllable, if for the final state $z_\tau \in \mathbb{R}^n$ and time τ , any initial function $\phi \in C'([-r, 0], \mathbb{R}^n)$, there is a control $u \in L^\infty([-r, 0], \mathbb{R}^n)$ such that the system has a solution $z \in C'([-r, \tau], \mathbb{R}^n)$ that satisfies the initial ϕ and $z(\tau) = z_\tau$.

Here is the Gramian matrix

$$W_\tau[0, \tau] = \int_0^\tau P_{\alpha, \alpha}(\tau - s) S S^T [P_{\alpha, \alpha}(\tau - s)]^T ds.$$

Note that the homogeneous version of the neutral fractional multi-retarded system with non-permutable matrices is relatively controllable if and only if $W_\tau[0, \tau]$ is nonsingular.

Now, we are ready to note that under the assumptions given so far, the nonlinear version of the neutral fractional multi-retarded system with non-permutable matrices is relatively controllable with the aid of the control $u_z(x)$:

$$u_z(x) = W_c^{-1} \left[z_\tau - P_{\alpha, 1}(\tau) \phi(0) - \int_0^\tau P_{\alpha, \alpha}(\tau - s) g(s, z(s)) ds - \sum_{j=1}^d E_j P_{\alpha, 1}(\tau - r_j) \phi(0) - \sum_{j=1}^d \int_{-r_j}^0 P_{\alpha, \alpha}(\tau - r_j - s) [U_j \phi - E_j^c D^\alpha \phi(s)] ds \right] (x)$$

provided that

$$H_2 (1 + \|P_{\alpha, \alpha+1}(\tau)\| \|S\| H) < 1,$$

where

$$H_2 = \|P_{\alpha, \alpha+1}(\tau)\| \|L_g\|, \quad \text{and} \quad H = \sqrt{\|W_c^{-1}[0, \tau]\|}.$$

3. Conclusion

The neutral fractional multi-retarded system with the non-commutative matrices is studied. An exact analytical solution to the mentioned system is given by proposing a new version of the Mittag-Leffler matrix function. The existence and uniqueness of the solution to the nonlinear version of the neutral fractional multi-retarded system with the non-commutative matrices is investigated by means of the Banach Contraction Principle. The stability analysis in the meaning of solutions to the stated system is conducted on the ground of the fixed point technique. The necessary and sufficient condition for relative controllability of the homogeneous version of the neutral fractional multi-retarded system with non-permutable matrices is determined by sharing the notion of the Gramian matrix. Finally, the relative controllability for the nonlinear version of the neutral fractional multi-retarded system with non-permutable matrices is proved with the aid of Krasnoselskii's fixed point theorem.

4. References

- [1] Khusainov DY. and Shuklin GV., "Linear autonomous time-delay system with permutation matrices solving", Stud Univ Žilina, 17, 101-108, 2003.
- [2] Li M. and Wang JR., "Exploring delayed Mittag-Leffler type matrix functions to study finite time stability of fractional delay differential equations", Applied Mathematics and Computation, 324, 254-265, 2018.
- [3] Mahmudov NI., "Delayed perturbation of Mittag-Leffler functions and their applications to fractional linear delay differential equations", Mathematical Methods in the Applied Sciences, 42, 5489-5497, 2019.

- [4] Youa Z. and Fečkan M. and Wang J., “Relative Controllability of Fractional Delay Differential Equations via Delayed Perturbation of Mittag-Leffler Functions”, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 378, 112939, 2020.
- [5] Pospisil M. and Skripkova L., “Representation of solutions of neutral differential equations with delay and linear parts defined by pairwise permutable matrices”, *Miskolc Mathematical Notes*, 16, 423–438, 2015.
- [6] Pospisil M., “Relative controllability of neutral differential equations with a delay”, *SIAM Journal on Control and Optimization*, 55, 835–855, 2017.
- [7] Huseynov IT. and Mahmudov NI., “Analysis of positive fractional-order neutral timed-delay systems”, *Journal of the Franklin Institute*, 359, 294-330, 2022.
- [8] You Z. and Fečkan M. and Wang J., “On the relative controllability of neutral delay differential equations”, *Journal of Mathematical Physics*, 62, 082704, 2021.
- [9] Zhang H. and Cao J. and Jiang W., “General solution of linear fractional neutral differential-difference equations”, *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2013, 1–7, 2013.
- [10] Podlubny, I., *Fractional Differential Equations*, Academic Press, New York, 1998.
- [11] Zhou Y. and Wang J. and Zhang L., “Basic Theory of Fractional Differential Equations”, Second Edition-WSPC World Scientific, 2017.

PRODUCTION OF PDMS/GRAPHENE OXIDE FOAM MATERIALS AND DETERMINATION OF OIL-WATER SEPARATION PERFORMANCE

PDMS/GRAFEN OKSİT KÖPÜK MALZEMELERİN ÜRETİMİ VE YAĞ-SU AYIRMA PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ

Burcu Kızılkaya¹, Nevin Atalay Gengeç^{2*}

¹ Bilecik Şeyh Edebali University, Department of Chemical Engineering, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0002-0605-7011, burcucylan85@gmail.com

² Bilecik Şeyh Edebali University, Department of Chemical Engineering, Turkey

² ORCID ID: 0000-0003-0993-4398, nevin.atalay@bilecik.edu.tr; atalay_nevin@hotmail.com

* Corresponding Author

Abstract

This study was carried out for the production of Polydimethylsiloxane (PDMS)/Graphene oxide (GO) foams with high oil-water selectivity, strong strength and high oil absorption repeatability. For this purpose, PDMS was first impregnated with sugar cubes under vacuum and a 3D PDMS foam template was obtained by melting the sugar. Then, PDMS/GO foams with different degrees of hydrophobicity/oleophobicity were produced by coating the PDMS foam template with different concentrations of GO dispersion (1mg/ml; 0.8mg/ml; 0.6mg/ml and 0.4mg/ml) in sonication medium. Sunflower oil was used to evaluate the oil-water separation performance of the produced PDMS/GO foams. In addition, 3D high porosity PDMS foam was used as a template and coated with GO to increase the oil-water separation performance and physical/mechanical properties of the PDMS foam. GO has been preferred because of its features such as having a layered structure, very low weight, high strength and elasticity. Both PDMS and PDMS/GO foams were used to evaluate their oil-water separation performance. It has been tested how many times the foams completely absorb the oil, whether they absorb oil as well as water, and how many times they can be used repeatedly without any cleaning process in total. FTIR analyzes were performed to characterize the chemical and structural properties of the produced foams, as well as SEM and contact angle measurements to determine the surface and roughness degrees. As a result, it was determined that PDMS foam alone was insufficient to absorb oil, while PDMS/GO foam absorbed oil faster and in greater amounts (approximately half of its volume). In addition, it was determined that the oil absorbing capacity and reusable performance of the sponge were higher in PDMS/GO foam coated with 0.8 mg/ml concentration GO.

Keywords: Graphene Oxide, foam, oil-water separation, PDMS.

1. Giriş

İstenmeyen yağ salınımı doğa, insanlar ve hayvanlar için ciddi bir sorundur. Bu kirliliğin ve etkilerinin azaltılması için yapılan çalışmalarda, yağ-su ayrımı için kullanılan malzemelerin hidrofobluk ve oleofobluk özelliklerinden faydalanılmıştır [1]. Üstün mekanik performansa ve yağ / su seçiciliğine sahip sağlam ve yeniden kullanılabilir yağ emici malzemelerin geliştirilmesinde; malzemenin kolay ve ucuz sentez sürecine sahip olması, yüksek gözenekliliğe sahip olması, hidrofobluk/oleofobluk derecesinin kontrol edilebilir olması, kolay modifiye edilebilme performansına sahip olması ve mekanik özelliklerinin yüksek olması gibi özellikler kilit öneme sahiptir. Bu bağlamda 3D gözenekli yapıya sahip PDMS köpükler ve modifiye edilmiş PDMS köpükler iyi bir alternatiftir.

PDMS köpük şablonlar yağ-su ayırma uygulamaları için gerekli mekanik uyum ve esneklik gibi fiziksel özellikleri göstermektedir. Örneğin daha önce bu konuda yapılan bir çalışmada; şablonlama (NaCl) yönteminde ısıtılışlarında yardımıyla (vakum destekli) PDMS/GO köpük üretimi yapılmış ve üretilen süngerin yüksek sağlamlık ve istikrarlı performansa sahip olduğunu gözlemlenmiştir. Yapılan deneylerde PDMS köpüklerin, art arda 50 döngü %70 zorlama ve 50 döngü %90 zorlamadan sonra bile orijinal şeklini tamamen geri kazanabildiği kaydedilmiştir.[2] Bu özellikleri sayesinde PDMS köpük şablonlar yağ emme performansında herhangi bir kapsite kaybı olmaksızın tekrar tekrar kullanılabilir. Chen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, Nikel köpük kütleme yöntemi ile PDMS/CNT/GO köpük üretilmiş ve üretilen PDMS köpüğün ultra yüksek elektrik iletkenliğine sahip olduğu ve germe işlemi sırasında iletkenliğinin %50 uzamaya kadar çok az bir düşüş sergilediği; bu nedenle de mükemmel elektriksel özellikler gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca PDMS/CNT/GO'nin herhangi bir mekanik bozunmaya neden olmadan %80'den fazla gerilebildiği ve bu şekilde olağanüstü bir esneklik ve dayanıklılık sergilediği gözlemlenmiştir.[3] PDMS köpüğün yüksek gözeneklilikte olması hidrofobluk derecesinin de yüksek olmasını sağlar. Bu hususta 3 boyutlu şablonlama (şeker) yöntemiyle üretilen PDMS köpüğün iç mimari yapısının emme kapasitesine etkisi araştırılmış ve farklı boyularda içi boş PDMS köpüklerin yüksekliği 3 katına çıkarıldığında, gözeneklilik arttığı için emme kapasitesinin de yaklaşık 1,5 kat arttığı belirlenmiştir. Buna göre gözeneklilik arttıkça emme kapasitesinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır.[4] Hidrofobluk derecesi yüksek olduğu için de yağ-su karışımında, yağı seçici olarak emme özelliği gösterir.

PDMS köpük şablonlar ucuz ve kolay sentez yöntemine sahiptirler. PDMS süngerleri üretmek için şeker şablonlama [5], dondurarak kurutma [6] veya nikel köpük [2], emülsiyon şablonlama [1] içeren yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemler incelendiğinde şablonlama yöntemi ile üretilen PDMS köpüklerin ucuz ve kolay sentez yöntemine sahip olduğu bilinmektedir. Şeker şablonlama yöntemi ile PDMS üretimine ait yapılan çalışmalar incelendiğinde granüllü şeker kullanımının daha iyi köpük performansının eldesine neden olduğu belirlenmiştir. Örneğin; esmer, granüllü ve rafine şekerler kullanarak şeker şablonlama yöntemiyle PDMS/CNT üretimi yapılmış ve bu üç şeker iskelesinden %70 gözenekliliğe sahip gözenekli PDMS numunelerinin Gerilme Young Modülü ve numular arasındaki standart sapma incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda granüllü şeker kullanılan örneğin, diğer örneklerle göre daha açık gözenekli, yüzey kalıntısı içermeyen ve tekrarlanabilir (0.02MPa'lık düşük standart sapma) özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir.[2]

Tüm bu çalışmalar değerlendirildiğinde fiziksel olarak eritilebilen gözenekli yapıya sahip kalıplara (küp şeker gibi) vakum altında PDMS emdirilerek ucuz ve pratik şekilde gözenekli PDMS köpüklerin üretilebileceği ve bu 3D gözenekli PDMS köpüklerin modifiye edildiğinde de yağ-su karışımında yüksek yağ emme performansı, mekanik uyum, tekrarlanabilirlik, mukavemet ve istikrarlılık gibi özellikler bakımından üstünlükler gösterebileceği öngörülmüş ve bu öngörü doğrultusunda bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında küp şeker şablonuna vakum altında PDMS emdirilmesi ve ısı işlemiyle PDMS'in çapraz bağlı hale getirilmesi ve şeker+PDMS kalıptan şekerin eritilmesi ile 3D gözenekli PDMS kalıplar üretilmiştir. Üretilen 3D gözenekli PDMS kalıplar üzerine farklı GO konsantrasyonuna sahip GO dispersiyonları sonikasyon işlemi ile kaplanmış ve böylece PDMS/GO köpükler üretilmiştir. Üretilen köpüklerin yağ emme performanslarının değerlendirilmesi için Ayçiçek yağı kullanılmıştır.

2. Üretim ve karakterizasyon çalışmaları

2.1. Grafitten grafit oksit sentezi

Kimyasal yöntemle grafit oksit sentezi Tour metodunun [7]modifiye edilmesiyle şu adımlarda gerçekleştirilmiştir. İlk olarak H_2SO_4/H_3PO_4 (720mL/80mL) karışımına 6 g grafit toz eklenip 10dk karıştırılmış ve ardından asit karışımına yavaş yavaş sıcaklık $50^\circ C$ 'yi aşmayacak şekilde 36 g $KMnO_4$ eklenmiştir. Reaksiyon sıcaklığı $50^\circ C$ olacak şekilde karışım 12 saat boyunca karıştırılmıştır. 12 saatlik reaksiyon süresi sonunda karışımın rengi kahverengi-gri olmuştur ve karışımın sıcaklığının oda sıcaklığına gelmesi sağlanmıştır. Oda sıcaklığına ulaşan karışım buz banyosunda sıcaklık $0^\circ C$ 'ye düşene kadar bekletilmiş ve karışımın sıcaklığı $20^\circ C$ 'yi geçmeyecek şekilde, damla damla 8 ml %30'luk H_2O_2 ilave edilmiştir. H_2O_2 ilavesi sonrasında köpük oluştuğu ancak renk değişiminin olmadığı gözlemlenmiş ve karıştırma işlemi devam ettirilerek 1 saat beklenmiş ve reaksiyonun sonlandığından emin olunmuştur. Daha sonra 4 farklı adımda 9000 devir/dakika santrifüj hızında 15 dk süreyle santrifüjleme işlemleri yapılmıştır. Santrifüjleme işlemleri sırasıyla, reaksiyon sonrası karışımın direkt santrifüjlenmesi, DI-su eklenerek tekrar yıkanarak santrifüjleme (2 kez), %30'luk HCl ile yıkanarak santrifüjleme (2 kez) ve Etanol ilave edilerek santrifüjleme şeklinde gerçekleştirilmiştir. Her bir santrifüjleme işleminde supernant atılmış ve çökelek tekrar tekrar yıkanmıştır. Santrifüjleme işlemleri sonrasında elde edilen çökelek (grafit oksit, GrO), asit ve tuzun uzaklaştırılması için $pH=4.5-5$ civarına gelene kadar yaklaşık 2 ay süre ile membran içerisinde diyaliz edilmiştir. Diyaliz işlemi sonrasında grafit oksit etüvde $40^\circ C$ 'da kurutulmuş ve verimi yaklaşık %38 olarak hesaplanmıştır.

2.2. Grafit oksitten grafen oksit üretimi

GrO'dan Grafen oksit (GO) sentezi için farklı konsantrasyonlarda (0,4, 0,6, 0,8 ve 1 mg/mL) olacak şekilde GrO tartılmış ve üzerine EtOH ilave edildikten sonra sonikasyona tabi tutulmuştur. Böylece GrO tabakalanarak GO'ya dönüşmüştür.

2.3. Şeker şablonlama yöntemi ile 3D PDMS köpüklerin üretimi

Eritilebilir şablon olarak kesme şeker kullanılmıştır. Bunun için önce petri kabına küp şekerler aralıklı olarak yerleştirilmiştir. Küp şekerlerin üzerine 10:1 oranında PDMS ve çapraz bağlayıcı eklenmiştir. Şablon içerisine PDMS'in emdirilmesi işleminde küp şekerler üzerine dökülen PDMS önce vakum etüvünde $33^\circ C$ de vakum altında yarım saat bekletilmiş ve ardından $80^\circ C$ de 3 saat tutularak PDMS'in tam olarak çapraz bağlanması sağlanmıştır. Küp şeker ile şablonlanmış PDMS'dan şekerin uzaklaştırılması için $100^\circ C$ 'de saf su içerisinde bekletilerek PDMS içerisindeki şekerin tamamen erimesi ve bunun sonucunda da PDMS köpüğün eldesi sağlanmıştır. Elde edilen PDMS köpükte şeker kalıntısının kalmaması için saf su ile tekrar tekrar yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.4. PDMS/GO köpüklerin üretimi

Farklı konsantrasyonlarda (1mg/ml; 0,8mg/ml; 0,6mg/ml; 0,4mg/ml) grafit oksit içerecek şekilde hazırlanan GO-Etilalkol karışımları 2 saat sonikasyona uğratarak tabakalandırılmış ve GO dispersiyonları elde edilmiştir. GO dispersiyonlarının içine PDMS köpükler atılıp kapağı sıkıca kapatılıp 1 saatlik sonikasyon işlemi sonrasında GO ile kaplanması sağlanmıştır. Böylece PDSM/GO köpükler üretilmiştir. GO ile kaplanan PDMS köpükler etilalkol ve saf su ile yıkanarak kaplanmayan GO'dan arındırılmış ve elde edilen PDMS/GO köpükler etüvde $50^\circ C$ 'da kurumaya bırakılmıştır.

2.5. PDMS ve PDMS/GO köpüklerin yağ-su ayırma performansları

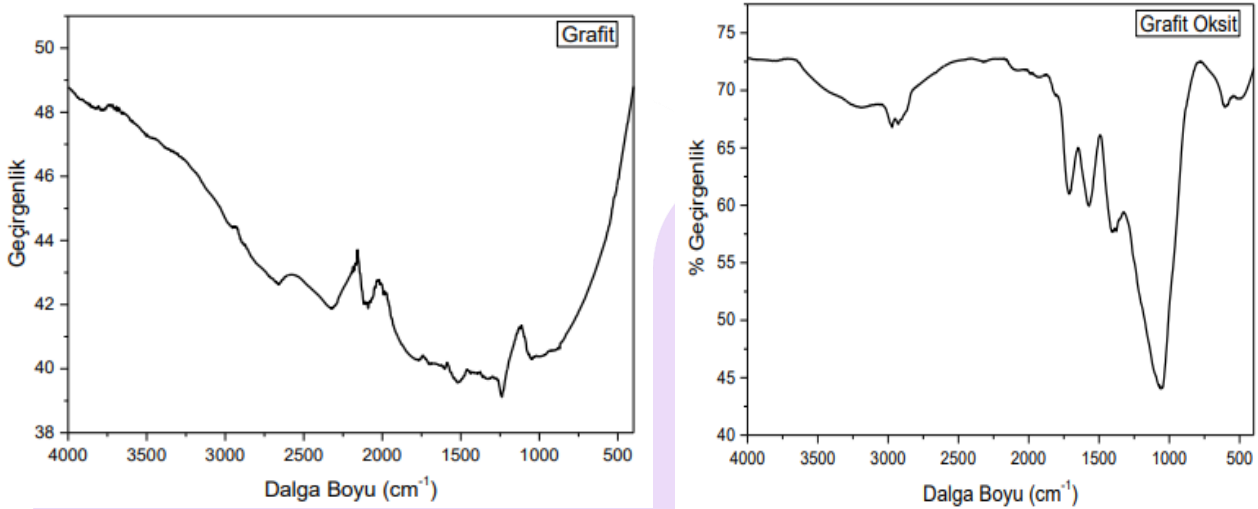
Üretilen PDMS ve PDMS/GO köpüklerin yağ-su ayırma performansını incelemek için 80ml metilen kırmızısı ile renklendirilmiş saf su ve 20ml ayçiçek yağı karışımına, köpükler daldırılmıştır. Karışıma daldırılan köpüğün yağ emme performansı gözlemlenerek yağı çektiğinden emin olunduktan sonra yağ emmiş köpük pens yardımı ile karışımın çıkarılmıştır. Çıkarılan köpük, tahta bir maşa yardımı ile boş bir behere sıkılmıştır. Bu işleme, yağ-su karışımındaki yağın tamamen toplanana kadar devam edilmiştir. Karışımın yağı çekerken, köpüğün su çekip çekmediğini anlamak için; topladığı yağın içerisinde pembe renk olup olmadığı gözlenerek kontrol edilmiştir. Köpük deforme olana kadar ya da yağla birlikte su da çekmeye başlayana kadar yağ emme döngüleri tekrarlanmıştır. Farklı GO konsantrasyonlarında üretilen PDMS/GO köpüklerin hepsi aynı şekilde test edilmiştir.

2.6. Karakterizasyon çalışmaları

Grafit ve Grafit oksitin fonksiyonel gruplarının belirlenmesi amacıyla FTIR spektrum analizleri gerçekleştirilmiş. Üretilen PDMS/GO köpüklerin yüzey morfolojisinin ve 3D gözenekli yapısının aydınlatılması için SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) kullanılmıştır. Ayrıca üretilen PDMS/GO köpüklerin hidrofobluk derecesini belirlemek için Temas açısı (CA) ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

3. Sonuçlar ve tartışma

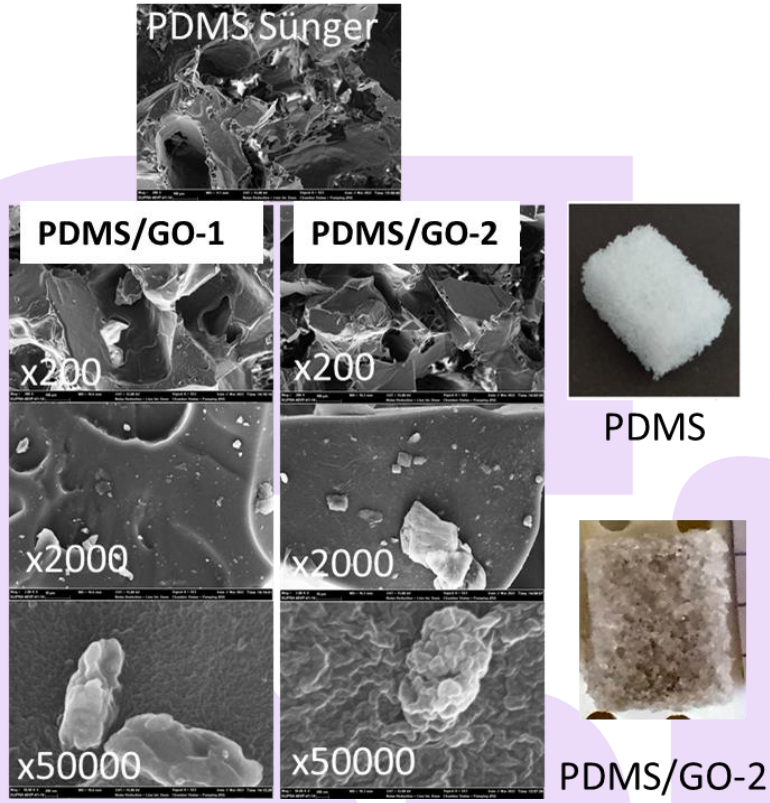
Şekil 3.1'de Grafit ve grafit oksite ait FTIR spektrumları görülmektedir. Grafitte ait FTIR spektrumunda şiddetli bir pik gözlenmemesi nedeni ile kimyasal olarak inerttir [8]. Grafit'e ait 2300 cm^{-1} dalga boyunda CO_2 'yi işaret eden pik, grafitin gözenekliliği ve higroskopik yapısından kaynaklanır. 1750 cm^{-1} 'deki $\text{C}=\text{O}$ titreşimi karbonil veya karboksil gruplarını, 1500 cm^{-1} 'deki pik $\text{C}=\text{C}$ bağını, 1250 ve 1050 cm^{-1} dalga boyundaki pik ise $\text{C}-\text{O}$ titreşimini işaret eden karbonil grupları varlığını gösterir. Grafit oksitin (GrO) FTIR spektrumunda 3428 cm^{-1} 'de oldukça yoğun bant, yapı içinde OH ve/veya COOH fonksiyonel gruplarının varlığını gösteren O-H germe titreşiminden kaynaklanmaktadır. 2855 cm^{-1} ve 2920 cm^{-1} 'deki çok zayıf bantlar, sırasıyla C-H bağının simetrik ve antisimetrik gerilme titreşiminden kaynaklanmaktadır. Ayrıca karbonil CO gerilme titreşimi (1700 cm^{-1}), oksitlenmemiş grafit alanın C-C germe titreşimi (1600 cm^{-1}), O-H deformasyonu (1400 cm^{-1}) ve alkoksi grubunun C-O germe titreşimi (1050 cm^{-1}) gözlenmektedir. Bu nedenle, GrO'e ait FTIR spektrumu GrO yapısı içinde hidroksil, epoksi, karboksil, karbonil gibi çeşitli oksijen içeren fonksiyonel grupların varlığını ve dolayısıyla sentezin başarılı bir şekilde yapıldığını doğrulamaktadır [8,9].



Şekil 3.1: Grafit ve grafit oksite ait FTIR spektrumları

PDMS ve PDMS/GO köpüklerin Şekil 3.2'deki SEM görüntülerinden görüldüğü gibi, PDMS ve PDMS/GO köpükler gözenekli yapıya sahiptir ve grafit oksite özgü tabakalanmış ağimsı yapıdan oluştuğu üzere GO, PDMS üzerine kaplanmıştır. PDMS/GO-1 ve PDMS/GO-2 köpüklerine ait x50000 büyütmedeki SEM görüntüleri, PDMS/GO-1 sünger yüzeyinde yer alan GO'nin PDMS/GO-2 yüzeyinde yer alan GO'ye göre daha az tabakalandığı dolayısıyla daha az pürüzlülükte olduğu görülmektedir.

Tablo 3.1'de farklı GO konsantrasyonlarındaki GO dispersiyonlarının kaplanması ile elde edilen PDMS/GO köpüklerine ait temas açısı sonuçları yer almaktadır. Tablo 3.1'den görüldüğü gibi, üretilen tüm köpükler hidrofobiktir. Hidrofobiklik derecesi en yüksek olan köpük PDMS/GO-1 iken, en düşük hidrofobiklik derecesine sahip köpük PDMS/GO-2 köpüğüdür. GO yapısında hidroksil, epoksi ve karbonil grupları gibi hidrofil grupların varlığı PDMS/GO-2 köpüğünde GO'nin en etkin şekilde bağlandığını ve yüzeyin hidrofobluk derecesini düşürdüğü söylenebilir. Bu durum PDMS/GO-2 köpüğü için SEM görüntülerinde görülen pürüzlülük artışına rağmen, temas açısı sonucunun düşmesi sonucu ile de desteklenmektedir.



Şekil 3.2: PDMS, PDMS/GO-1 ve PDMS/GO-2 köpüklerine ait farklı büyütmelerdeki SEM görüntüleri ve dijital fotoğrafları.

Tablo 3.1: Farklı GO konsantrasyonlu dispersiyonlardan üretilen PDMS/GO köpüklerin temas açısı sonuçları.

Numune Adı	GO konsantrasyonu (mg/mL)	Temas Açısı (CA) (°)
PDMS/GO-1	1	$\theta_e = 125 \pm 1^\circ$
PDMS-GO-2	0.8	$\theta_e = 118 \pm 1^\circ$
PDMS-GO-3	0.6	$\theta_e = 119 \pm 1^\circ$
PDMS-GO-4	0.4	$\theta_e = 124 \pm 1^\circ$

Tablo 3.2’de PDMS/GO köpüklerin yağ-su ayırma performans denemelerine dair elde edilen çıktılar yer almaktadır. Tablo 3.2’den görüldüğü gibi en iyi yağ çekme performansı 0.8mg/mL konsantrasyonlu PDMS/GO-2 köpüğü için elde edilmiştir. 0.8mg/mL konsantrasyona kadar GO konsantrasyonunun artması ile üretilen köpüklerde bu artışa bağlı olarak yağ-emme performansı da artmakta ancak GO konsantrasyonunun 0.8 mg/mL’nin üzerine çıktığı PDMS/GO-1 köpüğünde yağ-emme performansı düşmüştür. Bu durum SEM ve temas açısı sonuçları ile de örtüşmektedir. 1 mg/mL konsantrasyonlu GO dispersiyonu ile üretilen PDMS/GO-1 köpük yüzeyi, PDMS/GO-2 köpük yüzeyine göre hem daha az pürüzlü hem de daha az tabakalanma derecesine sahiptir. Bu nedenle PDMS/GO-2 köpük en yüksek yağ emme performansını göstermiştir. PDMS/GO-2 köpük 1200 mL yağı, 780 döngüde deforme olmadan çekmiştir ve bir defada ortalama 1.54 mL yağ çekme kapasitesi sahiptir.

Tablo 3.2: Farklı GO konsantrasyonlarda üretilen PDMS/GO köpüklerin yağ emme performansları karşılaştırılması

Numune Adı	Yağ Çekme Süresi (sn)	Toplam Emilen Yağ Miktarı (ml)	Köpüğün Döngü Sayısı
PDMS-GO-1	10	680	476
PDMS-GO-2	12	1200	780
PDMS-GO-3	13	520	338
PDMS-GO-4	11	340	221

Sonuç olarak PDMS köpük tek başına yağı çekmekte yetersiz kalırken, PDMS/GO köpük yağı daha kısa sürede ve hacimce daha çok miktarda (yaklaşık olarak hacminin yarısı kadar) çektiği belirlenmiştir. PDMS/GO köpüklerde GO konsantrasyonu 0.8 mg/ml olan dispersiyondan hazırlanan köpüğün (PDMS/GO-2) yağ çekme kapasitesinin, tekrar kullanılabilirliğinin, mukavemet ve istikrar özelliklerinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

4. Kaynakça

- [1] Iglío,R., Mariani,S., Robbiano,V., Strambini,L.& Barillaro,G., Flexible Polydimethylsiloxane Foams Decorated with Multiwalled Carbon Nanotubes Enable Unprecedented Detection of Ultralow Strain and Pressure Coupled with a Large Working Range. Applied Materials&Interfaces. 2018,10,13877-13885
- [2] Zhao, X.; Li, L.; Li, B.; Zhang, J.; Wang, A. Durable superhydrophobic/superoleophilic PDMS sponges and their applications in selective oil absorption and in plugging oil leakages. J. Mater. Chem. A 2014, 2, 18281–18287
- [3] Chen, M.; Zhang, L.; Duan, S.; Jing, S.; Jiang, H.; Li, C. Highly stretchable conductors integrated with a conductive carbon nanotube/ graphene network and 3D porous poly(dimethylsiloxane). Adv. Funct. Mater. 2014, 24, 7548–7556
- [4] Shin,H.J., Heo,J., Jeon,S., Park,J.H., Kim,S., Kang,H.,(2019), Bio-Inspired Hollow PDMS Sponge For Enhanced Oil–Water Separation. Journal of Hazardous Materials. 2019,494-501
- [5] Michel, Taissa R.; Capasso, Michael J.; Cavusoglu, Muhammet E. et al., Evaluation of porous polydimethylsiloxane/carbon nanotubes (PDMS/CNTs) nanocomposites as piezoresistive sensor materials. Microsystem Technologies. 2020,26:1101-1112
- [6] Wu, S.; Peng, S.; Wang, C.H., Stretchable strain sensors based on PDMS composites with cellulose sponges containing one- and two-dimensional nanocarbons. Sensors and Actuators A:Physical, 2018, A279, 90-100
- [7] Marcano, D. C., Kosynkin, D. V., Berlin, J. M., Sinitskii, A., Sun, Z., Slesarev, A., Alemany, L. B., Lu, W. & Tour, J. M. (2010). Improved Synthesis of Graphene Oxide. ACS Nano, 4, 4806-4814.
- [8] Bera, M., Chandravati, Gupta, P., Maji, P.K., 2017. Facile One-Pot Synthesis of Graphene Oxide by Sonication Assisted Mechanochemical Approach and Its Surface Chemistry. J. Nanosci. Nanotechnol. 18, 902–912. <https://doi.org/10.1166/jnn.2018.14306>
- [9] Atalay Gengeç, N. (2021). The Effect of Graphene Oxide Exfoliation Degree on Graphene Film Properties . Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi , 8 (1) , 345-355 . DOI: 10.35193/bseufbd.900732

Teşekkür: Bu çalışma 120M992 numaralı TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında temin edilen teknik imkanlar ve malzemelerle gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı TÜBİTAK’a teşekkür ederiz.

VISUAL-BASED OBSTACLE AVOIDANCE USING AN ADVANCED DEEP LEARNING NETWORK METHOD FOR MOBILE ROBOTS

MOBİL ROBOTLAR İÇİN GÖRSEL TABANLI GELİŞMİŞ BİR DERİN AĞ KULLANARAK ENGELDEN KAÇINMA

Oğuz Misir^{1*}

¹ Tokat Gaziosmanpaşa University, Electronics and Automations Department, Türkiye

¹ ORCID ID: 0000-0002-3785-1795, oguz.misir@gop.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

Obstacle avoidance is an important step in mobile robots, especially in path planning, navigation and other tasks. Obstacle avoidance is among the main tasks of mobile robots. In this study, a visual-based obstacle avoidance method with an advanced convolutional neural network is applied for a non-holonomic mobile robot. The training set is created by labeling with the help of images obtained from different angles in an unknown indoor environment. According to this training set, the convolutional neural network is trained in the form of obstacle and without obstacle path. The mobile robot can predict the obstacle situation using the trained network. Depending on the obstacle prediction situation, the mobile robot generates the angle of rotation to avoid the obstacle. In the study, real-time application is made in a closed environment full of obstacles. Visual-based obstacle avoidance of the mobile robot is practically verified in a real environment.

Keywords: Deep Learning, Mobile Robots, Obstacle avoidance, CNN.

1. Giriş

Mobil robotlar, sanayi, tarım, eğlence sektörü ve insan servis araçları gibi birçok alanda ilgi görmektedir. Özellikle, dışarıdan hiçbir yardım gerekmeden görev alan otonom robot teknolojileri popülerdir. Hatta insanların ulaşamayacağı zorlu yerlere ulaşmada, insan için tehlike oluşturacak zorlu görevlerde mobil robotlar tercih edilmektedir. Genellikle mobil robotların kullanıldığı görevlerde amaç bir konumdan başka bir konuma gitmektir. Mobil robotların yer aldığı bu görevler çoğunlukla yol planlaması ve navigasyondur. Bir mobil robotun bilinmeyen bir ortamda yol planlaması ve navigasyon görevlerinde karşısına bir engellen çıkması muhtemeldir[1], [2]. Bu sebepten, mobil robotların karşılaştığı temel sorunlardan biride engelden kaçınmadır[3]. Robotların engellerden kaçınması için çevresini algılamalı ve bu engele çarpmamak için önceden güvenli yolu belirlemelidir. Robotlar çevresindeki engelleri önceden mesafe ölçer engel(yakınlık) sensörleri ve kameralar yoluyla algılayabilmektedir. Genellikle engel uzaklığı ölçen mesafe sensörleri ultrasonik, kızıl ötesi ve lazer yöntemlerini kullanmaktadır[4]. Görsel tabanlı engelden kaçınma metodlarında kamera yardımıyla elde edilen görüntüler işlenmektedir. Birçok uygulamada, mobil robotların görev aldığı çevrelerde robotun daha önceden engelin konumu hakkında bilgi sahibi değildir[5].

Engelden kaçınma yaklaşımı genelde yol planlama ve navigasyon problemi ile beraber çözüm arandığından, engelden kaçınma problemine bu çalışmalar üzerinden odaklanılmaktadır. Engelden kaçınma için yapılan birçok çalışmada araştırmacılar genel olarak yerel yol planlama ve küresel yol planlama şeklinde sınıflandırılmaktadır[6]. Yerel yol planlama yönteminde mobil robot çevresi hakkında önceden bilgi sahibi değildir[7]. Küresel yol planlamada problemde mobil robot önceden çevreyi tanı ve güvenli yol pozisyonunu buna göre belirler[8].

Son zamanlarda özellikle derin öğrenmenin robotik uygulamalar üzerindeki etkisi arttı. Ayrıca derin öğrenme ve robotik ile ilgili çalışmalar popüler oldu[9]. Özellikle robot görmesi ve bilgisayarlı görü uygulamalarının derin öğrenmeyle pekiştirilmesi otonom robot uygulamalarında anahtar rol oynamaktadır[10]. Robotik uygulamalarda kullanılan engel algılayıcılar arasında kullanım ve niteliğine göre kamera hem ucuz hem de işlev bakımında bir tercih sebebi olmaktadır[11].

Derin öğrenme yoluyla geliştirilen algoritmalar içerisinde yer alan Evrişimli sinir ağları(ESA) görme tabanlı uygulamalarda verimlilikleri ile oldukça popülerdir. ESA resimleri sınıflandırma yetenekleriyle ön plana çıkmaktadır[12].ESA, çeşitli filtreler yoluyla farklı seviyelerde öz nitelikler çıkarır. Bu öz niteliklere göre görüntüleri filtreler ve sınıflandırır. ESA ile çıkarılan öz nitelikler veya eğitilen özellikler görüntüler daha ayıt edici bir resim sınıflandırılmasını sağlar. Robotik ile yapılan çalışmalarda ESA'nın kullanımıyla yol planlama, navigasyon, haritalama, konumlandırma ve nesne tanıma gibi uygulamalar yapılmıştır[13]–[15]. Literatürde geliştirilmiş ESA tabanlı Alexnet, VGG, ResNet, GoogleLeNet ve SqueezeNet sınıflandırma algoritmaları oldukça başarılıdır[16]–[19].

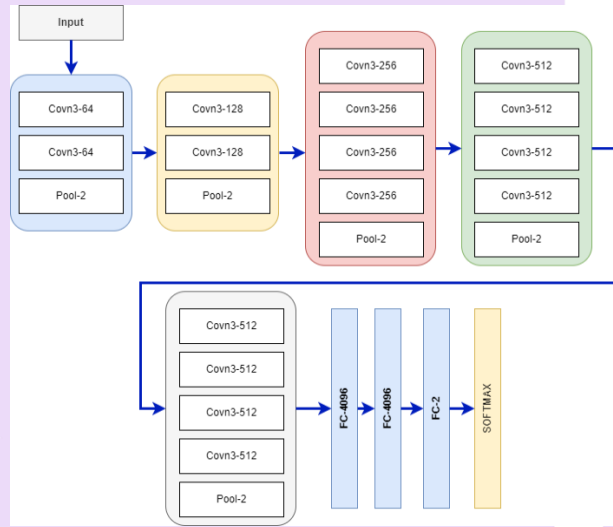
Bu çalışmada VGG19 algoritması kullanılarak görsel tabanlı engelden kaçınma yöntemi önerilmektedir. VGG19 ile engelli ve engelsiz yol tahmin edilerek mobil robotun engellerden kaçınma hareketi uygulanmaktadır. Geliştirilen engelden kaçınma yöntemi 2 tekerli holonomik olmayan bir mobil robot üzerinden uygulanmaktadır.

2. Evrişimli sinir ağı tabanlı engelden kaçınma metodu

Bu çalışmada iyi bir sınıflandırma yeteneğine sahip geliştirilmiş evrişimli sinir ağı olan VGG19 mimarisi kullanılarak, mobil robotlar için engelden kaçınma yöntemi geliştirilmiştir. ESA tabanlı VGG19 ağı farklı etiketlerle sınıflandırılmış bir eğitim seti ile eğitilmektedir. Bu eğitim seti içeriğindeki resimler engelli yol ve engelsiz yol şeklinde etiketlidir. Önerilen ESA tabanlı metotta eğitilmiş derin ağ resimleri engelli ve engelsiz şekilde ayırt edebilmektedir. Bu özellik kullanılarak mobil robot engelli ve engelsiz yol tahminini yapabilmektedir

2.1. ESA tabanlı VGG19 modeli ile engelden kaçınma metodu

Özellikle resimlerin sınıflandırılmasında oldukça gelişmiş bir mimari olan VGG19 'u mobil robotun engelden kaçınması için iki farklı sınıfta tahmin sağlayacak şekilde modellenmektedir. Önerilen metotta kullanılan VGG19 mimarisine dayanan ESA şekil 1. 'de gösterilmektedir[17]. Burada FC tam bağlantı, Conv evrişim katmanı örneğin Conv64 64*64 boyutlu evrişim, Pool-2 "maksimum ortaklama" işlemini belirtmektedir. Softmax işlemi ise verilen girdilere göre sınıflandırma olasılığını belirtmektedir. Denklem (1)'de softmax işlemi ifade edilmektedir.



Şekil 1: VGG19 mimarisi

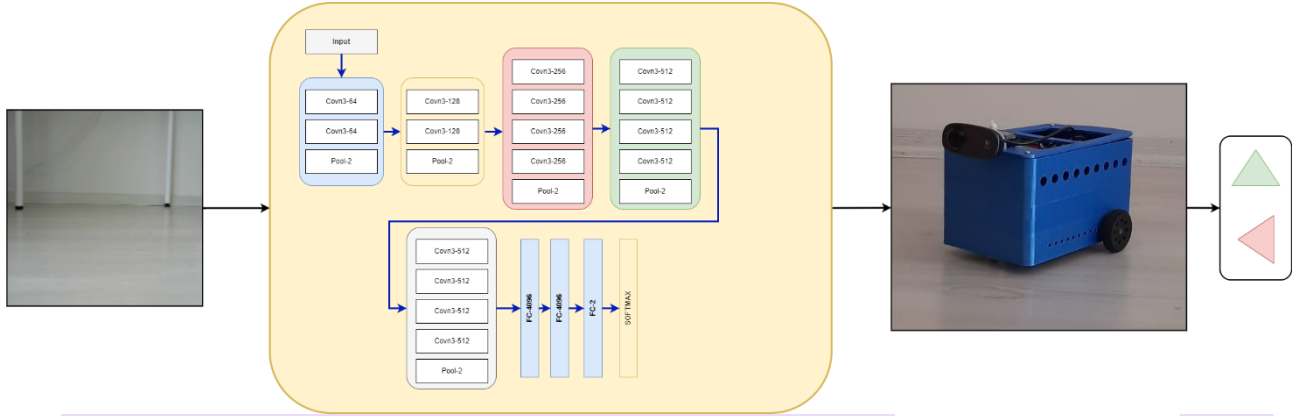
VGG19, 3 tam bağlantılı çıkış katmanına 16 adet ESA bağlantısından oluşmaktadır. VGG19, (VGG- Visual Geometry Group) tarafından geliştirilen bir evrişimsel sinir ağı katmanıdır[20].

$$\hat{y} = softmax(x_i)$$

$$\hat{y}_i = \frac{\exp(x_i)}{\sum_j x_k} \quad (1)$$

Şekil 2. 'de önerilen görsel tabanlı engelden kaçınma metodunun diyagramı gösterilmektedir. Önerilen metotta VGG19 mimarisinin son katmanı özelleştirilmiştir. Mobil robotun engelden kaçınması için 2 engelli ve engelsiz yol etiketleriyle veri seti oluşturulmuştur. Özelleştirilmiş VGG19 mimarisine göre mobil robotun bir engel algılaması durumunda softmax 'den elde edilen engel algılama olasılığı %70 'in üzerinde ise mobil robot sola dönmektedir. Aksi takdirde herhangi engel algılama olasılığı %70 'in altında ise düz gitmektedir.

VGG19 ile eğitilen veri seti mobil robotu engel pozisyonuna getirerek manuel olarak alınmıştır. Engelsiz yol için veri seti ise mobil robotun düz gitmesine engel olmayacağı pozisyonlardan manuel olarak alınmıştır. Engelli ve engelsiz pozisyonlar için her iki etiket altında 60 adet veri alınmıştır. Bu veri setine göre özelleştirilmiş VGG19 eğilmektedir.



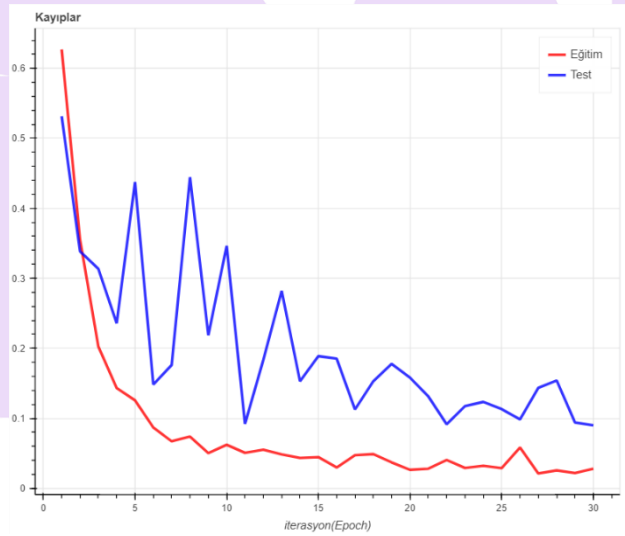
Şekil 2: VGG19 ile Engelden Kaçınma

3. Sonuçlar

ESA tabanlı özelleştirilmiş VGG19 elde edilen veri setine göre eğitildikten sonra kapalı bir ortamda engelden kaçınma yöntemi uygulanmıştır.

3.1. Eğitim sonuçları

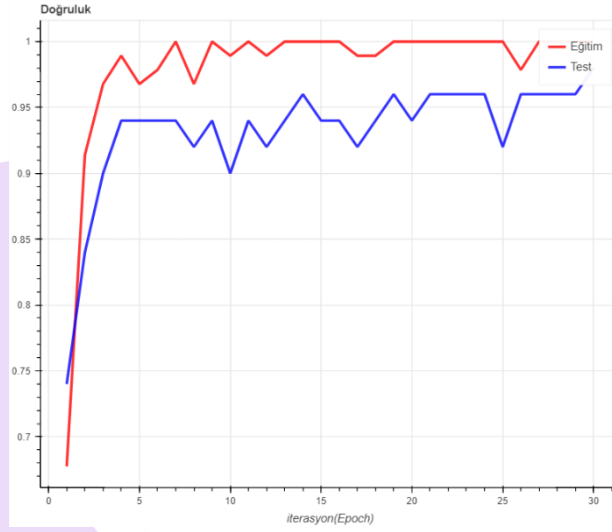
ESA tabanlı VGG19'u kullanarak veri setine göre eğitilen modelin kayıp(hata) sonuçları şekil 3.'de gösterilmektedir. Eğitim için Intel(R) Core(TM) i5-1135G7 2.4GHz CPU'ya sahip 8 GB RAM kapasiteli bilgisayar kullanılmıştır. Toplamda 120 adet veri eğitim ve test verisi olarak kullanılmıştır. Veri setinin 50 adet olan kısmı doğrulama(test) verisi olarak kullanılmıştır. Eğitim süresi toplam 30 iterasyondur.



Şekil 3: Kayıplar

Eğitim süresinden test ve eğitim hastası iterasyon sayısı arttıkça azalmaktadır. Test için elde edilen kayıplar eğitim hatası ile benzer bir eğilimdedir.

Şekil 4. 'de modelin eğitim süresinde elde edilen eğitim ve test doğrulama sonuçları gösterilmektedir. Test verilerinden elde edilen sonuçlara göre %92 nihai doğrulama elde edilmektedir.

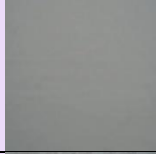
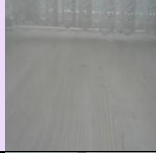
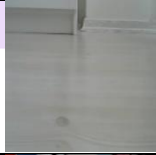
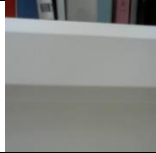
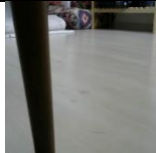


Şekil 4: Doğruluk

3.2. Uygulama sonuçları

Deney sonuçları kapalı bir ortamda 2 tekerlekli holonomik olmayan mobil robot kullanılarak kapalı bir ortamda alınmıştır. Mobil robot, Nvidia Jetson Nano geliştirme kit ile işlemcisiyle donatılmıştır. Eğitilmiş VGG19 modeli mobil robot kullanılarak gerçek bir ortamda engelden kaçınma uygulanmıştır.

Tablo 1: Deney Sonuçları

Görüntü	Engeli Yol Tahmini
	0.89
	0.06
	0.54
	0.88
	0.75

Tablo 1.'de kapalı ortamda VGG19 kullanılarak eğitilmiş özelleştirilmiş modelin mobil robot ile uygulanan engelden kaçınma yöntemi için örnek uygulama sonuçları gösterilmektedir. Girdi görüntülerine göre engelli yol tahmin sonuçları belirtilmiştir. Mobil robot engel tahmin oranı 0,7'den büyük olması durumunda dönerek daha güvenli bir yol aramaktadır.

4. Sonuç

Bu çalışmada gelişmiş bir ESA olan VGG19 kullanılarak görsel tabanlı engelli veya engelsiz yol tahmini yapabilen mobil robotlar için bir engelden kaçınma metodu önerilmektedir. Önerilen metot VGG19 mimarisini özelleştirerek eğitilmektedir. Kullanılan eğitim seti engel ve engelsiz şekilde etiketlenerek manuel olarak elde edilmiştir. Özelleştirilmiş VGG19 modeli kullanılarak eğitilen ESA ile test verisinden elde edilen doğrulama %92 'dir. Eğitilmiş modeli test etmek için mobil robot kullanarak kapalı bir ortamda gerçek zamanlı olarak doğrulanmıştır.

5. Kaynakça

- [1] L. Zhang, Y. Zhang, and Y. Li, "Path planning for indoor Mobile robot based on deep learning," *Optik (Stuttg.)*, vol. 219, p. 165096, Oct. 2020, doi: 10.1016/J.IJLEO.2020.165096.
- [2] O. Misir and L. Gökrem, "Dynamic interactive self organizing aggregation method in swarm robots," *Biosystems*, vol. 207, p. 104451, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.biosystems.2021.104451.
- [3] X. Deng, R. Li, L. Zhao, K. Wang, and X. Gui, "Multi-obstacle path planning and optimization for mobile robot," *Expert Syst. Appl.*, vol. 183, p. 115445, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.ESWA.2021.115445.
- [4] S. Kim and H. Kim, "Optimally overlapped ultrasonic sensor ring design for minimal positional uncertainty in obstacle detection," *Int. J. Control. Autom. Syst.* 2010 86, vol. 8, no. 6, pp. 1280–1287, Jan. 2011, doi: 10.1007/S12555-010-0613-X.
- [5] G. Yang *et al.*, "Local Path Planning using Distance-Type Fuzzy Reasoning Method in Unstructured and Dynamic Construction Sites," *2021 IEEE Int. Conf. Mechatronics Autom. ICMA 2021*, pp. 1126–1131, Aug. 2021, doi: 10.1109/ICMA52036.2021.9512572.
- [6] B. K. Patle, G. Babu L, A. Pandey, D. R. K. Parhi, and A. Jagadeesh, "A review: On path planning strategies for navigation of mobile robot," *Def. Technol.*, vol. 15, no. 4, pp. 582–606, Aug. 2019, doi: 10.1016/J.DT.2019.04.011.
- [7] F. Peralta, M. Arzamendia, D. Gregor, D. G. Reina, and S. Toral, "A Comparison of Local Path Planning Techniques of Autonomous Surface Vehicles for Monitoring Applications: The Ypacarai Lake Case-study," *Sensors 2020, Vol. 20, Page 1488*, vol. 20, no. 5, p. 1488, Mar. 2020, doi: 10.3390/S20051488.
- [8] P. Marin-Plaza, A. Hussein, D. Martin, and A. De La Escalera, "Global and Local Path Planning Study in a ROS-Based Research Platform for Autonomous Vehicles," *J. Adv. Transp.*, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2018/6392697.
- [9] K. Zhu and T. Zhang, "Deep reinforcement learning based mobile robot navigation: A review," *Tsinghua Sci. Technol.*, vol. 26, no. 5, pp. 674–691, Oct. 2021, doi: 10.26599/TST.2021.9010012.
- [10] S. Cebollada, L. Payá, M. Flores, A. Peidró, and O. Reinoso, "A state-of-the-art review on mobile robotics tasks using artificial intelligence and visual data," *Expert Syst. Appl.*, vol. 167, p. 114195, Apr. 2021, doi: 10.1016/J.ESWA.2020.114195.
- [11] C. Liu, B. Zheng, C. Wang, Y. Zhao, S. Fu, and H. Li, "CNN-Based Vision Model for Obstacle Avoidance of Mobile Robot," *MATEC Web Conf.*, vol. 139, p. 00007, Dec. 2017, doi: 10.1051/MATECCONF/201713900007.
- [12] W. Liu *et al.*, "CVM-Cervix: A Hybrid Cervical Pap-Smear Image Classification Framework Using CNN, Visual Transformer and Multilayer Perceptron," *Pattern Recognit.*, p. 108829, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.PATCOG.2022.108829.
- [13] T. Shashank, N. Hitesh, and H. Gururaja, "Application of Few-Shot Object Detection in Robotic Perception," *Glob. Transitions Proc.*, Apr. 2022, doi: 10.1016/J.GLTP.2022.04.024.
- [14] P. B. Fernandes, R. C. L. Oliveira, and J. V. Fonseca Neto, "Trajectory planning of autonomous mobile robots applying a particle swarm optimization algorithm with peaks of diversity," *Appl. Soft Comput.*, vol. 116, p. 108108, Feb. 2022, doi: 10.1016/J.ASOC.2021.108108.
- [15] Q. Zou, M. Cong, D. Liu, and Y. Du, "A neurobiologically inspired mapping and navigating framework for mobile robots," *Neurocomputing*, vol. 460, pp. 181–194, Oct. 2021, doi: 10.1016/J.NEUCOM.2021.07.025.
- [16] A. Krizhevsky and G. Inc, "One weird trick for parallelizing convolutional neural networks," Apr. 2014, doi: 10.48550/arxiv.1404.5997.
- [17] K. Simonyan and A. Zisserman, "Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition," *3rd Int. Conf. Learn. Represent. ICLR 2015 - Conf. Track Proc.*, Sep. 2014, doi: 10.48550/arxiv.1409.1556.
- [18] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition," *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 2016-December, pp. 770–778, Dec. 2015, doi: 10.48550/arxiv.1512.03385.
- [19] C. Szegedy *et al.*, "Going Deeper with Convolutions," *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 07-12-June-2015, pp. 1–9, Sep. 2014, doi: 10.48550/arxiv.1409.4842.
- [20] J. Zhou, X. Yang, L. Zhang, S. Shao, and G. Bian, "Multisignal VGG19 Network with Transposed Convolution for Rotating Machinery Fault Diagnosis Based on Deep Transfer Learning," *Shock Vib.*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/8863388.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION AND FINITE ELEMENT ANALYZE OF SHEET METAL WELDMENTS AFTER FORMING

SAC METAL KAYNAKLARININ ŞEKİLLENDİRİLDİKTEN SONRA DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ VE SONLU ELEMENLAR ANALİZİ

Ömer Dağlı^{1*}, Mustafa Acarer², Necmettin Tarakçıoğlu³

¹ Selçuk University, Mechanical Department, Turkey

¹ ORCID ID:0000-0002-8446-6988, omerdaglikonya@gmail.com

³ Selçuk University, Metallurgy-Material Engineering Department, Turkey

³ ORCID ID:0000-0003-0742-6699, ntarakcioglu@selcuk.edu.tr

² Selçuk University, Metallurgy-Material Engineering Department, Turkey

² ORCID ID: 0000-0003-2876-4881, macarer@selcuk.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

In this study, S235JR (St37) steel sheet was cut into strips in 100X50X1 mm dimensions and then joined to each other by flash butt welding method. Welding parameters were determined as 5A current value, 2.5 bar pressure value, and welding time 3 seconds. The samples were subjected to heat treatment at 600 °C for 25 seconds following welding process. The microstructure mechanical properties of the weld zone (WZ), heat effected zone (HAZ) were examined, Hardness maps were figured out in the OriginLab program. The studies and experimental investigations of the samples were carried out at room temperature. In the study, the temperature and phase distributions of the samples were determined by performing virtual resistance butt welding with the simufact analysis program, which is one of the finite element method programs. In the simufact program, omega twists were made on the samples and the stress and deformation distribution were examined. In the tensile test, the sample broke from the base material region by necking. In the hardness measurements made with the micro-Vickers hardness measuring device, it was observed that the hardness in the weld area was higher than the base material. No tearing was observed in the macro examination, in which the welded sample was given an omega shape.

Keywords: Flash butt welding, microstructure, tensile test.

1. Giriş

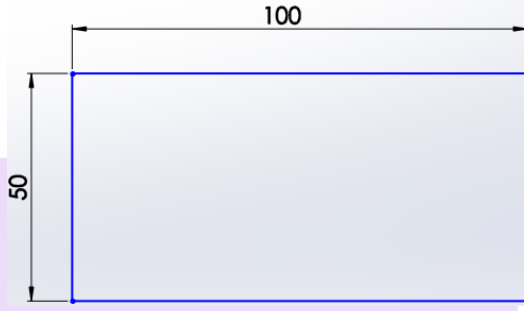
Elektrik direnç kaynağı çeşitlerinden biri olan direnç alın kaynağı yöntemlerinin biri de yakma alın kaynağı yöntemidir. Yakma alın kaynağı ile aynı ya da farklı kimyasal özelliğe sahip metal ürünlerin ısı ve basıncın aynı anda kullanılarak yapılan bir kaynak türüdür. Isı metal yüzeylerin temas bölgesinde oluşan direnç yardımı ile sağlanmaktadır. Yakma alın kaynağı, flaş etkisi ve temas direnci olmak üzere iki aşamalı süreçten oluşur (Kuroda, Ikeuchi, & Ikeda, 2006). Birleşimi yapılacak metal parçalarının geometrik boyut ve şekli bakır çenelere uygunluk sağlandığı sürece kaynaklı imalat seri bir şekilde olmaktadır. Yakma alın kaynağı çok kısa sürede sonuç vermesi onu bu yönüyle öne çıkarmış örneğin; hat borularının montaj yerinde kaynak yapılması, direnç alın kaynağı uygulamasında 750 mm çapında ve 19 mm et kalınlığında iki borunun kaynaklanması yaklaşık 3 dakika zaman alır, oysa normal otomatik ark kaynağı işlemi 90 ila 120 dakika sürer (Ichiyama & Kodama, 2006). Rayları birleştirmek için direnç alın kaynağı, gaz basınçlı kaynak, almino-termik kaynak ve kapalı ark kaynağı olmak üzere dört yöntem kullanılır. Bunlar arasında, Japonya ve diğer ülkelerde kullanılan ray kaynak yöntemleri arasında en yüksek kaynak verimliliğine (kaynak süresi: yaklaşık 1,5-4 dakika) sahip olan alın kaynağı, kalite kararlılığı ve kontrol açısından da mükemmel bir yöntemdir” (Fujii, Nakanowatari, & Nariai, 2015). Zincir halka imalatında da direnç alın kaynağı kullanılmaktadır (ARABACI & ÇETİNKAYA, 2004). Otomotiv endüstrisinde tekerlek jantlarının kaynağında, deniz yapılarının kaynağı ve gemi bağlama zincirleri kaynağında kullanılır (Ichiyama & Kodama, 2006). Direnç alın kaynağı teknolojisi, yüksek verimli bir birleştirme işlemidir ve tren fabrikasında, uzun nakliye boru hattı yapımında, mimari inşaat ve diğer mühendislik alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Wang, Shi, Lei, & Tian, 2005). Metal imalat sektöründe yaygın olarak kullanılan ve kaynak kabiliyeti yüksek olduğu bilinen S235JR malzeme tercih edilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Malzeme

Bu çalışmada, S235JR karbonlu çelik sac malzeme kullanılmıştır.

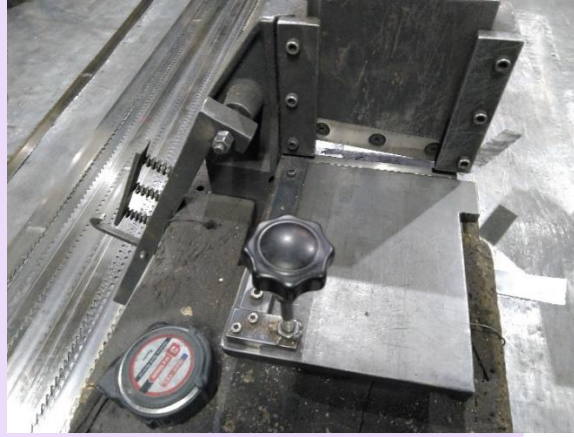
Şekil 1’de deney numuneleri ölçüsü 100x50x1 mm ölçülerinde toplam 6 adet kesilmiştir.



Şekil 1: Deney numune ölçüsü

2.2. Kesim makası

Kaynaklı birleştirme için belirlenen ölçülerde kesilen numune parçaları kaynak öncesi direnç alın kaynağı için özel tasarlanmış Şekil 2'de manuel kesim makası ile numunenin kaynak dikişi olacak yüzeyler kesilmiştir. Bu makas ile kesilen yüzeyler sayesinde numunelerin tam bir öpüşmesi sağlanmış ve direnç alın kaynağından iyi bir verim alınmıştır.



Şekil 2: Manuel sac makası

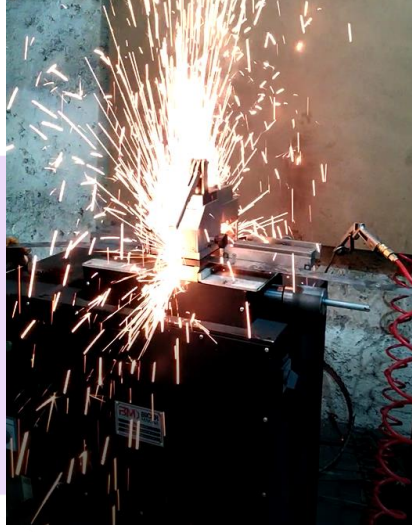
2.3. Kaynak makinası

Konya mızrak bileme ve makine sanayi ticaret limited şirketine ait yakma alın kaynak makinası biçer markadır. Şekil 3'de genel görünümü verilen yakma alın kaynak makinasında kaynaklı birleştirme yapılmıştır.



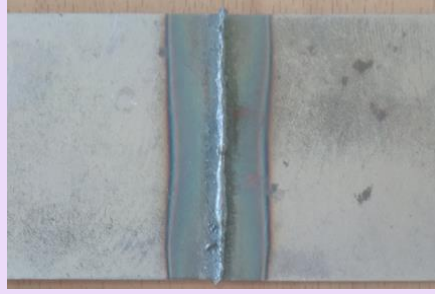
Şekil 3: Kaynak makinasının genel görünümü

Kaynaklı birleştirmede akım değeri 5A, basınç değeri 2,5 bar, kaynak uygulama zamanı 3 saniye olarak belirlenmiştir. Kaynak oluşma anı Şekil 4'de olduğu gibi olup etrafa yoğun bir metal sıçraması görülmüştür. Kaynak sonrası aynı makine yardımı ile tavlama modu geçilmiş zaman parametresi 25 saniye, sıcaklık parametresi yaklaşık 600 °C seçilerek tavlama yapılmıştır.



Şekil 4: Kaynak oluşum anı

Şekil 5’de kaynaklı numunenin dikiş boyu görünüşü verilmiştir. Deney numunesinin eriyen bölgesinin basınç ile birbiri içerisine geçmesi (göçme) sağlanmış bu geçiş esnasında yaklaşık her iki kaynak numunelerinden 4mm’lik bir kısalma ölçülmüştür.



Şekil 5: Kaynaklı numunenin dikiş boyu görünüşü

Şekil 6’da kaynaklı numunenin dikiş eni verilmiştir. Malzeme 1 mm’lik kalınlığa rağmen makro muayenede aksenal bir sapmaya uğramadığı görülmüştür. Her iki yön için toplam dikiş yüksekliği yaklaşık 8mm olarak ölçülmüştür.



Şekil 6: Kaynaklı numunenin dikiş yüksekliği görünüşü

3. Araştırma bulguları

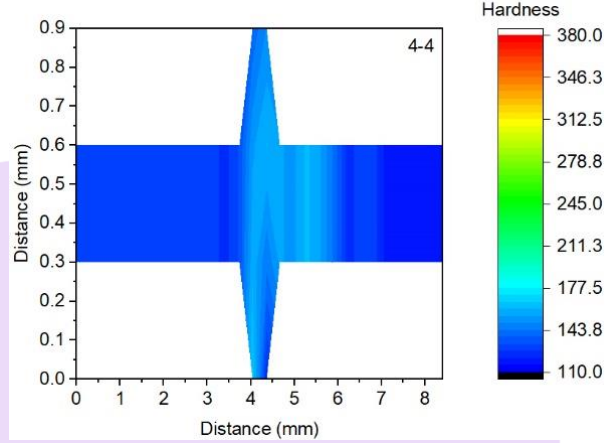
3.1. Sertlik sonuçları

Tablo 1’de eriyen bölge merkez kabul edilerek sağ ve sola doğru ITAB bölgesi ve esas malzemenin micro vickers cihazı ile 1kgf yük uygulanarak ölçümleri yapılmıştır.

Tablo 1: Sertlik ölçümü sonuçları

Sıra	Numune kodu	Ölçüm Sonuçları
1	S235JR	124, 145, 161, 150, 156, 153, 162, 156, 142, 125, 129, 129, 117, 119, 119, 119

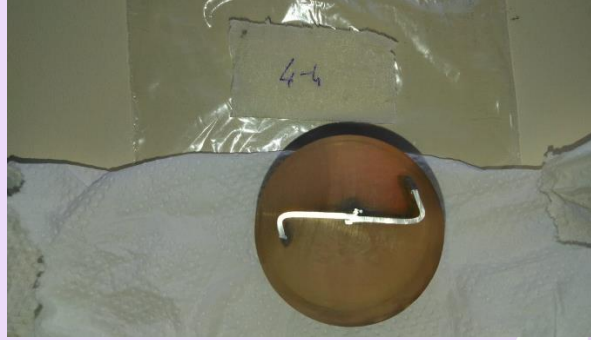
Şekil 7’de 0,3mm aralığında sertlik dağılım tablosu verileri kullanılarak OriginLab programında sertlik haritaları çizilmiştir.



Şekil 7: Sertlik dağılımı

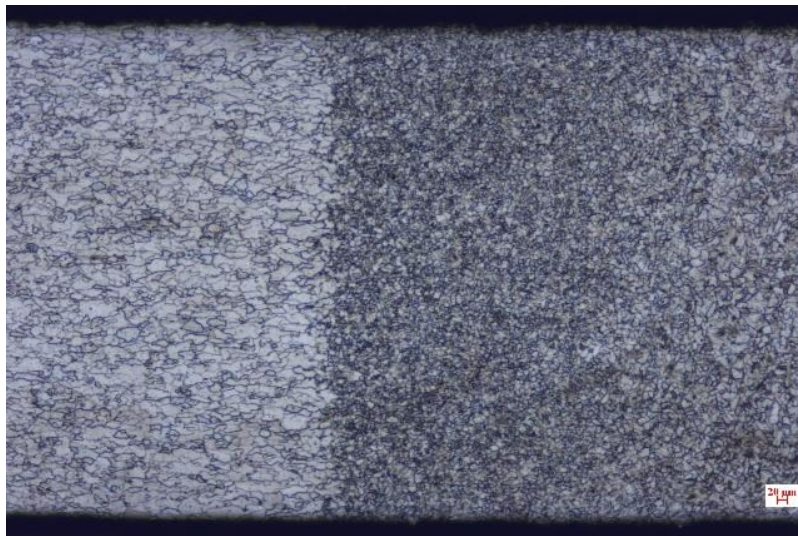
3.2. Mikroyapı sonuçları

Şekil 8'de görülen deney parçası bakalite alınmıştır. Kaba ve ince zımparalaması yapılarak 1 micron çuhada elmas solisyon ile parlatma işlemi yapılmıştır. Kaynaklı numune nitrik asit ve alkol karışımı olan %3 nital ile yaklaşık 15 saniye dağlama yapılarak mikro yapı incelemeye hazırlanmıştır.

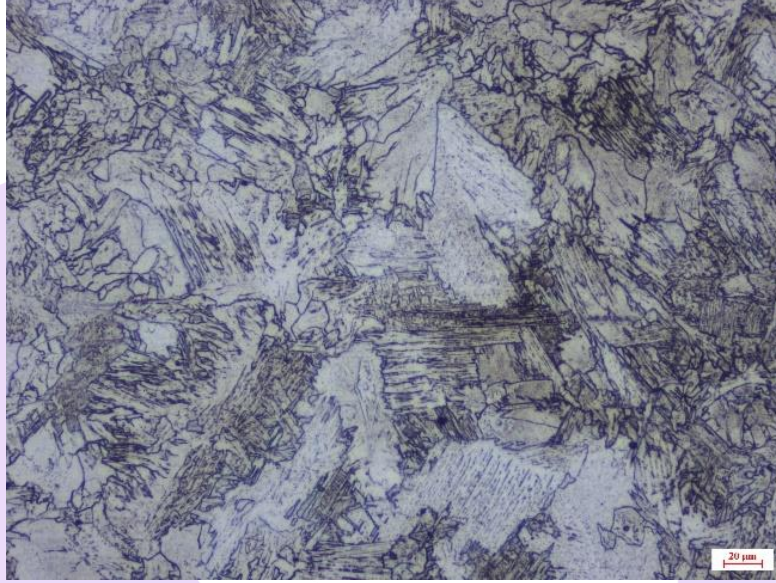


Şekil 8: Bakalite alınan numune

Şekil 9'da esas malzeme ve ITAB bölgesinin genel micro yapısını göstermektedir. Burada esas metale yakın olan ITAB bölgesinin tane boyutlarının esas metal tane boyutlarından küçük olduğu görülmüştür. Esas metalden kaynak eriyik bölgesine doğru tane boyutunun büyüdüğü görülmüştür. Şekil 10'da eriyen bölgenin Nikon eclipse MA100 marka optik mikroskopun 20x merceği ile görüntüsü alınmıştır. Yapılan incelemede ferrit tanelerin büyüdüğü ayrıca ferrit taneleri yanısıra kaynak metalinde asiküler ferrit varlığı görülmüştür.



Şekil 9: Esas metal ile ITAB bölgesinin genel görünüşü



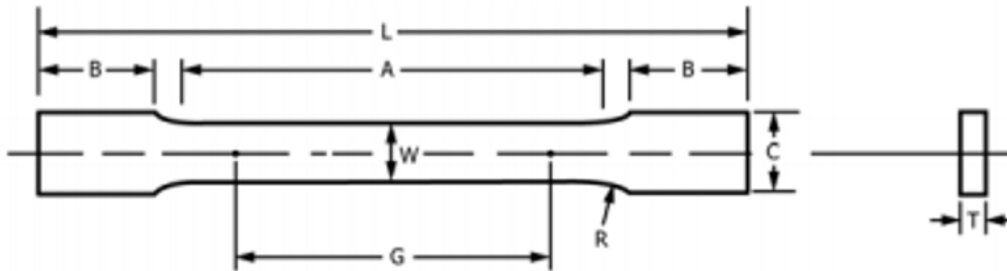
Şekil 10: Eriyen metal mikro yapısı

3.3. Çekme testi sonuçları

Çekme testi Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Malzeme ve Metalurji Mühendisliği laboratuvarında Şekil 11’de SHIMADZU marka cihazda oda sıcaklığında 3 mm/dk hız ile yapılmıştır. Test numunesi $L_0 = 50 \text{ mm}$, çene aralığı 79 mm olarak belirlenmiştir. Çekme numune boyutları ASTM-E8 standardında plaka/papyon numune ölçü boyutlarına göre hazırlanmıştır. Şekil 12’de kaynaklı numunenin çekme testi için kullanılan standart ölçü verileri verilmiştir.



Şekil 11: Çekme testi cihazı

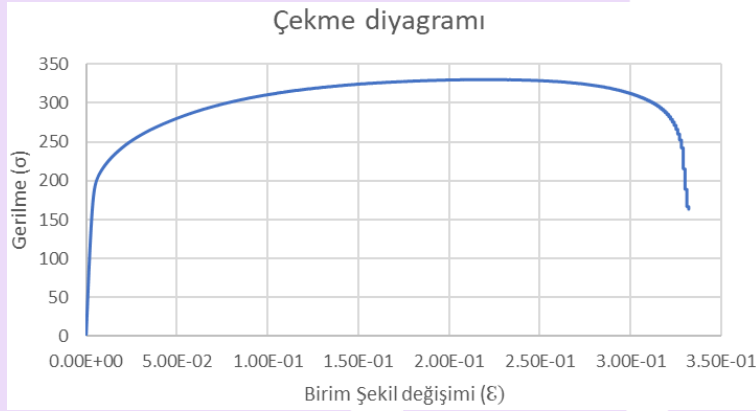


Şekil 12: Kaynaklı parçanın çekme testi için kullanılan standart ölçü verileri

Tablo 2:

ASTM-E8 standart plaka numune ölçüleri	mm	
G	Ölçüm uzunluğu	50
W	Gövde genişliği	12,5
T	Kalınlık	0-7 aralığı
R	Numune kavis yarıçapı	12,5
L	Numune toplam uzunluğu	200
A	Daraltılmış alanın uzunluğu	57
B	Tutma kısmının uzunluğu	50
C	Tutma kısmının genişliği	20

Şekil 13’de çekme testi gerilme – birim şekil değiştirme grafiği verilmiştir.



Şekil 13: Kaynaklı numuneye ait çekme diyagramı

Şekil 14’de çekme deneyi sonucunda numunenin $L_1 = 64 \text{ mm}$ ölçülmüştür. Numunelerin esas metal bölgesinden koptuğu görülmüştür.



Şekil 14: Çekme testi sonrası deney numuneleri

Kopma uzaması Denklem 1’de kopma uzaması 28 mm olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Kopma uzaması} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100 \quad (1)$$

3.4. Plastik deformasyon işlemi

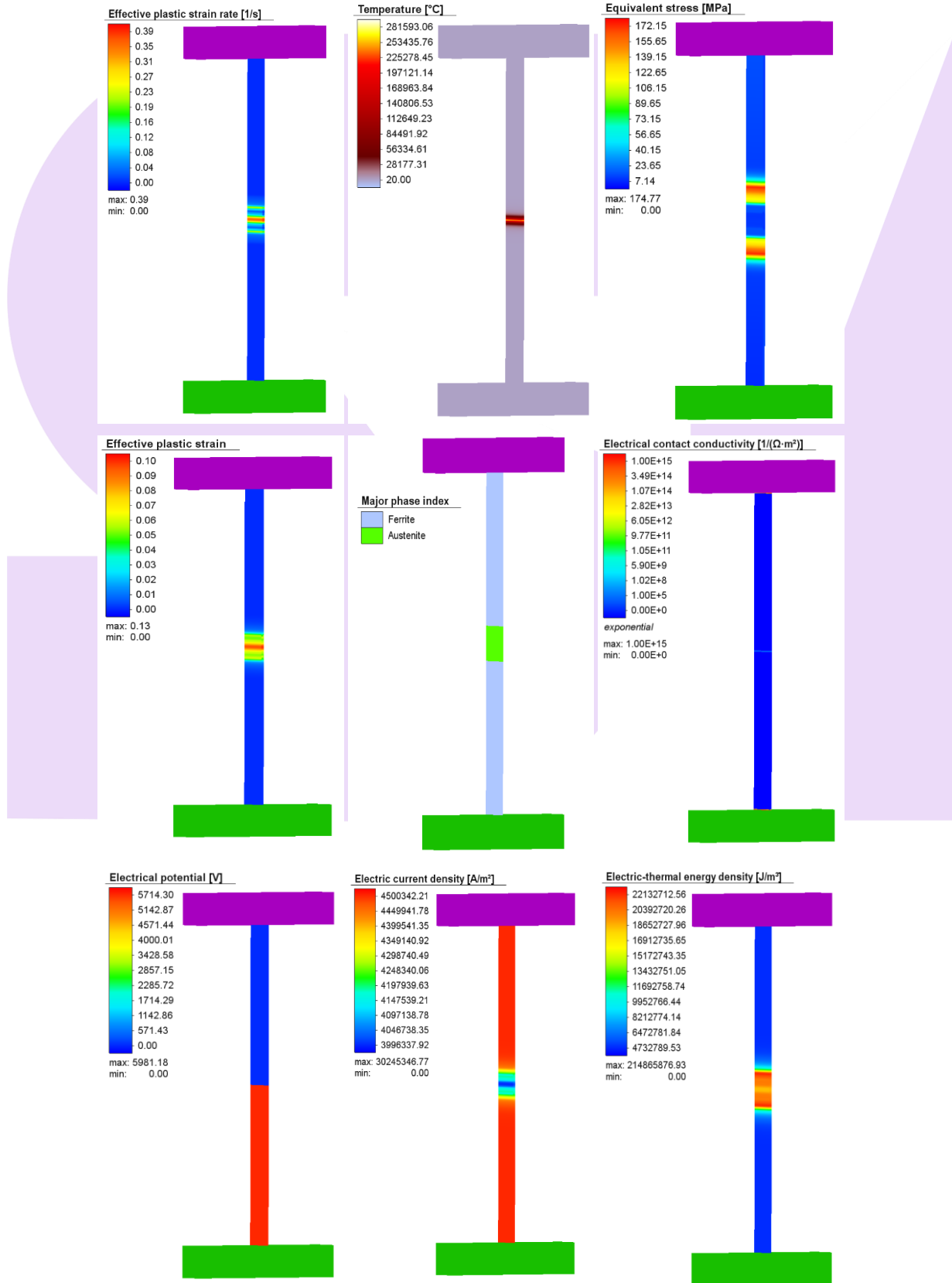
Şekil 15’de deney numunesi büküm kenarları kaynak bölgesini de içeren omega şeklinde büküm yapılarak plastik deformasyona tabi tutulmuştur. Yapılan makro muayenede esas malzeme ve kaynak bölgesinde herhangi bir çatlama ve yırtılma gözlenmemiştir.

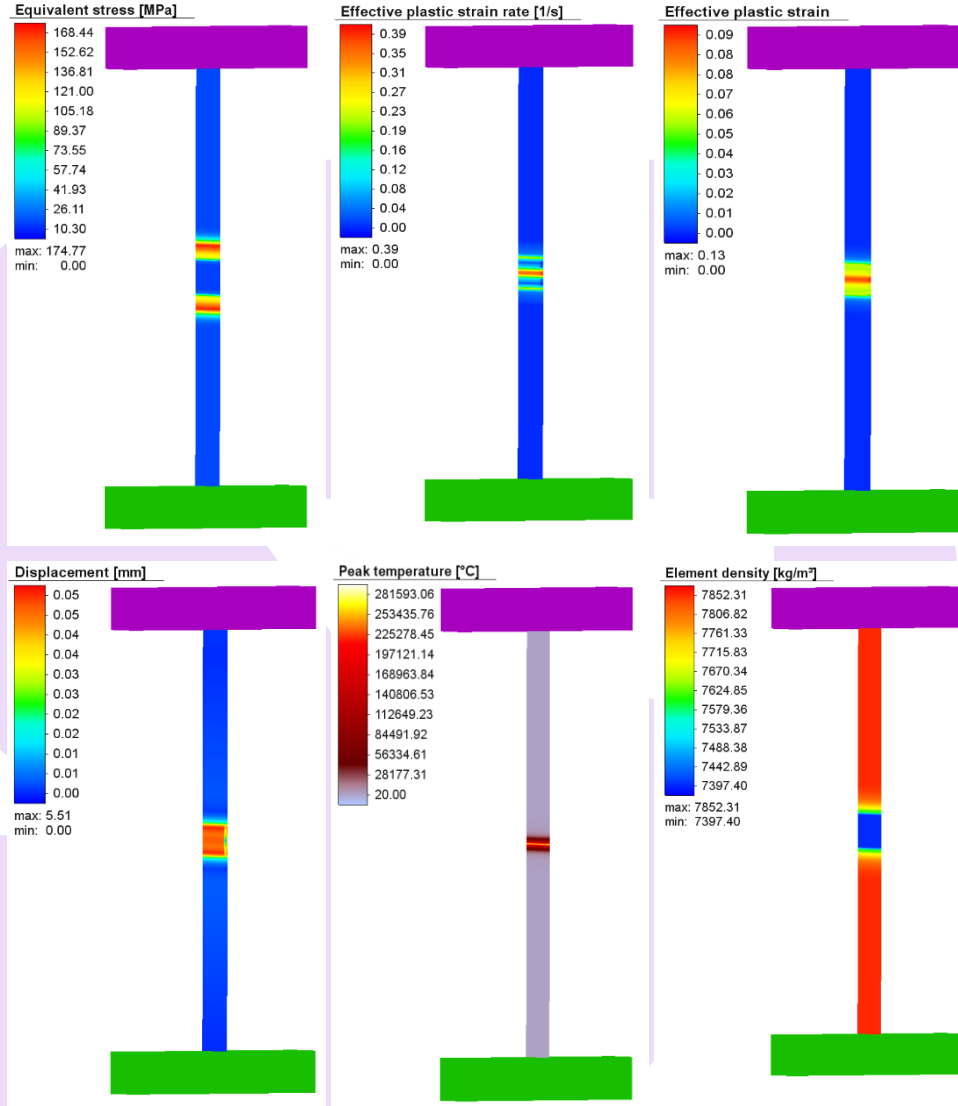


Şekil 15: Deney numunesinin bükülmüş görünümü

3.5. Sonlu elemanlar yöntemi simufact analiz programı sonuçları

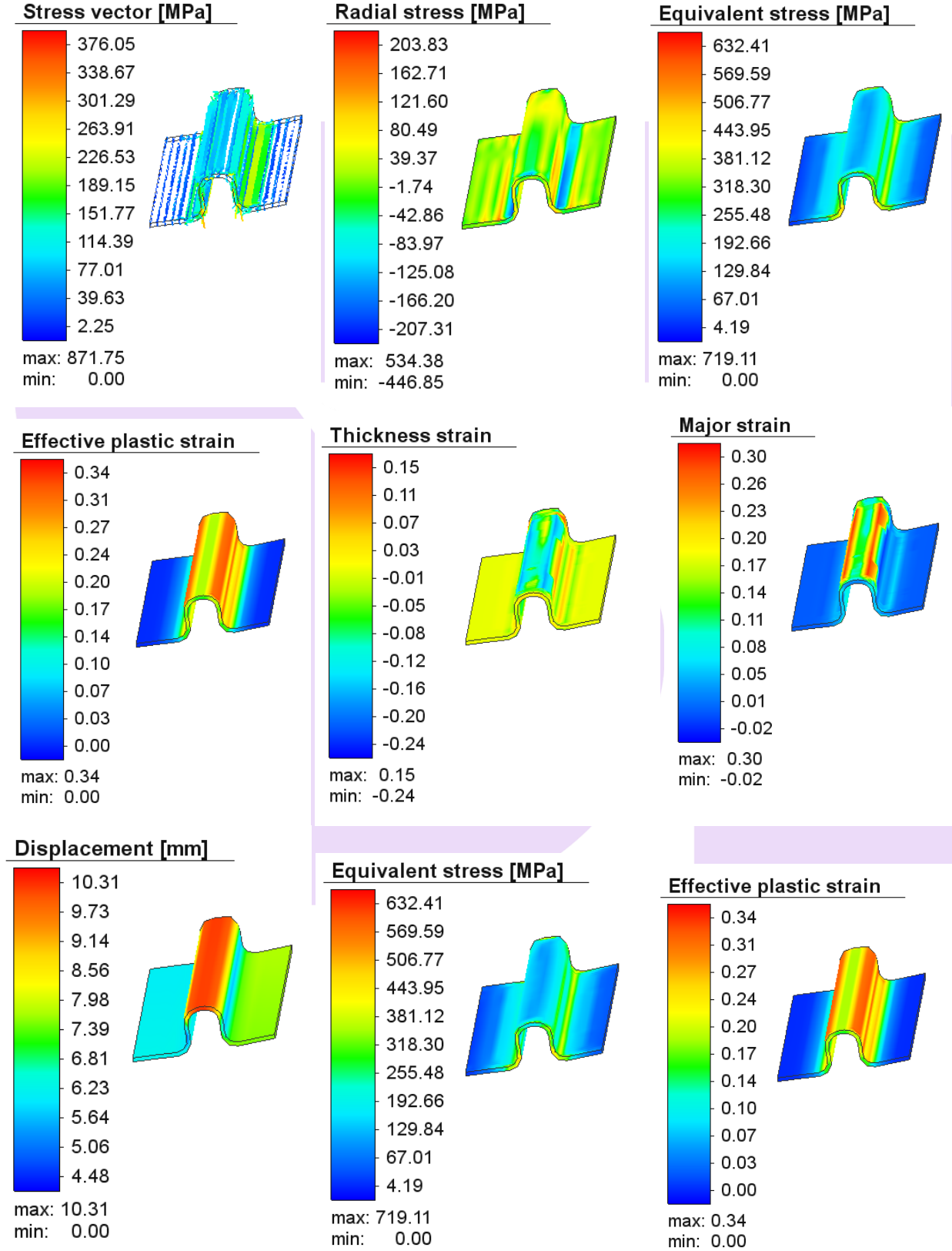
Şekil 16'da Sonlu elemanlar simufact analiz programında deney numunesinin gerçek boyutları, malzeme bilgisi, ortam sıcaklığı, kaynak parametreleri girilerek sanal kaynak yapılmış ve sonuçları alınmıştır.





Şekil 16: Simufact analiz programı kaynak birleşimi sonuçları

Şekil 17’de Simufact forming programında deney numunesi sanal olarak bükümü yapılmış ve sonuçları gösterilmiştir.



Şekil 17: Simufact analiz programında büküm yapılmış numune değerleri

4. Sonuçlar

1. Kaynak için hazırlanan numunelerin çok hızlı bir şekilde kaynaklı bir birleşmenin sağlandığı görülmüştür.
2. Mikroyapıda ferrit fazının tanelerinin ITAB'da iri ve ince taneli bölge içerdiği ve kaynak bölgesinde asiküler ferrit fazının oluştuğu görülmüştür.
3. Numunede çekme testinde esas malzemeden boyun verme sonucunda kopma meydana gelmiştir.
4. Numuneden alınan sertlik değerleri esas metal, ITAB ve eriyen bölge arasında fazla bir değer farkı görülmemiştir.
5. Bükümü yapılan numunenin esas metal ve eriyen bölgenin makro muayenesinde yırtılma ve çatlama görülmemiştir.
6. Sonlu elemanlar yöntemi simufact analiz programında alınan veriler ile gerçek değerlerin aynı paralellikte olduğu görülmüştür.

5. Kaynakça

- Arabacı, U., & Çetinkaya, C. (2004). Yakma Alın Kaynağı İle Birleştirilen 16mncr5 Zincir Çeliğinde Yiğma Akım Zamani Ve Tam Tavlama Isil İşleminin Mekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(4).
- Fujii, M., Nakanowatari, H., & Nariai, K. (2015). Rail flash-butt welding technology. *JFE Steel Corp*, 1.
- Ichiyama, Y., & Kodama, S. (2006). Flash-butt welding of high strength steels. *Shinnittetsu Giho*, 385, 74.
- Kuroda, T., Ikeuchi, K., & Ikeda, H. (2006). Flash butt resistance welding for duplex stainless steels. *Vacuum*, 80(11-12), 1331-1335.
- Wang, W., Shi, Y., Lei, Y., & Tian, Z. (2005). FEM simulation on microstructure of DC flash butt welding for an ultra-fine grain steel. *Journal of materials processing technology*, 161(3), 497-503.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE PRODUCTION METHOD OF DUAL PRINTED TEMPERED GLASS WITH DOUBLE TEMPERABLE ENAMEL INK

ÇİFT TEMPERLENEBİLİR EMAYE BOYA İLE ÇİFT YÜZ BASKILI TEMPERLİ CAM ÜRETİM YÖNTEMİNİN ARAŞTIRILMASI VE GELİŞTİRİLMESİ

Özge H. Yalçın^{1*}, Kerem Körpe²

^{1,2} YORGLASS Cam. San. Ve Tic. A.Ş., Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0003-3637-8489, ozge.yalcin@yorglass.com

² ORCID ID: 0000-0001-6652-8244, kerem.korpe@yorglass.com

* Corresponding Author

Abstract

This study is about dual tempering process for the front door glasses having both sides printed. When printing back side of the glass, visibility of logo is not clear enough due to the low transmittance property of tinted glasses. The purpose of this study is to develop an enamel that allows double-surface printing to eliminate the problem of not appearing when printing from the back surface of the colored glass, and as a result, to work on double tempering production technology in double-sided printed glasses. This study shows that double-surface printing is needed on dark colored glasses to provide the clarity of the logos. However, after printing on both sides, the glasses must enter the tempering furnace twice. If the glasses are not tempered after printing, the paints will be scratched or removed with liquid contact. The problem here is that the paint on double-surface printed glass, sticks to the rollers when entering the tempering furnace, and the subsequent production turns out to be incorrect. Therefore, after the first printing, the glass should be tempered, the second printing should be done later, and then tempered again. Special enamel having right composition was developed to be tempered twice. To achieve this, the bismuth ratio was increased by 16% to provide high heat resistance to the enamel. Besides, the frit composition of the enamel was changed and it has been concluded that the additive in the enamel ink, which provides non-adhesion property to the rollers, is a bismuth-based core-forming additive. (in the crystal phase) We have compared and investigated the dual printing enamel and standard enamel in the compound phase with using XRD analysis. Black pigment Fr-Cr-based peaks are seen in both, but higher in standard enamel. It was concluded that dual printing ink has higher bismuth ratio and it give the higher mechanical resistance to eliminate any contamination of the surface. In this paper, nondestructive analytical techniques will be used to analyze new enamel composition, and heating microscope measurement results will be discussed to get right tempering parameter of new special enamel. Besides, mechanical, thermal, and chemical resistance properties of improved enamel will be investigated in detail.

Keywords: Tempered glass, glass processing, dual printing, double tempering, enamel ink.

1. Giriş

Bu çalışma; ön kapak ve pano camı gibi ürün gruplarında kullanılan renkli camlarda (füme gibi), camın kendi renginden kaynaklı yapılabirliği olmayan renklerin ön yüzden basılarak talep edilen renkte üretim yapılabilmesine yönelik bir çalışmadır. Bu yapılabirlik kısıtına renkli camlara arka yüzünden yapılan baskıların düşük ışık geçirgenliği sebebiyle ön yüzden görünmemesi örnek verilebilir. Bu çalışmada ele alacağımız cam cinsi koyu füme olup açık renkli desenleri görünür kılarak beyaz eşya sektörüne yerli bir ürün kazandırmayı amaçlamıştır.

2. Amaç

Temperli camda çalışılacak renkler genellikle evrensel renk katalogları kullanılarak yapılır ya da müşterilerimizden gelen referans renk örnekleri baz alınarak yapılmaktadır. Çalışılacak rengi etkileyen parametreler şunlardır; Cam cinsi (düz cam, düşük demirli cam, renkli cam), cam kalınlığı (3,2,4,6,8 mm), baskı sayısı, baskı yönü ve temper şartlarıdır. Bu parametreler ile istenilen çalışmaya en yakın renk yakalanabilir. Ancak bu çalışmadaki kıstas siyah cam hammaddesinde serigrafı olarak açık tona sahip ve metalik özellik barındıran renklerin yapılamıyor olması. Füme camlarda açık renkli sembol veya logo basımındaki kısıtları kaldırmak için bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Beyaz eşya pazarına yön verebilmek için yapılabilecek önemli adımlardan birisi bu beyaz eşyaları kullanan kişileri görsel olarak etkileyen baskı proseslerimizin yapılabirlik sınırlarını genişletmektir. Bu doğrultuda teknolojik çalışmaların takibi ile yapılabirlik dışında olan ürün gamları yapılabir hale gelecek ve sektöründe öncü şirketlerle çalışma imkânı elde edilip pazar payı artırılabilecektir. Ek olarak bu tip ürünler yurtdışından ithal edilmektedir. Yapacağımız bu projenin hayata geçmesiyle birlikte siyah renkli ürünlerde açık metalik renkler de kullanılabileceğimize ötürü yerleşirme yapabileceğiz.

3. Mevcut üretim kısıtları

Hali hazırda işletmemizde epoksi (organik) baskı yöntemiyle de baskı yapılmaktadır ve bu baskı türünde boyanın tempere girmesi gerekmemektedir. Ancak şu ana kadar epoksi baskı türü hep camın arka yüzüne uygulanmaktadır. Epoksi baskı ön yüzü uygulandığında çok kolay bir şekilde çizilebilmektedir ve cam üzerinde pişmediğinden, temizlik için su ya da bir kimyasal uygulandığında çıkabilme, dağılabilme ihtimali vardır. Dolayısıyla camın ön yüzüne epoksi baskı yöntemi uygulanması kullanışlı değildir[1].

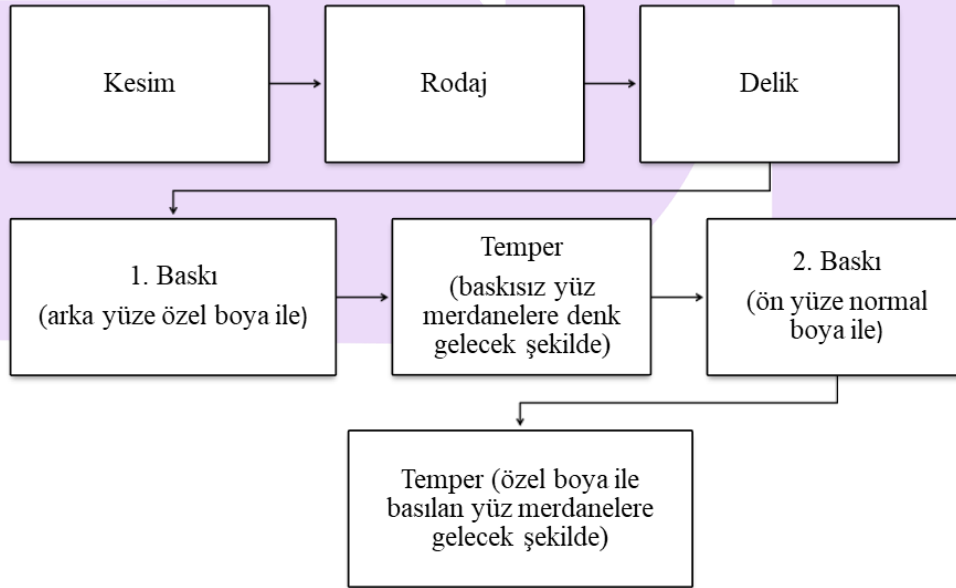
Proje kapsamında koyu füme cam üzerine iki taraflı baskı yapılması gerekmektedir. Bu ihtiyacın sebebi camın kendisinin koyu olmasında kaynaklı, açık renkli logo sembol tarzı baskılar camın ışık geçirgenliği az olmasından kaynaklı görünmemekte bu sebeple ön yüzüne açık renkli baskı arka yüzüne ise zemin baskı yaparak bu problem çözülebilmektedir. Ancak her iki yüzü de baskı yapıldıktan sonra camların temper fırınına girmesi gerekmektedir. Eğer camlar baskı yapıldıktan sonra temperlenmezse boyalar çizilir ya da suyla çıkarılabilir. Buradaki problem iki tarafı da boyalı camların fırına girerken boyanın merdaneler üzerine yapışması ve ondan sonraki üretimin hatalı (boya lekeli) çıkmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple ilk baskı yapıldıktan sonra cam temperlenip ikinci baskı yapılması ve ardından tekrar temperlenmesi gerekmektedir. Ancak ikinci temper işlemi sırasında da kullanılan emaye boyalar yaklaşık 570 – 618 derece arasında – boya türüne ve içeriğine göre değişmektedir- akışkan hale geldiğinden (yumuşadığından) yine merdaneler üzerine yapışmakta ve iz bırakmaktadır [2].

Yapılan araştırmalarda görüldü ki istenilen görüntüyü elde etmek için epoksi baskı yöntemiyle camın ön yüzünden baskı uygulanabilir ancak bu baskı türü çizilmeye ve suyla silmeye çok dayanıksız olduğundan kullanışsız olur. Dolayısıyla ön tarafa da emaye baskı uygulanıp temperlenmesi gereklidir. Bu sebeple ısıya karşı daha dayanıklı ve 750 derece sıcaklıkta yumuşamayan boya üzerine tedarikçiyle birlikte çalışmalara başlandı.

Yapılan çalışmalar sonucu geliştirilen çift temperlenebilir boyalar sayesinde ön yüzeye de baskı yapma olanağı doğmuştur. Bu çalışma sonucunda ilerleyen zamanlarda cam yüzüne elle hissedilebilen (dokulu) baskı yapma, arkadan gölgelendirme yapılarak 3D efekti baskılar yapılabilir [3].

4. Yöntem ve prototip üretimi

İki farklı tedarikçi ile geliştirdiğimiz boya prototip üretimi esnasında kullanıldı. Emaye boya ile arka yüzden baskısı yapılarak temperlenme işlemi gerçekleştirilir. Temperin ardından cam bu kez ön yüzden normal emaye boya ile baskılanıp tekrar temperlenir. Camın akış şeması aşağıdaki gibidir.



Şekil 1: Cam akış şeması

Bu proses, tasarım ve geliştirdiğimiz boya bünyemizde bir ilkti ve çıkan ürünlerin özelliklerinin test edilmesi gerekmektedir.

Tedarikçi_1 ile geliştirdiğimiz boya siyah renkli emaye boya idi ve temperlenebilme özelliğine sahipti. Mevcutta camlar arka yüzünden emaye baskı uygulanıp tempere girmekteydi. Eğer baskı uygulanan yüz merdanelere temas ederse boya merdanelere yapışmakta ve diğer camları boyamaktaydı. Bu yüzden temperlendikten sonra ikinci temperde erimeyen yani merdanelere yapışmayan boya araştırmaları yapıldı ve çift tempere dayanıklı cam boyası geliştirmeleri tedarikçimiz ile yapıldı. Bu boyanın hangi yüzeye basılacağı, hangi şartlarda ve parametrelerde üretileceği kurutma sıcaklıklarının ne olması gerektiği konusunda çalışmalar yapılacak olup, Yorglass standartlarına uygun ürün geliştirilmesi test edilecektir.

Camlarda uygulanacak testler şunlardır: Isı ve termal şok testleri, opaklık kontrolü, parlaklık kontrolü, çizik testi ve çeşitli kimyasal testler.

4.1. Isı ve termal şok test uygulaması

Numune oda sıcaklığında bulunan etüve konur ve müşteri bazlı termal şok test tablosundaki sıcaklıklara göre homojen olarak ısıtılır. Yatay olarak duran numune ortasına 150±2 mm yükseklikten, iç çapı 5±0,2 mm olan hortum ile 10-15 ml/s debide su akıtılarak soğutulur. Test sonucunda numunede kırılma olmamalıdır.

Tablo 1: Test parametreleri

Müşteri	Standart	Fırın Sıcaklığı	Fırında Geçen Süre	Çevrim Sayısı	Cam Tipi	Yöntem
Elux Avrupa, OEM ve Amerika	IEC 60335-2-6	240°C	60 DK	5	Bek Tablası ve İç Camlar	Camlar 240°C (±4) 1 saat bekletilir. Bu işlem 5 kez tekrarlanır. Üzerine 5 sn içerisinde 200ml 15°C (±5) su dökülür.
		200°C			Pano ve Ön Kapak Camları	Camlar 200°C (±4) 1 saat bekletilir. Bu işlem 5 kez tekrarlanır. Üzerine 5 sn içerisinde 200ml 15°C (±5) su dökülür.

Tablo 2: Test sonuçları

CAM NO	CAM TANIMI	TERMAL ŞOK DAYANIM TEST SONUÇLARI				DARBE DAYANIM TEST SONUÇLARI	
		TEMPER	DERECE	ÇEVİRİM	SONUÇ	TEMPER	SONUÇ
1	DUAL PRİNT KALAYLI YÜZ BASKI SİYAH	2 TEMPER	185°	10/10	OK	2 TEMPER	OK
2	DUAL PRİNT KALAYLI YÜZ BASK BEYAZ	2 TEMPER	185°	10/10	OK	2 TEMPER	OK
3	DUAL PRİNT KALAYLI YÜZ BASKI SİYAH	1 TEMPER	185°	10/10	OK	1 TEMPER	OK
4	DUAL PRİNT KALAYLI YÜZ BASKI BEYAZ	1 TEMPER	185°	10/10	OK	1 TEMPER	OK
5	DÜZ CAM BASKISIZ	1 TEMPER	185°	10/10	OK	1 TEMPER	OK
6	DÜZ CAM BASKISIZ	1 TEMPER	185°	10/10	OK	1 TEMPER	OK
7	DÜZ CAM BASKISIZ	2 TEMPER	185°	10/10	OK	2 TEMPER	OK
8	DÜZ CAM BASKISIZ	2 TEMPER	185°	10/10	OK	2 TEMPER	OK
9	DUAL PRİNT 120 T KALAYLI YÜZ BASKI SİYAH	1 TEMPER	185°	10/10	OK	1 TEMPER	OK
10	DUAL PRİNT 120 T KALAYLI YÜZ BASKI BEYAZ	1 TEMPER	185°	10/10	OK	1 TEMPER	OK
11	DUAL PRİNT 120 T KALAYLI YÜZ BASKI SİYAH	2 TEMPER	185°	10/10	OK	2 TEMPER	OK
12	DUAL PRİNT 120 T KALAYLI YÜZ BASKI BEYAZ	2 TEMPER	185°	10/10	OK	2 TEMPER	OK
13	DÜZ CAM YCRD00002Z 62 T	2 TEMPER	185°	10/10	OK	2 TEMPER	OK
14	DÜZ CAM YCRD00002Z 62 T	1 TEMPER	185°	10/10	OK	1 TEMPER	OK

4.2. Opaklık kontrolü

X-rite 361 densitometre boyanın opaklığını kontrol etmek için kullanılır, opaklık 3 D'den büyük olmalıdır.

Numune için gelen opaklık değeri: 4.4 D



Şekil 2: Transmission Densitometer

4.3. Parlaklık kontrolü

Parlaklık kontrolünde 60° evrensel ölçümdür. Aksi belirtilmedikçe 60° kullanılır. Boya parlaklık ölçümünü değerlendirebilmek için 60° dikkate alınır.

Yapılan benchmarklarda karşılaştırdığımız referans ürün değeri 12 GU iken yaptığımız imalat sonucu kendi ürünümüzün parlaklık değeri 7 GU gelmiştir.

4.4. Çizik testi

Üretilen baskılı, temperli camların baskılı yönden çizik testi ile boyanın fırında pişmesi testi gerçekleştirilir. Erichsen kalem ile boya üzerine 10 N'luk güç uygulanır, çizilme ya da boyada kalkma görülmemelidir. Bu testin uygulanma sebebi ise boyanın yeterince pişip pişmediğinin kontrol edilmesidir. Mevcutta 10 N çizilme direncine karşı dayanım emaye boyalar için kabul edilebilir seviyedir.



Şekil 3: Çizik, opaklık, ısı, termal şok testi ve parlaklık kontrolü yapılan logo baskılı cam

Ek olarak, yukarıda yaptığımız testler logo basılmış ürün üzerineyken, komple zemin baskı yapılmış ürün de kimyasal dayanıklılık yönünden test edilmiştir. Ve Sonuçlar benchmark yapılan ürün ile kıyaslanmıştır.

4.5. Kimyasal test

4.5.1. Birinci aşama (temizlik malzemelerine karşı dayanım testi)

Aşağıda belirtilen maddeler camın boyalı yüzeyine sürülerek 20-25 derecede (oda şartlarında) 20 dakika bekletilir. Camın üzerinde bekleyen malzemeler silinir, farklı açılardan camın hem ön yüzeyine hem arka yüzeyine bakılır. Eğer her iki yüzde lekeler belli olmazsa yani sonuç değerlendirme tablosundaki 5 veya 4 puana tekabül ediyor ise test başarılıdır.

Tablo 3: Temizlenebilirlik test malzemeleri

Cama Uygulanacak Malzeme	Marka 1	Marka 2
Fırın Temizleyici Madde	Henkel Sidol-Backofen&Grill	Johnson-Mr. Muscle oven
Kireç Çözücü	Henkel-Kalk Fix	Henkel-Lime Lite
El Kremi		
Güneş Kremi		
Pril (Lysoform)	Henkel-Pril	Henkel-Pril

Tablo 4: Test değerlendirme tablosu

5	Herhangi Bir İz Yok
4	Çoğunlukla Özel Işık Altında ve Özel Bir Açıda Gözlemlenebilir, Hafif Renk Dağılıması
3	Çoğunlukla Gözlemlenebilir Hafifin Bir Tık Üstü Renk Dağılıması
2	Sürekli Gözlemlenir
1	Tam Renk Dağılıması

4.5.2. İkinci aşama (gıda ürünlerine dayanım testi)

Aşağıda belirtilen maddeler camın boyalı yüzeyine sürülür, daha sonra camlar önceden ısıtılmış 80°C deki fırına koyulup 30 dk. içinde bekletilir. Aşağıda belirtilen maddeler cam üzerine bir fındık büyüklüğü kadar uygulanmalıdır.

Tablo 5: Test malzemeleri

Dayanım Test Malzemeleri		
Süt (laktik asit)	Limon (%10 sitrik asit)	Ketçap ve Hardal
Zeytin Yağı	Kahve	Sirke

4.5.3. Üçüncü aşama (grease resistance - yağ dayanım testi)

200°C de bulunan yağ camın üzerine dökülür. (Yağı 200°C ye çıkarmak için beherin içine konularak ve etüvde ısıtılır)

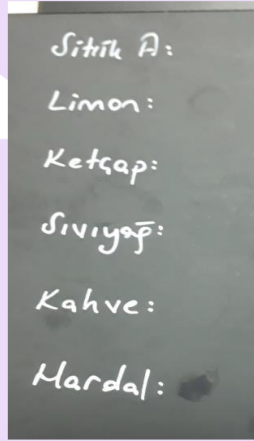
4.5.4. Dördüncü aşama (cleanability - temizlenebilirlik testi)

Tablo 6: Test malzemeleri

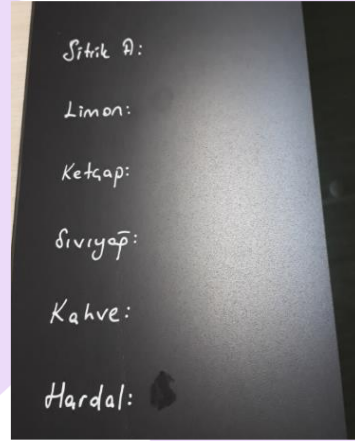
Temizleyici	Temizleyici Ekipman	Temizleme Sıklığı	Yük	Sonuç (puan)
Sıcak Köpüklü Su	Yumuşak Bez	5 Kez	1Kg	4 ya da 5

Tablo 7: Yapılan tüm test sonuçları

KİMYASAL TESTLER	KİMYASAL DAYANIM TESTLERİ RENK PLAKASI	KİMYASAL DAYANIM TESTLERİ K.AMERİKA CAMI
SİTRİK ASİT	LEKE YOK	LEKE YOK
LİMON	AZ LEKE VAR	AZ LEKE VAR
DOMATES SALÇASI	LEKE YOK	LEKE YOK
ZEYTİN YAĞI	LEKE YOK	LEKE YOK
KAHVE	LEKE YOK	LEKE YOK
HARDAL	LEKE YOK	LEKE YOK
LAKTİK A.	LEKE YOK	LEKE YOK
KİREÇ Ç.	LEKE VAR	LEKE VAR
MUTFAK T.	AZ LEKE VAR	LEKE YOK
GÜNEŞ KREMİ	LEKE YOK	LEKE YOK
EL KREMİ	LEKE YOK	LEKE YOK
PRIL	LEKE YOK	LEKE YOK



A

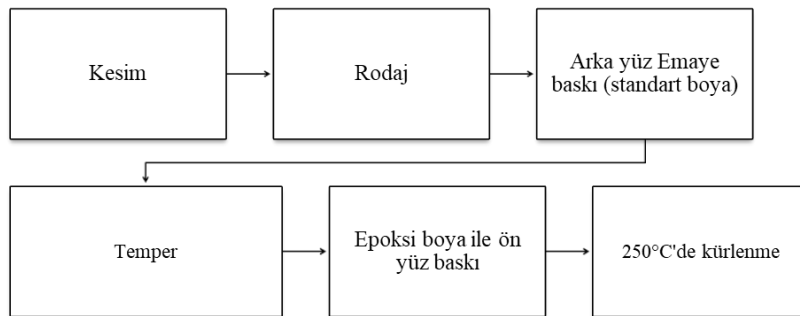


B

Şekil 4: Test sonrası A numune cam B referans cam

Üretilen çift yüzeyli baskılı camlar çift tempere girdiği için fragmantasyon değeri ve mekanik dayanımının standart üretilen camlardan farklı olmamalıydı. Yapılan testlerde fragmantasyon değeri 60'ın üzerinde çıkmış olup, mekanik dayanımı bilya düşürme testi ile test edilmiştir ve ürünler 535 gr. Ağırlığındaki bilya ile 65 cm'den yükseklikten atılarak gerçekleştirilmiş olup herhangi bir kırılma gözlemlenmemiştir.

Tedarikçi 2 ile geliştirdiğimiz boya beyaz renkli ve epoksi boya idi ve temperlenebilme özelliği yoktu. Onun yerine boya 250 derecede kürlenme özelliğine sahip olup, üretim proses akışı şu şekildeydi.



Şekil 5: Üretim proses akışı

Ancak görüldü ki bu boyanın da çizilme ve temizlenebilirliği kriterleri karşılayamayacak kadar zayıftı. Çizilme ve temizlenebilirlik testlerinin sonucu aşağıda gösterilmiştir. Tedarikçi_2 ile geliştirme çalışmaları devam etmektedir.



Şekil 6: A Çizik ve B temizlenebilirlik testi

5. Sonuç ve kazanımlar

Mevcutta beyaz eşya sektöründe bizim gibi cam işleme tesisi olan Almanya menşeli X firması da çift taraflı baskı yöntemiyle üretim yapmaktadır. Yapılan üretim prosesleri aynı olsa da teknik açıdan farklıdır. Onların kullandıkları boya türü bizimkine kıyasla çok daha fazla sayıda granül içermektedir. Bu granüller cam üzerinde fazlasıyla pürüzlü bir yapı oluşturarak temper işleminde camın merdaneye temas eden yüzey alanını azaltmakta ve dolayısıyla boyanın merdanelere yapışma problemlerini ortadan kaldırmaktadır. Bizim kullandığımız ve tedarikçimizin bize özel olarak temperleme şartlarımıza göre ürettiği boyada ise boya yüksek sıcaklık direnci olduğundan temper sırasında ergime noktasına ulaşmamaktadır. Dolayısıyla yapışma problemi yaşanmamaktadır. X firmasının ürettiği cam çok pürüzlü (teflon) olduğundan çizik direnci az ve doku hissiyatı cama göre çok farklıdır. Bu sebeple aşındırma testlerinde veya çizik testlerinde geliştirdiğimiz boyaya göre daha düşük performans sergilemektedir. Tedarikçimiz ile geliştirdiğimiz boyada granüllü yapı az olup çizilme direnci yaklaşık 2 N X firmasının ürününe göre daha fazladır ve oluşturduğumuz doku pütürlü olmadığından camın arka kısmındaki camsı görüntü devam etmektedir.

Bu projede yapılan çalışmalar ile cam üzerinde çift taraflı baskıya olanak sağlayacak boya geliştirilmiş olup, temperleme ve baskı proses parametreleri ve proses akışı belirlenerek farklı cam cinslerinde yapılabirlik dışında kalan renklerin üretimi mümkün hale gelmiştir. Geliştirilen boya yüksek sıcaklıkta (750 santigrat derece) yumuşamadığından bu boya ile basılan taraf ilk kez temperlendikten sonra ikinci temper prosesinde merdanelere herhangi bir iz bırakmadan değebilmektedir. Bunun yanı sıra bu boya ile üretim yapıldığında kurutma sıcaklığı normal ürünlerden farklı olup, yüksek kimyasal dirence sahip olabilmesi için optimum kurutma parametresi 150 derece olarak belirlenmiştir.

Standart cam üretim akışına ek olarak 2 ayrı proses daha eklenmiştir. Bunlar; 1. temper sonrası baskı ve bu baskının cam üzerinde pişmesi için 2. temperleme prosesidir.

Ancak geliştirilen bu boya rengi siyahtır. Beyaz ya da açık başka bir renk için üretim know-how mevcut değildir. Ürün yelpazemizi daha da geliştirmek, sektörde bu konuda bir ilk olmak ve kullanılan koyu renkli camlarda ekran kontrol sembollerinin ve logoların görünürlüğünü sağlamak için beyaz (açık) renkte yüksek sıcaklıkta yumuşamayan boya geliştirme denemelerimiz tedarikçimiz ile devam etmektedir.

Bu çalışmalar sonucunda elde edilen kazanımlar şu şekildedir;

Epoksi boya ve çift temperleme prosesinin hangi şartlarda ve hangi üretim teknikleri ile yapılabileceği hakkında detaylı bilgi kazanımı elde edilmiştir.

Çift yüz baskı yaparak çift temperleme prosesi bünyemizde bir ilk olması sebebiyle edinilen bilgiler sadece koyu füme cam üretiminde değil, reflekte cam üretiminde ve diğer ışık geçirgenliği düşük olan camlarda da kullanılmasına baz oluşturacaktır.

- Yeni tasarım ve buluşların önünün açılması
- Yeni tasarımlar elde etmek.
- Geleceğe yön verecek buluşların önünü açmak.
- Ürün yelpazesinin genişlemesi.
- Üst segment ürünler üretip yurtdışı pazarındaki bilinirliğimizi ve ihracat payımızı artırmak.
- Yurt dışı menşeli rakiplerimizin teknolojilerinden geri kalmamak ve Türk markası altında ihracat payı artırılması.
- Ürün tasarımlarındaki kısıtlamalardan kurtulmak.
- Kalite standartlarımızı artırmak hedeflenmiştir.

6. Kaynakça

- [1] Barletta M., Puopolo M., Gisario A., Vesco S., “Application and drying at ambient temperature of thick organic–inorganic hybrid coatings on glass”, *Surface & Coating Technology*, 2013, 236: 212–223.
- [2] Beltrán, M., Schibille, N., Brock, F., Gratze, B., Vallcorba, O., & Pradell, T. (2020). Modernist enamels: Composition, microstructure and stability. *Journal of the European Ceramic Society*, 40(4), 1753–1766. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2019.11.038>
- [3] D. (2019, August 12). Impressively printed. SCHOTT Innovation. <https://www.schott.com/innovation/en/impressively-printed/>

DETERMINATION OF SENSORY PROPERTIES OF SARDINE (*Sardina pilchardus*) FISH SAUCE

SARDALYA (*Sardina pilchardus*) BALIK SOSUNUN DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Selin Özge Dinç^{1*}, İbrahim Ender Künili², Aybüke Aynur Soykan³, Fatma Çolakoğlu⁴

^{1,4} Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Türkiye

¹ ORCID ID: 0000-0003-1597-1929, selinozge.dinc@comu.edu.tr

⁴ ORCID ID: 0000-0002-2211-8371, arikfatmaa@yahoo.de

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Türkiye

² ORCID ID: 0000-0003-2830-6979, enderkunili@yahoo.com

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Türkiye

³ ORCID ID: 0000-0003-3164-4565, aybuke_soykan@hotmail.com

* Corresponding Author

Abstract

Fish sauce is a product that is widely used around the world, has a characteristic odor and is obtained from salted fish. In the modern diet, fish sauces, like other sauces, have become an indispensable part of the meal as a flavoring. In this study, with the aim of producing fish sauce from sardine fish (*Sardina pilchardus*), which is identified with Çanakkale-Gelibolu, and determining the sensory properties of the product, sauces were produced with three different salinity rates (10-15-20%). The obtained product groups were examined by trained panelists according to pre-defined characteristics within descriptive sensory analysis. The color characteristics of the products were determined by instrumental analysis. As a result of the study, caramelized, fermented, fishy and partially roasted aromas were clearly determined in all fish sauces. In terms of basic taste, an umami taste dominated by sourness was determined in 10% salty sauces, while only saltiness was dominant in 15% and 20% salty sauces. In the aromas left in the mouth after tasting, the fishy taste was dominant in the product prepared with 10% salt, the presence of salty and caramelized taste was determined in the 15% salty ones. It was observed that the salt taste was dominant and the other aromas were suppressed in the 20% salty sauces. According to color properties, while the L* values of the sauces were determined in the range of 45.12-52.19, the a* value of sauces prepared with 10%, 15%, and 20% salinity was 3.30, 3.37, and 15.47, respectively. The b* values of the sauces were 20.11, 32.94 and 49.31, respectively, with the increase in salinity. The color results indicated that 10% and 15% salted fish sauces resulted in lighter brown color than the other sauces in terms of color intensity and the desired amber color level was reached in 20% salted fish sauce. As a result, among the fish sauce groups, the sauce prepared with 15% salinity was generally the best product group.

Keywords: Fish sauce, *Sardina pilchardus*, color, descriptive sensory analysis.

1. Giriş

Modern beslenme anlayışında soslar besinlerin albenisini arttırmak amacıyla yoğun kullanılmaktadır. Bu kullanımlarda, lezzet ve görünüm özellikleri sosun tercihinde kilit rol oynamaktadır (Nakano ve diğerleri, 2018). Geçmişten günümüze gelen süreçte, balzamik sirke, mayonez-ketçap, nar ekşisi, soya sosu, domates sosu, çeşitli salça türleri ve balık sosu sofralara zenginlik katmış ve hatta bazı kültürlerle özdeşleşmiştir (David ve diğerleri, 2008; Kwon ve diğerleri, 2015; Diez-Simon ve diğerleri, 2020). Örneğin Kore geleneksel kırmızı biber etnik sosu (Gochujang) yüzyıllardır kızartılmış baharatlı tavuk ve geleneksel Kore yemeklerini lezzetlendirmek için kullanılmaktadır (Kwon ve diğerleri, 2015). Soya sosu ise özellikle Asya ülkelerinde, suşi, sashimi, kızartılmış erişte, her türlü balık, et ve sebze yemekleriyle bütünleşmiştir (Diez-Simon ve diğerleri, 2020). Benzer şekilde balık sosu, eşsiz aroması sayesinde Güneydoğu ve Doğu Asya ülkelerinde çeşni veya baharat olarak özel bir yere sahiptir (Xu ve diğerleri, 2008; Yoshikawa ve diğerleri, 2010). Ayrıca bu sos, Asya'dan Afrika ve Avrupa'ya yayılarak birçok coğrafyada mutfak kültürünün önemli bir parçası haline gelmiştir (Lopetcharat ve diğerleri, 2001; Sun ve diğerleri, 2016; Zang ve diğerleri, 2020).

Balık sosu, berrak kırmızıdan kahverengiye dönen kehribar rengi, belirgin umami tat ve aroma özellikleri sayesinde son yıllarda popülaritesi artan fermente bir üründür (Gao ve diğerleri, 2020). Balık sosunun tat ve renk gibi eşsiz tüketim özellikleri, tuz konsantrasyonu ile birlikte fermentasyon koşullarına bağlı olarak gerçekleşen, bir dizi biyokimyasal reaksiyonlardan

kaynaklanmaktadır (Zang ve diğerleri, 2020; Zhu ve diğerleri, 2021). Ortamda bulunan protein, lipid ve karbonhidratların mikrobiyal flora ve endojen enzimler ile etkileşimi sonucu, çok sayıda lezzet bileşenleri serbest kalmakta (Mouritsen ve diğerleri, 2017; Zang ve diğerleri, 2020), ve özellikle ortaya çıkan aldehit, yağ asitleri ve çeşitli aminoasitler eşsiz bir aroma oluşturarak ürünün albenisini arttırmaktadır (Lopetcharat ve diğerleri, 2001; Yongsawatdigul ve diğerleri, 2007; Dong ve diğerleri, 2017).

Genel olarak balık sosu, belirgin umami ve tuzlu bir tada sahiptir ve bu tat özelliğine belirli bir tatlılık ve acılık da eşlik etmektedir (Gao ve diğerleri, 2020). Yapılan bazı çalışmalar balık sosunun aromasını, amonyaklı bileşikler, bazı aminler, düşük molekül ağırlıklı yağ asitleri ve oksidatif tepkimelerinden kaynaklı olduğu düşünülen amonyak, peynir ve et aroması ile karakterize etmektedir (Dougan ve Howard, 1975; Beddows ve diğerleri, 1976; Shimoda ve diğerleri, 1996). Diğer çalışmalarda ise, bu karakterize aromalara ek olarak karamelize, balıksı, peynir, malt, patates, et suyu/et, salamura ve kükürt gibi birçok aromanın da var olabildiği ifade edilmektedir (Giri ve diğerleri, 2010; Lapsongphon ve diğerleri, 2015).

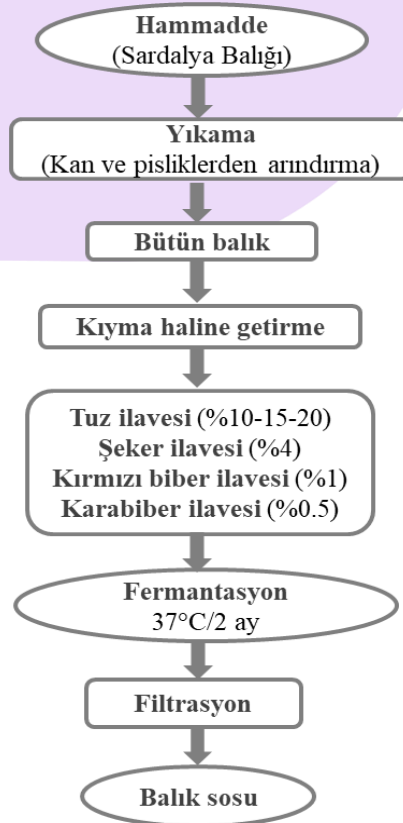
Günümüzde hayat şartlarına bağlı olarak gerçekleşen tüketici taleplerindeki değişimlerin, gelecekte de hız kazanarak devam edeceği düşünülmektedir. Bu nedenle gıdaların kalite ve duyuşal özellikleri ile albenisinin artırılması üzerine yapılan çalışmalar her geçen gün artış göstermektedir. Yapılan bu çalışmada, 3 farklı tuz konsantrasyonunda (%10-15-20) balık sosu üretilerek, elde edilen sosların duyuşal özellikleri incelenmiştir. Sos üretimi için Çanakkale-Gelibolu ile özdeşleşmiş sardalya balığı kullanılmış, yörede rağbet gören ve kendine has tat/aroması olan bu balıktan (Çolakoğlu ve diğerleri, 2019), sos üretiminde de aromatik ürün elde edilmesi amaçlanmıştır. Fermantasyon sürecinin sonunda elde edilen balık soslarının duyuşal özellikleri, tarife dayalı duyuşal analiz ve enstrümantal analizlerle belirlenmiştir. Böylece, başlıca tuz konsantrasyonuna bağlı olarak gerçekleşen sardalya sosundaki duyuşal özellikler hakkında birçok tanımlayıcı veri, literatüre kazandırılmıştır.

2. Materyal ve metot

Hammadde olarak kullanılan sardalya balığı Çanakkale ili balık halinden taze olarak temin edilerek, strafor kutularda buzlanmış olarak üretime kadar muhafaza edilmiştir. Çalışmada kullanılan deniz tuzu (Billur), karabiber (Bağdat) kırmızıbiber (Bağdat) ve şeker (Torku) yerel bir marketten temin edilmiştir.

2.1. Balık sosu üretimi

Balık sosu, Ormancı ve diğerlerinin (2018) verdiği metodun modifiye edilmesi ile üretilmiştir (Şekil 1). Öncelikle sardalya balıkları yıkanmış ve sos üretimi için kıyma haline getirilmiştir. Üç gruba ayrılan balık kıymasına, farklı oranlarda (%10-15-20) tuz ve belli oranlarda karabiber (%0.5), kırmızıbiber (%1) ve şeker (%4) eklenerek homojen bir karışım elde edilmiştir. Elde edilen karışım daha sonra cam kavanozlara alınarak 37°C' de yaklaşık olarak 2 ay fermente edilmiştir. Fermantasyon sonrasında elde edilen ürünler süzülerek sıvı kısım katı kısımından ayrılmıştır. Süzdürme işleminden sonra elde edilen sıvı kısım son ürün olarak, oda sıcaklığında analizlere kadar depolanmıştır.



Şekil 1: Balık sosu üretimi

2.2. Tarife dayalı duyuşal analiz

Balık soslarının karakteristik duyuşal özellikleri 6 eğitimli panelist katılımcı tarafından incelenmiştir. Sunum esnasında ürünler kodlanarak panelistlere düzensiz şekilde sunulmuştur. Analizde Ritthiruangdej ve Suwonsichon (2006)'ın kullandığı terimler modifiye edilerek kullanılmış ve kullanılan terimler ile tanımları Tablo 1'de verilmiştir. Panelistlerce ürün özellikleri renk, aroma, temel tatlar ve tadım sonrası ağızda kalan his başlıkları altında incelenerek, "en düşük değer = 1" ve "en yüksek değer = 9" olarak belirlenmiştir.

Tablo 1: Tarife Dayalı Duyuşal Analiz Terimleri

Aromalar	
Tatlı aroma	Koklayarak algılanan şeker ile ilişkili aroma
Karamelize aroma	Koklayarak algılanan kahverengi şeker ile ilişkili aroma
Fermente aroma	Koklayarak algılanan fermente balık ile ilişkili aroma
Kavrulmuş aroma	Koklayarak algılanan kavrulmuş fıstık veya fındık ile ilişkili aroma
Etimsi aroma	Koklama ve tatma esnasında algılanan haşlanmış et ile ilişkili aroma
Peynirimsi aroma	Koklama ve tatma esnasında algılanan peynir yada süt ürünleri ile ilişkili aroma
Balıksı aroma	Koklayarak algılanan balık ürünlerinden üretilen uçucu bileşimler veya aromalar
Ransid aroma	Koklayarak algılanan ekşimiş süt, acımuş yağ, bozulmuş gibi istenmeyen ve hoşla girmeyen ve taze olmayan koku ile ilişkili aroma
Temel Lezzetler	
Tatlı tat	Dil tarafından algılanan sükröz (sakaroz) çözeltisi ile ilişkili esas tat faktörü
Tuzlu tat	Dil tarafından algılanan sodyum klorür çözeltisi ile ilişkili esas tat faktörü
Acı tat	Dil tarafından algılanan kafein çözeltisi ile ilişkili esas tat faktörü
Ekşi tat	Dil tarafından algılanan sitrik asit (limon tuzu) ile ilişkili esas tat faktörü
Umami tadı	Dil tarafından algılanan monosodyum glutamat (MSG) çözeltisi ile ilişkili esas tat faktörü
Tadım sonrası (Ağızda kalan tat)	
Tatlı	Örneği yuttuktan sonra kalan solüsyondaki saf rafine şeker ile ilişkili esas tat faktörü
Tuzlu	Örneği yuttuktan sonra kalan sodyum klorür çözeltisi ile ilişkili esas tat faktörü
Acı	Örneği yuttuktan sonra kalan kafein çözeltisi ile ilişkili esas tat faktörü
Karamelize lezzet	Yutma sırasında kokan veya tatma esnasında algılanan solüsyondaki doğal kahverengi şekerin karakteristik aroması
Balıksı lezzet	Yutma sırasında kokan veya tatma esnasında algılanan balık ürünlerinin karakteristik aroması
Peynirimsi	Yutma sırasında kokan veya tatma esnasında algılanan peynir yada süt ürünleri ile ilişkili aroma
Ransidite	Yutma sırasında kokan veya tatma esnasında algılanan ekşimiş süt, acımuş yağ, bozulmuş gibi istenmeyen ve hoşla girmeyen ve taze olmayan koku ile ilişkili aroma
Kavruk	Yutma sırasında kokan veya tatma esnasında algılanan kavrulmuş fıstık veya fındık ile ilişkili aroma
Metalik	Yutma sırasında kokan veya tatma esnasında algılanan demir para, pas veya kan gibi tatlara benzer olan aroma
Renk	
Kahverengi yoğunluğu	

2.3. Renk analizi

Renk tayini Minolta Chromometer cihazı kullanılarak yapılmış, örneklerin rengi L*, a* ve b* değerleri ile belirlenmiştir. Analize başlamadan önce beyaz plakaya karşı standardizasyon yapılmıştır. Hunter Lab renk skalasına göre L=0 (siyah), L=100 (beyaz); -a (yeşillik), +a (kırmızılık); -b (mavilik), +b (sarılık) değerlerini ifade etmektedir (Hunter, 1975).

2.4. İstatistiksel analiz

Balık sosları örnekleri arasındaki duyuşal özellik ve renk değerlerindeki önemli farklılıkları belirlemek için varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Varyans analizinin ardından farklar Tukey ve Duncan testleri ile analiz edilmiştir. Balık sosu örneklerinin ortalama puanları dikkate alınarak, sonuçlar ortalama ± standart sapma (SD) olarak sunulmuştur.

3. Tartışma ve bulgular

Tarife dayalı duyuşal analiz kapsamında, tüm sos numunelerinin tat değerlendirmelerinde baskın aromalar karamelize, fermente, balıksı ve kısmen kavrulmuş olarak ifade edilmiştir (Tablo 2). Özellikle %20 (8.17) ve %15 (8.0) tuzlu soslarda kavrulmuş, %10 tuzlu soslarda fermente ve kavrulmuş (7.67) aroma belirlenmiştir (p>0.05). Soslar temel lezzetler açısından değerlendirdiğinde, %10 tuzlulukla üretilen balık sosu; ekşi (8.00) ve umami (7.50) tadımın yoğunluğu ile diğer sos gruplarından ayrılmıştır (p<0.05).

Tuzluluğun artması ile beraber ise, soslarda diğer temel lezzetlerin baskılanarak en belirgin tanımlanan temel lezzet bileşeninin tuz olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Tadım sonrası ağızda kalan tatlarda ise %15 ve 20 tuzluluklarla üretilen soslarda tuz tadının varlığı belirgin olarak tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bununla birlikte %15 tuzlu sosta bir diğer baskın tat karamelize olarak belirlenirken, %10 tuzlu balık sosun duyuşal tarifinde ağızda kalan tat balıgımsı olarak ifade edilmiştir ($p<0.05$).

Russo ve diğerleri (2020), hamsiden (*Engraulis encrasicolus*) üretilen 5 farklı ticari İtalyan balık sosu örneğinde yapılan tarife dayalı duyuşal analiz sonuçlarında, peynir, balıgımsı, umami, et ve kavrulmuş aromaların farklı yoğunluklarda olduğunu bildirmiştir. Başka bir çalışmada, 40 günlük bir fermantasyon süresinin sonunda kertenkele balıgından (*Saurida wanieso viscera*) elde edilen sos grupları içerisinde umami ve tatlılığın baskın olduğu grubun en beğenilen balık sosu grubu olduğu ve yine aynı grubun en düşük acılığa sahip olduğu belirtilmiştir (Zhong ve diğerleri, 2015). Soslardaki aroma yoğunluğu, kullanılan hammadde balıktaki amino asit kompozisyonu ve fermantasyon sonucu ortaya çıkan amino asitlerin yoğunluğuna göre değişebilmektedir (Zhang ve diğerleri, 2020). Vietnam balık sosunun aroması ile yapılan bir çalışmada, aroma aktif bileşenlerin belirlenmesi amacıyla sentetik yoldan sos üretimi yapılmış, duyuşal analizlerde sosun yoğun umami ve tatlı aromasının glutamik asit, piroglutamik asit ve alanin içeriğinden etkilendiği belirtilmiştir (Park ve diğerleri, 2002). Jiang ve diğerleri (2007), farklı fermantasyon koşullarının geleneksel bir Çin balık sosunun duyuşal özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmada, yapılan duyuşal analizlerde fermantasyon süresinin uzamasının umami, balıksı, tuzlu, etli ve kavrulmuş tatları arttırdığını, özellikle 180 gün ve üzeri sürelerde umami tadın en belirgin tat bileşeni olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada bir hafta boyunca 50°C'deki fermente edilen üründe ise, balıksı, tuzlu ve peynirli tat sonuçlarının bariz şekilde arttığı bildirilmiştir (Jiang ve diğerleri, 2007). Yapılan bir başka çalışmada ise duyuşal analizlerde 18 aylık fermantasyon sürecinde en yüksek umami tat 12. ayda belirlenmiş bu durum e-dil analizleri ile doğrulanmıştır (Zhu ve diğerleri, 2021). Sos üretiminde hammadde ve fermantasyon koşulları yanı sıra üretimde kullanılan yardımcı katkı maddeleri ve baharatların da, sosun tat ve aroması üzerine etkisi bulunmaktadır. Kılınc ve diğerleri (2006), yaptıkları çalışmada sardalya balığı ile %10 tuzlulukta yapılan sos üretiminde farklı baharat ilavesinin de üründe renk, tat ve aroma gelişimini etkilediğini bildirilmiştir.

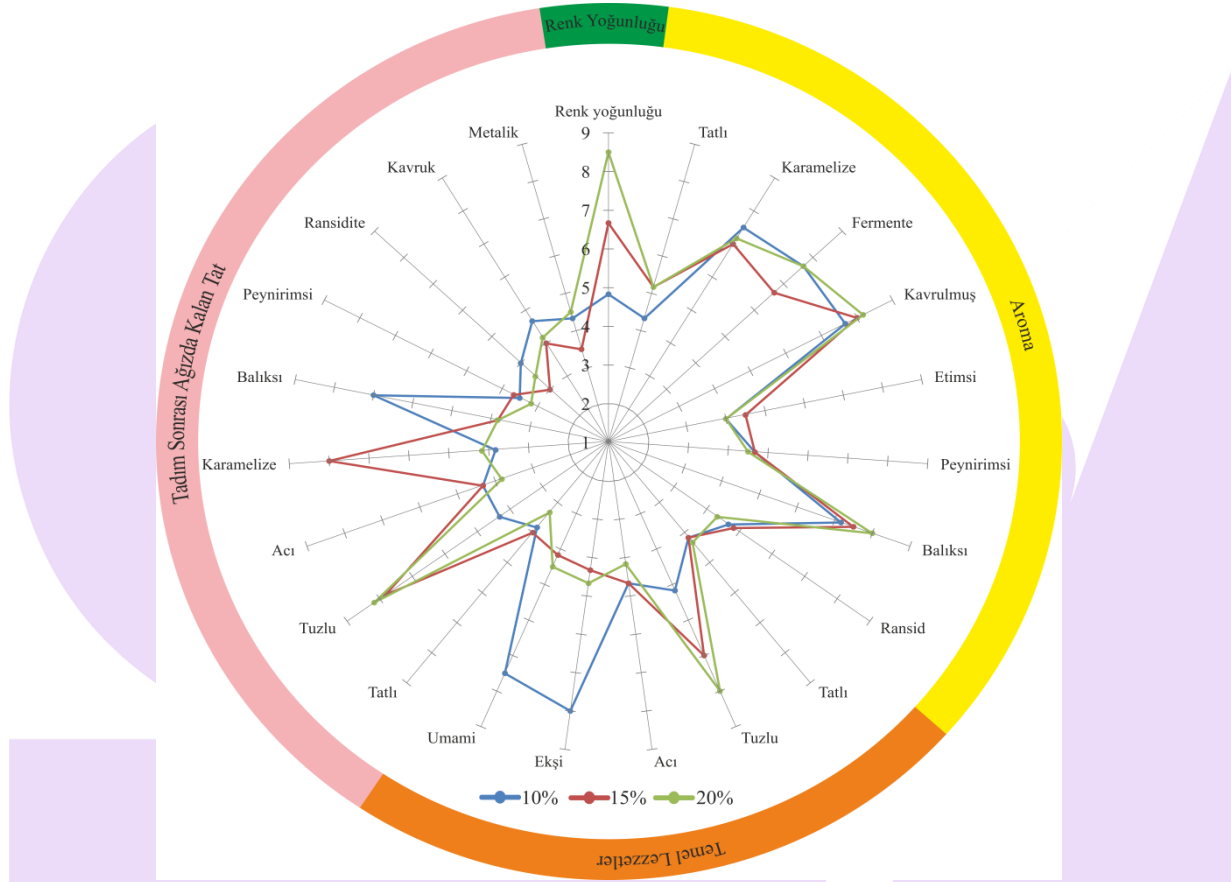
Tablo 2: Farklı tuz konsantrasyonlarında üretilen balık soslarına ait tarife duyuşal analiz sonuçları

	%10	%15	%20
Aromalar			
Tatlı	4.33±1.21 ^a	5.17±0.75 ^a	5.17±0.75 ^a
Karamelize	7.50±0.55 ^a	7.00±0.89 ^a	7.17±0.98 ^a
Fermente	7.67±0.52 ^a	6.67±1.21 ^a	7.67±1.03 ^a
Kavrulmuş	7.67±1.03 ^a	8.00±0.63 ^a	8.17±0.75 ^a
Etimsi	4.00±0.63 ^a	4.50±0.84 ^a	4.00±0.63 ^a
Peynirimsi	4.67±1.21 ^a	4.67±0.82 ^a	4.50±0.84 ^a
Balıksı	7.17±0.75 ^a	7.50±0.55 ^a	8.00±0.89 ^a
Ransid	4.67±0.82 ^a	4.83±0.75 ^a	4.33±1.21 ^a
Temel lezzetler			
Tatlı	4.17±0.75 ^a	4.17±1.17 ^a	4.33±1.03 ^a
Tuzlu	5.17±0.75 ^b	7.00±0.63 ^a	8.00±0.63 ^a
Acı	4.67±0.82 ^a	4.67±0.82 ^a	4.17±0.75 ^a
Ekşi	8.00±0.63 ^a	4.33±0.82 ^b	4.67±0.82 ^b
Umami	7.50±0.55 ^a	4.17±0.75 ^b	4.50±1.05 ^b
Tadım sonrası ağızda kalan tat			
Tatlı	3.83±0.98 ^a	4.00±0.89 ^a	3.33±0.82 ^a
Tuzlu	4.33±1.21 ^b	7.83±1.17 ^a	8.17±0.75 ^a
Acı	4.33±1.03 ^a	4.33±1.21 ^a	3.83±0.75 ^a
Karamelize	3.83±0.75 ^b	8.00±0.63 ^a	4.17±0.75 ^b
Balıksı	7.00±0.41 ^a	3.83±0.75 ^b	3.83±0.75 ^b
Peynirimsi	3.50±1.05 ^a	3.67±1.21 ^a	3.18±0.75 ^a
Ransidite	4.00±0.89 ^a	3.00±0.89 ^a	3.50±1.05 ^a
Kavruk	4.67±0.82 ^a	4.00±0.63 ^a	4.17±0.75 ^a
Metalik	4.33±1.21 ^a	3.50±1.05 ^a	4.50±1.05 ^a
Renk yoğunluğu	4.83±0.75 ^c	6.67±0.82 ^b	8.5±0.55 ^a

Değerler aritmetik ortalama ± standart sapmadır. Satırlar arasındaki farklı harfler, önemli farklılıkları belirtmektedir. % ile ifade edilen değerler, balık sosu üretiminde kullanılan farklı tuz oranlarını ifade etmektedir.

Sosların renk yoğunluğu tarife dayalı duyuşal analiz kapsamında kahverengilik üzerinden değerlendirilmiş ve tuz oranının artışı ile renk yoğunluğu sırasıyla 4.83, 6.67 ve 8.50 olarak bulunmuştur ($p<0.05$) (Şekil 2). Yapılan çalışmalarda balık soslarının renk değerlerindeki farklılıkların, fermantasyon ortamının protein içeriğiyle ilintili olarak gerçekteşen Maillard reaksiyonlarına, tuz

konsantrasyonu gibi çeşitli faktörlere bağlı olan fermentatif aktiviteye, azotlu bileşiklerin çoğuna ve ürünün olgunlaşma durumuna bağlı gerçekleştiği düşünülmektedir (Kawashima ve Yamanaka, 1996; Lopetcharat ve diğerleri, 2001; Ajandouz ve diğerleri, 2011; Mueda, 2015; Han ve diğerleri, 2022).



Şekil 2: Farklı tuz oranları ile üretilen balık sosunun duyuşsal özellikleri

Balık soslarının renk özellikleri tarife dayalı duyuşsal analize ek olarak enstrümantal olarak da belirlenmiştir. Yapılan renk analizi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre sosların L* değeri en yüksek %15 tuzlulukta 5.19 olarak belirlenirken, en düşük %10 tuzlulukta 45.12 olarak belirlenmiştir (p>0.05). Sosların a* ve b* değerlerinin ise %10 ve %15 tuzlulukta benzer olduğu, %20 tuzlulukta ise sırasıyla 15.47 ve 49.31 olarak belirlenerek diğer gruplardan yüksek olduğu gözlemlenmiştir (p<0.05).

Tablo 3: Farklı tuz konsantrasyonlarında üretilen balık soslarına ait renk değerleri

	% 10	% 15	% 20
L*	45.12±2.23 ^a	52.19±5.33 ^a	49.66±2.64 ^a
a*	3.30±1.37 ^b	3.37±1.62 ^b	15.47±3.70 ^a
b*	20.11±7.95 ^b	32.94±8.23 ^b	49.31±8.15 ^a

Değerler aritmetik ortalama ± standart sapmadır. Satırlar arasındaki farklı harfler, önemli farklılıkları belirtmektedir. Tabloda yer alan; L*=0 (siyah), L*=100 (beyaz); -a (yeşillik), +a (kırmızılık); -b (mavilik), +b (sarılık) değerlerini ifade etmektedir. % ile ifade edilen değerler, balık sosu üretiminde kullanılan farklı tuz oranlarını ifade etmektedir.

Kılınc ve diğerleri (2006), sardalya ile yaptıkları sos çalışmasında farklı tuz, şeker ve baharat konsantrasyonlarında elde ettikleri balık soslarının L* değerlerini 34.40-64.25, a* değerlerini 2.03-10.89 ve b* değerlerini 10.19-25.01 aralığında bildirmişlerdir. Elde edilen bu değerlerin bu çalışma sonuçları ile benzer olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise sardalya balığının farklı tuz konsantrasyonları (%15-20-25) ve farklı fermentasyon sürelerindeki renk değerleri incelenmiş, bu çalışma ile aynı fermentasyon süresinde incelenen renk değerlerinde sonuçlarımızdan farklı olarak L* değerinin tuzluluk artışı ile arttığı (57.41-66.22), a* değerinin ise tam tersi bir değişimle düştüğü belirlenmiştir (12.11-1.36) (Klomklao ve diğerleri, 2006). Diğer yandan, hamsinin hammadde olarak kullanıldığı geleneksel bir İtalyan balık sosu çalışmasında ise renk değerleri; L*(23.47-39.63), a*(15.53-25.33) ve b*(15.91-31.83) olarak ifade edilmiştir (Russo ve diğerleri, 2020).

4. Sonuç

Sonuç olarak balık sosu hammadde, yardımcı maddeler ve fermentasyon koşullarına bağlı olarak birçok tat ve aroma bileşeninin varlığı ve eşsiz bir renk oluşumu ile karakterize edilebilen bir üründür. Fermentasyon sürecinin doğru yönlendirilmesi ile oluşan uçucu ve uçucu olmayan bileşenler balık sosuna eşsiz tüketim özellikleri katmaktadır. Balık sosları lezzet verici bileşenler olarak her geçen gün daha çok ilgi görmektedir. Bu nedenle balık sosunun duyuşal özelliklerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi, farklı yöntemler ile bu özelliklerin hangi bileşenlerden kaynaklandığının doğrulanması ve endüstriyel üretime yönlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu kapsamda yapılacak detaylı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

5. Kaynakça

- Ajandouz, E.H., Tchiakpe, L.S., Ore, F.D., Benajiba, A. & Puigserver, A., (2001). Effects of pH on caramelization and Maillard reaction kinetics in fructose-lysine model systems. *Journal of food science*, 66(7), 926-931.
- Beddows, C.G., Ismail, M. & Steinkraus, K.H., (1976). The use of bromelain in the hydrolysis of mackerel and the investigation of fermented fish aroma. *Journal of Food Science and Technology*, 11, 379.
- Colakoglu, F., Künili, İ.E. & Ormancı, H., (2019). Fisheries Food Industry of Çanakkale. In Proceedings of the International scientific and practical conference “Bulgaria of regions” (Vol. 2, No. 1).
- Dong, Z., Tian, G., Xu, Z., Li, M., Xu, M., Zhou, Y. & Ren, H., (2017). Antioxidant activities of peptide fractions derived from freshwater mussel protein using ultrasound-assisted enzymatic hydrolysis. *Czech Journal of Food Sciences*, 35(4), 328-338.
- Dougan, J. & Howard, G.E., (1975). Some flavouring constituents of fermented fish sauces. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26(7), 887-894.
- Gao, P., Li, L., Xia, W., Xu, Y. & Liu, S., (2020). Valorization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish head for a novel fish sauce by fermentation with selected lactic acid bacteria. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie-LWT*, 129, 109539.
- Giri, A., Osako, K., Okamoto, A. & Ohshima, T., (2010). Olfactometric characterization of aroma active compounds in fermented fish paste in comparison with fish sauce, fermented soy paste and sauce products. *Food Research International*, 43(4), 1027-1040.
- Han, J., Kong, T., Wang, Q., Jiang, J., Zhou, Q., Li, P., Zhu, B. & Gu, Q., (2022). Regulation of microbial metabolism on the formation of characteristic flavor and quality formation in the traditional fish sauce during fermentation: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-20.
- Hunter, R.S. (1975). The measurement of appearance. *Jone Wiley & Sons. Inc.*, New York.
- Jiang, J.J., Zeng, Q.X., Zhu, Z.W. & Zhang, L. Y., (2007). Chemical and sensory changes associated Yu-lu fermentation process—A traditional Chinese fish sauce. *Food Chemistry*, 104(4), 1629-1634.
- Kawashima, K. & Yamanaka, H. (1996). Free amino acids responsible for the browning of cooked scallop adductor muscle. *Fisheries science*, 62(2), 293-296.
- Kilinc, B., Cakli, S., Tolasa, S. & Dincer, T., (2006). Chemical, microbiological and sensory changes associated with fish sauce processing. *European Food Research and Technology*, 222(5), 604-613.
- Klomklo, S., Benjakul, S., Visessanguan, W., Kishimura, H. & Simpson, B.K., (2006). Effects of the addition of spleen of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) on the liquefaction and characteristics of fish sauce made from sardine (*Sardinella gibbosa*). *Food Chemistry*, 98(3), 440-452.
- Lapsongphon, N., Yongsawatdigul, J. & Cadwallader, K.R., (2015). Identification and characterization of the aroma-impact components of Thai fish sauce. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(10), 2628-2638.
- Lopetcharat, K., Choi, Y.J., Park, J.W. & Daeschel, M.A., (2001). Fish sauce products and manufacturing: A review. *Food Reviews International*, 17, 65-88.
- Mouritsen, O.G., Duelund, L., Calleja, G. & Frøst, M.B., (2017). Flavour of fermented fish, insect, game, and pea sauces: Garum revisited. *International journal of gastronomy and food science*, 9, 16-28.
- Mueda, R.T., (2015). Physico-chemical and color characteristics of saltfermented fish sauce from anchovy *Stolephorus commersonii*. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 8(4), 565-572.
- Nakano, M., Sato, H., Watanabe, T., Takano, K. & Sagane, Y., (2018). Mining online activity data to understand food consumption behavior: A case of Asian fish sauce among Japanese consumers. *Food Science & Nutrition*, 6(4), 791-799.
- Ormancı, H.B., Künili, İ.E. & Colakoglu, F.A., (2018). Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) ve Atıklarından Balık Sosu Üretimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6, 177-185.
- Park, J.N., Watanabe, T., Endoh, K.I., Watanabe, K. & Abe, H., (2002). Tasteactive components in a Vietnamese fish sauce. *Fisheries science*, 68(4), 913-920.
- Ritthiruangdej, P. & Suwonsichon, T., (2006). Sensory properties of Thai fish sauces and their categorization. *Agriculture and Natural Resources*, 40(6), 181-191.

- Russo, G.L., Langellotti, A.L., Genovese, A., Martello, A. & Sacchi, R., (2020). Volatile compounds, physicochemical and sensory characteristics of Colatura di Alici, a traditional Italian fish sauce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(9), 3755-3764.
- Shimoda, M., Peralta, R.R. & Osajima, Y., (1996). Headspace gas analysis of fish sauce. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(11), 3601-3605.
- Sun, J., Yu, X., Fang, B., Ma, L., Xue, C., Zhang, Z. & Mao, X., (2016). Effect of fermentation by *Aspergillus oryzae* on the biochemical and sensory properties of anchovy (*Engraulis japonicus*) fish sauce. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(1), 133-141.
- Xu, W., Yu, G., Xue, C., Xue, Y. & Ren, Y., (2008). Biochemical changes associated with fast fermentation of squid processing by-products for low salt fish sauce. *Food Chemistry*, 107(4), 1597-1604.
- Yongsawatdigul, J., Rodtong, S. & Raksakulthai, N., (2007). Acceleration of Thai fish sauce fermentation using proteinases and bacterial starter cultures. *Journal of Food Science*, 72, 382-390.
- Yoshikawa, S., Kurihara, H., Kawai, Y., Yamazaki, K., Tanaka, A., Nishikiori, T. & Ohta, T., (2010). Effect of halotolerant starter microorganisms on chemical characteristics of fermented chum salmon (*Oncorhynchus keta*) sauce. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(10), 6410-6417.
- Zang, J., Xu, Y., Xia, W. & Regenstein, J.M., (2020). Quality, functionality, and microbiology of fermented fish: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(7), 1228-1242.
- Zhong, C., Nakanishi, M., Geng, J.T., Okazaki, E., Cao, M.J., Weng, W.Y. & Osako, K., (2015). Comparison of non-volatile taste-active components in fish sauce produced from lizardfish *Saurida wanieso viscera* under different conditions. *Fisheries Science*, 81(3), 581-590.
- Zhu, W., Luan, H., Bu, Y., Li, J., Li, X. & Zhang, Y., (2021). Changes in taste substances during fermentation of fish sauce and the correlation with protease activity. *Food Research International*, 144, 110349.