



ORDU
UNIVERSITY

Volume: 6 Issue: 2 DECEMBER 2020 TURKISH JOURNAL OF MARITIME AND MARINE SCIENCES



www.jmms.odu.edu.tr



ORDU
UNIVERSITY

Volume: 6 Issue: 2 DECEMBER 2020



TURKISH
JOURNAL OF
MARITIME
AND MARINE
SCIENCES

e-ISSN: 2564-7016

TURKISH JOURNAL OF MARITIME AND MARINE SCIENCES

The Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences is published by Ordu University
On Behalf of Fatsa Faculty of Marine Sciences

Correspondence Address: Ordu University, Fatsa Faculty of Marine Sciences 52400
Fatsa/Ordu, TURKEY

Web site: <http://dergipark.gov.tr/trjmms>

Tel: +90 (452) 423 50 53

Fax: +90 (452) 423 99 53

E-mail: trjmms@hotmail.com

Sort of Publication: Periodically

Publication Date and Place: 01/12/2020, ORDU, TURKEY

Publishing Kind: Online

OWNER

Ordu University
On Behalf of Fatsa Faculty of Marine Sciences

Prof. Dr. Latif KELEBEKLİ
(Dean)

EDITORS IN CHIEF

Dr. Hasan TÜRE

Assoc. Prof. Dr. Naciye ERDOĞAN SAĞLAM

COVER DESIGN

Assoc. Prof. Dr. Adem YÜCEL

FOREIGN LANGUAGE EDITORS

Dr. Cem Tolga GÜRKANLI

Dr. Nihan ŞENBURSA

Teaching Asst. Şeyma VAROL ŞANLI

LAYOUT EDITOR

Research Asst. Enes Fatih PEHLİVAN

SECTION EDITORS

Fisheries and Aquaculture

Prof. Dr. Bahar TOKUR

Prof. Dr. Evren TUNCA

Prof. Dr. Mehmet AYDIN

Assoc. Prof. Dr. Yılmaz ÇİFTÇİ

Assoc. Prof. Dr. Ali MİROĞLU

Ordu University

Ordu University

Ordu University

Ordu University

Ordu University

Maritime and Marine Technology

Dr. Nihan ŞENBURSA

Dr. Aziz MUSLU

Dr. Adil SÖZER

Ordu University

Ordu University

Ordu University

EDITORIAL BOARD (FISHERIES AND AQUACULTURE)

Prof. Dr. Alexander BOLTACHEV
Prof. Dr. Bülent CİHANGİR
Prof. Dr. Cemal TURAN
Prof. Dr. Davut TURAN
Prof. Dr. Gülsun ÖZYURT
Prof. Dr. Levent BAT
Prof. Dr. Mehmet Cengiz DEVAL
Prof. Dr. Okan AKYOL
Prof. Dr. Firdevs Saadet KARAKULAK
Prof. Dr. Şükran ÇAKLI
Prof. Dr. Tacnur BAYGAR
Assoc. Prof. Dr. Bedri KURTULUŞ
Assoc. Prof. Dr. Mustafa Can CANOĞLU
Dr. Athanasios EXADACTYLOS
Dr. Evgeniya KARPOVA
Dr. Hüseyin KÜÇÜKTAŞ

NAS of Ukraine
Dokuz Eylül University
Mustafa Kemal University
Recep Tayyip Erdoğan University
Çukurova University
Sinop University
Akdeniz University
Ege University
İstanbul University
Ege University
Muğla Sıtkı Kocman University
Muğla Sıtkı Kocman University
Sinop University
University of Thessaly
NAS of Ukraine
Auburn University

EDITORIAL BOARD (MARITIME AND MARINE TECHNOLOGY)

Prof. Dr. Abdul KAKHIDZE	Batumi State Maritime Academy
Prof.Dr. Ahmet ERGİN	İstanbul Technical University
Prof.Dr. Ahmet TAŞDEMİR	Piri Reis University
Prof. Dr. Ayhan DEMİRBAŞ	Şırnak University
Prof. Dr. Ayşen ERGİN	Middle East Technical University
Prof. Dr. Bahri ŞAHİN	Yıldız Technical University
Prof. Dr. Cengiz DENİZ	İstanbul Technical University
Prof. Dr. Durmuş Ali DEVECİ	Dokuz Eylül University
Prof. Dr. Ender ASYALI	Maine Maritime Academy
Prof. Dr. Ercan KÖSE	Karadeniz Technical University
Prof. Dr. Ersan BAŞAR	Karadeniz Technical University
Prof. Dr. A. Güldem CERİT	Dokuz Eylül University
Prof. Dr. Irakli SHARABİDZE	Batumi State Maritime Academy
Prof. Dr. Kadir SEYHAN	Karadeniz Technical University
Prof. Dr. Muhammet DUMAN	Dokuz Eylül University
Prof. Dr. Muzaffer FEYZİOĞLU	Karadeniz Technical University
Prof. Dr. Okan TUNA	Beykoz Vocational School of Logistics
Prof. Dr. Oğuzhan ÖZÇELEBİ	İstanbul University
Prof. Dr. Özcan ARSLAN	İstanbul Technical University
Prof. Dr. Selçuk NAS	Dokuz Eylül University
Prof. Dr. Serdar KUM	İstanbul Technical University
Prof. Dr. Sezer ILGIN	İstanbul Technical University
Prof. Dr. Şakir BAL	İstanbul Technical University
Assoc. Prof. Dr. Barış KULEYİN	Dokuz Eylül University
Assoc. Prof. Dr. Özkan UĞURLU	Ordu University
Assoc. Prof. Dr. Ünal ÖZDEMİR	Mersin University
Dr. Birsen KOLDEMİR	İstanbul University
Dr. Demet BİLTEKİN	İstanbul Technical University
Dr. Emre KILIÇASLAN	Ordu University
Dr. Gamze ARABELEN	Dokuz Eylül University
Dr. Mehmet Ali AKKAYA	Muğla Sıtkı Kocman University
Dr. Nihan ŞENBURSA	Ordu University
Dr. Oğuz ATİK	Dokuz Eylül University
Dr. Serim PAKER	Dokuz Eylül University
Dr. Umut YILDIRIM	Karadeniz Technical University

TRJMMS ARTICLE SUBMISSION POLICY

1. Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences publication language is either Turkish or English, however publications submitted in Turkish should have an English abstract. This Journal is published twice a year.
2. Submitted work shouldn't have been published before (except as oral and poster presentation), the copyright of the work shouldn't have been transferred to anywhere and the work shouldn't be under review in another journal for publication.
3. The type of the submitted work (original research, brief report, technical notes and review) must be indicated.
4. It will not be published elsewhere in English, in Turkish or in any other language, without the written consent of the copyright-holder.
5. It is important for the submission file to be saved in the valid format of the template of word processor used.
6. References of information must be indicated.
7. To avoid unnecessary errors, you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.
8. Author(s) is/are fully responsible for his/her/their works published in the Journal.
9. A work submitted to the Journal is forwarded to the publishing committee by the editor and evaluated by two or more referees selected by this committee. A work must be approved by the publishing committee and the referees in terms of both scientific content and writing format in order to be accepted for publication. A work rejected for publication is returned to the author(s). A work for which the referee or the editors requested any revisions is sent back to the author(s) for correction according to the given comments and suggestions. Author(s) has/have to convince the publishing committee and the referee(s) about the comments and the suggestions he/she/they disagree(s) with while giving the necessary explanations. Depending on the revision by the author(s) and/or the referee reports for publication, publishing committee decides whether the work is accepted or rejected.
10. A work accepted for publication is sent to the author(s) for the final control before publishing in order to rewrite it according to writing style and format of the Journal. Finally, author(s) approved version of the work is queued for publishing.
11. A person may have two works, as a first author, at most in the same issue.
12. Articles submitted for a possible publication in the journal have been checked with *iThenticate* or *Turnitin* program to compose similarity report. This report is sent to the editorial board to be checked. If the program detects more than 20 percentage similarity except that the references, the editorial board requests the revisions from the authors. If the necessary changes does not make in 30 days, the article is declined. If the similarity rate is very high, the article is declined, too.
13. Authors are obliged to comply with the TRJMMS Submission Policy.
14. TRJMMS does not charge any article submission or processing charges.

TRJMMS MAKALE GÖNDERİM POLİTİKASI

1. Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi yayın dili Türkçe veya İngilizcedir. Türkçe gönderilen yayınlarda İngilizce özet bulunmalıdır. Dergi yılda iki sayı olarak yayınlanır.
2. Basılacak eserin sözlü sunum ve poster bildiri dışında daha önce hiçbir yerde yayınlanmamış, yayın haklarının devredilmemiş ve yayınlanmak üzere başka bir dergide inceleme altında olmaması gerekmektedir.
3. Eserin ne tür bir yazı olduğu (özgün araştırma, kısa rapor, teknik notlar ve derleme) belirtilmelidir.
4. Telif hakkı sahibinin yazılı izni olmaksızın İngilizce Türkçe veya farklı dillere çevrilerek herhangi bir yerde yayımlanmamalıdır.
5. Makale gönderim dosyasının, kullanılan kelime işlemci şablonunun geçerli biçiminde kaydedilmesi önemlidir.
6. Faydalanılan bilgilerin kaynakları belirtilmelidir.
7. Gereksiz hataları önlemek için yazım denetimi ve dilbilgisi kontrol işlevlerinin kullanılması tavsiye edilir.
8. Dergide yayınlanacak eserlerin her türlü sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.
9. Dergiye sunulan tüm eserler editör tarafından yayın kuruluna yönlendirilir ve bu kurul tarafından seçilen en az iki veya daha fazla hakem tarafından değerlendirilir. Eserin dergide yayınlanabilmesi için Yayın Kurulu ve Hakemler tarafından bilimsel içerik ve şekil bakımından uygun bulunması gerekir. Yayınlanması uygun bulunmayan eser yazar(lar)a iade edilir. Hakem veya Yayın Kurulu tarafından düzeltme istenen makaleler ise yazar(lar)a eleştiri ve önerileri dikkate alarak düzeltmeleri için geri gönderilir. Yazarlar aynı fikirde olmadıkları eleştiri veya öneriler için gerekçelerini açıklayarak Yayın Kurulu ve Hakem/Hakemleri ikna etmek zorundadırlar. Yayın Kurulu, Hakem raporları ve/veya düzeltmelerde istenilenlere uyulup uyulmamasını dikkate alarak eserin yayınlanıp yayınlanmamasına karar verir.
10. Yayına kabul edilen eserler, yazarlar tarafından derginin yazım kurallarına göre hazırlanmak üzere baskı öncesi son kontrol için gönderilir. Yazar tarafından onaylanmış hali basım için sıraya alınır.
11. Bir yazarın aynı sayıda ilk isim olarak en fazla iki eseri yayınlanabilir.
12. Dergimizde yayımlanmak üzere gönderilen tüm makaleler, 1 Temmuz 2017 tarihinden itibaren editör onayına sunulmadan önce iThenticate veya Turnitin programı ile taranacak ve her makale için benzerlik raporu oluşturulacaktır. Benzerlik raporu, dergi editörleri tarafından kontrol edildikten sonra, sonucu referanslar hariç %20 üzeri çıkan makaleler için yazardan düzeltme talep edilecektir. Gerekli düzeltmenin 30 gün içerisinde yapılmaması durumunda makale reddedilir. Benzerlik oranının çok yüksek çıkması durumunda ise makale değerlendirme aşamasına alınmadan reddedilir.
13. Yazarlar TRJMMS makale başvuru politikasına uymakla yükümlüdür.
14. TRJMMS makale gönderimi ve değerlendirme sürecinde herhangi bir ücret talep etmez.

CONTENT

Esra ÜÇÜNCÜ TUNCA	120-136	Sources, Adsorption and Toxicity of Global Threat Microplastics (RevA)
Yusuf Kenan BAYHAN Deniz ERGÜDEN Deniz AYAS	137-143	The first occurrence of male specimen of <i>Nemichthys scolopaceus</i> (Richardson, 1848) from Eastern Mediterranean (RA)
İsmet AK İsmet BALIK	144-157	Government Organizations and Supports on Aquaculture and Fisheries of Turkey From the Early Years of the Republic to 2020 (RevA)
Hande Mahide YEŞİLMADEN Bedri KURTULUŞ Özgür AVŞAR Hakan AKSU Murat Ersen AKSOY	158-180	Evaluation of the characteristics of surface ice layer of Çıldır Lake (RA)
Murat Ersen AKSOY	181-190	Submarine earthquakes in South-West Anatolia until the 18th century and their probable seismic sources (RA)
Özlem DOĞAN	191-206	Financial Performance Analysis in Maritime Transportation Through Sector Balance Sheets of the Central Bank of the Republic of Turkey (RA)
Dursun SARAL Ercan KÖSE	207-223	Resistance Analyses of A Traditional Black Sea Type Fishing Ship with CFD in Calm Water (RA)
Sonay Zeki AYDIN Fevzi BİTİKTAŞ İsmet BALIK	224-238	Evaluation of Antalya Cruise Port Project in Terms of Location Selection Criteria and Responsible Tourism (RA)
Koray KORKMAZ Bahar TOKUR	239-251	Effect of different time and temperature on fatty acid composition of trout waste hydrolyzed by Alkali Protease enzyme (RA)

Sources, Adsorption and Toxicity of Global Threat Microplastics

Küresel Tehdit Mikroplastiklerin Kaynakları, Adsorpsiyonu ve Toksisitesi

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 6 Sayı: 2 (2020) 120-136

Esra ÜÇÜNCÜ TUNCA^{1*} 

¹Hacettepe Üniversitesi, Dahili Tıp Bilimleri Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

ABSTRACT

Plastic contamination is highly concerned nowadays and poses an uncertain threat to organisms. The concentrations of nano and microplastics in aquatic and terrestrial ecosystems are increasing rapidly. Limited number of studies in this field; the toxic effects of microplastics, removal efficiency from the environment, synergistic-antagonistic interactions with other

contaminants in the media are insufficient in many issues and it should be supported by new studies. With this review study, it is aimed to provide an overview of the microplastics that have been detected even in freshwater environments and which are among the alarming contaminants.

Keywords: Adsorption, Environmental pollution, Ecotoxicology, Microplastic

Article Info

Received: 05 June 2020

Revised: 29 June 2020

Accepted: 30 June 2020

* (corresponding author)

E-mail: esra.ucuncu@gmail.com

ÖZET

Plastik kontaminasyonu; günümüzde oldukça endişe uyandırmakta ve organizmalar için belirsiz bir tehdit oluşturmaktadır. Nano ve mikroplastiklerin, sucul ve karasal ekosistemlerde konsantrasyonları hızla artmaktadır. Bu alandaki sınırlı sayıdaki çalışmalar; mikroplastiklerin toksik etkileri, ortamdan temizlenebilirliği, ortamlardaki diğer kirleticiler ile sinerjistik-antagonistik etkileşimleri gibi pek çok konuda yetersiz kalmakta ve yeni çalışmalar ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu derleme çalışması ile tatlı su ekosistemlerinde dahi tespit edilmiş olan ve endişe uyandıran kirleticiler arasında gösterilen mikroplastikler ile ilgili genel bir bakış sunulması hedeflenmektedir.

Anahtar sözcükler: Adsorpsiyon, Çevre Kirliliği, Ekotoksikoloji, Mikroplastik

1. GİRİŞ

Günümüzde plastiklerin kullanımı; kolaylıkları, dayanıklılık ve düşük maliyetleri gibi yeri dolduramaz özellikleri nedeniyle yaygınlaşmıştır (Monteiro *vd.*, 2018; Yao *vd.*, 2020). Plastik üretimi, özellikle 1950'lerin ortalarından sonra dikkat çekici ölçüde artmış olmakla birlikte (Geyer *vd.*, 2017), Asya dünyadaki en büyük üretici konumundadır (Editorial, 2020).

10 milyon tondan fazla plastik atığın, deniz ekosistemine her yıl çeşitli şekillerde girdiği tahmin edilmektedir (Jambeck *vd.*, 2015; Li *vd.*, 2020a). Artan plastik üretimi ile birlikte; basit paketler, tıbbi ve hastane ürünleri gibi günlük hayatta kullanılan sayısız ürünün geliştirilmesi açısından büyük yarar sağlanmıştır (Andrady ve Neal, 2009). Diğer yandan; yaşam için kolaylık sağlayan çok fonksiyonlu ve önem teşkil eden plastik ürünler, çevreye daha dayanıklı ve potansiyel olarak daha tehlikeli hale gelmiştir (Costa Araújo *vd.*, 2020; Lithner *vd.*, 2011).

Plastikler; yüksek moleküler ağırlıklı organik polimerlerdir ve bazı bozunma ya da parçalanma biçimleriyle küçük parçalara ayrılma eğilimindedir (Dong Y. *vd.*, 2020). Plastiklerin çoğu suda çözünememekle birlikte; su ortamında bulunan polietilen (PE), polipropilen (PP), polistiren (PS) ve polietilen tereftalattan (PET) gibi sentetik polimerlerin birçoğu genellikle abiyotik ve

biyotik parçalanma yollarına ihtiyaç duyabilmektedir (Klein *vd.*, 2018). Ortamdaki plastiğin parçalanması oldukça zor olup, uzun süre atık olarak kalabilmektedir (Yang *vd.*, 2020). Plastiğin sadece % 69,2'si geri dönüştürülebilmekte ve tekrar kullanılabilir. (Dong Y. *vd.*, 2020).

Bununla birlikte, plastik atıklar okyanus dinamikleri ile küresel olarak göç edebilmektedir (Li *vd.*, 2020a; Peeken *vd.*, 2018). Plastik atıkların tüm okyanus döküntülerinin yaklaşık %80 'ini oluşturduğu bilinmektedir (Malafaia *vd.*, 2020). Denizlere karışan plastik atıkların çoğunun (%80) kara kökenli kaynaklardan kaynaklandığı ve tatlı su sistemlerinin plastiğin denize ulaşmasında önemli bir yol olduğu düşünülmektedir (Yang *vd.*, 2020). Plastik atık birikimi küresel bir endişe konusu haline gelmiştir (Liu P. *vd.*, 2020). Bu sebeple; sentetik polimerlerin ekosistemlere girişinin azaltılmasına yönelik yaklaşımların geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Mikroplastikler ile ilgili genel bilgilerin verildiği bu derleme çalışmasında; mikroplastik adsorpsiyonu ve toksisitesi ile ilgili çalışmalar da yer almaktadır. Oldukça güncel olan plastik kontaminasyonu konusunda yeni çalışmaların gerekliliği vurgulanmak istenmektedir.

1.1. Mikroplastik Nedir?

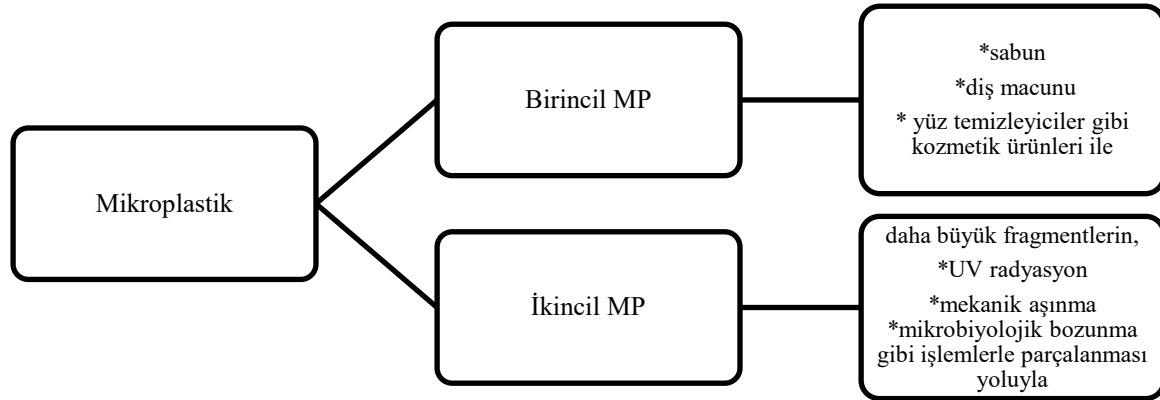
Plastikler; fotodegradasyon, biyodegradasyon, ultraviyole ışık, mikrobiyolojik faaliyetler, dalga hareketleri gibi çeşitli mekanik ya da biyolojik işlemler ile daha küçük partiküllere parçalanabilmektedir (Choi *vd.*, 2019; Dubaish ve Liebezeit, 2013; Li *vd.*, 2020a; Li *vd.*, 2020b). Plastik atıkların parçalanması; kademeli olarak milimetreye ya da mikroplastik adı verilen nanometre parçalarına ayrışması şeklinde olabilmektedir (Li *vd.*, 2020b).

Mikroplastik (MP) kavramı ilk kez Thompson *vd.* (2004) tarafından ortaya atılmış olup (Thompson *vd.*, 2004); büyüklüğü 1 um ila 5 mm arasında değişen sentetik polimer parçacıklar olarak tanımlanmıştır (Frias ve Nash, 2019; Sierra *vd.*, 2020).

Polietilen (PE), polipropilen (PP), polistiren (PS), polivinil klorür (PVC), poliamid (PA) ve polietilen tereftalat (PET) sucul çevrede ve organizmalarda en sık görülen polimer tiplerindedir (Huang *vd.*, 2020). Bu

polimer tiplerine bağlı olarak mikroplastikler; yüzebilir, nötr olarak yüzdürülebilir veya batabilme özelliğinde olabilmekte; bu durum da MP'lerin yüzeyde, su kolonu boyunca veya sedimentte bulunmalarına sebep olabilmektedir (Anderson *vd.*, 2016; Choi *vd.*, 2019). Güneş ışığına maruz kalma ve mekanik kuvvetler polimerleri değiştirmekte, çevrede kolayca dağılabilen ve sudaki organizmalar üzerinde olumsuz etkilere neden olabilecek birkaç mikrometrelik atıklar oluşabilmektedir (Andrady, 2011; Zocchi ve Sommaruga, 2019).

MP'ler sucul ortamlara direkt girebildiği gibi; daha büyük plastiklerin parçalanması sonucu indirekt olarak da dahil olabilmektedir. Çevredeki MP kaynakları **birincil** (direkt olarak mikroplastikten üretilen) ve **ikincil** (daha büyük fragmentlerin parçalanması sonucu oluşan) olarak sınıflandırılmaktadır (Kazour M. *vd.*, 2019) (Şekil 1).



Şekil 1. Mikroplastik tipleri ve kaynaklarından bazıları

Birincil mikroplastikler: Evsel ve endüstriyel kullanım için mikroskobik boyutta üretilen mikroplastiklerdir. Yüz temizleyiciler, diş macunu, duş jeli (Cole *vd.*, 2011), göz farı, deodorant, fondöten, maskara gibi makyaj ürünleri, bebek ürünleri, saç boyası, güneş kremi, böcek

kovucular içerisinde plastik parçacıklar mevcuttur (Auta *vd.*, 2017; Castañeda *vd.*, 2014; Cole *vd.*, 2011; Duis ve Coors, 2016; Fendall ve Sewell, 2009). Bu tip mikroplastikler kanalizasyon ve atık su sistemleri ile doğaya karışmaktadır.

İkincil mikroplastikler: Deniz ya da karada bulunan büyük plastik atıkların zamanla daha küçük parçalara bölünmesiyle oluşan mikroplastikler sekonder ya da ikincil olarak adlandırılmaktadır. Kimyasal, fiziksel ya da biyolojik süreçler büyük plastik parçaların fragmentasyonuna (parçalanma) sebep olabilmektedir. Özellikle sahillerde, yüksek UV radyasyon, dalgalar ile fiziksel aşınma ya da oksijen mevcudiyeti gibi faktörler (Cole *vd.*, 2011); fragmentasyon ile mikroplastik üretimini daha etkili hale getirmektedir (Auta *vd.*, 2017).

Mikroplastiklerin yüzey özellikleri plastik döküntülerin; dalga hareketi, kum sürtünmesi gibi mekanik bozulmaya (Zbyszewski *vd.*, 2014) veya hidrokarbonu parçalayan mikroorganizmaların etkisiyle biyolojik parçalanmaya (Li *vd.*, 2020a; Zettler *vd.*, 2013) maruz kalıp kalmadığını gösterebilmektedir.

Birincil ve ikincil olarak tanımlanan mikroplastikler, sucul ortamlarda bulunmakta ve bu parçacıkların

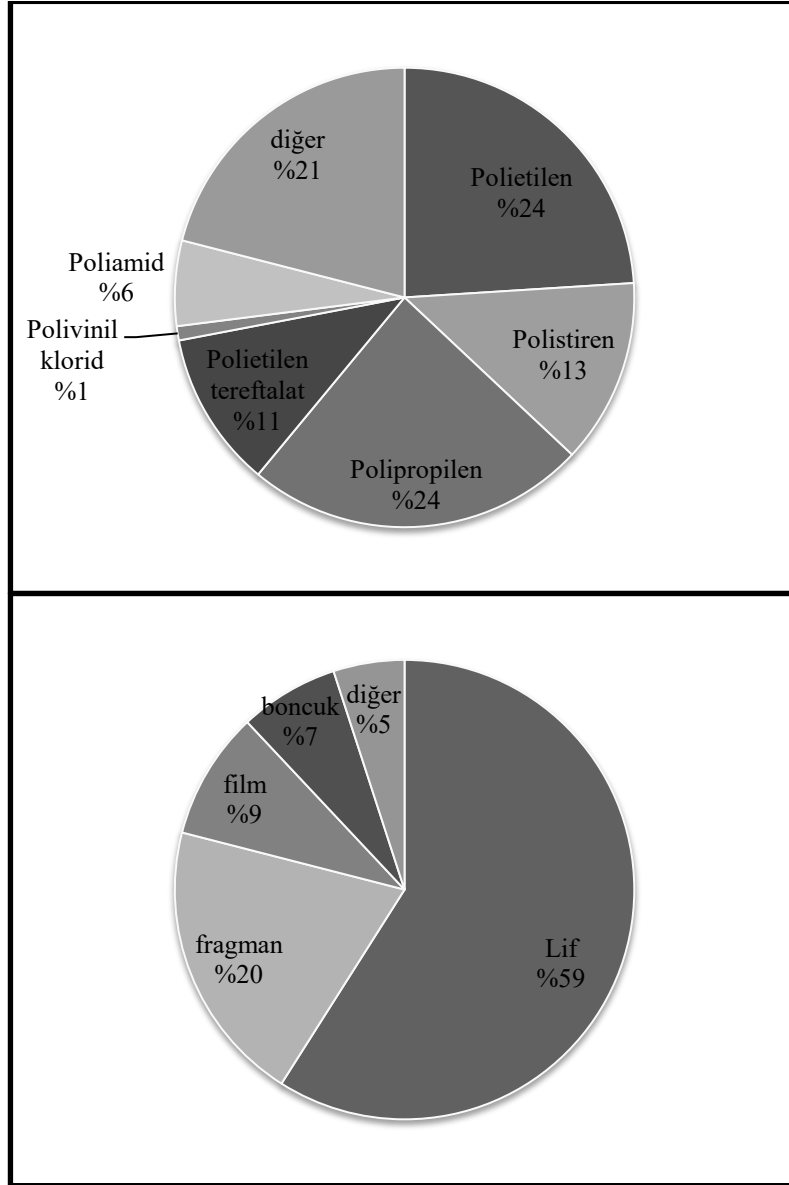
kontaminasyonunun, ortamdaki canlılar ve ekolojik çevre için riskleri ile ilgili endişeler artmaktadır. Özellikle, mikroplastikler (<5 mm) ve nanoplastikler (<100 nm), yüksek yoğunluğa ulaşabilmeleri ve biyota ile etkileşimleri sebebiyle büyük endişe uyandırmaktadır (Editorial, 2020). Her yıl yaklaşık 245 ton mikroplastığın üretildiği ve bu plastiklerin su kütlelerince yutulularak, denizel organizmaların vücutlarına dahil olduğu tahmin edilmektedir (Auta *vd.*, 2017).

2. MİKROPLASTİK KAYNAKLARI VE DAĞILIMI

Plastik endüstrisinde hammadde olarak kullanılan mikroplastikler (<5mm), çevredeki en çok sayıda bulunan plastik döküntülerdendir (Liu P. *vd.*, 2020). Sık kullanılan bazı mikroplastiklerin kaynakları, yoğunlukları, bileşim ve tiplerine göre bulunma yüzdeleri ile bilgiler aşağıda verilmiştir (Tablo 1, Şekil 2).

Tablo 1. Önemli bazı mikroplastiklerin kaynakları ve yoğunlukları (Ngo *vd.*, 2019)

Polimer	Kaynak	Yoğunluk (g/cm ³)
Polietilen	Kişisel bakım ürünleri, su şişeleri, streç film	0.89-0.98
Polisteren	Besin ambalajları, CD kapları, yapı izolasyon malzemeleri, tekstil	0.83-0.92
Polipropilen	Yoğurt kapları, taşıma çantaları, tek kullanımlık sıcak içecek bardakları	1.04-1.1
Polivinil klorid	Elektrik kabloları, su boruları, medikal tüpler	1.16-1.58



Şekil 2. Tatlı sularda tespit edilen mikroplastiklerin tip ve bileşimlerine göre yüzdeleri (Li vd., 2020a)

Polietilen (PE), Polistiren (PS), Polipropilen (PP) ve Polivinil klorid (PVC) günlük yaşantımızda yoğun olarak yer alan bazı önemli mikroplastiklerdendir.

Polietilen: Mikroplastikler; daha çok batma eğiliminde olan (polivinil klorür (PVC) ve polietilen tereftalattan (PET) gibi,...) ve yüzerliliği daha muhtemel olan polietilen (PE), polipropilen (PP) ve polistirenden (PS) oluşmaktadır (Auta vd., 2017). Polietilen mikro tanecikler, genellikle yüz temizleyicilerinde kullanılmaktadır. Pürüzsüzlükleri sebebiyle cilde daha az

zarar vermesinden dolayı ürünlerde tercih edilmektedir (Hu vd., 2019). ABD nüfusunun kişisel bakım ürünleri kaynaklı olarak, yılda yaklaşık 263 ton mikroplastik yaydığı belirlenmiştir (Auta vd., 2017). Yapılan çalışmalar; polietilen mikroplastiklerin, bivalvalarda (Auta vd., 2017; Setälä vd., 2016; Van Cauwenberghe ve Janssen, 2014); deniz balıklarında (Ferreira vd., 2016); balinalarda (Fossi vd., 2016); deniz kaplumbağalarında (Caron vd., 2016); midyelerde (Avio vd., 2015) ve bunun gibi çoğu canlı tarafından alım (uptake) yapabildiğini göstermektedir.

Polistiren: Yüksek dayanıklılık, iyi şişebilirlik, geniş spesifik yüzey alanı, kararlı kimyasal özellikler, kolay yenilenebilirlik ve düşük maliyet gibi sebeplerden dolayı çok çeşitli ürünler yapmak için yaygın olarak kullanılır. Mevcut deniz ekosisteminde, polistiren parçacıkları en yaygın mikroplastik kirleticilerden biri haline gelmektedir (Dong Y. *vd.*, 2020). Uzun süreli çevresel hava koşullarına maruz kalan polistiren mikroplastiklerin; yüksek özgül yüzey alanı, gözeneklilik ve çevredeki yapay kirleticilerin adsorpsiyonunu kolaylaştırabilen amorf yapı gibi özel yüzey özellikleri olduğu gözlenmiştir (Brennecke *vd.*, 2016; Dong Y. *vd.*, 2020).

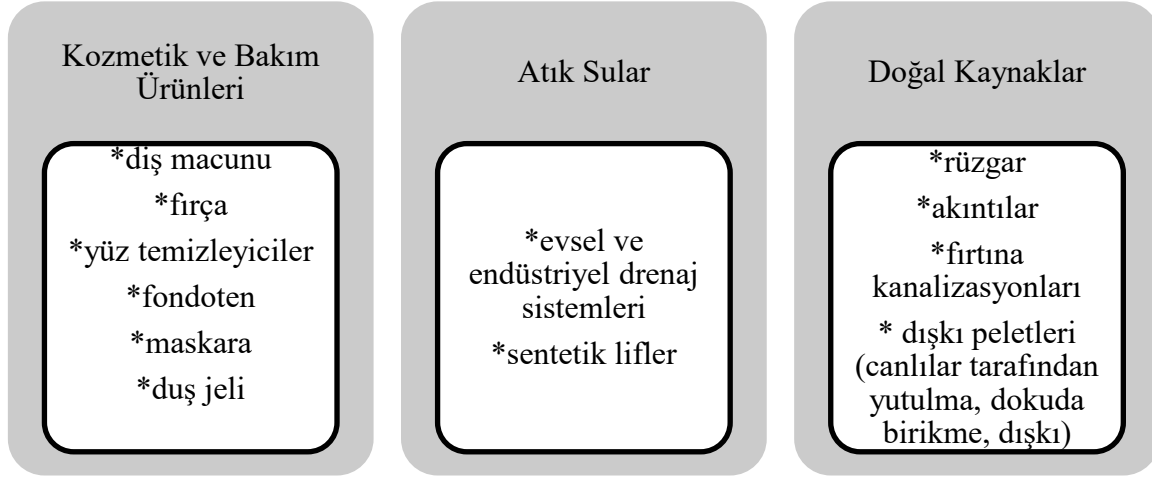
Polipropilen: PE ve PP, yüksek endüstriyel üretim hacimlerine sahip, sentetik plastiklerdendir ve çevresel numunelerde sıklıkla tespit edilmektedir. Bu polimerler, biyolojik olarak parçalanamamakta ve abiyotik bir sürece ihtiyaç duymaktadır.

Polivinil klorid: Günlük hayatta sıklıkla kullanılan plastikler; polimer tiplerine ve çevre-insan sağlığı üzerindeki etkilerine göre derlenmiş; sonuç olarak polivinil kloridin günlük kullanılan polimer tiplerinden en toksik olanı olduğu belirlenmiştir (Editorial, 2020). Kristallik ve yoğunlukları oldukça yüksektir. Bazı denizel türler üzerinde; filtrasyon ve

solunum oranları ile motiliteyi azaltırken, mortaliteyi artırdığı bilinmektedir (Scherer *vd.*, 2018).

3. MİKROPLASTİKLERİN SUCUL SİSTEMLERE GİRİŞ YOLLARI

Günlük yaşantımıza büyük oranda dahil olan plastik kullanımı, ekosistemlerde mikroplastik konsantrasyonlarının artışına sebep olmaktadır. Mikroplastikler, yüzey sularında, sedimentte, kumsallarda, bazı deniz canlılarında (deniz kuşları, balık, kabuklu hayvanlar ...) bulunabilmektedir (Auta *vd.*, 2017; De Witte *vd.*, 2014; Gauque *vd.*, 2015). İlk olarak okyanuslarda yapılan çalışmalarda keşfedilmiş olan mikroplastiklerin, son yıllarda tatlı sularda da biriktikleri belirlenmiştir (Li *vd.*, 2018a; Wang *vd.*, 2020b). Bu kirleticilerin kaynaklarının araştırılması, sucul kirliliğinin önüne geçilmesi açısından önem taşımaktadır. Oldukça güncel olan bu konuda yapılmış çalışmalarda, pek çok MP kaynağı tespit edilmiştir. Özellikle; denizel ortamlara mikroplastik girişinin asıl kaynağının, kara kökenli (yanlış kullanılan ve kaybedilen plastik atıklar, çöp depolama alanlarının boşaltılması gibi) olduğu düşünülmektedir (Kazour M. *vd.*, 2019). Evsel atıklar, yaygın olarak kullanılan kozmetik ve bakım ürünleri de mikroplastik konsantrasyonunu artıran önemli kaynaklar arasındadır (Şekil 3).



Şekil 3. Mikroplastik kaynaklarından bazıları

Mikroplastiklerin sucul sistemlere diğer bir giriş yolu ise; doğal bir süreç olan canlılar tarafından yutulma ve dokularda birikme yoluyla gerçekleşebilmektedir. Cole *vd.* (2016) da zooplankton kullanarak yapmış oldukları çalışmada; MP'nin zooplankton tarafından yutulurken vücutlarına aldıkları, dışkıda kapsüle hale getirilen MP'nin daha büyük kopepodlar tarafından yutulabileceği belirlenmiştir (Cole *vd.*, 2016). Bu çalışma, dışkı peletlerinin denizel ortamlarda mikroplastik kaynağı olabileceğini göstermektedir (Auta *vd.*, 2017).

4. MİKROPLASTİK ADSORPSİYONU VE TOKSİSİTESİ

Bugüne kadar, mikroplastikler deniz döküntülerinin her yerde bulunan bir bileşeni haline gelmiştir ve küresel parçacık sayısının % 90'ını oluşturmaktadır (Anderson *vd.*, 2016). Ekosistemlerde konsantrasyonları hızla artan bu partiküllerin; adsorpsiyonları, çevresel

konsantrasyonları, ekotoksisite, dağılımları ve insan sağlığı üzerindeki etkileri hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır.

Mikroplastiklerin sucul sistemlerde tespiti ve dağılımları ile ilgili yapılan çalışmalarda; İtalya'daki Maggiore Gölü, Iseo Nehri ve Garda Gölü dahil olmak üzere üç subalpin göldeki mikroplastik oranının % 73.7'ye ulaştığı ve bunun %18'inin polistiren olduğu tespit edilmiştir (Sighicelli *vd.*, 2018). Yangtze Nehri haliçindeki yüzey suyunun mikroskobik plastiklerle kirlenme riski araştırılmış ve ortalama mikroplastik konsantrasyonunun 23.1 ± 18.2 n/ 100 L olarak belirlenmiştir (Xu *vd.*, 2018b). Avrupa tarım arazilerindeki kuru kaliteli çamurun mikroplastik içeriği ise ~ 1000-4000/kg'dır (Barnes *vd.*, 2009; Dong Y. *vd.*, 2020). Ekosistemlerde bulunan mikroplastiklerin tespiti ile ilgili bazı çalışmalarda değerlerin yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Bazı tatlı su örneklerindeki mikroplastik konsantrasyonu ve boyutları (Li *vd.*, 2020a).

Ülke	Bölge	Tahmini MP birim· L ⁻¹	Çalışmalardan Ortalama Konsantrasyon	Örnek	Boyut	Referans
İngiltere	Kelvin Nehri	296.5	0.26685 g L ⁻¹	sediment	2.8 mm-11 µ m	(Blair <i>vd.</i> , 2019)
Avrupa	Karpat Havzası	524	0.4716 g L ⁻¹	Sediment ve yüzey suyu	<0.3 mm	(Bordós <i>vd.</i> , 2019)
Belçika	Flaman Nehirleri	17	0.0153 g L ⁻¹	su	<5 mm	(Slootmaekers <i>vd.</i> , 2019)
Kanada	Winnipeg Gölü	1933	1.7397 g L ⁻¹	Yüzey suyu	<5 mm	(Anderson <i>vd.</i> , 2017)
Fransa	Sen Nehri, kentsel alan	0.03	3 partikül/m ³	Nehir suyu	100–5000 µm	(Dris <i>vd.</i> , 2015)
Hindistan	Vembanad Gölü	300	0.27 g L ⁻¹	sediment	0.2 mm – 1 mm	(Sruthy ve Ramasamy, 2017)

Plastikler, mikroplastikler (plastik parçacıklar <0.5mm) ve işlenmiş nano malzemeler (en az bir boyutu <100nm olan imal edilmiş malzemeler) günümüzde yaygın olarak çevresel kirlenmeye neden olmakta ve çevresel kalite, ekosistem ile hayvan ve insan sağlığı üzerinde potansiyel olumsuz etkilere sebep olabilmektedir (Andrady, 2017; Barboza *vd.*, 2018; Chen *vd.*, 2017; Davarpanah ve Guilhermino, 2019; Franzellitti *vd.*, 2019; Giannetto *vd.*, 2018; Horton *vd.*, 2017; Windsor *vd.*, 2018). Mikroplastiklerin dağılımı, ekotoksiteleri, tanımlanması ve kontrolü üzerine yapılan bazı araştırmalar mevcut olmakla birlikte (Auta *vd.*, 2017; Huang *vd.*, 2020; Kogel *vd.*, 2020; Ma *vd.*, 2020; Turner *vd.*, 2020; Wang *vd.*, 2020b) yeterli değildir.

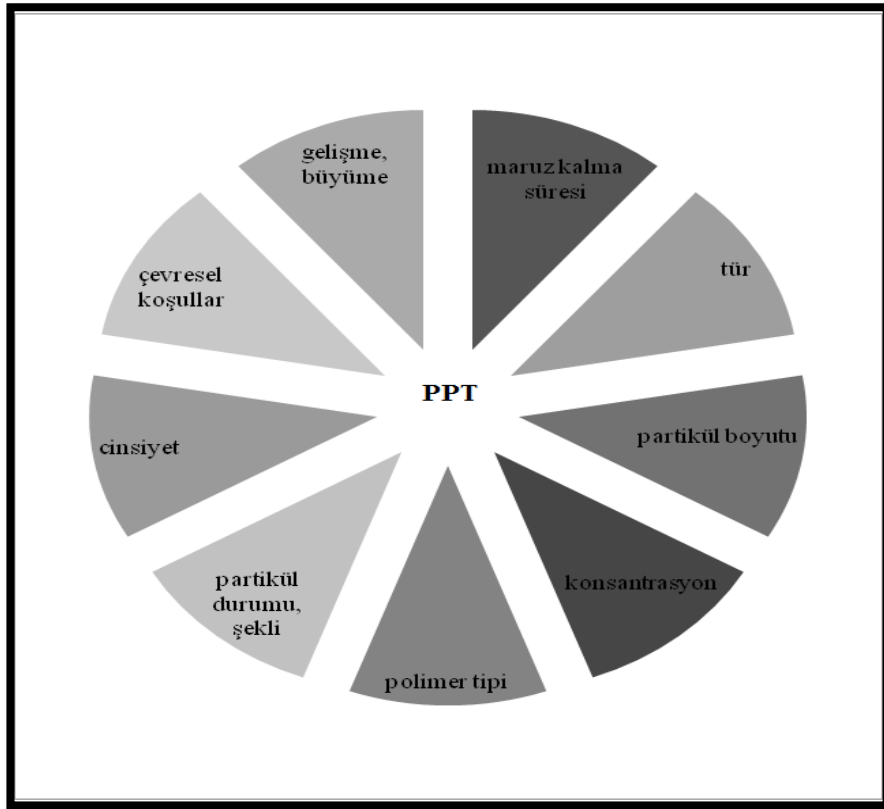
Bununla birlikte mikroplastikler; küçük boyutları, çevredeki yüksek direnç ve sürekliliklerinden dolayı global bir endişe kaynağı olmalarının yanı sıra, "**Truva Atı Etkisi**" olarak da adlandırılan diğer kirleticileri adsorbe etme yeteneğine de sahip olmaları sebebiyle önem taşımakta ve dikkat çekmektedir (Costa Araújo *vd.*, 2020). Özellikle, canlılar için tehlike oluşturan kirleticilerin ortamdan uzaklaştırılmasında MP'lerin katkı

sağlayabilecek olması, üzerinde çalışılması ve geliştirilmesi gereken bir konudur. Polibromlu difenil eter (PBDE)'in polietilen (PE), polipropilen (PP), poliestiren (PS) ve poliamid (PA) mikroplastikleri üzerine adsorpsiyonun araştırıldığı bir çalışmada; sorpsiyon kapasitelerinin farklı kristal yapıları, spesifik yüzey alanı ve yüzey yapısına bağlı olarak PS > PA > PP > PE şeklinde sıralandığı tespit edilmiştir (Xu *vd.*, 2019). Farklı mikroplastik türlerinin bir antibiyotik olan sülfametoksazol adsorpsiyonunda başarılı olduğu belirlenmiştir (Guo X. *vd.*, 2019). Bununla birlikte, Triklosan (TCS) sorpsiyonunda kullanılan poliestiren (PS) mikroplastiklerinin küçük boyutlarının, daha geniş yüzey alanı sağlaması sebebiyle adsorpsiyon oranlarını arttırdığı da elde edilen bilgiler arasındadır (Li *vd.*, 2019). Tilosin adı verilen antibiyotığın çeşitli plastik türlerince adsorpsiyon kapasitesinin belirlendiği başka bir çalışmada; polivinil kloridin sorpsiyon kapasitesinin polietilen ve poliestirene göre daha yüksek olduğu; pH ve iyonik kuvvetin sorpsiyonu önemli ölçüde etkilediğini tespit edilmiştir (Guo *vd.*, 2018; Li *vd.*, 2019). Poliamidin (PA) ise yüksek iyonik kuvvet koşullarında,

antibiyotikler için en yüksek adsorbsiyon kapasitesi sergilemiştir (Li *vd.*, 2018b; Li *vd.*, 2019). Bu çalışmalar; mikroplastiklerin truva etkisini açıkça göstermekte olup, bu alanda yapılacak yeni çalışmalar ile MP'lerin ortamdaki kirletici unsurların uzaklaştırılmasında kullanılıp kullanılmayacağı, adsorpsiyon kapasiteleri, verimlilikleri ve ekosistemler üzerindeki etkileri hakkında daha fazla bilgi

edinilmelidir.

Literatürdeki pek çok çalışma; MP'lerin canlılar üzerinde negatif etkileri olduğunu göstermektedir. Özellikle; 10 µm'den daha küçük boyuttaki partiküllerin daha toksik olduğu belirlenmiş olup, plastik partikül toksisitesinin (PPT) belirlenmesinde özellikle 9 belirleme faktörü etkisi olduğu düşünülmektedir (Kogel *vd.*, 2020) (Şekil 4).



Şekil 4. Plastik partikül toksisitesi belirleme faktörleri

Mikroplastiklere maruz kalmanın, çeşitli toksik hasarları tetiklediği (yeme alışkanlıklarında bozulmalar, üreme sistemi metabolik bozuklukları dahil); yumuşakçalar (mollusk), kabuklular (crustaceae) ve balıklar kullanılarak yapılan laboratuvar ve saha çalışmaları ile belirlenmiştir (de Sa *vd.*, 2018; Malafaia *vd.*, 2020). Ayrıca; mikroplastiklerin potansiyel olarak sucul organizmaların bağırsaklarını direkt olarak etkileyebildiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur (Jin *vd.*, 2018; Lei *vd.*, 2018; Liu P. *vd.*, 2020). Polistiren (PS), polietilen (PE) and polivinil

klorid (PVC) gibi mikroplastikler; midye, balık ve kum kurdunda akut toksisite ve yüksek ölüm oranları gibi olumsuz etkileri indüklemektedir (Browne *vd.*, 2013; Liu P. *vd.*, 2020; Wardrop *vd.*, 2016; Wathsala *vd.*, 2018). Yüksek bir bitki olan *Vicia faba* ve *Lactuca sativa L. var. ramosa* Hort türü kullanılarak yapılan çalışmalarda, mikroplastiklerin bu 2 türün büyümesini inhibe ettiği gözlenmiştir (Gao *vd.*, 2019; Jiang *vd.*, 2019).

Bazı durumlarda, mikroplastikler ortamdaki başka bir toksik maddenin etkisini artırabilmektedir. Mikroplastiklerin diğer

kirleticiler ile sinerjistik ya da antagonistik etkileri hakkında yeterince bilgi olmamakla birlikte yapılan bir çalışmada, Roundup Gran adlı herbisitinin ortamdaki iki mikroplastik ile bağlanması sonucunda *D.magna* ölümlerini arttırdığı belirlenmiştir (Zocchi ve Sommaruga, 2019).

Tatlı su sistemleri; denizel ekosistemlere MP girdi kaynağı olarak gösterilmektedir. Buna rağmen; mikroplastiklerin tatlı su organizmaları üzerindeki etkilerinin konusundaki çalışmaların (özellikle de omurgalılar bazında) yetersiz olduğu düşünülmektedir (Costa Araújo vd., 2020). Tatlı su balık türleri üzerindeki zararlı etkilerin belirlenmesine yönelik yapılan bazı çalışmalarda; zebra balığı (*Danio rerio*) üzerindeki hepatoksisitesi (Lu vd., 2016), zebra balığı kalbinde partikül akümüasyonu (Veneman vd., 2017), bağırsak toksisiteleri (Lei vd., 2018) belirlenmeye çalışılmıştır. *Physalaemus cuvieri* üzerinde polietilen mikroplastiklerin (PE-MP) potansiyel toksikolojik etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada ise, mutagenik etkilerin oluştuğu belirlenmiş olup; solungaç, gastrointestinal sistem, ciğer, kas dokuları ve kanda tespit edilen PE-MP ise, iribaşlar tarafından mikroplastik akümüasyonunu doğrulamaktadır (Costa Araújo vd., 2020). Bu çalışmalar, mikroplastiklerin ekotoksisitesi hakkında bilgi sağlamakta fakat bu alandaki boşluğu doldurmamaktadır (Malafaia vd., 2020).

Bununla birlikte; endüstride polimerlere farklı renkli alkid reçineler gibi pigmentler eklenebilmektedir (Greenway ve Gerstenberger, 2010). Bu pigmentler sayesinde farklı üretim amaçlarına uygun renkli mikroplastikler üretilmekte; çevrede ve sucul organizmalarda farklı renkteki mikroplastiklere rastlanabilmektedir. Deniz balıkları ile yapılan bir çalışmada tespit edilen mikroplastiklerin beyaz, yeşil, sarı, turuncu, kırmızı, mavi olduğu gözlenmiştir (Chen vd., 2020; Shaw ve Day, 1994; Su vd., 2016; Wang vd., 2017; Zhang vd., 2018b). Renkli mikroplastikler bazı sucul canlılar için tehlike oluşturmaktadır. *Daphnia magna*'nın beslenme yeteneği

üzerinde yapılan bir çalışmada, su pirelerinin renkli mikroplastikleri alglerden ayıramadığını tespit etmişlerdir (Chen vd., 2020). *L. minor*'un polietilen mikroplastik ile etkileşimi çalışıldığı diğer bir çalışmada ise, bir tatlı su amfipodu olan *Gammarus duebeni*'nin kontamine olmuş *L. minor*'dan beslenme yoluyla 10-45µm PE mikroplastığı yutabildiği belirlenmiştir (Mateos-Cardenas vd., 2019).

Elektron mikroskopisi kullanılarak, mikroplastik parçacıklar üzerinde yapılan çalışmalarda parçacık yüzeylerinin çok sayıda kıvrım içeren ve gözenekli bir yapıya sahip olduğu gözlenmiş ve bu yapıların, kirleticileri adsorbe etmelerini kolaylaştırdığı tespit edilmiştir (Dong Y. vd., 2020; Zhang vd., 2018a). Daha küçük fragmentlerin spesifik yüzey alanlarındaki (SSA) artış da, kirleticilere karşı sorpsiyonu arttırmaktadır (Dastkhoon vd., 2017; Zhang vd., 2018a).

Mikroplastikler; yüzey özelliklerini değiştirebilen biyodegradasyon, kimyasal oksidasyon, fiziksel aşınma, UV radyasyon içeren çeşitli ayrışma işlemlerine maruz kalabilmektedir (Andrady, 2011; Liu P. vd., 2020). Bu ayrıştırma işlemleri; polarite, hidrofilitiyi ve MP yüzeyindeki yükleri arttırmasından dolayı, çevresel kirleticiler için MP sorpsiyonunu etkileyebilmektedir (Liu vd., 2019; Liu P. vd., 2020; Müller vd., 2018; Wang vd., 2020a; Zhang vd., 2018a). Kirletici unsurlarla direkt etkileşim halinde olabilen çevresel bileşenler de (doğal organik maddeler (NOM), tuzluluk, yüklü mineraller gibi), mikroplastiklerin özelliklerini değiştirebilmelerinden dolayı (Chen vd., 2018; Wang vd., 2019); MP sorpsiyon davranışlarını etkileyebilmektedir (Fang vd., 2019; Holmes vd., 2012; Liu P. vd., 2020; Xu vd., 2018a). Bunun yanı sıra; MP'ler patojenleri ve havadaki uçuşan solunum sistemimize girebilen lifli MP'leri de sorbe edebilmekte olup, kalıcı organik kirleticiler (POP) gibi diğer kirleticiler ile ilişkili oldukları bilinmektedir (Editorial, 2020). Çevresel kirleticiler MP üzerinde adsorbe olabilmekte ve böylece organizmalara

transfer olma durumları oluşabilmektedir (Avio *vd.*, 2015; Wardrop *vd.*, 2016).

5. MİKROPLASTİK KARAKTERİZASYON YÖNTEMLERİ

Mikroplastiklerin karakterizasyonunda fiziksel ve kimyasal yöntemler mevcuttur. Fiziksel karakterizasyonda; stereomikroskopik yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır (Sun *vd.*, 2019). Kimyasal karakterizasyonda ise; FT-IR spektroskopisi ve Raman spektroskopisi en yaygın kullanılan iki yöntem olmakla birlikte (Gies *vd.*, 2018; Hu *vd.*, 2019; Lares *vd.*, 2018; Zhang ve Chen, 2020), pahalı ekipmanlar gerektirmeleri ve zaman alıcı bir yöntem olmaları gibi dezavantajlar içermektedir (Hengstmann ve Fischer, 2019; Shim *vd.*, 2016).

5.1. FT-IR (Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi)

Örneklerin kızılötesi radyasyona maruz bırakılması sonucunda, atomlar arasındaki spesifik kimyasal bağlarla ilişkili piklerin elde edilebildiği bir tekniktir (Sun *vd.*, 2019). Mikroplastik analizinde genellikle tercih edilen bir yöntemdir (Auta *vd.*, 2017; Ivar do Sul ve Costa, 2014; Shim *vd.*, 2016; Xu *vd.*, 2019). >20 µm'den küçük mikroplastikler, µFT-IR görüntülemesi ile karakterize edilebilmektedir (Li *vd.*, 2020a; Mintenig *vd.*, 2019). FT-IR analizi, mikroplastiklerin yüzeyi üzerindeki fonksiyonel grupların belirlenmesine de olanak sağlamaktadır (Xu *vd.*, 2019).

5.2. Raman Spektroskopisi

Mikroplastiklerin tanımlanmasında sıklıkla kullanılan spektroskopi yöntemlerinden biri olan Raman Spektroskopisi, ışığın esnek olmayan saçılımına dayanan titreşimsel bir spektroskopi tekniğidir (Schymanski *vd.*, 2018). Bu teknik, FT-IR spektroskopisi ile tespit edilemeyecek organik veya inorganik dolgu maddeleri ve pigmentleri analiz edebilmeye olanak sağlamaktadır (Hu *vd.*, 2019; Imhof *vd.*, 2016). FT-IR analizine

göre daha iyi uzamsal çözünürlük (<1 µm) gösteren Raman spektroskopisi, numunelerdeki mikrobiyolojik, organik veya inorganik maddelerden kaynaklanan floresan girişimine eğilimlidir (Sun *vd.*, 2019).

5.3. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu)

SEM; partiküllerin şekil ve boyutlarının gözlenmesinde tercih edilen kantitatif bir yöntemdir. Bu teknik ile; odaklanmış elektron ışınlarıyla yüzeyi tarayarak mikroplastiklerin görüntülerini oluşturmaktadır (Mahon *vd.*, 2017; Sun *vd.*, 2019). SEM-enerji dağıtıcı X-ışını spektroskopisi (SEM-EDS) ve çevresel tarama elektron mikroskobu-EDS (ESEM-EDS), mikroplastiklerin yüzey morfolojisini karakterize etmek ve polimerlerin temel bileşimini belirlemek için kullanılabilir (Dubaiş ve Liebezeit, 2013; Eriksen *vd.*, 2013; Sun *vd.*, 2019). Bununla birlikte; SEM-EDS; µFT-IR ve µRaman görüntülemesine göre daha iyi uzamsal çözünürlük sağlayabilmektedir (Li *vd.*, 2020a).

5.4. GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi)

Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) (Pyr-GC-MS de dahil) (Dümichen *vd.*, 2017; Nuelle *vd.*, 2014) ve sıvı kromatografisi (LC) (Elert *vd.*, 2017) gibi teknikler de mikroplastik karakterizasyonunda uygulanabilmektedir (Sun *vd.*, 2019).

Genellikle termoanalitik yöntemlerle uygulanan GC-MS yöntemleri, örneklerde hızlı plastik tespitinde kullanılmaktadır (Sun *vd.*, 2019). Spektroskopik yöntemlere göre daha yıkıcı bir yöntem olan Pyr-GC-MS yönteminde karakterizasyon işlemi, polimerlerin pirolizine dayanmaktadır (Li *vd.*, 2020a; Nuelle *vd.*, 2014). Tanımlamada oldukça hassas ve seçici bir yöntem olmakla birlikte, ekipmanlarının yüksek bakımı gerektirmesi bu yöntemin dezavantajlarından biridir (Li *vd.*, 2020a;

Nuelle vd., 2014).

6. SONUÇLAR

Günümüzde kullanımları oldukça yaygınlaşan plastiklerin, ekosistemlerdeki konsantrasyonları hızla artmakta ve bu durum global bir endişe kaynağı haline gelmektedir. Sucul ve karasal ekosistemlere direkt ya da dolaylı olarak dahil olabilen mikroplastiklerin, pek çok canlı grubu için toksik nitelikte olduğu bilinmektedir. Bu derleme çalışması, mikroplastiklerin tanımı, tipleri, kaynakları, dağılımları ve canlılar üzerindeki toksik etkileri ile ilgili bilgiler içermektedir. Literatür incelendiğinde, oldukça güncel olan bu alanda yeterli çalışma olmadığı görülmektedir. Bu sebeple; bu alanda yapılacak multidisipliner çalışmalar ile mikroplastiklerin ortamdaki uzaklaştırılabilirliği, toksisitesi, sinerjistik-antagonistik etkileşimleri, risk değerlendirme ve modelleme çalışmalarının desteklenmesi; moleküler düzeyde yapılacak sitotoksik çalışmalarla bu alandaki değerlendirilmelerin güçlendirilmesi önem teşkil etmektedir.

AÇIKLAMA BİLDİRİMİ

Yazarlar bu makalede çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ORCID Numarası

Esra ÜÇÜNCÜ TUNCA:

 <https://orcid.org/0000-0002-9024-8477>

7. KAYNAKLAR

Monteiro, R.C.P., Ivar do Sul, J.A., Costa, M.F., (2018). Plastic pollution in islands of the Atlantic Ocean. *Environmental Pollution* 238: 103-110.

Yao, L., Hui, L., Yang, Z., Chen, X., Xiao, A., (2020). Freshwater microplastics pollution: Detecting and visualizing emerging trends based on Citespace II. *Chemosphere* 245: 125627.

Geyer, R., Jambeck, J.R., Law, K.L., (2017). Production use and fate of all plastics ever made. *Science Advances* 3(7): 1-5. DOI: 10.1126/sciadv.1700782.

Editorial, (2020). Plastic pollution in the environment. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 73(103274).

Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Theodore, R.S., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean.

Li, Z., Yi, X., Zhou, H., Chi, T., Li, W., Yang, K., (2020a). Combined effect of polystyrene microplastics and dibutyl phthalate on the microalgae *Chlorella pyrenoidosa*. *Environ. Pollut.* 257: 113604.

Andrady, A.L., Neal, M.A., (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 364(1526): 1977-1984.

Costa Araújo, A.P., Silva de Melob, N.F., Oliveira Juniorc, A.G., Rodriguesa, F.P., Fernandes, T., Andrade Vieiraa, J.E., Rochad, T.L., Malafaia, G., (2020). How much are microplastics harmful to the health of amphibians? A study with pristine polyethylene microplastics and *Physalaemus cuvieri*. *Journal of Hazardous Materials* 382: 121066.

Lithner, D., Larsson, Å., Dave, G., (2011). Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of The Total Environment* 409(18): 3309-3324.

Dong, Y., Gao, M., Song, Z.W.Q., (2020). As (III) adsorption onto different-sized polystyrene microplastic particles and its mechanism. *Chemosphere* 239 (124792).

Klein, S., Dimzon, I.K., Eubeler, J., Knepper, T.P., (2018). Analysis, Occurrence, and Degradation of Microplastics in the Aqueous Environment. in: *Freshwater Microplastics : Emerging Environmental Contaminants?*, (Eds.) M. Wagner, S. Lambert, Springer International Publishing. Cham, pp. 51-67.

Yang, H., Xiong, H., Mi, K., Xue, W., Wei, W., Zhang, Y., (2020). Toxicity comparison of nano-sized and micron-sized microplastics to Goldfish *Carassius auratus* Larvae. *J. Hazard. Mater.* 388: 122058.

- Peeken, I., Primpke, S., Beyer, B., Gutermann, J., Katlein, C., Krumpfen, T., Bergmann, M., Hehemann, L., Gerdt, G., (2018). Arctic sea ice is an important temporal sink and means of transport for microplastic. *Nat. Commun.* 9(1): 1505.
- Malafaia, G., Martins de Souza, A., Pereira, A.C., Gonçalves, S., Costa Araújo, A.P., Ribeiro, R.X., Rocha, T.L., (2020). Developmental toxicity in zebrafish exposed to polyethylene microplastics under static and semi-static aquatic systems. *Science of the Total Environment* 700 (134867).
- Liu, P., Zhan X., Wu, X., Li, J., Wang H.S.G., (2020). Effect of weathering on environmental behavior of microplastics: Properties, sorption and potential risks. *Chemosphere* 242 (125193).
- Choi, J.S., Hong, S.H., Park, J.W., (2019). Evaluation of microplastic toxicity in accordance with different sizes and exposure times in the marine copepod *Tigriopus japonicus*. *Mar. Environ. Res.* 104838.
- Dubaish, F., Liebezeit, G., (2013). Suspended Microplastics and Black Carbon Particles in the Jade System, Southern North Sea. *Water, Air & Soil Pollution* 224(2).
- Li, C., Busquets, R., Campos, L.C., (2020b). Assessment of microplastics in freshwater systems: A review. *Sci. Total Environ.* 707 : 135578.
- Thompson, R.C., Olsen, Y., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John, A.W., McGonigle, D., Russell, A.E., (2004). Lost at sea: where is all the plastic? *Science* 304(5672): 838.
- Frias, J.P.G.L., Nash, R., (2019). Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin* 138: 145-147.
- Sierra, I., Chialanza, M.R., Faccio, R., Carrizo, D., Fornaro, L., Perez-Parada, A., (2020). Identification of microplastics in wastewater samples by means of polarized light optical microscopy. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 27(7) : 7409-7419.
- Huang, Y., Qing, X., Wang, W., Han, G., Wang, J., (2020). Mini-review on current studies of airborne microplastics: Analytical methods, occurrence, sources, fate and potential risk to human beings. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 125: 115821.
- Anderson, J.C., Park, B.J., Palace, V.P., (2016). Microplastics in aquatic environments: Implications for Canadian ecosystems. *Environmental Pollution Series A Ecological and Biological* 218: 269-280.
- Andrady, A.L., (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 62(8): 1596-1605.
- Zocchi, M., Sommaruga, R., (2019). Microplastics modify the toxicity of glyphosate on *Daphnia magna*. *Science of the Total Environment* 697.
- Kazour, M., Terkia, S., Rabhia, K., Jemaab, S., Khalaf, G.R.A., (2019). Sources of microplastics pollution in the marine environment: Importance of wastewater treatment plant and coastal landfill. *Marine Pollution Bulletin* 146: 608–618.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T.S., (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin* 62(12): 2588-2597.
- Auta, H.S., Emenike, C.U., Fauziah, S.H., (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environ. Int.* 102: 165-176.
- Castañeda, R.A., Avlijas, S., Simard, M.A., Ricciardi, A., Smith, R. 2014. Microplastic pollution in St. Lawrence River sediments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71(12), 1767-1771.
- Duis, K., Coors, A., (2016). Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environ. Sci. Eur.* 28(1): 2.
- Fendall, L.S., Sewell, M.A., (2009). Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers. *Marine Pollution Bulletin* 58(8): 1225-1228.
- Zbyszewski, M., Corcoran, P.L., Hockin, A., (2014). Comparison of the distribution and degradation of plastic debris along shorelines of the Great Lakes, North America. *Journal of Great Lakes Research* 40(2): 288-299.
- Zettler, E.R., Mincer, T.J., Amaral-Zettler, L.A., (2013). Life in the "plastisphere": microbial communities on plastic marine debris. *Environ. Sci. Technol.* 47(13): 7137-7146.
- Ngo, P.L., Pramanik, B.K., Shah, K., Roychand, R., (2019). Pathway, classification and removal efficiency of microplastics in wastewater treatment plants. *Environmental Pollution* 255: 113326.

- Hu, Y., Gong, M., Wang, J., Bassi, A., (2019). Current research trends on microplastic pollution from wastewater systems: a critical review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* 18(2): 207-230.
- Setälä, O., Norkko, J., Lehtiniemi, M., (2016). Feeding type affects microplastic ingestion in a coastal invertebrate community. *Marine Pollution Bulletin* 102(1): 95-101.
- Van Cauwenberghe, L., Janssen, C.R., (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution* 193: 65-70.
- Ferreira, P., Fonte, E., Soares, M.E., Carvalho, F., Guilhermino, L., (2016). Effects of multi-stressors on juveniles of the marine fish *Pomatoschistus microps*: Gold nanoparticles, microplastics and temperature. *Aquatic Toxicology* 170: 89-103.
- Fossi, M.C., Marsili, L., Bains, M., Giannetti, M., Coppola, D., Guerranti, C., Caliani, I., Minutoli, R., Lauriano, G., Finoia, M.G., Rubegni, F., Panigada, S., Bérubé, M., Urbán Ramírez, J., Panti, C., (2016). Fin whales and microplastics: The Mediterranean Sea and the Sea of Cortez scenarios. *Environmental Pollution* 209: 68-78.
- Caron, A., Thomas, C., Ariel, E., Berry, K., Boyle, S., Motti, C., Brodie, J. 2016. *Extraction and identification of microplastics from sea turtles: method development and preliminary results*, TropWATER, Report No. 15/52.
- Avio, C.G., Gorbi, S., Milan, M., Benedetti, M., Fattorini, D., d'Errico, G., Pauletto, M., Bargelloni, L., Regoli, F., (2015). Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels. *Environmental Pollution* 198: 211-222.
- Brennecke, D., Duarte, B., Paiva, F., Caçador, I., Canning-Clode, J., (2016). Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 178: 189-195.
- Scherer, C., Weber, A., Lambert, S. & Wagner, M. (2018). Interactions of Microplastics with Freshwater Biota. In: "Freshwater Microplastics", (M. Wagner & S. Lambert, Eds.), Springer, pp. 153-180.
- De Witte, B., Devriese, L., Bekaert, K., Hoffman, S., Vandermeersch, G., Cooreman, K., Robbens, J., (2014). Quality assessment of the blue mussel (*Mytilus edulis*): Comparison between commercial and wild types. *Marine Pollution Bulletin* 85(1): 146-155.
- Gauquie, J., Devriese, L., Robbens, J., De Witte, B., (2015). A qualitative screening and quantitative measurement of organic contaminants on different types of marine plastic debris. *Chemosphere* 138: 348-356.
- Li, J., Liu, H., Paul Chen, J., (2018a). Microplastics in freshwater systems: A review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastics detection. *Water Research* 137: 362-374.
- Wang, Z., Lin, T., Chen, W., (2020b). Occurrence and removal of microplastics in an advanced drinking water treatment plant (ADWTP). *Science of the Total Environment* 700: 134520.
- Cole, M., Lindeque, P.K., Fileman, E., Clark, J., Lewis, C., Halsband, C., Galloway, T.S., (2016). Microplastics Alter the Properties and Sinking Rates of Zooplankton Faecal Pellets. *Environ. Sci. Technol.* 50(6): 3239-3246.
- Sighicelli, M., Pietrelli, L., Lecce, F., Iannilli, V., Falconieri, M., Coscia, L., Di Vito, S., Nuglio, S., Zampetti, G., (2018). Microplastic pollution in the surface waters of Italian Subalpine Lakes. *Environmental Pollution* 236: 645-651.
- Xu, P., Peng, G., Su, L., Gao, Y., Gao, L., Li, D., (2018b). Microplastic risk assessment in surface waters: A case study in the Changjiang Estuary, China. *Marine Pollution Bulletin* 133: 647-654.
- Barnes, D.K., Galgani, F., Thompson, R.C., Barlaz, M., (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 364(1526): 1985-1998.
- Blair, R.M., Waldron, S., Phoenix, V.R., Gauchotte-Lindsay, C., (2019). Microscopy and elemental analysis characterisation of microplastics in sediment of a freshwater urban river in Scotland, UK. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 26(12): 12491-12504.
- Bordós, G., Urbányi, B., Micsinai, A., Kriszt, B., Palotai, Z., Szabó, I., Hantosi, Z., Szoboszlai, S., (2019). Identification of microplastics in fish ponds and natural freshwater environments of the Carpathian basin, Europe. *Chemosphere* 216: 110-116.
- Slootmaekers, B., Catarci Carteny, C., Belpaire, C., Saverwyns, S., Fremout, W., Blust, R., Bervoets, L., (2019). Microplastic contamination in gudgeons (*Gobio gobio*) from Flemish rivers (Belgium). *Environmental Pollution* 244: 675-684.

- Anderson, P.J., Warrack, S., Langen, V., Challis, J.K., Hanson, M.L., Rennie, M.D., (2017). Microplastic contamination in Lake Winnipeg, Canada. *Environmental Pollution* 225: 223-231.
- Dris, R., Gasperi, J., Rocher, V., Saad, M., Renault, N., Tassin, B., (2015). Microplastic contamination in an urban area: a case study in Greater Paris. *Environmental Chemistry* 1-9.
- Sruthy, S., Ramasamy, E.V., (2017). Microplastic pollution in Vembanad Lake, Kerala, India: The first report of microplastics in lake and estuarine sediments in India. *Environmental Pollution* 222: 315-322.
- Andrady, A.L., (2017). The plastic in microplastics: A review. *Marine Pollution Bulletin* 119(1): 12-22.
- Barboza, L.G.A., Dick Vethaak, A., Lavorante, B., Lundebye, A.K., Guilhermino, L., (2018). Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health. *Mar. Pollut. Bull.* 133: 336-348.
- Chen, M., Qin, X., Zeng, G., (2017). Biodiversity change behind wide applications of nanomaterials? *Nano Today* 17: 11-13.
- Davarpanah, E., Guilhermino, L., (2019). Are gold nanoparticles and microplastics mixtures more toxic to the marine microalgae *Tetraselmis chuii* than the substances individually? *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 181: 60-68.
- Franzellitti, S., Canesi, L., Auguste, M., Wathsala, R.H.G.R., Fabbri, E., (2019). Microplastic exposure and effects in aquatic organisms: A physiological perspective. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 68: 37-51.
- Giannetto, A., Cappello, T., Oliva, S., Parrino, V., De Marco, G., Fasulo, S., Mauceri, A., Maisano, M., (2018). Copper oxide nanoparticles induce the transcriptional modulation of oxidative stress-related genes in *Arbacia lixula* embryos. *Aquatic Toxicology* 201: 187-197.
- Horton, A.A., Walton, A., Spurgeon, D.J., Lahive, E., Svendsen, C., (2017). Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Science of The Total Environment* 586: 127-141.
- Windsor, R., Cinelli, M., Coles, S.R., (2018). Comparison of tools for the sustainability assessment of nanomaterials. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry* 12: 69-75.
- Kogel, T., BJORoy, O., Toto, B., Bienfait, A.M., Sanden, M., (2020). Micro- and nanoplastic toxicity on aquatic life: Determining factors. *Sci. Total Environ.* 709: 136050.
- Ma, H., Pu, S., Liu, S., Bai, Y., Mandal, S., Xing, B., (2020). Microplastics in aquatic environments: Toxicity to trigger ecological consequences. *Environ. Pollut.* 261: 114089.
- Turner, A., Holmes, L., Thompson, R.C., Fisher, A.S., (2020). Metals and marine microplastics: Adsorption from the environment versus addition during manufacture, exemplified with lead. *Water Res.* 173: 115577.
- Xu, X., Jian Y., Xue Y., Hou Q.L.W., (2019). Microplastics in the wastewater treatment plants (WWTPs): Occurrence and removal. *Chemosphere* 235: 1089-1096.
- Guo, X., Chen, C.J.W., (2019). Sorption of sulfamethoxazole onto six types of microplastics. *Chemosphere* 228: 300-308.
- Li, Y., Li, M., Li, Z., Yang, L., Liu, X., (2019). Effects of particle size and solution chemistry on Triclosan sorption on polystyrene microplastic. *Chemosphere* 231: 308-314.
- Guo, X., Pang, J., Chen, S., Jia, H., (2018). Sorption properties of tylosin on four different microplastics. *Chemosphere* 209: 240-245.
- Li, J., Zhang, K., Zhang, H., (2018b). Adsorption of antibiotics on microplastics. *Environmental Pollution* 237: 460-467.
- de Sa, L.C., Oliveira, M., Ribeiro, F., Rocha, T.L., Fetter, M.N., (2018). Studies of the effects of microplastics on aquatic organisms: What do we know and where should we focus our efforts in the future? *Sci. Total Environ.* 645: 1029-1039.
- Jin, Y., Xia, J., Pan, Z., Yang, J., Wang, W., Fu, Z., (2018). Polystyrene microplastics induce microbiota dysbiosis and inflammation in the gut of adult zebrafish. *Environmental Pollution* 235: 322-329.
- Lei, L., Wu, S., Lu, S., Liu, M., Song, Y., Fu, Z., Shi, H., Raley-Susman, K.M., He, D., (2018). Microplastic particles cause intestinal damage and other adverse effects in zebrafish *Danio rerio* and nematode *Caenorhabditis elegans*. *Science of The Total Environment* 619-620: 1-8.

- Browne, M.A., Niven, S.J., Galloway, T.S., Rowland, S.J., Thompson, R.C., (2013). Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. *Curr. Biol.* 23(23): 2388-2392.
- Wardrop, P., Shimeta, J., Nugegoda, D., Morrison, P.D., Miranda, A., Tang, M., Clarke, B.O., (2016). Chemical Pollutants Sorbed to Ingested Microbeads from Personal Care Products Accumulate in Fish. *Environ. Sci. Technol.* 50(7): 4037-4044.
- Wathsala, R.H.G.R., Franzellitti, S., Scaglione, M., Fabbri, E., (2018). Styrene impairs normal embryo development in the Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*). *Aquatic Toxicology* 201: 58-65.
- Gao, M., Liu, Y., Song, Z., (2019). Effects of polyethylene microplastic on the phytotoxicity of di-n-butyl phthalate in lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *ramosa* Hort). *Chemosphere* 237: 124482.
- Jiang, X., Chen, H., Liao, Y., Ye, Z., Li, M., Klobucar, G., (2019). Ecotoxicity and genotoxicity of polystyrene microplastics on higher plant *Vicia faba*. *Environ. Pollut.* 250: 831-838.
- Lu, Y., Zhang, Y., Deng, Y., Jiang, W., Zhao, Y., Geng, J., Ding, L., Ren, H., (2016). Uptake and Accumulation of Polystyrene Microplastics in Zebrafish (*Danio rerio*) and Toxic Effects in Liver. *Environmental Science & Technology* 50(7): 4054-4060.
- Veneman, W.J., Spaink, H.P., Brun, N.R., Bosker, T., Vijver, M.G., (2017). Pathway analysis of systemic transcriptome responses to injected polystyrene particles in zebrafish larvae. *Aquatic Toxicology* 190: 112-120.
- Greenway, J.A., Gerstenberger, S., (2010). An Evaluation of Lead Contamination in Plastic Toys Collected from Day Care Centers in the Las Vegas Valley, Nevada, USA. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 85(4): 363-366.
- Chen, Q., Yue Li, Li, B., (2020). Is color a matter of concern during microplastic exposure to *Scenedesmus obliquus* and *Daphnia magna*? *Journal of Hazardous Materials* 383(121224).
- Shaw, D.G., Day, R.H., (1994). Colour- and form-dependent loss of plastic micro-debris from the North Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin* 28(1): 39-43.
- Su, L., Xue, Y., Li, L., Yang, D., Kolandhasamy, P., Li, D., Shi, H., (2016). Microplastics in Taihu Lake, China. *Environmental Pollution* 216: 711-719.
- Wang, W., Ndungu, A.W., Li, Z., Wang, J., (2017). Microplastics pollution in inland freshwaters of China: A case study in urban surface waters of Wuhan, China. *Science of The Total Environment*, 575: 1369-1374.
- Zhang, K., Shi, H., Peng, J., Wang, Y., Xiong, X., Wu, C., Lam, P.K.S., (2018b). Microplastic pollution in China's inland water systems: A review of findings, methods, characteristics, effects, and management. *Science of The Total Environment* 630: 1641-1653.
- Mateos-Cardenas, A., Scott, D.T., Seitmaganbetova, G., Frank, N.A.M.V., John, O., Marcel, A.K.J., (2019). Polyethylene microplastics adhere to *Lemna minor* (L.), yet have no effects on plant growth or feeding by *Gammarus duebeni* (Lillj.). *Sci. Total Environ.* 689: 413-421.
- Zhang, H., Wang, J., Zhou, B., Zhou, Y., Dai, Z., Zhou, Q., Christie, P., Luo, Y., (2018a). Enhanced adsorption of oxytetracycline to weathered microplastic polystyrene: Kinetics, isotherms and influencing factors. *Environmental Pollution* 243: 1550-1557.
- Dastkhooon, M., Ghaedi, M., Asfaram, A., Ahmadi Azqhandi, M.H., Purkait, M.K., (2017). Simultaneous removal of dyes onto nanowires adsorbent use of ultrasound assisted adsorption to clean waste water: Chemometrics for modeling and optimization, multicomponent adsorption and kinetic study. *Chemical Engineering Research and Design* 124: 222-237.
- Liu, G., Zhu, Z., Yang, Y., Sun, Y., Yu, F., Ma, J., (2019). Sorption behavior and mechanism of hydrophilic organic chemicals to virgin and aged microplastics in freshwater and seawater. *Environmental Pollution* 246: 26-33.
- Müller, A., Becker, R., Dorgerloh, U., Simon, F.-G., Braun, U., (2018). The effect of polymer aging on the uptake of fuel aromatics and ethers by microplastics. *Environmental Pollution* 240: 639-646.
- Wang, Q., Zhang, Y., Wangjin, X., Wang, Y., Meng, G., Chen, Y., (2020a). The adsorption behavior of metals in aqueous solution by microplastics effected by UV radiation. *J. Environ. Sci. (China)* 87: 272-280.
- Chen, W., Ouyang, Z.-Y., Qian, C., Yu, H.Q., (2018). Induced structural changes of humic acid by exposure of polystyrene microplastics: A spectroscopic insight. *Environmental Pollution* 233: 1-7.

- Wang, F., Yang, W., Cheng, P., Zhang, S., Zhang, S., Jiao, W., Sun, Y., (2019). Adsorption characteristics of cadmium onto microplastics from aqueous solutions. *Chemosphere* 235: 1073-1080.
- Fang, S., Yu, W., Li, C., Liu, Y., Qiu, J., Kong, F., (2019). Adsorption behavior of three triazole fungicides on polystyrene microplastics. *Science of The Total Environment* 691: 1119-1126.
- Holmes, L.A., Turner, A., Thompson, R.C., (2012). Adsorption of trace metals to plastic resin pellets in the marine environment. *Environmental Pollution* 160: 42-48.
- Xu, B., Liu, F., Brookes, P.C., Xu, J., (2018a). Microplastics play a minor role in tetracycline sorption in the presence of dissolved organic matter. *Environmental Pollution* 240: 87-94.
- Sun, J., Dai, X., Wang, Q., van Loosdrecht, M.C.M., Ni, B.J., (2019). Microplastics in wastewater treatment plants: Detection, occurrence and removal. *Water Res.* 152: 21-37.
- Gies, E.A., LeNoble, J.L., Noël, M., Etemadifar, A., Bishay, F., Hall, E.R., Ross, P.S., (2018). Retention of microplastics in a major secondary wastewater treatment plant in Vancouver, Canada. *Marine Pollution Bulletin* 133: 553-561.
- Lares, M., Ncibi, M.C., Sillanpaa, M., Sillanpaa, M., (2018). Occurrence, identification and removal of microplastic particles and fibers in conventional activated sludge process and advanced MBR technology. *Water Res.* 133: 236-246.
- Zhang, Z., Chen, Y., (2020). Effects of microplastics on wastewater and sewage sludge treatment and their removal: A review. *Chemical Engineering Journal* 382: 122955.
- Hengstmann, E., Fischer, E.K., (2019). Nile red staining in microplastic analysis-proposal for a reliable and fast identification approach for large microplastics. *Environ. Monit. Assess.* 191(612).
- Shim, W.J., Song, Y.K., Hong, S.H., Jang, M., (2016). Identification and quantification of microplastics using Nile Red staining. *Marine Pollution Bulletin* 113: 469-476.
- Ivar do Sul, J.A., Costa, M.F., (2014). The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environ. Pollut.* 185: 352-64.
- Mintenig, S.M., Löder, M.G.J., Primpke, S., Gerdt, G., (2019). Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources. *Science of The Total Environment* 648: 631-635.
- Schymanski, D., Goldbeck, C., Humpf, H.-U., Fürst, P., (2018). Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Research* 129: 154-162.
- Imhof, H.K., Laforsch, C., Wiesheu, A.C., Schmid, J., Anger, P.M., Niessner, R., Ivleva, N.P., (2016). Pigments and plastic in limnetic ecosystems: A qualitative and quantitative study on microparticles of different size classes. *Water Research* 98: 64-74.
- Mahon, A.M., O'Connell, B., Healy, M.G., O'Connor, I., Officer, R., Nash, R., Morrison, L., (2017). Microplastics in Sewage Sludge: Effects of Treatment. *Environ. Sci. Technol.* 51(2): 810-818.
- Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., Edwards, W., Farley, H., Amato, S., (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin* 77(1): 177-182.
- Dümichen, E., Eisentraut, P., Bannick, C.G., Barthel, A.-K., Senz, R., Braun, U., (2017). Fast identification of microplastics in complex environmental samples by a thermal degradation method. *Chemosphere* 174: 572-584.
- Nuelle, M.T., Dekiff, J.H., Remy, D., Fries, E., (2014). A new analytical approach for monitoring microplastics in marine sediments. *Environmental Pollution* 184: 161-169.
- Elert, A.M., Becker, R., Duemichen, E., Eisentraut, P., Falkenhagen, J., Sturm, H., Braun, U., (2017). Comparison of different methods for MP detection: What can we learn from them, and why asking the right question before measurements matters? *Environmental Pollution* 231: 1256-1264.

The first occurrence of male specimen of *Nemichthys scolopaceus* (Richardson, 1848) from Eastern Mediterranean

Doğu Akdeniz'den *Nemichthys scolopaceus* (Richardson, 1848)'nin Erkek Bireyinin İlk Bulunuşu

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 6 Sayı: 2 (2020) 137-143

Yusuf Kenan BAYHAN¹ , Deniz ERGÜDEN^{2*} , Deniz AYAS³ 

¹Vocational School of Kahta, University of Adiyaman, Adiyaman, Kahta, Turkey

²Faculty of Marine Science and Technology, University of Iskenderun Technical, Iskenderun, Hatay, Turkey

³Faculty of Fisheries, University of Mersin, Mersin, Turkey

ABSTRACT

A single male specimen of *Nemichthys scolopaceus* Richardson, 1848 was caught by a commercial deep trawler from Erdemli coast, Mersin Bay at a depth of about 595 m on 08 July 2019. After the capture, the fresh male specimen was identified, photographed, and measured. Morphometric and meristic characters of

the specimen are given in the text. This paper first confirms the occurrence of a male specimen for *N. scolopaceus* from the Eastern Mediterranean coast of Turkey.

Keywords: Nemichthyidae, Slender snipe eel, Record, Mature male, Mediterranean Sea

Article Info

Received: 17 June 2020

Revised: 11 July 2020

Accepted: 12 July 2020

* (corresponding author)

E-mail: deniz.erguden@iste.edu.tr

ÖZET

Nemichthys scolopaceus Richardson, 1848'un bir erkek bireyi 08 Temmuz 2019 tarihinde Mersin Körfezi, Erdemli sahilinden ticari derin bir trol teknesi tarafından yaklaşık 595 m derinlikte yakalandı. Yakalandıktan sonar, taze erkek birey tanımlandı, fotoğraflandı ve ölçüldü. Morfometrik ve meristik karakterler metinde verilmiştir. Bu makale, Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyılarında *N. scolopaceus*'un bir erkek bireyinin ilk olarak bulunuşunu teyit etmektedir.

Anahtar sözcükler: Nemichthyidae, İnce belli yılan balığı, Kayıt, Yetişkin erkek, Akdeniz

1. INTRODUCTION

The genus *Nemichthys* is represented by only one species in the Mediterranean Sea (Abdul Malak *et al.*, 2011). *N. scolopaceus* Richardson, 1848 is a mesopelagic and bathypelagic fish species (Coad and Reist, 2004) and inhabits tropical and temperate waters in the world (Riede, 2004). It occurs in the Northwest Pacific, Eastern Pacific, Western Atlantic, and Eastern Atlantic including in the Mediterranean Sea, (Hart, 1973; Nielsen, 1984; Froese and Pauly, 2020).

Slender snipe eel, *N. scolopaceus*, is characterized by the body more or less pigmented, postorbital pores 3-20, and preopercular pores 2-18, small teeth (Nielsen and Smith, 1978). The jaws of adult male specimens may become shorter over time. *N. scolopaceus* is a highly color variable species distributed throughout the Atlantic, Indian, and Pacific Ocean (Nielsen and Smith, 1978). The color usually brown or gray, often darker ventrally than dorsally, intensity variable. The first report of *N. scolopaceus* in the Mediterranean was made by Quignard and Tomasini (2000). Then, successively reports of the occurrence of this species in the Mediterranean Sea was made from Eastern Ionian Sea (Mytilineou *et al.* 2005), the southern Aegean Sea and the southern Mediterranean, Turkey (Bilecenoglu *et al.* 2006; Filiz *et al.* 2007; Gökoglu *et al.* 2009, Bayhan *et al.*, 2015; Ayas and Sen Ağilkaya, 2018). Ayas and Şen Ağilkaya (2018) misrepresented the

gender of this species and reported a female individual as a male individual. All of these samples reported from Turkish waters are female individuals of this species.

This paper first confirms the occurrence of this male specimen for *N. scolopaceus* on the Eastern Mediterranean coast of Turkey. Besides, the first detailed morphometric measurements of the male individual as well as comparing with the previous reports of this species is also given.

2. MATERIAL AND METHOD

A single male specimen of *N. scolopaeus* was caught by a commercial trawler at a depth of 595 m on 08 July 2019 in Mersin Bay (Erdemli coast) (Coordinate: 36°10'N, 34°41'E), from the Northeastern Mediterranean coast of Turkey (Figure 1). After the capture, the fresh specimen was identified, photographed, and measured in the boat. All measurements and counts, as well as morphological and color descriptions of a male specimen of *N. scolopaeus*, are given. The specimens were preserved in 4% formalin and were deposited in the Museum of the Faculty of Fisheries, Mersin University (Catalog number: MEUFC-19-11-129) (Figure 2 and Figure 3).

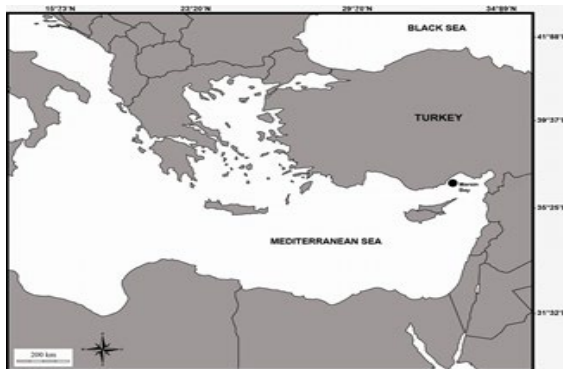


Figure 1. Map showing the capture locality (black circle) of *Nemichthys scolopaceus*



Figure 2. General view of male specimen of *Nemichthys scolopaceus* (Photo: Y.K. Bayhan)



Figure 3. Head and gill opening the view of *Nemichthys scolopaceus* (Photo: Y.K. Bayhan)

3. RESULTS

In the study, a male individual with a total length of 53.90 cm and weighing 8.420 g caught (Figure 2). The male specimens differ from female specimens were anterior nostrils (small jaw strongly tubular and forwardly directed in mature males) and due to the non-occlusible beak (pointed beak is fairly short in males). The male specimen is described as follows (see Table 1 for morphometric and meristic characters): The body is elongate, moderately to strongly compressed. The tail is moderately attenuate with a small caudal fin; anus far forward, either under pectoral fins or less than one head length behind it. Eyes are well developed. Cleft of mouth ends under or slightly behind the eye. Teeth are small with recurved tips and closely set in diagonal rows. Teeth are visible when the mouth is closed. Anterior and posterior nostrils are located on side of head, just in front of eye. Gill opening crescentic, located in front of and below pectoral fins. Dorsal and anal fins are long and confluent with caudal fin when latter is present. Anal fin is higher than dorsal; dorsal fin is begins over or slightly in front of pectoral fins; anal fin begins just behind the anus. Pectoral fins are present.

All morphometric measurements were made to the nearest 0.01 mm using dial calipers. Morphometric values were given as cm. Head length 8.1% of total length (TL), maximum body depth at gill opening 1.8% of TL, snout length 0.8% of head length (HL), eye diameter (horizontal) 18.2% of HL, eye diameter (vertical) 14.7% of HL and interorbital distance 9.6% of HL. Color: Body uniformly dark brown, dorsal fins and anal fins bases of dark and also tips of pectoral fins almost black.

4. DISCUSSIONS

In the present study, it is reported a male individual belonging to the slender snipe eel, *N. scolopaeus* captured from Mersin Bay in July 2019. The identification of the

male specimen was carried out using the characteristics of the species given in Nielsen and Smith (1978). Besides, detailed morphometric measurements of the individual were made and presented in Table 1. In addition, these measurements compared with previous Mediterranean records (Table 1). Although in the present study are found slightly different measurement values from other previous studies for this species. These differences may be related to the sampling area, habitat, feeding behavior, and spatial segregation of both sexes and environmental factors. The historical records in the Mediterranean waters of this species are given in Table 2.

Slender snipe eel, *N. scolopaeus* distributed with a depth range from the surface to 2,000 m in the Mediterranean (Nielsen, 1984) and down to 3,656 m in the Atlantic (Coad and Reist, 2004). However, it is commonly found in marine deep waters between depths of 100-1000 m (Mundy, 2005). Although its maximum size may not exceed 100 cm total length, up to now, the maximum total length is reported as 130 cm for this species (Muus and Nielsen, 1999). It feeds commonly on crustaceans, especially decapods and euphasids (Maigret, 1986; Smith, 1989; Feagans, 2008). According to Castonguay and McCleave (1987), juvenile specimens do not exhibit a vertical migration, which generally occurs at depths down to 100 m, but larger specimens (>80 mm, TL) perform diurnal migration.

The present study was the first confirmed reports of the slender snipe eel male

specimen of *N. scolopaceus* specimen from Turkey (Northeastern Mediterranean) and we were aimed to present the morphometric and meristic data a male individual of *N. scolopaceus*, which caught from Mersin Bay.

5. CONCLUSIONS

Although this species is uncommon, it is a deep-water species that is not targeted in commercial deep-sea fisheries and it is only rarely caught as bycatch (IUCN, 2020). Up to date, *N. scolopaceus* is listed as Least Concern (LC) in the Mediterranean (Karmovskaya and Papaconstantinou, 2015).

In the Mediterranean, further investigations and monitoring are needed for a rare deep-sea fish species. This research will make a significant contribution to many researchers working in this field in the future.

DISCLOSURE STATEMENT

The authors declare that there is no conflict of interest.

ORCID IDs

Yusuf Kenan BAYHAN:

 <https://orcid.org/0000-0002-7403-900X>

Deniz ERGÜDEN:

 <https://orcid.org/0000-0002-2597-2151>

Deniz AYAS:

 <https://orcid.org/0000-0001-6762-6284>

Table 1. Previous reports of the *Nemichthys scolopaceus* from the Mediterranean coast of Turkey

Measurements	This study	Bayhan et al. (2015)	Bilecenoglu et al. (2006)	Filiz et al. (2007)	Gokoglu et al. (2009)	Ayas and Sen Agilkaya (2018)
Metric (cm)						
Number of Samples	1	1	1	1	2	1
Total length	53.9	47.5	82.5 (SL)*	97.4 (SL)*	82.0-55.0	95.0
Maximum body depth	0.99	0.64	-	-	-	-
Head length	4.35	4.20	-	-	-	-
Snout length	0.80	0.53	-	-	-	-
Eye diameter	0.79	0.42	-	-	-	-
Interorbital distance	0.42	0.11	-	-	-	-
Pre-orbital length	0.77	-	-	-	-	-
Pre-pectoral length	3.05	-	-	-	-	-
Meristic						
Dorsal fin rays	342	345	-	-	-	-
Anal fin rays	315	318	-	-	-	-
Pectoral fin rays	10	15	-	-	-	-
Weight (g)	8.420	-	-	-	47.2-25.2	24.22

*This measurements are given as Standard length (SL)

Table 2. Previous reports of the *Nemichthys scolopaceus* from the Mediterranean Sea

Location	Date	Number of Samples	Sex	Size (TL, SL cm)	Depth (m)	References
Mediterranean Sea	1935	>1	Juvenile	0.9-144.5	915-1830	Bebee and Crane (1935)
Greece, Eastern Ionian Sea	September 1999-September 2000	>1	-	-	390-1079	Mytilineou et al. (2005)
Marmaris Coasts, Aegean Sea, Turkey	12 April 2005	1	Female	82.5 (SL)	550-600	Bilecenoglu et al. (2006)
Sığacık Bay (southern Aegean Sea, Turkey)	24 August 2006	1	Female	97.4 (SL)	150-600	Filiz et al. (2007)
Mersin Coast, Turkey	25 June 2014	1	Female	47.5 (TL)	349-513	Bayhan et al. (2015)
Antalya Bay, southern Turkey	13 February 2007	2	Female	82.0-55.0 (TL)	350	Gökoglu et al. (2009)
Büyükeceli Coast, north-eastern Mediterranean	04 February 2018	1	Female*	95.0 (TL)	100	Ayas and Sen Agilkaya (2018)
Erdemli coast, Mersin Bay, Eastern Mediterranean	08 July 2019	1	Male	53.9 (TL)	595	This study

TL; Total Length, SL; Standard Length

*This specimen is misidentified as male individual

6. REFERENCES

Abdul Malak, D., Livingstone, S.R., Pollard, D., Polidoro, B.A., Cuttelod, A., Bariche, M. Bilecenoglu, M., Carpenter, K.E., Collette, B.B., Francour, P., Goren, M., Kara, M.H., Massuti, E., Papaconstantinou, C., Tunesi, L., (2011). *Overview of the Conservation Status of the Marine Fishes of the Mediterranean Sea*, p. 64, Spain, Gland, Switzerland and Malaga, IUCN.

Ayas, D., Sen Agilkaya, G., (2018). New record of the slender snipe eel, *Nemichthys scolopaceus* Richardson, 1848, from the North-Eastern Mediterranean Sea (Büyükeceli Coast, Turkey). *Mediterranean Fisheries and Aquaculture Research* 1(2): 87-91.

Bayhan, Y.K., Erguden, D., Altun, A., (2015). Records of *Stomias boa boa* (Risso, 1810) and *Nemichthys scolopaceus* Richardson, 1848 from Mersin Bay, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology* 31(5): 922-923.

Beebe, W., Crane, J., (1935). Deep-sea fishes of the Bermuda Oceanographic Expeditions-Family Derichthyidae. *Zoologica: Scientific contributions of the New York. Zoological Society* 20(1): 1-23.

Bilecenoglu M., Kaya M., Irmak E., (2006). First records of the slender snipe eel, *Nemichthys scolopaceus* (Nemichthyidae), and the robust cusk-eel, *Benthocometes robustus* (Ophidiidae), from the Aegean Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 36 (1): 85-88.

Castonguay M., McCleave J.D., (1987). Vertical distribution, diel and ontogenetic vertical migration and net avoidance of leptocephali of *Anguilla* and other common species in the Sargasso Sea. *Journal of Plankton Research* 9: 195-214.

Coad, B.W., Reist, J.D., (2004). Annotated list of the Arctic Marine Fishes of Canada, *Canadian MS Report Fisheries Aquatic Science* 2674 (IV): 1-112.

Feagans, J.N., (2008). Trophic ecology of the slendersnipe eel, *Nemichthys scolopaceus* (Anguilliformes: Nemichthyidae), M.S. Thesis. p. 30, Florida Atlantic University, Boca Raton (FL).

Filiz, H., Can Akçınar, S., Ulutürk, E., Bayhan, B., Taşkavak, E., Sever, T.M., Bilge, G., Irmak, E., (2007). New records of *Bregmaceros atlanticus* (Bregmacerotidae), *Echiodon dentatus* (Carapidae) and *Nemichthys scolopaceus* (Nemichthyidae) from the Aegean Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 37(2): 107-112.

- Froese, R., Pauly, D., (2020). Fishbase. Worldwide Web Electronic Publication. [version 01/2020], <http://www.fishbase.org>
- Gökoglu, M., Güven, O., Balci, A., Çolak, H. and Golani, D., (2009). First records of *Nemichthys scolopaceus* and *Nemipterus randalli* and second record of *Apterichthys caecus* from Antalya Bay, southern Turkey. *Marine Biodiversity Records* 3(29): 1-3.
- Hart, J.L., (1973). Pacific fishes of Canada. *Bulletin-Fisheries Research Board of Canadian* 180: 1-740.
- IUCN, (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. [version 01/2020], <https://www.iucnredlist.org>
- Karmovskaya, E., Papaconstantinou, C., (2015). *Nemichthys scolopaceus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T190214A45158037. Downloaded on 20 May 2020.
- Maigret, J., Ly, B., (1986). *Les poissons de mer de Mauritanie*. Science Nat., p. 213, Compiègne.
- Mundy, B.C., (2005). Checklist of the fishes of the Hawaiian Archipelago. *Bishop Museum Bulletins in Zoology* 6: 1-704.
- Muus, B.J., Nielsen, J.G., (1999). *Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book*, p.340, Denmark, Hedehusene.
- Mytilineou, C., Politou, C.Y., Papaconstantinou, C., Kavadas, S., D'ionghia, G., Sion, L., (2005). Deep-water fish fauna in the Eastern Ionian Sea. *Belgian Journal of Zoology* 135 (2): 229-233.
- Nielsen, J.G., (1984). Nemichthyidae (including Avocettinopsidae). In "Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean" (P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese, eds), UNESCO, Vol. 2, p. 551-554, Paris.
- Nielsen, J.G., Smith, D.G., (1978). *The Eel Family Nemichthyidae (Pisces, Anguilliformes)*. Carlsberg Foundation, Dana-Report. p.71, No. 88.
- Quignard, J.P., Tomasini, J.A., (2000). Mediterranean fish biodiversity. *Biologia Marina Mediterranea* 7(3): 1-66.
- Riede, K., (2004). *Global register of migratory species - from global to regional scales*. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, p. 329, Bonn, Germany.
- Smith, D.G. (1989). *Family Nemichthyidae*. Fishes of the Western North Atlantic, p. 441-459, New Haven, Sears Foundation for Marine Research

**Government Organizations and Supports on Aquaculture and Fisheries of Turkey
From the Early Years of the Republic to 2020**

**Cumhuriyetin İlanından 2020 Yılına Türkiye'nin Su
Ürünleri Üzerine Kamu Örgütlenmeleri ve Desteklemeleri**

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 6 Sayı: 2 (2020) 144-157

İsmet AK¹ , İsmet BALIK^{2,*} 

¹*Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, Kahramanmaraş İl Koordinatörlüğü,
Kahramanmaraş-Türkiye*

²*Akdeniz Üniversitesi, Kemer Denizcilik Fakültesi, 07058, Konyaaltı-Antalya-Türkiye*

ABSTRACT

In the first years of the establishment of the Republic of Turkey, fisheries was managed by some regulations and then in 1939 the Ministry of Transport was authorized to manage of fisheries. In the following years, since the lease of fishing areas was carried out by the Ministry of Finance, the management of fisheries was transferred from the Ministry of Transport to the Ministry of Finance. Since the expected development could not be achieved, the General Directorate of Fisheries and Fisheries Affairs which was established in 1950 under the Ministry of Economy and Trade was authorized for fisheries management. By 1971, fisheries management was given to the Ministry of Agriculture and has been under the same ministry since then. In order to increase the fish production, Halk Bank started to

provide credit support in 1942. In the following period, low tariffs were applied by the State Railways for fish transportation, and within the scope of Marshall Aids, two and a half million dollars were allocated for the development of fisheries in the program of 1949-1950. The most important supports for the development of the fisheries sector started to be given in the 1980s. In those years, important incentives were provided for the strengthening of the fishing fleet, the establishment of fish meal and fish oil factories, and to increase aquaculture. Today, important supports continue to be given, especially for increasing aquaculture.

Keywords: Fisheries, Government Organizations, Government Supports, Republic Period, Turkey

Article Info

Received: 27 May 2020

Revised: 26 June 2020

Accepted: 20 July 2020

* (corresponding author)

E-mail: ibalik@akdeniz.edu.tr

ÖZET

Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulduğu ilk yıllarda bazı nizamnamelerle yönetilen su ürünlerinin yönetimi için 1939 yılında Ulaştırma Bakanlığı yetkilendirilmiştir. Daha sonraki yıllarda ise, su ürünleri avlanma yerlerinin kiralama işlemi Maliye Bakanlığı tarafından yapıldığından su ürünleri yönetim yetkisi de Ulaştırma bakanlığından Maliye Bakanlığına devredilmiştir. Bu yapılanmadan beklenen gelişme sağlanamadığı için balıkçılık yönetimi 1950 yılında Ekonomi ve Ticaret Bakanlığına bağlı olarak kurulan Su Ürünleri ve Balıkçılık İşleri Genel Müdürlüğü'ne devredilmiştir. 1971 yılına gelindiğinde, su ürünleri yönetimi Tarım Bakanlığına verilmiş ve o yıldan buyana da aynı bakanlık bünyesinde. Su ürünleri üretimini artırmak için, 1942 yılında Halk Bankası tarafından kredi desteği verilmeye başlanmıştır. Daha sonraki süreç içerisinde balık nakliyesi için Devlet Demiryollarınca düşük tarife uygulanmış, Marshall Yardımları kapsamında 1949-1950 yılı programında balıkçılığının kalkındırılması amacıyla iki buçuk milyon dolar tahsis edilmiştir. Sektörün gelişmesi için en önemli desteklemeler ise 1980'li yıllarda verilmeye başlanmıştır. O yıllarda balıkçılık filosunun güçlendirilmesi, balık unu ve balık yağı fabrikalarının kurulması ve su ürünleri yetiştiriciliğinin artırılması için önemli teşvikler sağlanmıştır. Günümüzde de özellikle kültür balıkçılığının artırılması için önemli destekler verilmeye devam edilmektedir.

Anahtar sözcükler: Cumhuriyet dönemi, Kamu desteklemeleri, Kamu örgütlenmeleri, Su ürünleri, Türkiye

1.GİRİŞ

Su ürünleri, dünya genelinde insanların beslenme ihtiyaçlarının önemli ölçüde karşılandığı besin kaynakları arasındadır. Bu besin kaynağının üretimini gerçekleştiren su ürünleri sektörü ise su kaynaklarında yaşayan bitkisel ve hayvansal canlıları, kıyıda ve açık denizlerde yapılan su ürünleri avcılığını, yetiştiricilik üretimini, işleme ve değerlendirme tesislerini, su ürünleri yetiştiriciliğinde ve avcılığında kullanılan araç gereçleri, hasat sonrası kayıpları önlemeye yönelik soğuk depo tesislerini, ağ üretimini, gemi çekek yerlerini ve balıkçı barınaklarını, deniz araçlarını, balık hallerini ve satış noktalarını, su ürünleriyle ilgili eğitim konularını, her türlü bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetlerini kapsamaktadır (DPT, 2001).

Ülkeler, doğal kaynaklarını hem korumak hem de onlardan azami faydayı sağlayabilmek için araştırma, geliştirme ve izleme faaliyetleri yürütürler. Türkiye sahip

olduğu hem deniz ve içsu kaynaklarının ekolojik yapılarının zarar görmesini engellemek hem de bu kaynaklardan daha fazla su ürünleri elde etmek için özellikle Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren sürekli bir arayış ve çaba içerisinde olmuştur. Konuyla ilgili çıkarılan mevzuatlar ve kurulan kamusal örgütlenmelerdeki sürekli değişimler bunun en açık göstergesidir. Bu çalışmada, doğal kaynakların korunması, işletilmesi, balıkçıların örgütlenmesi ve desteklenmesi, su ürünleri üretiminin artırılması için Cumhuriyetin ilk yıllarından günümüze kadar olan süreç içerisindeki gelişmeler araştırılmıştır.

2. CUMHURİYETİN İLK YILLARINDAN 1990 YILINA SU ÜRÜNLERİ KAMU ÖRGÜTLENMESİ

Cumhuriyetin ilk yıllarında Türkiye'deki su ürünleri hizmetleri nizamnamelerle yönetilmekteydi. Bu konuda çıkarılan ilk mevzuat, 1926 yılında çıkarılan Kabotaj

Kanunu olmuştur. Bu kanun ile karasularımızda balıkçılık faaliyetinde bulunma hakkı Türklere verilmiştir (Aksungur, 2004).

Kamuya ait su kaynakları Maliye Bakanlığı tarafından kiralandığından diğer su ürünleri kamu hizmetleriyle ilgili olarak da 1928 yılından itibaren Maliye Bakanlığı yetkilendirilmiştir. Ancak bu tarihten 1934 yılına kadar su ürünleri yönetim hizmetlerini yürüten Maliye Bakanlığı tarafından avlanma yerlerinin kiralanması dışında su ürünleri üretimine fazla bir katkı sağlanamamıştır (DPT, 2001). Bu durumu gören dönemin yöneticileri tarafından 1934 yılında Deniz Mahsulleri ve Avcılığı Genel Müdürlüğü kurulmuş ve bu kurum su ürünleri yönetimi konusunda oluşturulan ilk kamu örgütlenmesi olmuştur. Ülkemiz su kaynaklarında üretim yerlerinin belirlenmesi, su kaynaklarının korunması, stok dengesinin sağlanması, avcılık araç gereçlerinin standartlarının belirlenmesi, avcılık sonrası kayıpların azaltılmasına yönelik işleme tesislerinin kurulmasının teşvik edilmesi, avcılık gemilerine soğuk depo odalarının kurulması, su kirliliğinin önlenmesi, su kaynaklarında bilimsel çalışmalar yapılması, eğitim programlarının oluşturulması kurumun başlıca görevleri arasında yer almıştır (Yurtoğlu, 2017). Deniz Mahsulleri ve Avcılığı Genel Müdürlüğü'nün kurulması ile avcılık bir nizama bağlanmış ve mevcut su ürünleri stokları korunmaya çalışılmıştır.

Bu Genel Müdürlüğünde zamanla su ürünleri yönetimi konusunda beklentileri karşılayamadığı görülmüş ve 1939 yılında su ürünleri yönetim hizmetleri yetkisi Ulaştırma Bakanlığına devredilmiştir (DPT, 2001). Su ürünleri yönetimi konusunda çalışma alanı kısıtlı kalan Ulaştırma Bakanlığı da sektörün gelişmesine fazla bir katkı sağlayamamıştır. Bunun üzerine su ürünleri yönetim yetkileri 1950 yılında bu bakanlıktan alınarak Ekonomi ve Ticaret Bakanlığı bünyesinde kurulan Balıkçılık ve Avcılık İşleri Genel Müdürlüğüne devredilmiştir. Ekonomi ve Ticaret Bakanlığı tarafından su ürünleri sektörünün

geliştirilmesi ve üretimin artırılması amacıyla bir kongre düzenlenmiş, toplantıda ülke balıkçılığının kalkındırılması programının tespit edilmesi gerektiği, su ürünleri avcılığının yetersiz olduğu, takip edilen avcılık yöntemlerinin su ürünlerine zararlı olmadığı aksine stoklarda artış sağlandığı kararı alınmıştır. Ayrıca kongrede; kamu aracılığıyla sektöre kredi sağlanması, bilimsel çalışmalar yapılması üzerinde durulmuştur (Saygun, 1951).

Bu amaçla, Ekonomi ve Ticaret Bakanlığı bünyesinde ülkemiz balıkçılığında hasat ve avcılık sonrası kayıpların önlenmesi amacıyla 1952 yılında Ankara'da 40 milyon TL sermaye ile Et ve Balık Kurumu kurulmuştur (Şekil 1). Et ve Balık Kurumunun kurulması ile birlikte Zeytinburnu kombinasında günlük 20 ton balık işleyecek kutu konserve fabrikası ve teneke kutu üretim tesisi yapılmıştır (İnal, 1955).

Et ve Balık Kurumu, su ürünleri araştırma ve geliştirme konularında Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü ile birlikte bir çok su ürünleri araştırma projesinin gerçekleştirilmesini sağlamış, avcılık sonrası kayıpların minimize edilerek sektörün gelişmesine önemli katkılar yapmıştır (DPT, 2001). Ancak, ne var ki 1990'lı yıllarda 35 iş yerinde faaliyet gösteren kurumun 18 işletmesi satılmış, 5 işletmesi kamu kurumlarına bedelsiz olarak devredilmiş, 3 işletmesi ise kapatılmıştır. Akabinde (1993 yılı) Yüksek Planlama Kurulu kararı ile kurumun adı Et ve Balık Ürünleri A.Ş., 2005 yılında yayınlanan bir kararname ile de Et ve Balık Kurumu Genel Müdürlüğü, son olarak da 2013 yılında Bakanlar Kurulu Kararı ile Et ve Süt Kurumu olarak değiştirilmiştir.



Şekil 1. Et ve Balık Kurumu

1965 yılına gelindiğinde su ürünleri yönetimi konusunda önemli bir adım atılarak Tarım Bakanlığı bünyesinde Su Ürünleri Şube Müdürlüğü kurulmuştur. Böylece su ürünleri hizmetleri tek elde toplanarak, sektör sorunlarının hızlı bir şekilde çözüme kavuşturulması sağlanmıştır (Arpa, 2003).

FAO bünyesinde balıkçılıkla ilgili bir alan oluşturulması ve su ürünleri hizmetlerinin yönetilmesinde yaşanan sorunlar ülkemizde de su ürünleri alanında kapsamlı bir kanuna ihtiyacı ortaya koymuştur. Bu ihtiyacın karşılanması için 1971 yılında 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu çıkarılmış ve yayımlanarak yürürlükteki yerini almıştır (DPT, 2001). Yayımlanan bu kanun ile Osmanlı döneminde doğal kaynakların korunması amacıyla çıkarılan nizamnameler yürürlükten kaldırılmıştır (Aksungur, 2004). Su ürünleri kanununun uygulamaya konulması ile 1971 yılında Su Ürünleri Genel Müdürlüğü merkez teşkilatı, taşrada ise 10 İl'de Bölge Müdürlükleri oluşturulmuştur. Bu dönemde balıkçılığın alt yapısı olan balıkçı barınaklarının yapımına devam edilmiş, avlanılan ürün miktarı artmış ve yetiştiricilik teşvik edilerek üretim artışı sağlanmıştır. Ancak, 1983 yılında yeni bir düzenlemeyle Su Ürünleri Genel Müdürlüğü tekrar Daire Başkanlığı seviyesine indirgenmiştir (DPT, 2001). Hemen iki yıl sonra (1985 yılı) Su Ürünleri Daire Başkanlığı da kaldırılarak su ürünleri hizmetleri, kurulan Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü ile Koruma ve Kontrol Genel Müdürlükleri bünyelerinde ihdas edilen Su Ürünleri Daire Başkanlıklarına devredilmiştir (Aksungur, 2004).

3. TÜRKİYE'NİN 1990'DAN 2020 YILINA SU ÜRÜNLERİ KAMU ÖRGÜTLENMESİ

Su ürünleri alanında araştırma, üretim, koruma ve kontrol hizmetlerinin 1991 yılında yapılan yeniden yapılanma ile daha önceki adı Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı olan, Tarım ve Köyişleri

Bakanlığı tarafından yürütülmesi kararlaştırılmıştır. Resmi Gazetenin 9.08.1991 tarihli ve 20955 sayılı sayısında yayınlanan 7.08.1991 tarih ve 441 sayılı Tarım ve Köyişleri Bakanlığının Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (Resmi Gazete, 1991), su ürünleriyle ilgili hizmetlerin ilgi alanlarına göre bakanlık bünyesindeki genel müdürlükler tarafından yerine getirilmesini emretmektedir. Bunun yanısıra 1380 sayılı su ürünleri kanunda da 2003 yılında düzenleme yapılması yoluna gidilmiştir. Ayrıca bu kanuna dayanılarak Su Ürünleri Yönetmeliği, Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Sirküler, Su Ürünleri Toptan ve Perakende Satış Yerleri Yönetmeliği ile Balıkçı Barınakları Yönetmeliği çıkarılarak (DPT, 2007) balıkçılığın daha efektif yönetilmesi yönünde adımlar atılmıştır. Burada son 30 yıl içerisinde özellikle Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde teşkilatlanmış ve su ürünleri hizmet yükümlülüğü bulunan Genel Müdürlükler ve görevlerinden bahsetmekte yarar vardır.

3.1. TÜGEM (Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü)

Tarım ve Köyişleri Bakanlığının Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin ikinci bölümünde yer alan bakanlığın ana hizmet birimlerinden biri de TÜGEM olarak bilinen Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğüdür. Bu Genel Müdürlüğün su ürünleriyle ilgili görevleri adı geçen kararnamenin 9. Maddesinin b fıkrasında “Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığınca hazırlanan program ve master projeler doğrultusunda bitkisel, hayvansal ve su ürünleri üretim kaynaklarının en iyi şekilde kullanılması, verimliliğin artırılması, ürünlerinin çeşitlendirilmesi, kalitenin iyileştirilmesiyle ilgili uygulama projeleri hazırlamak, bunların gerektirdiği ürün işleme, temizleme, istasyon, müessese, laboratuvar ve benzeri tesislerin kurulması için Bakanlık Makamına teklifte bulunmak, kurulmalarını desteklemek ve teknik yardımda bulunmak” ve c fıkrasında

“Hayvancılığın ve su ürünlerinin gelişmesini sağlamak ve bu istikametteki çalışmaları yönlendirmek gayesi ile uygulama projeleri yapmak, yaptırmak, soy kütüğü sisteminin kurulmasına yardımcı olmak” şeklinde belirlenmiştir (Resmi Gazete, 1991).

TÜGEM’in 1994 yılında balık yetiştiriciliğinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması amacıyla Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile yapılmış olduğu bir anlaşmayla baraj göllerinde yüzey alanının %1’lik kısmının su ürünleri yetiştiriciliğine ayrılması sağlanmıştır. Bu uygulama neticesinde baraj göllerinde yapılan kafes balıkçılığı hızla yaygınlaşmış ve özellikle alabalık üretiminde önemli bir artış sağlanmıştır (DPT, 2001). Ayrıca, su ürünleri yetiştiriciliğinin artırılması için çeşitli zaman dilimlerinde yem, yavru ve porsiyonluk balık üretimi teşvikleri uygulamaya konulmuştur. Doğal göl, gölet ve baraj göllerinde üretimi artırmak için yavru balık takviyesi gibi önemli görevleri ifa etmiştir. Tarım ve Köyişleri Bakanlığının Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı olarak yeniden yapılanma sürecinde bu Genel Müdürlüğün su ürünleriyle ilgili görevlerini yerine getirmek üzere 8.06.2011 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan 3.06.2011 tarihli ve 639 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile BSGM (Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü) kurulmuştur. Dolayısıyla, TÜGEM’in görevleri bundan böyle BSGM tarafından yürütülmektedir.

3.2. KKGGM (Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü)

Tarım ve Köyişleri Bakanlığının Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin yine ikinci bölümünde kurulduğu belirtilen Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğünün görevleri, adı geçen kararnamenin 10. Maddesinin e fıkrasında “Su ürünleri avcılığının esaslarını belirlemek bu konuda Su Ürünleri Kanununun ilgili maddelerinde belirtilen görevleri yapmak” şeklinde açıklanmıştır (Resmi Gazete, 1991).

Kısa adı KKGGM olan Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü bünyesinde su ürünleriyle ilgili Su Ürünleri Dairesi Başkanlığı, Su Ürünleri Hijyeni ve Balık Hastalıkları ile Mücadele Şubesi, Su Ürünleri Kontrol Şubesi, Balıkçılık Yapıları ve Teknolojisi Şubesi bulunmaktaydı. Bu daire başkanlıkları kanalıyla su kirlilik kontrolleri, işleme tesislerini hijyen açısından denetlenmesi, avcılık ruhsatlarının ve çalışma izinlerinin verilmesi, ihracat işlemlerinin düzenlenmesi ve gerekli kontrollerin yapılması, kalıntı kontrol ve denetimlerinin yürütülmesi, barınaklarla ilgili işlem ve kontroller gerçekleştirilmiş, avcılıkla ilgili esaslar belirlenmiştir (DPT, 2001). Özellikle av yasaklarının belirlenmesi ve uygulanması konusunda önemli görevleri yerine getiren bu Genel Müdürlüğün görevleri de 8.06.2011 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan 3.06.2011 tarihli ve 639 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile kurulan BSGM’ne devredilmiştir.

3.3. TAGEM (Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü)

Tarım ve Köyişleri Bakanlığının Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin 12. Maddesinin d fıkrasında TAGEM olarak bilinen Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü’nün görevleri de “Hayvan hastalıklarında kullanılan aşı, serum, biyolojik ve kimyasal maddeler ile koruma ilaçlarını, bunların bileşimine giren etkili ve yardımcı maddelerinin norm ve özelliklerini tesbit etmek ve bu hizmetleri yerine getirmek için araştırmalar yapmak” olarak belirlenmiştir (Resmi Gazete, 1991). Bu Genel Müdürlük tarafından su kaynaklarında verimlilik açısından durum tespiti, su ürünleri üretimini ve yetiştiricilikte tür çeşitliliğini artırma amaçlı ve su ürünleri işleme, avlama ve yetiştiricilik teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar, balık hastalıklarının tedavileri ve su kirliliğinin önlenmesine birçok araştırmalar yapılmış ya da yaptırılmıştır (Arpa, 2003). Bu Genel Müdürlüğün yerine 8.06.2011 tarihli Resmi

Gazetede yayınlanan 3.06.2011 tarihli ve 639 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile su ürünleri alanında da benzer görevleri ifa etmek üzere yerine Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü kurulmuştur.

3.4. TDGM (Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü)

Tarım ve Köyişleri Bakanlığının Kuruluş ve Görevleri Hakkında 1991 yılında çıkarılan Kanun Hükmünde Kararname ile kurulan ve su ürünleri hizmet yükümlülüğü olan bir diğer Genel Müdürlükte TDGM (Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü)’dür. Bu Genel Müdürlüğün görevleri arasında söz konusu kararnamenin 11 maddesinin b fıkrasına göre *“Bakanlığın görev alanına giren kooperatifçiliği teşvik etmek ve geliştirmek üzere, kooperatif ve üst kuruluşların kurulmasına izin vermek, etüt ve proje yaptırmak veya gerektiğinde yapmak, kooperatiflere ait tesislerin işletilmesinde yardımcı olmak, teknik ve mali yardımda bulunmak, gerektiğinde ilgili kooperatifleri idari, mali ve hukuki yönden kontrolörler aracılığı ile denetlemek”* ve c maddesinde *“Yukarıda yer alan görevlerin yapılması maksadıyla tesis edilen fonların kullanılmasını sağlamak”* şeklinde belirtilmiştir (Resmi Gazete, 1991). Bu maddelerden de belirtildiği üzere su ürünleri Birlik ve Kooperatiflerinin kurulmasının teşvik edilmesi, kooperatif ve birliklerin izin işlemlerinin gerçekleştirilmesi, kontrol ve denetimlerinin yapılması, kooperatifler bünyesinde faaliyette bulunan tesislerin işletilmesine yardımcı olunması, araştırma yapılması konularında teknik ve mali destekte bulunulması, proje yapılmasının sağlanması Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğünün görevleri arasındadır (DPT, 2007).

3.5. Dış İlişkiler ve AB Koordinasyon Dairesi Başkanlığı

AB Koordinasyon Dairesi Başkanlığının görevi; ülkemizdeki su ürünleri mevzuatının Avrupa Birliği mevzuatına uyumunu koordine etmektir (DPT, 2001). Bu daire

başkanlığı 8.06.2011 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan 3.06.2011 tarihli ve 639 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile kaldırılarak benzer görevleri yürütmek üzere yerine Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü kurulmuştur (Resmi Gazete, 2011).

3.6. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü

Türkiye’de Orman teşkilatının sürekli değişen bakanlıklar bünyesinde yer almış olması nedeniyle geçmişte Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü de farklı bakanlıklar bünyesinde yer almıştır. Halihazırda Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde yer alan bu Genel Müdürlük, orman sınırları içerisinde yer alan göl, akarsu ve göletlerde sportif amaçlı avlanma, bu alanlarda yetiştiricilik üretimini teşvik etme, dağlık alanlarda turistik aktiviteler geliştirme, su kaynaklarında yaban hayatı koruma, olta balıkçılığını geliştirme ve yaygınlaştırma çalışmalarında faaliyet göstermektedir.

3.7. DSİ (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü)

Kısa adı DSİ olan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 6200 Sayılı Kanun’la 18 Aralık 1953 tarihinde kurulmuş ve 1954 yılında teşkilatlanmıştır. Kuruluş amacı ülkemizdeki bütün su kaynaklarının plânlanması, yönetimi, geliştirilmesi ve işletilmesinden sorumlu olan bu Genel Müdürlüğün kontrolü altındaki göl ve göletlere balıklandırma çalışmaları yapmak, baraj göllerinde balık geçiş noktalarının yapım ve kontrollerini yapmak, stok durum kontrollerini tespit etmek gibi görevleri bulunmaktadır. Kuruluşundan itibaren farklı bakanlıklara bağlı olarak faaliyet gösteren bu Genel Müdürlük, 15 Temmuz 2018 tarihli ve 30479 Sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Bakanlıklara Bağlı, İlgili, İlişkili Kurum ve Kuruluşlar ile Diğer Kurum ve Kuruluşların Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (Kararname Numarası: 4) ile Tarım ve

Orman Bakanlığına bağlı olarak faaliyetlerini sürdürmektedir.

3.8. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Çevre Bakanlığı, su ürünleri ile ilgili olarak su kaynaklarında kirliliğin önlenmesi ve yetiştiricilik yapılmak üzere hazırlanan yatırım projelerine ÇED (Çevresel Etki Değerlendirmesi) raporunun verilmesinden sorumludur.

3.9. Milli Emlak Genel Müdürlüğü

Kamu tasarrufunda bulunan su kaynaklarının avcılık ve üretim amaçlı kiralanması işlemleri bu Hazine ve Maliye Bakanlığına bağlı Milli Emlak Genel Müdürlüğü tarafından yerine getirilmektedir (DPT, 2001).

3.10. Sahil Güvenlik Komutanlığı

İçişleri Bakanlığına bağlı Sahil Güvenlik Komutanlığı; Özellikle kaçak avcılıkla mücadele ederek stok dengesinin korunmasını sağlamaktadır (DPT, 2001).

3.11. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı

Deniz ve tatlı su kaynaklarında kurulumu planlanan yetiştiricilik tesislerinin seyrüsefer açısından herhangi bir engel teşkil edip etmediğini proje aşamasında değerlendirmekle sorumludur. Ayrıca, Balıkçılığın alt yapısını oluşturan balıkçı barınaklarının inşası Tarım ve Orman Bakanlığı'nın talepleri doğrultusunda Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından yapılmaktadır.

3.12. Sağlık Bakanlığı

Su ürünlerinin çevre ve gıda sağlığı açısından denetim ve kontrolü Sağlık Bakanlığınca yapılmaktadır.

3.13. Su Ürünleri İle İlgili Diğer Kurumlar

3.13.1. Ziraat Bankası

Su ürünleri ile ilgili üretim, avcılık, işleme, pazarlama konularındaki yatırımlara kredi

sağlama görevi Ziraat Bankası tarafından yerine getirilmektedir.

3.13.2. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu)

Cumhuriyet dönemi devlet yapılanması içerisinde istatistiki verilerin toplanması ve kamuoyuna açıklanması görevini yürütmek üzere başbakanlığa bağlı olarak 1926 yılında Merkezi İstatistik Dairesi kurulmuştur. Günümüze kadar olan süreç içerisinde adı geçen Daire Başkanlığı 1930 yılında İstatistik Umum Müdürlüğü, 1945 yılında İstatistik Genel Müdürlüğü, 1952 yılında yeniden İstatistik Umum Müdürlüğü, 1962 yılında tekrar İstatistik Genel Genel Müdürlüğü, 1962 yılında Devlet İstatistik Enstitüsü ve son olarak 2005 yılından beri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) hizmet vermektedir (Anonim, 2020a). Bu kurum su ürünleri ile ilgili olarak avcılık ve yetiştiricilik üretimine ilişkin elde edilen istatistiki verileri 1967 yılından bu yana her yıl düzenli olarak yayınlamaktadır su ürünleri sektörü ile paylaşmaktadır.

3.13.3. TSE (Türk Standartlar Enstitüsü)

Su ürünleri ile ilgili üretim, avcılık, araştırma ve işleme sanayinde kullanılan alet ekipman ve malzeme standartları Türk Standartlar Enstitüsü'nce hazırlanmaktadır.

3.13.4. SHOD (Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı)

Tarihi çok eskiye dayanan ve kısa adı SHOD olan Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı, 1928 sonlarında şimdiki adı Harita Genel Komutanlığı olan Geodetic Mesahalar Genel Müdürlüğüne bağlanmış ve onun deniz haritaları şubesini oluşturmuştur. 1950 yılında Seyir ve Hidrografi Dairesi adı altında tekrar Deniz Kuvvetleri Komutanlığına bağlanarak Kasımpaşa/Haliç'e nakledilmiş, çalışmaları geliştirilerek, modern deniz harbi ile ilgili konulara daha çok önem verilmeye başlanmıştır. 1956'da daire bugün bulunduğu, Çubuklu'daki yerine taşınmıştır. Dairenin adı 1972 yılında Seyir, Hidrografi

ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı olarak değiştirilmiştir. Günümüzde Türk Deniz Kuvvetlerine bağlı bulunan bu daire başkanlığı (Anonim, 2020b) deniz araştırma ve faaliyetleri ile ilgili bilgilerin derlenmesi, koordinasyonu ve izlenmesi görevlerini yerine getirilmektedir.

3.13.5. Balıkçılık Alt Yapıları

Su ürünleri sektöründe faaliyet gösteren gemi ve teknelerin su ve buz gibi önemli ihtiyaçlarının karşılanması, avlanan balıkların karaya çıkışı, denetimlerinin yapılması gibi konularda balıkçı barınakları önemli balıkçılık altyapılarıdır. Ülkemizde bu amaçla kurulmuş çeşitli büyüklüklerde toplam 367 adet balıkçı barınağı bulunmaktadır. Ayrıca bu balıkçı barınaklarımızda toplam 43 adet balıkçı idari binası yapılmıştır (Atalay, 2016).

Su ürünleri kamu hizmetleri; BSGM tarafından GTHB (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı) çatısı altında yürütülmekteyken; 2018 yılında yapılan bir düzenleme ile Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı birleştirilerek Tarım ve Orman Bakanlığı adını almasıyla bu bakanlık çatısı altında yürütmeye başlamıştır. Su ürünleri hizmetleri, BSGM'nün merkez teşkilatı ve bağlı 42 İldeki Su Ürünleri Şube Müdürlüğü, Su Ürünleri Şube Müdürlüğü olmayan illerde de Hayvan Sağlığı Şube Müdürlükleri tarafından yürütülmektedir.

4. SU ÜRÜNLERİ KAMU DESTEKLEMELERİ

Devlet yardımları; üretime yönelik girdilerde üreticiye destek sağlayarak maliyetleri düşürme yardımlarıdır. Bu yardımlar ile, bir işletmenin üretim ya da faaliyet alanını genişletmesi, rekabet gücünü artırması amaçlanmaktadır ve geri ödemesizdir. Su ürünleri yetiştiriciliği ve avcılığına verilecek kamu desteklemelerinin miktarları yıllık olarak Bakanlar Kurulu tarafından yayınlanan Hayvancılık Destekleme Kararnamesi ile belirlenir. Desteklemelerinden faydalanacak üreticiler

su ürünleri kayıt sistemine kayıtlı olmak zorundadır (Çavdar, 2009).

Su ürünleri kamu destekleri ile halkın güvenilir gıdaya ulaşması, üreticilere maliyetler konusunda destek olunması, yeni türlerin yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi, üretimin artırılarak sektörde iş olanaklarının artırılması, üreticilerin yeni teknolojilerle üretim yapmalarının sağlanması, üretim sonrası kayıpların azaltılması, işleme tesislerinin teşvik edilerek ürünlerin raf ömrünün uzatılması amaçlanmıştır.

4.1. Erken Cumhuriyet Döneminden Günümüze Su Ürünleri Desteklemeleri

Ülkemizde 1942 yılında Ticaret Bakanlığı ve Halk Bankası tarafından su ürünleri faaliyetlerinin geliştirilmesine yönelik bir çalışma programı hazırlanmıştır. Bu programla, su ürünleri işleme sanayinin kurulması ve balık yağı fabrikalarının kurulması gibi yatırımların kredi ile desteklenmesi yetkisi Halk Bankası'na verilmiştir (Ünal ve Yercan, 2006). 1950'li yıllarda balıkçılığın geliştirilmesi ve sorunların çözümü konusunda bir takım tedbirler alınmıştır.

Bu tedbirler:

- Balık taşımacılığında düşük ücret tarifesi uygulanmıştır.
- Su ürünleri üretim ve avcılığının artırılması için Marshall Yardımından 1949-1950 yılı programında 2 milyon 500 bin dolar tahsis edilmiştir.
- Maliye Bakanlığı tarafından balık üreticilerinden alınan % 12 oranındaki vergi kaldırılmıştır.
- Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü kurulmuştur.
- Kırmızı havyar kotası kaldırılmıştır.
- İthal edilen balıkçılık makine ve ekipmanlarının temininde kolaylıklar sağlanmıştır.
- Balıkçılığın geliştirilmesi ve üretimin artırılması amacıyla haberleşme (telsiz) sistemi faaliyete geçirilmiştir (Yurtoğlu, 2017).

4.1.1. Ürün ve Yavru Balık Desteklemeleri

Su ürünleri desteklemeleri kapsamında üreticiler; Hasat edilen ürün, yavru balık, yeni türler ve örgütlenme desteklerinden faydalandırılmaktadır. Ayrıca; su ürünleri işletmelerine, %50'si kamu desteği olmak üzere Tarım Sigortası Prim Desteği de verilmektedir. Bunun yanında, üreticilere su ürünleri yatırımlarında kullanılmak üzere yatırım ve işletme kredisi kullanılmaktadır (Çavdar, 2009).

Bakanlar Kurulu Kararı ile ilk defa 2003 yılında su ürünleri yetiştiricilik sektörüne 5 milyon TL destekleme tutarı ayrılmıştır. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından bu kapsamda 2003 yılında 127 adet çipura, levrek ve alabalık işletmesine yaklaşık 1 milyon TL destekleme ödemesi yapılmıştır. Su ürünlerine ayrılan avcılık ve yetiştiricilik destekleri hayvancılığa verilen toplam desteğin %1.3'ünü geçmemektedir. Muğla, İzmir, Elazığ, Trabzon, Burdur, Denizli, Kayseri ve Malatya üretim miktarlarına göre su ürünleri desteklemelerinden en fazla yararlanan iller olmuştur (GTHB, 2014).

Su ürünleri desteklemelerinden faydalanmak isteyen üreticilerden Su Ürünleri Kayıt Sistemine kaydolma, yetiştiricilik belgesine sahip olma ve birlik bulunan yerlerde birliğe kaydolma şartı aranmaktadır (Çavdar, 2009).

2003 yılında başlayan ve bir işletme için en fazla 2000 ton/yıl ile sınırlandırılan üretim desteği 2012 yılında Bakanlar Kurulu kararı ile yayınlanan Tarımsal Destekleme Tebliğinde bu miktar 500 ton/yıl ile sınırlandırılmıştır. Kapasitesi 250 ton yıl⁻¹ a kadar olan işletmelere belirtilen desteklemenin tamamı, 250 ton yıl⁻¹'dan 500 ton yıl⁻¹ a kadar olan işletmelere ise destekleme tutarının yarısı destek olarak ödenmiştir. Organik yetiştiricilik yapan işletmelere de destekleme miktarının %50 fazlası ödeme yapılması uygulamaya geçirilmiştir. Bu amaçla, 2003-2012 yılları arası yetiştiricilik yapan üreticilere toplamda 837.744 milyon TL kamu desteği ödemesi yapılmıştır (GTHB, 2014). Bunun yanı sıra yapılan yavru balık üretimi desteği uygulaması 2012 yılında destekleme kapsamından çıkarılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. 2003-2016 yıllara arasında yapılan su ürünleri destek miktarları (BSGM, 2017)

Yıllar	Desteklenen Ürün Miktarı (kg)	Desteklenen Ürün Tutarı (TL)	Desteklenen Yavru Miktarı (Adet)	Desteklenen Yavru Tutarı (TL)	Toplam Destek Tutarı (TL)
2003	7.219.169	1.072.047	0	0	1.072.047
2004	26.289.604	10.515.842	0	0	10.515.842
2005	39.513.000	28.735.848	200.055.000	10.002.750	38.738.598
2006	63.781.000	47.579.393	225.975.000	11.298.750	58.878.143
2007	92.615.000	71.433.670	365.886.000	18.294.300	89.727.970
2008	106.757.404	72.759.049	442.220.810	19.909.356	92.668.406
2009	120.298.530	90.120.956	519.496.908	25.974.845	116.095.801
2010	150.460.650	112.017.667	703.790.669	35.509.008	147.526.674
2011	172.513.266	126.580.651	902.916.933	54.132.746	180.713.399
2012	147.907.353	93.295.428	159.451.343	8.512.456	101.807.884
2013	165.413.032	104.302.471	0	0	104.302.471

Tablo 1. 2003-2016 yıllara arasında yapılan su ürünleri destek miktarları (devamı)

2014	152.283.836	97.724.408	0	0	97.724.408
2015	150.642.441	96.802.007	0	0	96.802.007
2016	71.148.342	43.473.719	0	0	43.473.719
Toplam	1.466.842.627	996.413.156	3.519.792.663	183.634.211	1.180.047.368

4.1.2. Devlet Destekli Su Ürünleri Sigortası

Denizlerde ve tatlı sularda su ürünleri yetiştiriciliği yapan tesislere yönelik devlet destekli sigorta uygulamasına 2007 yılında başlanmıştır. Bakanlar Kurulu kararı ile denizlerde, göl, gölet ve kaynak sularında yetiştiricilik yapan su ürünleri kayıt sistemine kayıtlı üreticilerin, belirlenen şartları taşımaları koşuluyla, su ürünleri sigorta primlerinin %50'si devlet tarafından karşılanmıştır. Su ürünleri sigorta prim destekleri Bakanlık tarafından izin verilen projeler için geçerli olup, prim sigortaları 5 g ve üzeri balıklar için uygulanmaktadır. Bu kapsamda 2007-2012 yılları arası üreticilere 770 milyon TL prim desteği ödemesi yapılmıştır (Coşkun *vd.*, 2014).

4.1.3. Faiz İndirimli Tarımsal Krediler

Ülke balıkçılığının geliştirilmesine yönelik 1942 yılında Ticaret Bankası ve Halk

Bankası tarafından hazırlanan programa göre yeni tesis kurulumu, işleme, hasat sonrası kayıpların azaltılmasına yönelik yatırımlar, balık yağı tesislerinin kurulumlarında kredi sağlama yetkisi Halk bankasına verilmiştir (Hazar, 1990). Ziraat Bankası tarafından avcılık ve yetiştiricilikte kullanılan araç gereç alımı, yakıt giderleri, ürün sevkiyat malzemeleri alımı kredi kullanım kapsamına alınmıştır (DPT, 2001). Su ürünleri yatırımlarına kredi sağlama yetkisi 1954 yılında Bakanlar Kurulu Kararıyla Ziraat Bankasına verilmiştir (Benlioğlu, 1955). Günümüzde kredi üst limiti 3 milyon TL olarak belirlenmiş, 2012 yılı itibarıyla yetiştiricilikte %50, işletme kredilerinde ise %25 indirimli kredi verilmiştir. Kredi geri ödemeleri işletme kredisi için 24 ay, yatırım kredileri için 7 yıl olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda 2002-2013 yılları arasında verilen kredilerin miktarları (Coşkun *vd.*, 2014) Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. T.C. Ziraat Bankası Sübvansiyonlu 2002-2013 yıllarında kullanılan su ürünleri kredisi miktarları

Yıllar	Kullandırılan İşletme Kredisi (TL)	İşletme Kredisi Kullanan Üretici Sayısı (Adet)	Kullandırılan Yatırım Kredisi Miktarı (TL)	Yatırım Kredisi Kullanan Üretici Sayısı (Adet)	Toplam Miktar (TL)
2002	1.487.454	-	235.782	-	1.723.236
2003	1.698.389	-	50.529	-	1.748.918
2004	11.119.697	-	232.139	-	11.351.836
2005	17.390.372	1.066	1.397.866	32	18.788.238
2006	28.275.622	1.415	2.647.022	46	30.922.644
2007	65.220.285	2.180	4.632.901	86	69.853.186
2008	110.610.083	4.420	6.145.300	182	116.755.383
2009	145.972.504	6.215	11.881.425	260	157.853.929
2010	201.315.200	8.475	16.746.230	302	228.061.430
2011	221.991.677	3.427	12.007.048	75	233.998.725
2012	46.392.648	1.478	2.069.750	17	78.462.398
2013	121.520.829	1.864	10.838.529	43	132.359.327
Toplam	972.994.760	30.540	68.884.521	1043	1.081.879.25

4.1.4. Kırsal Kalkınma Ekonomik Yatırım Hibe Destekleri

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından 2011 yılından itibaren uygulamaya konulan Kırsal Kalkınma Ekonomik Yatırım Hibe Destekleri kapsamında su ürünleri işleme ve paketleme tesislerine yönelik destekleme kapsamında; yeni kurulumlarda ve mevcut tesislerin modernizasyonuna yönelik inşaat ve makine ekipman alımlarında, balıkçı gemilerinde soğuk depo kurulumu, kuluçkahaneler için kuluçka dolabı harcamalarının %50' si Kırsal Kalkınma Ekonomik Yatırım Hibe Destekleri kapsamında desteklenmektedir (GTHB, 2014).

Bu desteklerin 2012 yılı hibe yatırım tutarı gerçek kişiler için üst limit 150.000 TL, tüzel kişilikler için 600.000 TL olarak belirlenmiştir (GTHB, 2014). THB tarafından 2017 yılına kadar Kırsal Kalkınma Ekonomik Yatırım Hibe Destekleri kapsamında Su ürünleri işleme ve

paketleme tesislerine yönelik 56 adet projeye 16 milyon TL hibe destekleme ödemesi gerçekleştirilmiştir (GTHB, 2017).

4.1.5. İndirimli Akaryakıt Desteği

Denizcilik Müsteşarlığı tarafından 2003 yılında yayımlanan Kararname ile balıkçı tekne ve gemilerine indirimli akaryakıt desteği uygulama yetkisi verilmiştir. Destekten faydalanacak gemi ve teknelerde Türk Uluslararası Gemi Siciline ve Milli Gemi Siciline kayıtlı olma şartı aranmaktadır. Ayrıca akaryakıtı kullanacak geminin jurnaline kullanılan akaryakıtı kaydetme zorunluğu bulunmaktadır. Balıkçı gemilerinin yanısıra ticari yatlar ile yük ve yolcu taşıyan gemiler de destekleme kapsamına alınmıştır. Akaryakıtta Özel Tüketim Vergisi 1 Ocak 2004 yılından itibaren uygulanmaya başlanmıştır. 2007 yılında indirimden faydalanan 3999 balıkçı gemisine yaklaşık 82 milyon TL destek verilmiş, 2011 yılında ise desteklenen gemi

sayısı 5.358'e çıkmış, destekleme tutarı 137 milyon TL'ye yükselmiştir. İndirimli akaryakıt desteğinden faydalanan gemilerin %86'sını 12 metreden büyük endüstriyel balıkçı gemileri oluşturmuştur (GTHB, 2014).

Akaryakıt desteği avcılık maliyetlerini düşürme amacıyla verilmiş ancak avcılıkta geçen süre artmasına rağmen av miktarında önemli bir artış olmamıştır. Balıkçılara sağlanan akaryakıt desteğinin stoklar üzerinde yıkıcı etkileri olduğundan yakıt desteği, OBP kapsamında stoklar üzerindeki av baskısını artıracığı için verilmesi yasak desteklemeler arasına alınmıştır. DTÖ'ye göre ise yakıt destekleri, stokların çöküş nedenleri arasında birinci sıradadır ve kesinlikle yasaklanmalıdır görüşündedir (Pauly, 2006).

4.1.6. Balıkçı Gemisini Avcılıktan Çıkaranlara Yapılan Desteklemeler

Denizlerdeki balık stokları üzerinde var olan av baskısını azaltabilmek için ilk olarak 2012 yılında balıkçı gemilerini avcılıktan çıkarana destek verilmesi kararlaştırılmıştır. Bu amaçla 2012 yılında çıkarılan destekleme tebliğine göre, ruhsatlı olarak avcılık faaliyetinde bulunan 10 metre ve üzerindeki SUBİS (Su Ürünleri Bilgi Sistemi)'ne kayıtlı gemiler destekleme kapsamına alınmıştır (GTHB, 2012).

Stokların ve su kaynaklarının korunması amacıyla su ürünleri ruhsat tezkeresine sahip 12 m ve üzerindeki balıkçı gemisi sahiplerine gemilerinin avcılıktan çıkarılması karşılığında, 12-20 m arası gemiler için metre başına 10.000 TL, 21-30 m arası gemiler için 15.000 TL, 31 m ve üzeri gemiler için 20.000 TL destekleme ödemesi yapılması kararlaştırılmıştır (GTHB, 2014).

Bu uygulama neticesinde 2013 yılında boyu 12 m ve daha uzun olan toplam 364 balıkçı gemisi için destekleme ödemesi yapılmıştır (GTHB, 2013). 2015 yılında filodan çıkarılan 10 m ve daha büyük teknelere sahip olan 191 adet balıkçı gemisi sahibine toplam 22.515.942 TL destekleme ödemesi yapılmıştır (GTHB, 2015).

2017 yılında ise 214 balıkçı gemisi için 22.531.272,60 TL tutarında destekleme yapılarak bu gemilerin avcılıktan çıkarılması sağlanmıştır (GTHB, 2017).

4.2. IPARD Desteklemeleri

IPARD-I programı kapsamında, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu tarafından Tarım ve Balıkçılık Ürünlerinin İşlenmesi ve Pazarlanmasının Yeniden Yapılandırılması ve Topluluk Standartlarına Ulaştırılmasına Yönelik Yatırımlar tedbiri altında desteklenen Su Ürünlerinin İşlenmesi ve Pazarlanması alt tedbiri kapsamında, toplam yatırım tutarı 58.275.680,30 TL olan 19 proje uygulanmış ve 22.501.413,36 TL hibe ödemesi yapılmıştır. Kırsal Ekonomik Faaliyetlerin Çeşitlendirilmesi ve Geliştirilmesi tedbiri altında yer alan Kültür Balıkçılığının Geliştirilmesi alt tedbiri kapsamında toplam yatırım tutarı 16.165.480,89 TL olan 21 adet proje uygulanmış ve 6.022.329,13 TL hibe ödemesi gerçekleştirilmiştir (TKDK, 2017). IPARD II 2014-2020 yılları arasında 42 ilde uygulanacak olup, program kapsamında 801 milyon Avro Avrupa Birliği bütçesinden, 244 milyon Avro ulusal bütçeden olmak üzere, toplam 1 milyar 45 milyon Avro hibe destek bütçesi ayrılmıştır (GTHB, 2017).

4.3. Göletlerin Balıkçılığa Kazandırılması Projesi

Su ürünleri açısından atıl durumda bulunan göletlerimizin üretime kazandırılması amacı ile ekonomiye ve istihdama katkı sağlanması yönünde çalışmalara Burdur, Isparta ve Antalya illerinde başlanmıştır. Ülkemiz baraj gölleri, gölet ve dalyan yerleri, avcılık amaçlı kiraya verilmektedir. Bu kapsamda 2018 yılı sonu itibariyle 144 avlanma sahası kiraya verilmiştir. Bunun yanı sıra 15 adet lagünün su ürünleri istihsal hakkı da kiralanmıştır (TOB, 2018).

4.4. Su Ürünleri Üretimini Geliştirme Projesi

Tarım Bakanlığı tarafından, 1980 yılından itibaren uygulanmakta olan balıklandırma

projesi kapsamında mevcut popülasyonun muhafazası ve artırılması, yeni açılan kaynakların en verimli şekilde değerlendirilmesi amacıyla kaynaklarımız program çerçevesinde her yıl balıklandırılmaktadır.

Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsünde yetiştiriciliğe katkı sağlamak amacıyla üretilen 13.818 adet kalkan yavrusu üniversiteler ve özel sektör ile paylaşılmıştır (DPT, 2007). Su kaynaklarını balıklandırma çalışmaları kapsamında 2003-2013 yılları arası 49,8 milyon adet sazan yavrusu, 10.000 adet mersin balığı yavrusu, 50.000 adet kalkan yavrusu 547 adet su kaynağına bırakılmıştır (GTHB, 2013).

Tarım Bakanlığı tarafından su kaynaklarını balıklandırma programı çerçevesinde 2016 yılında 56 ilde 561 adet su kaynağına toplam 5 milyon adet yavru sazan balığı bırakılmıştır (GTHB, 2016).

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından stoklarının takviyesi ve balık üretiminin artırılması amacıyla 2018 yılında üretimi gerçekleştirilen 6.000.000 adet sazan yavrusu üretilerek 60 ilde 685 adet göl ve gölete bırakılmıştır. Yine aynı program çerçevesinde 30.000 adet granyöz, 300.000 adet çipura ve 300.000 levrek yavrusu denizlere salınmıştır. Balıklandırma çalışmaları kapsamında son on yılda toplam 51.000.000 adet sazan balığı, 10.000 adet mersin balığı, 103.000 adet kalkan, 5000 adet Karadeniz alabalığı, 628.000 adet çipura-levrek ve 30.000 adet granyöz yavrusu su ürünleri kaynaklarına balıklandırma yapılarak doğal stok dengesi korunmaya çalışılmıştır (TOB, 2018).

5. SONUÇLAR

Cumhuriyet döneminin ilk su ürünleri teşkilatı 1934 yılında kurulan Deniz Mahsulleri ve Avcılığı Genel Müdürlüğü beklenen performans gösteremeyince 1939 yılında kapatılmıştır. Bundan 11 yıl sonra 1950 yılında Balıkçılık ve Avcılık İşleri Genel Müdürlüğü, 1952 yılında Et ve Balık Kurumu kurulmuştur. Yaklaşık 15 yıl sonrada (1965 yılı) bugünkü kamusal örgütlenmenin temeli olarak

değerlendirilebilecek olan Tarım Bakanlığı bünyesinde Su Ürünleri Şube Müdürlüğü ihdas edilmiştir. Su ürünleriyle ilgili ilk önemli yasal mevzuatta 1971 yılında çıkarılan 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu olmuştur. Aynı yıl kurulan Su Ürünleri Genel Müdürlüğü ve Bölge Müdürlükleri Türkiye'nin bu alandaki o yıllara kadar olan en önemli kamusal örgütlenmesi olmuştur. Yaklaşık 100 yıllık süreçteki gelişmelerden, Türkiye'nin su ürünleri kamusal örgütlenmesinin daha çok deneme-yanılma yoluyla ve zamanın gereklerine uygun olarak değiştirilen bir gelişim süreci geçirdiği anlaşılmaktadır. Su ürünlerine, Cumhuriyetin ilk yıllarından günümüze kadar farklı isimler altında teşvikler ve düşük faizli kredi destekleri sağlanmıştır. Bu desteklerden bazılarının öngörülemeyen olumsuz sonuçları da olmuştur. Örneğin; 1970'li ve 1980'li yıllarda balıkçı teknesi ve balık unu fabrikası için verilen desteklerin, aşırı avcılık nedeniyle stokların azalmasında önemli rolü olmuştur. Diğer taraftan özellikle yetiştiricilik tesisi yatırım destekleriyle işletme ve üretim desteklerinin, su ürünleri sektörünün gelişimini önemli ölçüde etkilediği tahmin edilmektedir. Bu gelişmeler neticesinde Türkiye, FAO verilerine göre Dünya'da su ürünleri yetiştiriciliğinde özellikle alabalık, çipura ve levrek üretiminde en çok büyüyen üçüncü ülke konumuna gelmiştir (Coşkun vd., 2014). Avrupa'da ise alabalık üretiminde birinci sırada, çipura ve levrek üretiminde ise üçüncü sırada yer alarak büyük bir başarı göstermiştir. Elde edilen üretimin çok büyük bir kısmı ihraç edilerek önemli bir döviz girdisi sağlanmaktadır. Mevcut kamusal örgütlenme, sağlanan destekler ve özellikle kültür balıkçılığındaki gelişmeler göz önüne alındığında Türkiye'deki su ürünleri sektörünün başarılı bir ivme gösterdiği söylenebilir. Ancak, gerek denizler gerekse içsularda uygulanmakta olan balıkçılık yönetimi için aynı şeyleri söylemek mümkün değildir.

AÇIKLAMA BİLDİRİMİ

Yazarlar bu makalede çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ORCID Numaraları

İsmet AK:

 <https://orcid.org/0000-0002-7196-1103>

İsmet BALIK:

 <https://orcid.org/0000-0003-2168-8572>

6. KAYNAKLAR

DPT, 2001. *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Su ürünleri ve su ürünleri sanayii özel ihtisas komisyon raporu.* DPT Yayın No. 2575, Ankara.

Aksungur, M., (2004). Ülkemiz su ürünleri teşkilat yapısı tarihi gelişimi. *Sümae Yunus Araştırma Bülteni* 4(1): 12-15.

Yurtoğlu, N., (2017). Erken Cumhuriyet dönemi ve sonrasında Türkiye’de balıkçılık faaliyetleri (1923-1960). *Tarih İncelemeleri Dergisi* 32(1): 233-263.

Saygun, K., (1951). Su Ürünleri Kongresi. *Türk Ekonomisi* 93: 76-81.

İnal, F., (1955). Et ve Balık Kurumunun Faaliyetleri. *Türk Ekonomisi* 139: 13-15.

Anonim, (2020a). <https://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=tarihce>.

Anonim, (2020b). http://www.shodb.gov.tr/shodb_esas/index.php/tr/genel/tarihce.

Arpa, H., 2003. Su Ürünleri Sektöründe Kamu Örgütlenmesi. AB’ne Üyelik Sürecinde Su Ürünleri Sempozyumu, 16 Ekim 2003, s. 54-59, Ankara.

Atalay, M.A., (2016). Türkiye Balıkçılığında Avlanma Düzenlemeleri. In “II. Marmara Denizi Sempozyumu Bildiriler.” (E.C. Kahraman, ed.), Marmara Belediyeler Birliği Kültür Yayınları Yayın No: 95, 169-171, İstanbul.

Benlioğlu, A., (1955). Neden Balıkçılık Yapamıyoruz. *Türk Ekonomisi* 142: 105-109.

BSGM, (2017). Su Ürünleri İstatistikleri, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Çavdar, Y., (2009). Su ürünleri yetiştiriciliğinde desteklemeler. *Sümae Yunus Araştırma Bülteni* 9 (1): 13-14.

Coşkun, F., Patrona, K., Metin, A., 2014. *Su Ürünleri Yetiştiriciliği Sektör Raporu*, Su Ürünleri Yetiştiricileri Üretici Merkez Birliği, Ankara.

DPT, 2007. *Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013)*. DPT Yayın No. 2719, Ankara.

GTHB, 2012. *2012 Yılı Faaliyet Raporu*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

GTHB, 2013. *2013 Yılı Faaliyet Raporu*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

GTHB, 2014. *2014 Yılı Faaliyet Raporu*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

GTHB, 2015. *2015 Yılı Faaliyet Raporu*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

GTHB, 2016. *2016 Yılı Faaliyet Raporu*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

GTHB, 2017. *2017 Yılı Faaliyet Raporu*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

Hazar, N. (1990). *Kooperatifçilik Tarihi*, 513 s, Ankara, Türk Kooperatifçilik Eğitim Vakfı Yayınları.

Pauly, D., 2006. *Catching more bait: A bottom-up re-estimation of global fisheries subsidies (2nd version)*. Fisheries Centre, University of British Columbia, Fisheries Centre Research Reports, Rapor No: Cilt 14, Sayı 6, Canada.

Resmi Gazete, 1991. Tarım ve Köyişleri Bakanlığının Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, 9.08.1991 tarih 20955 sayılı Resmi Gazete.

Resmi Gazete, 2011. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında 3.06.2011 Tarih ve 639 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname, 8/6/2011 tarih ve 27958 mükerrer sayılı Resmi Gazete.

TKDK, 2017. *Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu Stratejik Planı 2017-2021*. Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, Ankara.

TOB, 2018. *2018 Yılı Faaliyet Raporu*. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Ünal, V., Yercan, M., (2006). Türkiye’de su ürünleri kooperatifleri ve balıkçılar için önemi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 23(1-2): 221-227.

Evaluation of the characteristics of surface ice layer of Çıldır Lake

Çıldır Gölü'nün yüzey buz tabakası özelliklerinin değerlendirilmesi

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 6 Sayı: 2 (2020) 158-180

Hande Mahide YEŞİLMADEN^{1,2,*}, Bedri KURTULUŞ¹, Özgür AVŞAR¹,
Hakan AKSU³, Murat Ersen AKSOY¹

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 48000, Muğla, Türkiye

²Université Bordeaux Montaigne, Sciences et Technologies (Terre, Eau, Image), F-33607 France

³Samsun Üniversitesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 55420, Samsun, Türkiye

ABSTRACT

The frozen lake strength is important for transportation or annual sportive activities as winter festival at the Çıldır Lake which is the second biggest lake in the Eastern Anatolia Region of Turkey. Potential hazards need to be identified and steps must be taken to eliminate the hazards or control them to provide health and safety of the public usage. Therefore, the determination of the freezing mechanism and crack structure of the lake is the main scope of the study. Within this context, Çıldır Lake was evaluated by in different ways as ground surveying measurements meteorological measurements and remote sensing methods. Landsat 8 OLI satellite images were used for thermal calculations and controlled classification, and meteorological data and ice thickness measurements were carried out

within the scope of ground measurements. Ice thickness measurements were interpolated and Landsat 8 OLI data based B1 band which is used especially for coastal and aerosol-based studies and thermal analysis results was evaluated together. Also, the common ice safety formula of Gold (1960) was used which depends on the ground measurements of the ice thickness. The results showed that the fracture structure of the lake is variable, the ice cover should be monitored and analyzed before every winter term. According to the formula of Gold (1960), the maximum load calculations that can be carried depending on the ice thickness of the surface are presented.

Keywords: Remote sensing, ice fracture, ice load

Article Info

Received: 02 July 2020

Revised: 20 July 2020

Accepted: 20 July 2020

* (corresponding author)

E-mail: hndyesil@gmail.com

ÖZET

Doğu Anadolu Bölgesi'nin ikinci büyük gölü olan Çıldır Gölü'nde kış festivalleri, sportif faaliyetler ve ulaşım amaçlı olarak kullanım açısından donmuş göl yüzeyinin dayanımının bilinmesi önemlidir. Potansiyel tehlikeler tanımlanmalı, halkın sağlık ve güvenliğini sağlamak için tehlikeleri ortadan kaldırmak veya kontrolünü sağlamak için adımlar atılmalıdır. Bu nedenle gölün donma mekanizmasının ve çatlak yapısının belirlenmesi çalışmanın ana kapsamıdır. Bu bağlamda, Çıldır Gölü yersel ölçümler ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Termal hesaplamalar ve denetimli sınıflama için Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılmış olup yersel ölçümler kapsamında meteorolojik hesaplamalar ve buz kalınlığı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Buz kalınlığı ölçümlerinin enterpolasyonu yapılarak Landsat 8 OLI verisinin özellikle kıyı ve aerosol bazlı çalışmalar için kullanılan B1 bandı ve termal analiz sonuçları ile birlikte değerlendirilmiştir. Ayrıca buz güvenlik hesaplamalarında yaygın olarak kullanılan bir formül olan Gold, 1960'ın formülü ölçülen buz kalınlıklarının değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Sonuçlar göldeki kırık yapısının değişken olduğunu, buz örtüsünün her kış döneminden önce izlenip analiz edilmesi gerektiğini göstermiştir. Gold, 1960'ın formülüne göre, buz kalınlığına bağlı olarak taşınabilecek maksimum yük hesaplamaları ortaya konmuştur.

Anahtar sözcükler: Uzaktan algılama, buz kırıkları, buz yükü

1. GİRİŞ

Dünya yüzeyindeki su, hidrolojik döngünün önemli bir parçasıdır. Su kaynakları arasında yüzey suları, yeraltı suları, göller, iç sular, nehirler, kıyı suları ve akiferler bulunur. Göl dinamiklerini izlemek, dünyadaki su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini desteklemek için kritik öneme sahiptir. Göller, atmosferik, yüzey ve yeraltı suyu dahil olmak üzere hidrolojik sistemin üç ana bileşeni ile etkileşime girmektedir. Göl sularının kimyasal özellikleri su girişleri, çıkışlar ve buharlaşma ile yakından ilgilidir.

Kükrer vd. (2015) 'de yaptıkları çalışmada Çıldır Gölü'ndeki 16 istasyondan Eylül 2011 ve Temmuz 2013'de toplanan örneklerle gölde ve kaynak sularında ölçülen ortalama, minimum ve maksimum değerler ile Türkiye Yüzeysel Su Kalitesi Düzenleme limitleri Tablo 1'de karşılaştırılmıştır. Gölün iz elementleri

bakımından (Ni, Cu, Zn, Cd, Hg ve Pb) 1. Sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir (Alkan vd., 2016). Kükrer vd. (2015) tarafından Ağustos 2013'te 6 noktadan alınan çökel örneklerine göre ağır metallerin çözeltideki dikey dağılımı incelenmiştir. Pb, As ve Cd elementleri için, orta derecede bir kirlenme seviyesi tespit edilirken, Mn için orta ila yüksek konsantrasyon seviyesi elde edilmiştir. En yüksek kirlenme seviyesi Hg için tespit edilmiştir. Cd ve Hg gölde potansiyel bir risk faktörü olduğu düşünülen tek metal olarak belirtilmiştir (Kükrer vd., 2015).

Sonuç olarak incelenen alanda kentleşme ve sanayinin yokluğuna rağmen, sonuçlar da fosil yakıtların kullanımı ve tarımsal faaliyetler nedeniyle Çıldır Gölü'nün yüzey çökellerinde antropojenik kaynaklı (insanların neden olduğu) metal kirlenmesinin varlığını ortaya konulmuştur. Bu yüzden gelecekte Çıldır Gölü ekosistemi için potansiyel bir risk olması çok muhtemel

olduğu ortaya konmuştur (Kükrer vd., 2014).

Göletlerin, göllerin ve nehirlerin donmuş yüzeylerinde çalışmak veya seyahat etmek için buz örtüsünün üzerindeki yükün güvenli bir şekilde destekleyebildiğinden emin olunmalıdır. Buz tabakası güvenliğinden bahsederken üzerinde durulacak noktalar; yükün durağan olarak kalacağı süre yani yük süresi, buz örtüsü tipi ve yük ağırlığıdır. Buz örtüsü tipi, bir tehlike değerlendirmesi yaparken ve uygun tehlike yönetimini belirlerken kilit bir bileşendir. Genellikle mavi buz olarak adlandırılan tatlı su buzu, doğal bir oluşum olup göl ve nehirler oluşur. Mavi buzun tüm yüzeyleri mukavemet bakımından benzer olabilmektedir. Beyaz buz veya kar buzu hava kabarcığı içeriğinden dolayı beyazdır ve daha düşük kalitededir. En düşük mukavemet ve kaliteye sahip buz çeşitleri, cüruf buzu ve buz yığılmasıdır. (GOA, 2013).

Yüzey örtüsü tiplerini sınıflandırmak ve değişiklikleri analiz etmek, uzaktan algılamanın en yaygın uygulamalarından olup, Landsat görüntüleri, su kaynakları için sıkça tercih edilen veri kaynakları arasındadır. Su sınırlarını belirlemek ve uzaktan algılanan görüntülerdeki su varlığını görsel olarak zenginleştirmek için yansıyan yöntemler uzun sürelerdir kullanılmaktadır (Rundquist vd., 1987; Xu, 2006; McFeeters, 1996).

Çalışmanın amacı Çıldır Gölü'nün donma mekanizmasının uzaktan algılama ve yersel ölçümlerin beraber kullanılarak değerlendirilmesidir. Ayrıca buz yüzeyinin özelliklerinin tespit edilmesi ve yöre halkının donmuş göl kullanımının (aktivite veya ulaşım amaçlı) güvenli bir şekilde yapılması için gerekenler ortaya konulmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, göl genelinde yapılan çalışmalarla buz kalınlığı ölçümleri

Ardahan AFAD Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmiştir. Uydu görüntüleri USGS'in (Amerika Birleşik Devletler Jeoloji Kurumu) sitesinden indirilen, Landsat 8 OLI uydusuna aittir. Termal hesaplamalar için Landsat 8 OLI uydu görüntülerinden Bant 10 kullanılmıştır. Buz kalınlıklarının enterpolasyonu yapılarak elde var olan değer noktalarından yola çıkarak bu noktalar arasında, farklı bir yerde ve değeri bilinmeyen bir noktadaki olası değerlerin hesaplamaları gerçekleştirilmiştir (Setianto ve Triandini, 2013). Buz kalınlığı enterpolasyon yöntemi ile yersel veriler analiz edilmiş olup Landsat 8 OLI uydu görüntülerinden Bant 1 ile beraber yorumlanmıştır. Bant 1 üzerinden tespiti yapılan kırık-çatlaklar sınıflanarak göl geneli kırık-çatlak içeriği bakımından sınıflara ayrılmıştır.

2.1. Çalışma Alanı

Çıldır Gölü, Ardahan ilinin Çıldır ilçesi ile Kars ilinin Arpaçay ilçeleri arasında yer almakta olup, inceleme alanı (Çıldır Kristal Göl Uluslararası Kış Şöleni'nin yapıldığı alan) Ardahan ili Çıldır ilçesinde bulunmaktadır (Şekil 1). Göl; Ardahan il merkezine 48 km, Çıldır ilçe merkezine 7 km uzaklıktadır (41,04205N; 43,255277E) (Şimşek, 2019). Doğu Anadolu Bölgesi'nin Van Gölü'nden sonra ikinci büyük gölü olan Çıldır Gölü'nün yüz ölçümü 124 km², maksimum derinliği ise 42 m'dir. Çıldır Gölü deniz seviyesinden 1960 m yükseklikte bulunmakta olup göl havzası yaklaşık 640 km²'dir (Zengin vd., 2012). Kuzey güney doğrultusundaki genişliği 18 km, doğu batı doğrultusundaki genişliği 16 km kadardır (Şimşek, 2019). Akbaba ve Kısır Dağları arasında tektonik çöküntü bölgesinde yer alan bir set gölüdür. Çevresindeki dağlardan gelen yüzey suları ile mevsimlik ve daimî akarsular gibi birçok kaynaktan beslenmektedir.



Şekil 1. Çıldır Gölü yer bulduru haritası

Göl yüzeyi kasım ayı sonlarında sert ve soğuk iklim koşulları nedeniyle donmaya başlamakta olup buz kalınlığının 1 m'nin üzerine çıktığı zamanlar olmaktadır. Buzun erimesi ise nisan ayı başlarında gerçekleşmektedir.

Gölde balıkçılık yapılmakta ve yöre halkı bu yolla gelir sağlamaktadır. Ayrıca turizm açısından da bir cazibe merkezi oluşturmakta, göl üzerinde kızak yarışları yapılmaktadır. Yakın zamanda gölün turizm açısından önemini artıracak bir gelişme ise Bakü-Tiflis-Kars demiryolunun hizmete açılacak olmasıdır (Şimşek, 2019).

2.2. Yersel Ölçümler

2.2.1. Buz Kalınlığı

Buz kalınlığı ölçümleri Ardahan AFAD Müdürlüğü tarafından sağlanmıştır. 05-06-

07 Şubat 2019 tarihlerinde donmuş gölün üstünde yaklaşık 20 cm çapında delikler açılarak buz kalınlığı ölçümleri ve su derinliği ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Ölçüm yapılan noktadaki verilerin enterpolasyonu ile tüm göl yüzeyine ait bir kalınlık haritasını oluşturulması amaçlanmıştır. Tüm enterpolasyon yöntemleri, birbirine daha yakın olan noktaya dayanan teori temel alınarak geliştirilmiştir. IDW, ölçülmemiş herhangi bir yer için bir değer tahmin etmek, tahmin yerini çevreleyen ölçülen değerleri kullanarak bir sonuca ulaşmayı sağlamaktadır. IDW yönteminde esas olarak komşular arasındaki korelasyon ve benzerlik oranlarının, birbirleri arasındaki mesafeyle orantılı olduğu varsayılmaktadır. IDW komşu noktalardan her noktaya olan

mesafenin ters fonksiyonu olarak tanımlanabilir (Setianto ve Triandini, 2013). Belirli bir buz kalınlığı için buz taşıma kapasitesinin tahmini Gold'un formülü ile hesaplanmaktadır (1). Formül uygulamalı testler sonucu ortaya çıkmıştır (Gold, 1960).

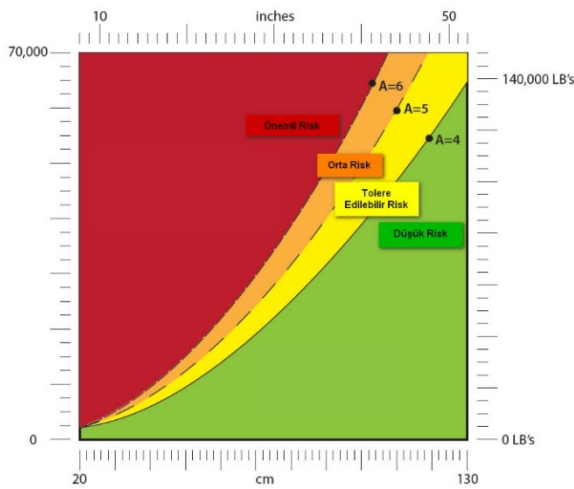
$$P = Axh^2 \quad (1)$$

P: İzin verilen yük (kg)

A: Buzun kalitesine, yükün geometrisine ve duruma uygun güvenlik faktörüne bağlı bir sabit

h: İyi kalitede buzun etkin kalınlığı (cm)

Gold (1960), göldeki buz tabakasında kullanılmak üzere bir dizi güvenli buz kalınlığı veya belirli bir buz kalınlığı için kabul edilebilir yük aralığına karşılık gelen bir A değeri önermektedir. Gold'un formülünün ağırlığa bağlı buz kalınlığı değerleri ve risk sınırları Şekil 2'deki grafikte gösterilmektedir. Yüksek A değerlerinde kırılma riski için ek tehlike kontrolleri eklenmelidir. Kışın şiddetli uzun geçtiği Kanada gibi ülkeler de yaygın olarak kullanılan buz üzerinde güvenli çalışma kitapçıklarında tehlike kontrol mekanizmaları da kullanarak Gold'un formülünün 2 ayrı tabloyla beraber incelenmesini önermektedir (Tablo 1 ve Tablo 2).



Şekil 2. Buz taşıma kapasitesi grafiği (Government of Alberta, 2013)

Tablo 1. İzin verilebilir yük ve etkili buz kalınlığı (Government of Alberta, 2013)

İzin Verilen Yük P (kg)				
h (cm)	A=3,5	A=4	A=5	A=6
	Düşük Risk	Tolere edilebilir Risk	Orta Risk	Önemli Risk
20	1400	*	*	*
25	2200	*	*	*
30	3150	*	*	*
35	4300	4900	6120	7350
40	5600	6400	8000	9600
45	7100	8100	10100	12100
50	8750	10000	12500	15000
55	10600	12100	15100	18100
60	12600	14400	18000	21600
65	14800	16900	21100	25300
70	17100	19600	24500	29400
75	19700	22500	28100	33700
80	22400	25600	32000	38400
85	25300	28900	36100	43300
90	28300	32400	40500	48600
95	31600	36100	45100	54100
100	35000	40000	50000	60000
105	38600	44100	55100	63500
110	42300	48400	60500	**
115	46300	52900	63500	**
120	50400	57600	**	**
125	54700	62500	**	**
127	56450	63500	**	**

*Tablo 2'ye bakılmalı.

**Profesyonel bir mühendisin tavsiyesi alınmalı

Tablo 2. Hafif yükler için minimum buz kalınlığı (Government of Alberta, 2013)

Yük ve Durumu (Yavaş Hareketli Yük)	Minimum Etkin Kalınlık (cm)
Yürüyen insan (120 kg)	10
Kar motosikletleri (Azami ağırlık araç + sürücü <500 kg)	18
¾ ton 4x4 araç (Maksimum brüt araç ağırlığı 5000kg)	38

2.2.2. İklim

Çıldır ilçesinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu (OMGİ) kurulmuştur. Göl ve çevresinin iklim özelliklerini vermesi açısından Çıldır OMGİ istasyonlarının değerleri esas alınmaktadır. Çıldır OMGİ verileri MGM'den temin edilmiş ve bu çalışma kapsamında 2016, 2017 ve 2018 yılları verileri kullanılmıştır.

Ardahan MGM İstasyonu kayıtları 1958-2018 yıllarını kapsamaktadır. Ardahan istasyonu ile göl arasındaki mesafe yaklaşık 48 km'dir. Bu nedenle karşılaştırma yapabilmek amacıyla Ardahan MGM uzun yıllar ortalama, minimum ve maksimum meteoroloji ölçüm kayıtları Tablo 3'de sunulmuştur.

2.3. Uzaktan Algılama Çalışmaları

Uygulamada kullanılan uydu Landsat 8 OLI olup, 09.02.2019 tarihine ait uydu görüntüsü kullanılarak hesaplamalar ve analizler gerçekleştirilmiştir. Landsat 8 uydusu Dünya'ya güneş-eşzamanlı (sun-synchronous), kutuplara yakın bir yörüngede, 705 km yükseklikte, 98.2 derecede eğimde bulunmaktadır. Her 16 günde bir Dünya'yı görüntülemektedir. İndirilen görüntü formatı GeoTIFF, 30 m konumsal çözünürlük, Evrensel Enlem Merkatoru projeksiyonu ve Dünya Jeotetik Sistemi ve 84 datumuna sahiptir.

Landsat 8, Operasyonel Arazi Görüntüleyici (OLI) ve Termal Kızılötesi Sensör (TIRS) içerir (URL-1). Landsat 8 OLI sensörü pankromatik ile birlikte 9 spektral bant, TIRS sensörü ile de 2 termal bantta toplam 11 bantta sahiptir (Tablo 3). Landsat 8 OLI su kaynakları ve kıyı bölgesi araştırması için özel olarak tasarlanmış koyu mavi görünür bir kanal (Bant 1) ve sirüs bulutlarının tespiti için yeni bir kısa dalga kızılötesi kanal (Bant 9) ile su ve bulut analizleri için iyileştirmeler sağlamaktadır. Ayrıca Landsat 8 OLI Termal Kızılötesi 1 (Bant 10) kullanılarak yüzey sıcaklıkları hesaplanabilmektedir (Çaldırak ve

Kurtuluş, 2018).

2.3.1. Termal Analizler

Termal analizler için kullanılan yöntem; Landsat 8 OLI uydu görüntülerinden Bant 10 TIRS'nin Dijital Numara (DN) değerlerinin sıcaklık değerine dönüştürmesi için öncelikle DN değerleri, Atmosfer Parlaklığı Sıcaklığı'na (TOA) dönüştürülür ve ardından TOA değerlerini kullanarak sıcaklık değerleri denklem (2), (3), (4) ve (5)'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Çaldırak ve Kurtuluş 2018).

$$L_{\lambda} = M_L \times Q_{cal} + A_L \quad (2)$$

L_{λ} : Atmosfer Üstü (TOA) spektral radyansı ($W (m^2 \times ster \times \mu m)$)

M_L : Meta verilerden gruba özgü çarpımsal ölçeklendirme faktörü

A_L : Meta verilerden bant spesifik katkı yeniden ölçeklendirme faktörü

Q_{cal} : Kantitatif ve kalibre edilmiş standart ürün piksel değerleri (DN)

$$TB = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \quad (3)$$

K_1 ve K_2 değerleri termal bant dönüşüm için sabit olup, T ise Kelvin biriminden yansıma sıcaklığıdır.

TB: Atmosferin üstü yansıma sıcaklığı (Kelvin)

L_{λ} : Atmosfer üstü (TOA) spektral radyansı

K_1 : Meta verilerden banda özel termal dönüşüm sabiti

K_2 : Meta verilerden banda özel termal dönüşüm sabiti

$$LST = \frac{TB}{1 + \left(\frac{TB}{\rho}\right) \times \ln \varepsilon} \quad (4)$$

LST: Yüzey sıcaklığı (°C)

TB: Siyah cisim için ölçülen sıcaklık

ε : Emisivite

λ : Yayılan ışığın dalga boyu (Landsat 8 Bant 10 için $\lambda = 12$, (Markham and Barker 1985))

ρ : $1.438 \times 10^{-2} \text{ m K}$

$$\rho = (hxc)/\sigma \quad (5)$$

σ : Boltzmann sabiti (1.38×10^{-23} J/K)

h : Planck sabiti (6.626×10^{-34} J s)

c : Işık hızı (2.998×10^8 m/s)

Hesaplanan sıcaklık Kelvin biriminden olduğu için elde edilen sonuca 273.15 eklenerek Santigrat dereceye çevrilmektedir.

2.3.2. Denetimli Sınıflandırma

Görüntü sınıflandırma prosedürleri, multi-spektral pikselleri farklı arazi örtüsü

sınıflarına sınıflandırmak için kullanılmaktadır. Denetimli ve denetimsiz sınıflama olarak sınıflandırma yaklaşımları ikiye ayrılabilir. Denetimsiz sınıflamada pikseller herhangi bir örneklem kullanılmadan kümeleme algoritmaları ile farklı spektral sınıflara ayrılmaktadır. Denetimli sınıflama ise iki temel adımda gerçekleşmektedir. Operatör, veri setinin spektral ve dokusal özelliklerini tanımlayan eğitim sınıflarını belirleyerek sayısallaştırır. İkinci basamak olan sınıflandırma aşamasında veri setinin her bir pikseli bir arazi örtüsü sınıfına kategorize edilmiş olur.

Tablo 3. Ardahan MGM uzun yıllar iklim gözlem istatistikleri (URL-2)

ARDAHAN	O	Ş	M	N	M	H	T	A	Eyl	Eki	K	A	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1958 - 2018)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	-11,2	-9,8	-3,3	4,6	9,5	13	16,4	16,3	12,3	6,7	-0,1	-7,6	3,9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	-5	-3,3	2,7	10,8	16,1	20,1	23,9	24,6	20,7	14,3	6,3	-2	10,8
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-16,8	-15,9	-8,9	-1,2	3,2	5,8	8,8	8,5	4,3	-0,1	-5,5	-12,7	-2,5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,5	3,4	4,7	5,1	6,3	7,9	8,3	8	7,1	5,1	3,7	2,4	64,5
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	9,6	9,8	11,6	13,7	17,1	15,5	11,5	11	7,7	9,8	9	9,8	136,1
Aylık Toplam Yağış Miktarı	19,8	20,5	31	51,2	83,6	93,7	69,9	62,6	35,3	37,5	27,9	22,8	555,8
Ortalaması (mm)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	11	11	18,4	25	26,4	29,1	34,3	35	31,3	26	18,2	14	35
En Düşük Sıcaklık (°C)	-39,8	-38,7	-33,2	-22,2	-8,5	-4,5	-2,2	-2,8	-5,8	-15	-28,9	-36,3	-39,8

Tablo 4. Landsat 8 bant özellikleri (URL-1)

<i>Operasyonel Arazi Görüntüleyici</i>			
Bant No	Bant Adı	Dalga Boyu (μm)	Çözünürlük (m)
Bant 1	Koyu Mavi (Kıyı / Aerosol)	0.43 - 0.45	30
Bant 2	Mavi	0.45 - 0.51	30
Bant 3	Yeşil	0.53 - 0.59	30
Bant 4	Kırmızı	0.64 - 0.67	30
Bant 5	Yakın Kızılötesi (NIR)	0.85 - 0.88	30
Bant 6	Kısa Dalga Boylu Kızılötesi 1 (SWIR1)	1.57 - 1.65	30
Bant 7	Kısa Dalga Boylu Kızılötesi 2 (SWIR2)	2.11 - 2.29	30
Bant 8	Pankromatik	0.50 - 0.68	15
Bant 9	Cirrus	1.36 - 1.38	30
<i>Termal Kızılötesi Sensör</i>			
Bant 10	Termal Kızılötesi 1 (TIRS 1)	10.6 - 11.19	100
Bant 11	Termal Kızılötesi 2 (TIRS 2)	11.5 - 12.51 μm	100

Sınıflandırma için kullanılan minimum uzaklık, paralel-epiped veya maksimum olasılık sınıflandırması gibi birçok farklı yaklaşım vardır (Walter, 1998). En yaygın olarak kullanılan yaklaşım maksimum olasılık sınıflandırmasıdır. Maksimum olasılık sınıflandırması her görüntüdeki her bir piksel için tüm eğitim sınıflarını değerlendirerek göreceli olarak sınıf ataması olasılıklarını hesaplamaktadır. Daha sonra sonuçta ortaya çıkacak en muhtemel sınıf kimliğini çıktı görüntüsüne atama gerçekleştirmektedir (Bolstad ve Lillesand, 1990).

3. BULGULAR

3.1. Yersel Çalışma Sonuçları

3.1.1. Buz Kalınlığı Ölçümleri ve Enterpolasyonu

05-06-07 Şubat 2019 tarihlerinde Ardahan AFAD Müdürlüğü Çıldır Gölü'nde koordinatları işaretli konumlardan (Şekil 3) buz kalınlığı ve su derinliği ölçümleri yapılmıştır (Tablo 5). Buz kalınlıklarının ölçüm verileri kullanılarak buz kalınlığı verileri ile tüm göl yüzeyi için IDW (Ters Mesafe Ağırlıklı Yöntem) kullanılarak buz

kalınlıklarının enterpolasyonu gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). Enterpolasyon yorumlanırken Landsat 8 OLI'ye ait özel bir bant olan Bant 1, su kaynakları ve kıyı bölgesi araştırması için özel olarak tasarlanmış koyu mavi görünür bant kullanılmıştır.

Gold'un formülüne göre buz kalınlıkları değerlendirildiğinde, A değerinin kullanımına bakılacak olunursa; buz örtüsü boyunca 15000kg'lık yük taşınması gereken bir durumda yükün buz üzerinde kısa süre tutulması mümkün süre az olduğundan risk arttırılarak A değeri yüksek seçilebilir. Yüksek risk alınıp A değerinin 6 seçilir ise minimum buz kalınlığının 50 cm olması gerektiği Tablo 1'de ortaya konulmaktadır. Alternatif olarak buz üzerinde bulunacak süre az olmasına rağmen riski minimize etmek için A değeri 3,5 seçilerek minimum buz kalınlığı 70 cm olarak Tablo 1'den bakılmaktadır. Tablo 1'de A=3,5'dan yüksek olduğu ve buz kalınlığının 20 ila 30 cm arasında olduğu durumlarda Tablo 2'den yararlanılması önerilmektedir (GOA, 2013).

Tablo 5. Çıldır Gölü buz kalınlık ölçümleri

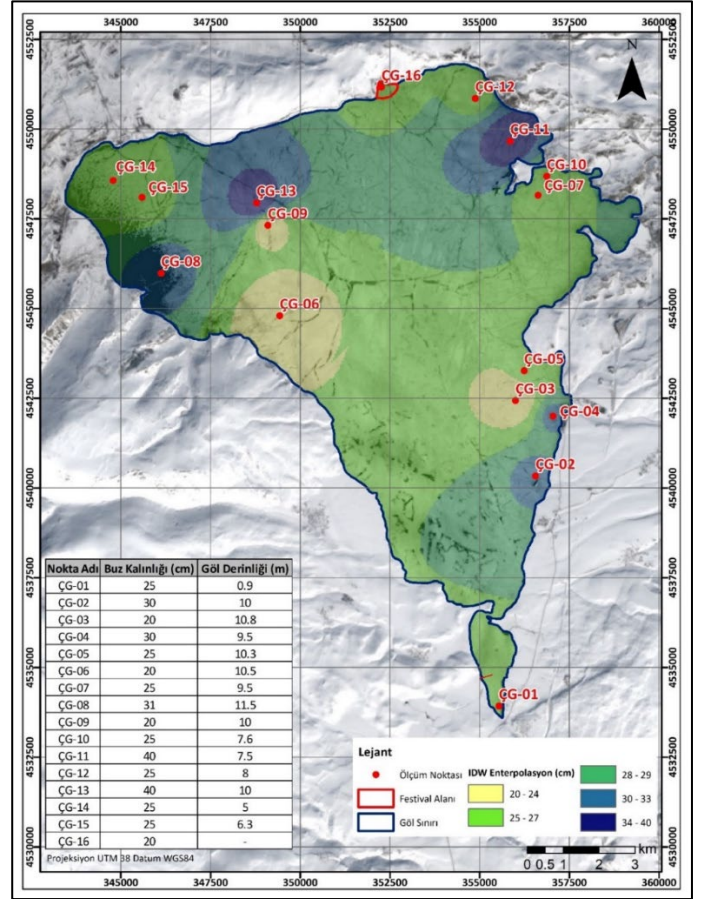
Nokta Adı	Tarih	Buz Kalınlığı (cm)	Göl Derinliği (m)
ÇG-01	7.2.2019	25	0.9
ÇG-02	7.2.2019	30	10
ÇG-03	6.2.2019	20	10.8
ÇG-04	7.2.2019	30	9.5
ÇG-05	6.2.2019	25	10.3
ÇG-06	5.2.2019	20	10.5
ÇG-07	6.2.2019	25	9.5
ÇG-08	5.2.2019	31	11.5
ÇG-09	5.2.2019	20	10
ÇG-10	6.2.2019	25	7.6
ÇG-11	7.2.2019	40	7.5
ÇG-12	7.2.2019	25	8
ÇG-13	5.2.2019	40	10
ÇG-14	6.2.2019	25	5
ÇG-15	6.2.2019	25	6.3
ÇG-16	2.3.2019	20	-

3.1.2. İklim

Ardahan ilinin tamamı (Çıldır dahil) Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre kış mevsiminin soğuk, yaz mevsiminin ılık geçtiği ve her mevsim yağışlı nemli orta enlem iklim tipi içerisinde yer alır (Öztürk vd., 2017).

Thornthwaite sınıflandırmasına göre ise, Ardahan meteoroloji istasyonunun bulunduğu alan yarı nemli, su noksanının çok az olduğu (yok denecek kadar az), ikinci dereceden mikrotermal iklim tipi içerisinde yer alır (Çiçek, 1995).

Ardahan ilinde ortalama sıcaklıklar kasım ve mart ayları boyunca 0°nin altında seyreder. En düşük sıcaklıklar ise tüm yıl boyunca negatif değerler göstermektedir. Çıldır yöresinde, içerisinde bulunduğu Doğu Anadolu Bölgesinde de olduğu gibi karasal iklim hüküm sürmektedir. Yazları kısa ve serin ve kışlar ise soğuk ve uzun geçmektedir.

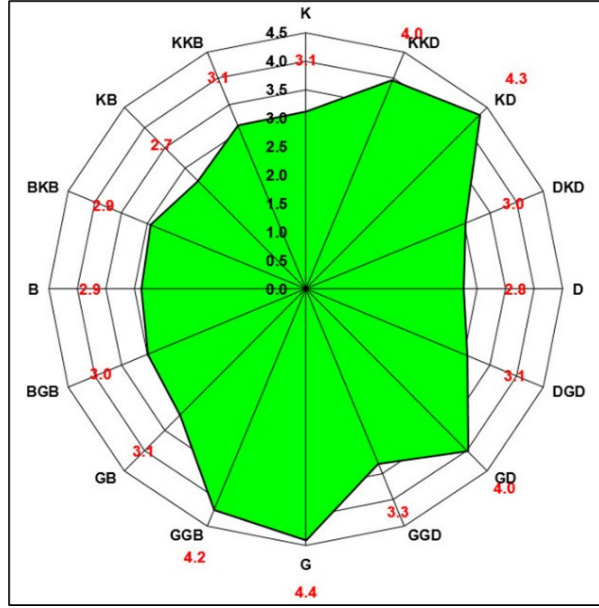


Şekil 3. IDW buz kalınlığı enterpolasyon sonuçları

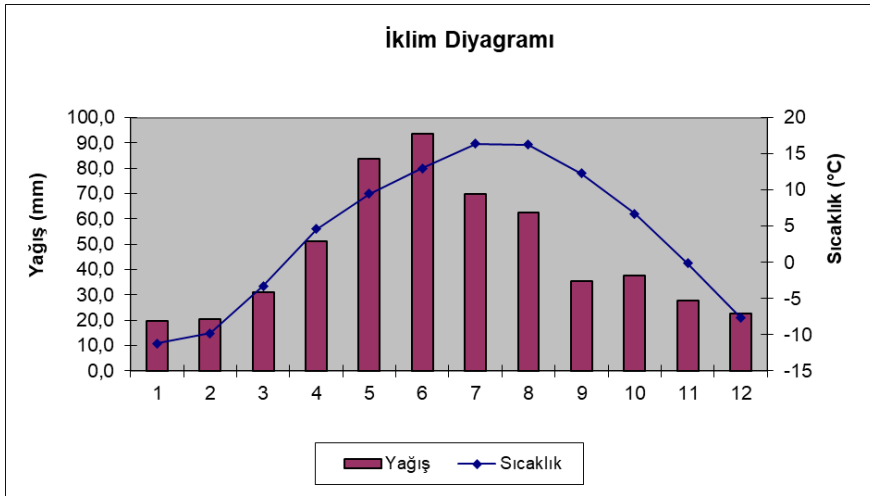
Özellikle kış aylarında Sibiryaya Yüksek Basınç Sistemi'nin etkisi altındadır ve sistem, kış aylarında yağışların az olmasına ve kuzeyli rüzgârlara neden olmaktadır. Günlük ortalama rüzgâr yön ve şiddetlerinin analizinden Çıldır yöresinde kuzey yönlü ve mutedil rüzgârların hâkim olduğu görülmektedir (Şekil 4). Ülkemizin büyük bölümünde kış yağışlarının yıllık yağışlara katkısı büyük olsa da çalışma alanının dâhil olduğu Doğu Anadolu Bölgesinde yağışlar ilkbahar ve yaz aylarında yoğunlaşmıştır (Şekil 5). Bununla birlikte ilkbahar ve sonbahar mevsimleri çok kısa sürmektedir. Ardahan MGM İstasyonu kayıtlarına göre yörede gözlenen en düşük sıcaklık -38,7 °C (21.01.1972) tarihinde gözlenmiştir. Ardahan MGM kayıtlarına göre uzun yıllar ortalama yağışlı gün sayısı 136 gündür. Mevsimlere göre yağışların %41'i yaz ve %30'u ise ilkbahar mevsiminde gerçekleşmektedir (Öztürk ve Kılıç, 2018).

Ardahan MGM kayıtlarında ortalama yıllık sıcaklık 3.9 °C iken (1958-2018), Çıldır OMGİ için (2016-2018) ortalama sıcaklık

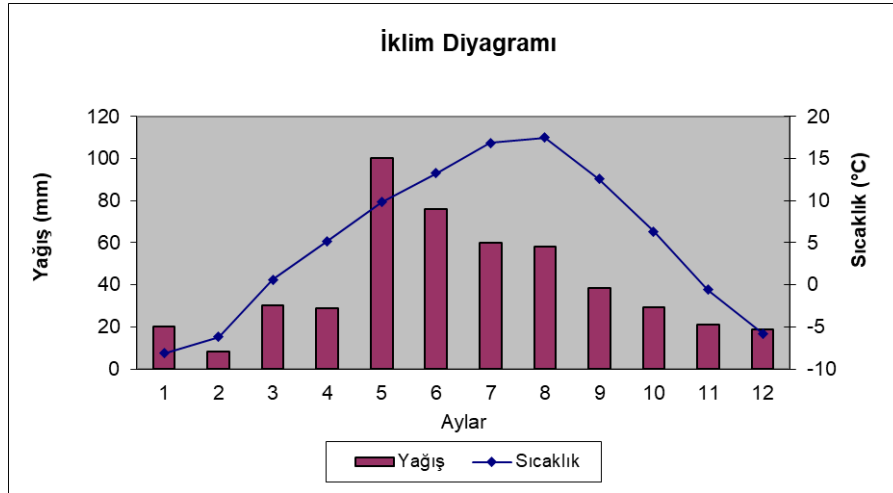
5,1 °C olarak gözlenmektedir (Tablo 6). Gölün yörenin ortalama sıcaklığına etkisi olduğu düşünülmektedir (Şekil 6)



Şekil 4. Çıldır OMGİ rüzgâr hız dağılımı



Şekil 5. Ardahan iklim grafiği



Şekil 6. Çıldır iklim diyagramı

Tablo 6. Çıldır Ortalama Sıcaklık ve Yağış Tablosu (2016-2018)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık Toplam
Yağış	20,2	8,40	30,1	29,0	100	75,8	60,0	58,0	38,3	29,23	21,3	19,0	489,6
Sıcaklık	-8,1	6,2	0,6	5,2	9,8	13,2	16,9	17,4	12,6	6,3	-0,6	-5,8	5,1

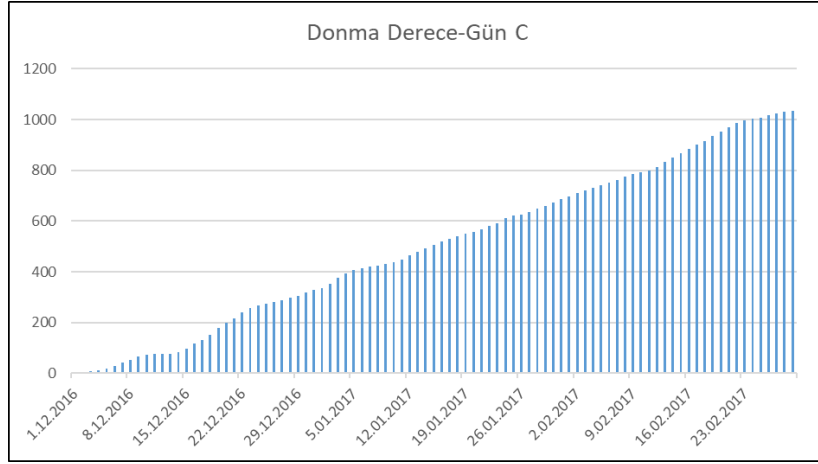
3.1.3. Donma Derece Gün Hesaplaması

Hava sıcaklığı ile buz fenolojisi arasındaki ilişki iyi kurulmuştur (Bilello, 1980; Palecki ve Barry, 1986; Stewart ve Magnuson, 2009; Williams, 1965). Bir gölde hava sıcaklığını takip ederek donma ve erime konusunda tahminler yapılması mümkün olabilmektedir. Bu bilgilerle birlikte buz kalınlıkları bilgisinin de olması, ampirik bir ilişki kurulmasıyla buz kalınlıklarının belirlenmesine imkân vermektedir.

Duguay vd. (2006) 0 °C izotermi ve buz fenolojisi arasında yüksek bir zamansal ilişki bulunduğunu belirtmişlerdir. Çıldır Gölü için Donma-Derece Gün hesaplaması Çıldır OMGİ istasyonunun yeni kurulmuş olması nedeniyle 2016 Aralık ve 2017 yılı Şubat sonu itibariyle hesaplanmıştır (Şekil 7). Buzlanma, şiddeti ve sıklığını en doğru ve pratik bir şekilde veren yöntemlerin başında da donma derece-gün gelmektedir.

DDG değerleri donma periyodunun uzunluğu hakkında bilgi vermektedir.

Göldeki buz kalınlıkları ölçüm verileri mevcut ilişkiyi oluşturabilecek miktarda değildir (Duguay vd., 2006). Veriler yalnızca 2019 Şubat ayına ait birkaç günü kapsamaktadır. Donma-Derece Gün, göl yüzeyinin donması ve buzun kalınlığının zaman içerisinde artışını göstermesi açısından, buz kalınlıkları ile ilişkilendirilebilirse faydalı bilgiler verebilecektir. Buz kalınlıklarını etkileyen diğer önemli parametreler ise yüzeyin karla kaplı oluşu ve rüzgârdır. Meteorolojik parametrelerin temel etkisi su veya buz yüzeyinden ısı kaybını artıracak veya azaltacak yönde ısı transferine neden olmaktır. Çıldır Gölü için Donma Derece Gün Grafiği Şekil 7'de sunulmuş, hesaplama sonuçları ise Tablo Ek 1'de verilmiştir.



Şekil 7. Çıldır Gölü donma derece gün hesaplaması

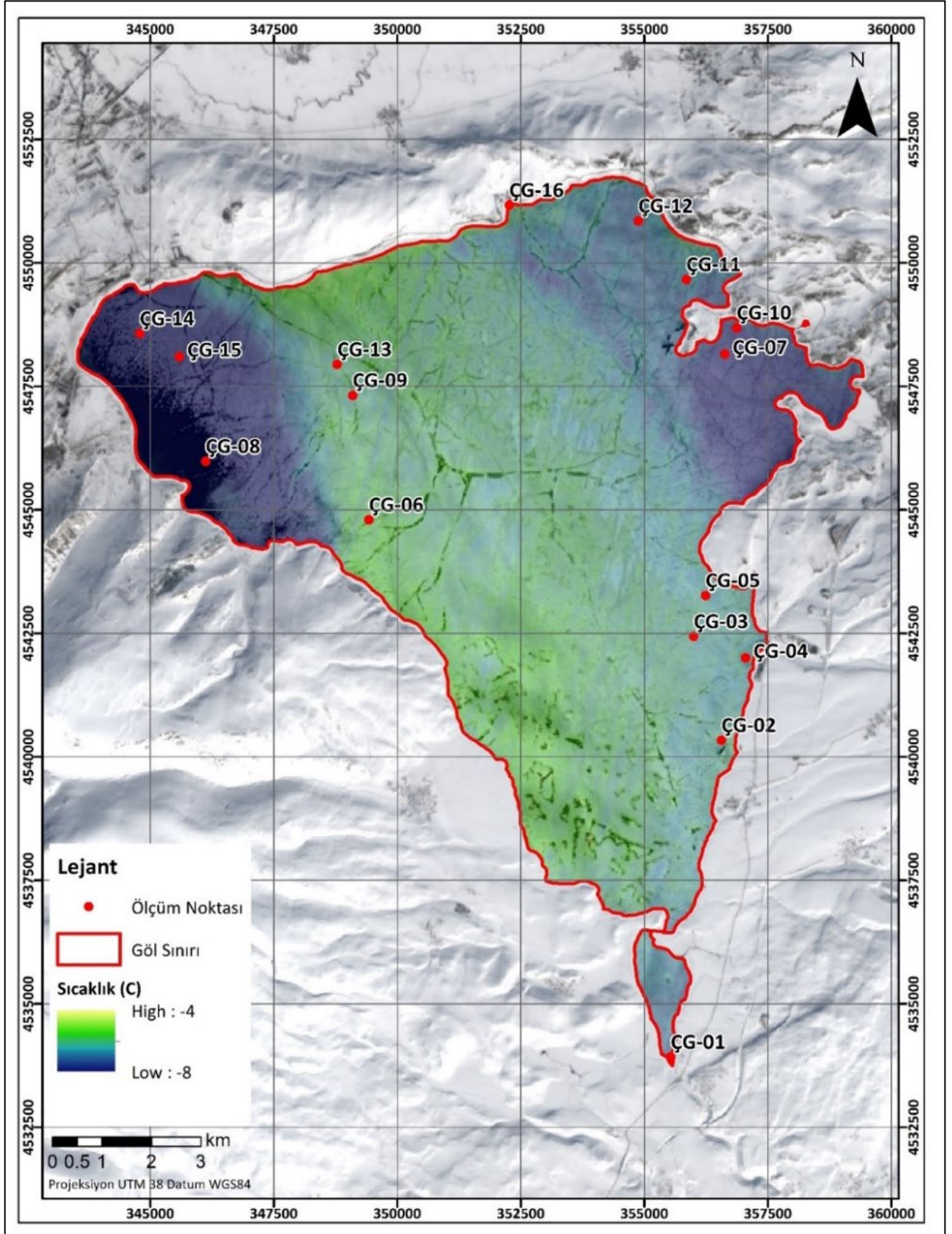
3.2. Uydu Görüntüleri Çalışma Sonuçları

3.2.1. Termal Analizler

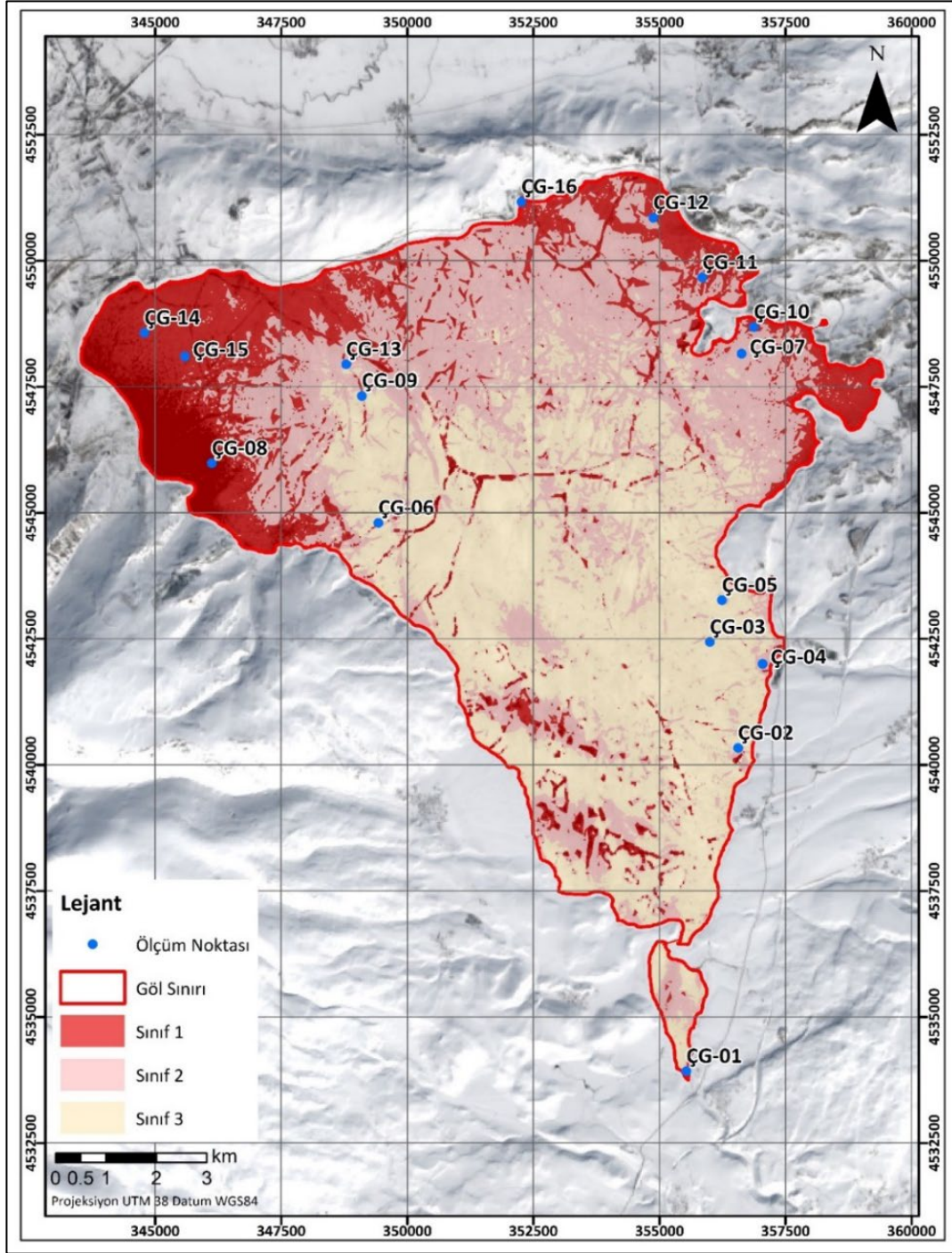
Termal analiz hesaplamalarının tümü ArcGIS platformunda yapılmış olup, ModelBuilder ile oluşturulan modelde termal sıcaklık hesaplaması gölün tamamını kapsayacak şekilde modele yerleştirilmiş olup, termal harita oluşturulmuştur (Şekil 8).

3.2.2. Denetimli Sınıflandırma

Bu çalışmada, B1 bandı denetimli sınıflandırması yapılırken maksimum sınıflaması yaklaşımı kullanılmıştır. Veri setinin her bir pikseli ArcGIS yazılımı kullanılarak arazi örtüsü sınıfına kategorize edilmiştir. Buz örtüsü 3 sınıfa ayrılmıştır. Sınıf 1 kırıklı çatlaklı yapıyı en çok içeren bölge, sınıf 2 orta derecede kırıklı çatlaklı yapı içeren bölge ve sınıf 3 ise kırıklı çatlaklı yapı içermeyen olarak ayrılmıştır (Şekil 9).



Şekil 8. Çıldır Gölü termal haritası



Şekil 9. Kırık-Çatlak bölgelerinin sınıflandırma sonuçları

4. TARTIŞMA

Çıldır Gölü'nde yapılan yersel ölçümler harita üzerinde her bir örnek noktası koordinatlı olarak işaretlenmiş ve ölçülen değerler harita üzerindeki tabloda gösterilmiştir. 16 noktada yapılan buz kalınlığı ölçümlerine enterpolasyon yapılarak göl geneli hakkında bilgi verecek bir buz kalınlığı enterpolasyon haritası oluşturulmuştur (Şekil 3).

Buz kalınlığı ölçüm noktalarının dağılımının homojen olmamasından dolayı örnek noktalarına uzak bölgeler için kesin bir sonuca varılamamaktadır. ÇG-8, ÇG-13, ÇG-11 numaralı örneklerin oluşturduğu hat olan doğu batı doğrultusu buz kalınlığı enterpolasyon sonuçlarına göre buz kalınlığının en yüksek olduğu bölgelerdir. Yersel buz kalınlığı ölçümlerden alınan örnekler göre, birbirine yakın ÇG-9 ve ÇG-13 numaralı noktalara bakıldığında, ÇG-9'da buz kalınlığı 20 cm iken ÇG-13'de 40 cm olarak ölçülmüş olup göl derinlikleri ikisinde de aynıdır. Bu da göldeki buz kalınlıklarının mesafeden bağımsız olarak değişken olduğunu göstermektedir.

Gold formülü'nün (Gold, 1960) uygulanması durumunda, 20 cm'lik buz kalınlığı için, $A=3.5$ yani düşük risk şartlarında, 1400 kg yük taşıyabileceği hesaplanmaktadır (Tablo 2).

Termal hesaplamalara göre göl -8 ile -4 °C arasında değerler almaktadır. Doğu ve batı kıyılarına doğru yüzey sıcaklığını düşüğü gözlenirken, kuzey ve güney kıyılar için belirgin bir değişim gözlenmemektedir. Festival alanında ise sıcaklık -6 °C ile -3 °C arasında değişmekte olup, kıyıya yaklaştıkça yüzey sıcaklığının arttığı görülmektedir (Şekil 8).

Buz kalınlığı enterpolasyon sonuçları ile termal analiz sonuçları birbirini destekler niteliktedir. Gölün genel durumuna bakıldığında doğu ve batı kıyılarında yüzey sıcaklıkları düşüken (Şekil 8) buz kalınlığı enterpolasyon haritasına (Şekil 3) göre doğu ve batı kıyılarında buz kalınlıkları yüksektir. Buz kalınlığının dayanımı yüzey sıcaklığının düşmesiyle doğru orantılı bir

şekilde olmaktadır. Ancak buz kalınlığının yüzey sıcaklığının düşük olduğu ortamlar da farklı kalınlıklar vermesi buz kalınlıklarının ölçümlenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Landsat 8 OLI'nin su kaynakları ve kıyı bölgesi araştırması için özel olarak tasarlanmış koyu mavi görünür bantı olan Bant 1'e göre yapılan sınıflandırma sonuçlarına göre gölün geneli 3 sınıfa ayrılmıştır. Kırıklı çatlaklı yapıyı en çok içeren alanlar sınıf 1, orta derecede kırıklı çatlaklı yapı içeren alanlar sınıf 2 ve sınıf 3 ise kırıklı çatlaklı yapı içermeyen alanlar olarak ayrılmıştır. Göl üzerindeki kırık çatlakların dayanıma olan etkisini hesaplayabilmek için daha fazla yersel buz kalınlığı ölçümüne ihtiyaç vardır (Şekil 9). 06.02.2019, 21.01.2019, 29.12.2018, tarihlerine ait B1 bant aylara göre haritalarından buz çözünmesine bağlı kırık sistemi incelenebilmektedir (Şekil Ek I, Şekil Ek II ve Şekil Ek III). Farklı yılların aynı aylarına bakıldığında çözünme ve donma sistemlerinin farklı olduğu gözlenmektedir.

5. SONUÇLAR

Buz kalınlıkları ölçümlerinin değerlendirmelerine bakıldığında beyaz buz tipindeki göldeki buz örtüsü için, 20 cm buz kalınlığının altındaki buz üzerinde bulunulmamalıdır. Bu yüzden donmuş buz yüzeyinin kullanılacağı zamanlar buz kalınlığının en az 20 cm olduğundan emin olunmalıdır. Buzun üzerinde bulunacak ağırlıklar hesaplanmalıdır ve izin verilebilir yük ve etkili buz kalınlığı tablosu (Tablo 2) kullanılarak buz kalınlığı ile taşınabilir yük arasındaki ilişki kontrol edilmelidir.

Her sene buz üzerinde etkinlik planlanmadan önce burgu deliciler kullanılarak, buz kalınlığı tespiti kullanılacak alanı temsil edecek ölçekte ölçüm yapılması önerilmektedir. Yersel ölçüm noktalarına göre buz kalınlığı birbirine yakın mesafelerde dahi çok değişkendir. Bu yüzden yersel ölçümler homojen dağılımlı olarak yapılmalıdır.

Meteorolojik faktörlere bağlı olarak, her yılın donma ve çözünme mekanizması farklı olduğundan (Şekil Ek I, Şekil Ek II ve Şekil Ek III) yıllık ve/veya aylık olarak bölgede yersel ve uzaktan algılama analizleri yapılmalıdır.

İleriki çalışmalarda gölün buz kalınlıkları ile ilgili olarak düzenli bir izleme ağı oluşturulabilir. İzleme ağları gölde yatay düzeyde yerleştirilecek olan termal sondalar ve göl üzerinde buz sıcaklıklarının ölçülmesiyle mümkün olacaktır. Bu veriler ile gölün buzlanma yapısı hakkında detaylı bilgilere ulaşabilmek mümkün olacaktır.

TEŞEKKÜR BÖLÜMÜ

Ardahan İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Müdürlüğü'ne yersel ölçüm verileri için teşekkür ederiz.

AÇIKLAMA BİLDİRİMİ

Yazarlar bu makalede çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ORCID Numaraları

Hande Mahide YEŞİLMADEN:

 <https://orcid.org/0000-0003-1321-1459>

Bedri KURTULUŞ:

 <https://orcid.org/0000-0001-6646-9280>

Özgür AVŞAR:

 <https://orcid.org/0000-0002-1254-7922>

Hakan AKSU:

 <https://orcid.org/0000-0003-4686-7446>

Murat Ersen AKSOY:

 <https://orcid.org/0000-0002-7778-2018>

6. KAYNAKLAR

Kükrer, S., Erginal, A.E., Şeker, S., Karabıykoğlu, M., (2015). Distribution and Environmental Risk Evaluation of Heavy Metal in Core Sediments from Lake Çıldır (NE Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment* 187 (7): 1-14.

Alkan, A., Gokcek, C., Akbas, U., Alkan, N., (2016). Spatial Distributions of Heavy Metals in the Water and Sediments of Lake Çıldır, Turkey. *Ekoloji* 98: 9-16

Kükrer, S., Şeker, S., Abacı, Z.T., Kutlu, B., (2014). Ecological Risk Assessment of Heavy Metals in Surface Sediments of Northern Littoral Zone of Lake Çıldır, Ardahan, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment* 186(6): 3847-3857

Government of Alberta (GOA), (2013). Best Practice for Building and Working Safely on Ice Covers in Alberta.

Rundquist, D., Lawson, M., Queen, L., Cerveny, R., (1987). The Relationship between the Timing of Summer-Season Rainfall Events and Lake-Surface Area. *Water Resources Bulletin* 23: 493-508.

Xu, H., (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing* 27(14): 3025-3033.

Mcfeters, S.K., (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing* 17(7): 1425-1432.

Setianto A., Triandini T., (2013). Comparison Of Kriging and Inverse Distance Weighted (IDW) Interpolation Methods in Lineament Extraction and Analysis. *J. SE Asian Appl. Geol.* 5(1): 21-29.

Şimşek O., (2019). Çıldır ve Aktaş Gölleri Havzasında Bazı Coğrafi Gözlemler.

Zengin M., Yerli S.V., Dağtekin M., Akpınar İ.Ö., (2012). Çıldır Gölü Balıkçılığında Son Yirmi Yılda Meydana Gelen Değişimler. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* 8(2): 10-24

Gold, L. W., (1960). Field Study on The Load Bearing Capacity of Ice Covers, Woodlands Review, *Pulp Pap-Canada*, 61(5): 3-7

URL-1, Landsat 8, (2020). 01.07.2020, <https://landsat.usgs.gov/landsat-8>

Çaldırak, H., Kurtuluş, B., (2018). Evidence of Possible Recharge Zones for Lake Salda (Turkey). *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 46(9): 1353-1364

URL-2, Resmi İstatistikler, (2020). 01.07.2020, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>

Walter, V., (1998). Automatic Classification of Remote Sensing Data for GIS Database Revision, GIS-Between Visions and Applications, IAPRS, Stuttgart, 32(4).

Bolstad, V.P., Lillesand, M.T., (1990). Rapid Maximum Likelihood Classification. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 67-74.

Öztürk, M.Z., Çetinkaya, G., Aydın, S., (2017). Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri. İstanbul Üniversitesi Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi* 35: 17-27.

Çiçek, İ., (1995). Türkiye'de Kurak Dönemin Yayılışı ve Süresi (Thomthwaite Metoduna Göre). *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi* 4: 77-102.

Öztürk, M. Z. ve Kılıç, H. (2018). İklim Parametrelerindeki Değişimin Zamansal Analizi, *Türk Coğrafya Dergisi* 70:37-43.

Bilello M.A., (1980). *Maximum Thickness and Subsequentdecay of Like, River and Fast Sea Ice in Canada and Alaska*. US Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire, CRREL, Report 80-6.

Palecki M.A., Barry R.G., (1986). Freeze-Up and Break-Up of Lakes As an Index Of Temperature Changes During Thetransition Seasons: A Case Study For Finland. *Journal of Climate and Applied Climatology* 25: 893–902.

Stewart K.M. & Magnuson, J.J. (2009). Ice. In: “Encyclopedia of Inland Waters”, (G. Likens ed.), Oxford: Academic Press, pp. 664–670.

Williams, G.P., (1965) Correlating Freeze-Up and Break-Up with Weather Conditions. *Canadian Geotechnical Journal* 2: 313–326.

Duguay, C.R., Prowse, T.D., Bonsal, B.R., Brown, R.D., Lacroix M.P., Menard P., (2006). Recent Trends in Canadianlake Ice Cover. *Hydrological Processes* 20: 781–801.

EK I

Tablo Ek I. Çıldır Gölü donma derece gün tablosu

Yıl	Ay	Gün	Sıcaklık			Donma Derece Gün	Toplam Donma Derece Gün
			Min.	Maks.	Ortalama		
2016	12	1	-2,1	2,1	-1	1	1
2016	12	2	-5,2	3,2	-0,2	0,2	1,2
2016	12	3	-10,5	-2,9	-5,3	5,3	6,5
2016	12	4	-8,4	1,6	-4,5	4,5	11
2016	12	5	-10,2	-1,7	-6,5	6,5	17,5
2016	12	6	-20,2	-6,4	-12	12	29,5
2016	12	7	-22	-5,7	-12,5	12,5	42
2016	12	8	-16,2	-7	-10,4	10,4	52,4
2016	12	9	-22	-4,2	-14,1	14,1	66,5
2016	12	10	-10,1	0,3	-5,4	5,4	71,9
2016	12	11	-5,2	-0,4	-3,1	3,1	75
2016	12	12	-4,2	1,9	-1,2	1,2	76,2
2016	12	13	-1,6	3,1	-0,1	0,1	76,3
2016	12	14	-10,6	0,5	-6	6	82,3
2016	12	15	-23	-7,1	-13,1	13,1	95,4
2016	12	16	-31,2	-12,9	-21,1	21,1	116,5
2016	12	17	-24,3	-6,6	-15,8	15,8	132,3
2016	12	18	-28,1	-13,3	-20	20	152,3
2016	12	19	-34,2	-18,3	-26,6	26,6	178,9
2016	12	20	-28,2	-9,3	-19,1	19,1	198
2016	12	21	-23,1	-10,1	-18,1	18,1	216,1
2016	12	22	-30,2	-12,7	-22,4	22,4	238,5
2016	12	23	-28,9	-7,7	-20	20	258,5
2016	12	24	-15,7	-4	-9,9	9,9	268,4
2016	12	25	-11,3	-1,8	-5,6	5,6	274
2016	12	26	-12,8	-1,5	-6,5	6,5	280,5
2016	12	27	-14	-3,4	-8	8	288,5
2016	12	28	-14,5	-5,8	-8,8	8,8	297,3
2016	12	29	-14,3	-4,7	-8,6	8,6	305,9
2016	12	30	-17,4	-6	-11,5	11,5	317,4
2016	12	31	-20,1	-3,1	-11	11	328,4
2017	1	1	-14,4	-3,2	-7,5	7,5	335,9
2017	1	2	-24,3	-12,5	-17,6	17,6	353,5
2017	1	3	-31,4	-14,3	-23,6	23,6	377,1
2017	1	4	-21,1	-8	-14,6	14,6	391,7
2017	1	5	-26,1	-8	-15,4	15,4	407,1
2017	1	6	-10,6	-2,5	-7,1	7,1	414,2
2017	1	7	-10,7	-2,3	-6	6	420,2
2017	1	8	-10,4	-0,2	-5,2	5,2	425,4

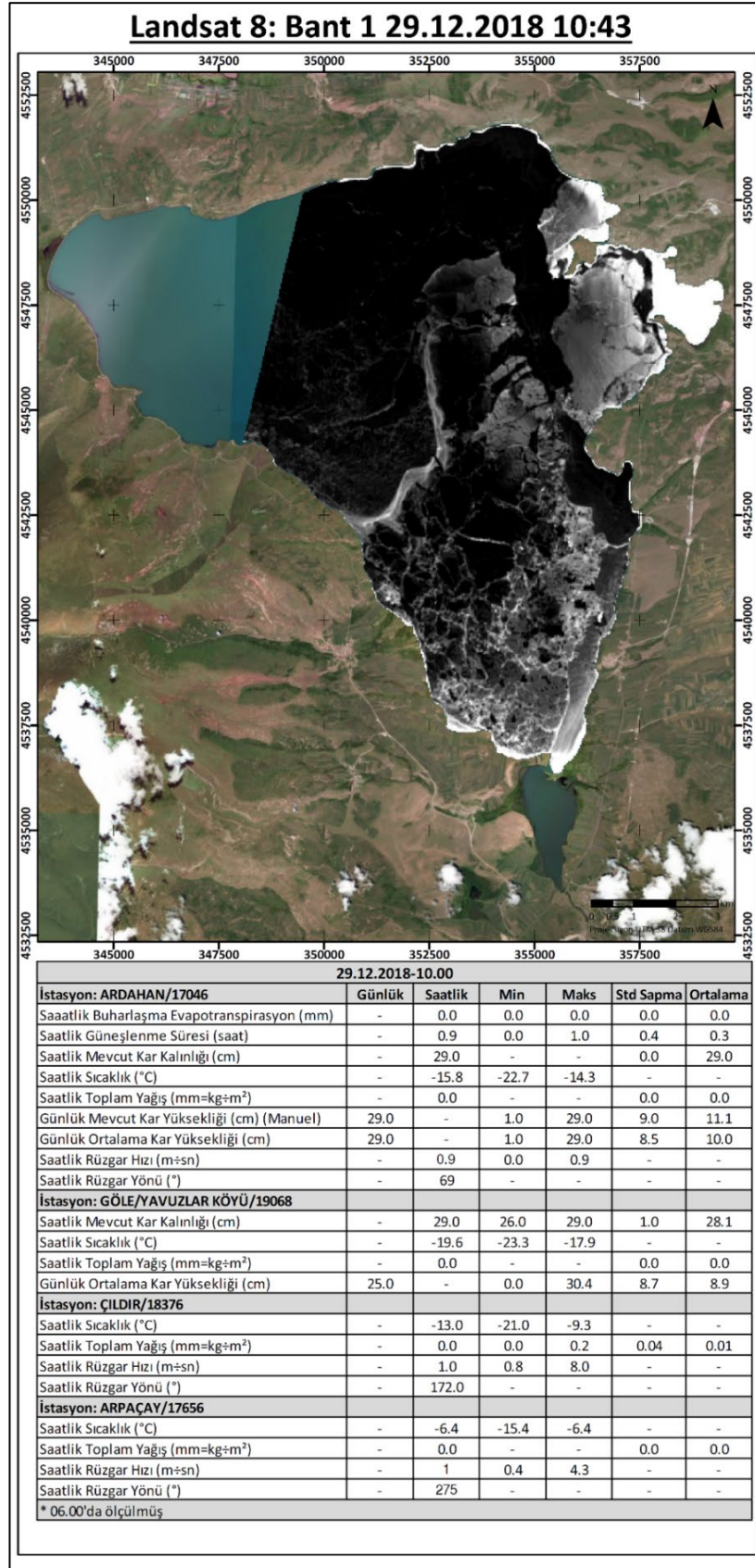
Tablo Ek I. Çıldır Gölü donma derece gün tablosu (devamı)

Yıl	Ay	Gün	Sıcaklık			Donma Derece Gün	Toplam Donma Derece Gün
			Min.	Maks.	Ortalama		
2017	1	9	-11	0,4	-5,4	5,4	430,8
2017	1	10	-13,1	-0,9	-6,3	6,3	437,1
2017	1	11	-16,4	-2,4	-10,2	10,2	447,3
2017	1	12	-25,5	-9	-17,6	17,6	464,9
2017	1	13	-21,4	-5,3	-13,7	13,7	478,6
2017	1	14	-24,1	-7,9	-14,8	14,8	493,4
2017	1	15	-15,9	-4,9	-10,8	10,8	504,2
2017	1	16	-22,1	-3,8	-15,1	15,1	519,3
2017	1	17	-19,4	-1,7	-10,2	10,2	529,5
2017	1	18	-17,6	-2,4	-11,4	11,4	540,9
2017	1	19	-13	-2,1	-8,8	8,8	549,7
2017	1	20	-11,6	-3	-8,2	8,2	557,9
2017	1	21	-19,6	-4,2	-10,7	10,7	568,6
2017	1	22	-16,8	-4,6	-10,9	10,9	579,5
2017	1	23	-20,5	-6,9	-12,3	12,3	591,8
2017	1	24	-30	-7	-20	20	611,8
2017	1	25	-11,6	-5,3	-8,9	8,9	620,7
2017	1	26	-8,1	-3,8	-6	6	626,7
2017	1	27	-12,8	-5	-9,5	9,5	636,2
2017	1	28	-14,9	-9,8	-11,6	11,6	647,8
2017	1	29	-16,9	-8,2	-12,5	12,5	660,3
2017	1	30	-16	-9,7	-12,7	12,7	673
2017	1	31	-18,4	-8,1	-12,1	12,1	685,1
2017	2	1	-18,4	-8,1	-12,1	12,1	697,2
2017	2	2	-15,6	-8,8	-12,1	12,1	709,3
2017	2	3	-17,9	-7,5	-12,4	12,4	721,7
2017	2	4	-14,8	-1,5	-9,2	9,2	730,9
2017	2	5	-16	-4,1	-9,8	9,8	740,7
2017	2	6	-13,7	-2,1	-8,9	8,9	749,6
2017	2	7	-19,5	-3,7	-11,7	11,7	761,3
2017	2	8	-20,6	-4,5	-12,9	12,9	774,2
2017	2	9	-21	-1,5	-12	12	786,2
2017	2	10	-13,3	-1,9	-7,3	7,3	793,5
2017	2	11	-7,8	-0,3	-4,9	4,9	798,4
2017	2	12	-19,4	-4,9	-12,7	12,7	811,1
2017	2	13	-30,8	-11	-21,9	21,9	833
2017	2	14	-29,3	-9,3	-18,6	18,6	851,6
2017	2	15	-25,5	-9,5	-16,9	16,9	868,5
2017	2	16	-25,9	-7,9	-16,3	16,3	884,8
2017	2	17	-25,7	-6,2	-15,7	15,7	900,5
2017	2	18	-20,2	-7,7	-14,4	14,4	914,9

Tablo Ek I. Çıldır Gölü donma derece gün tablosu (devamı)

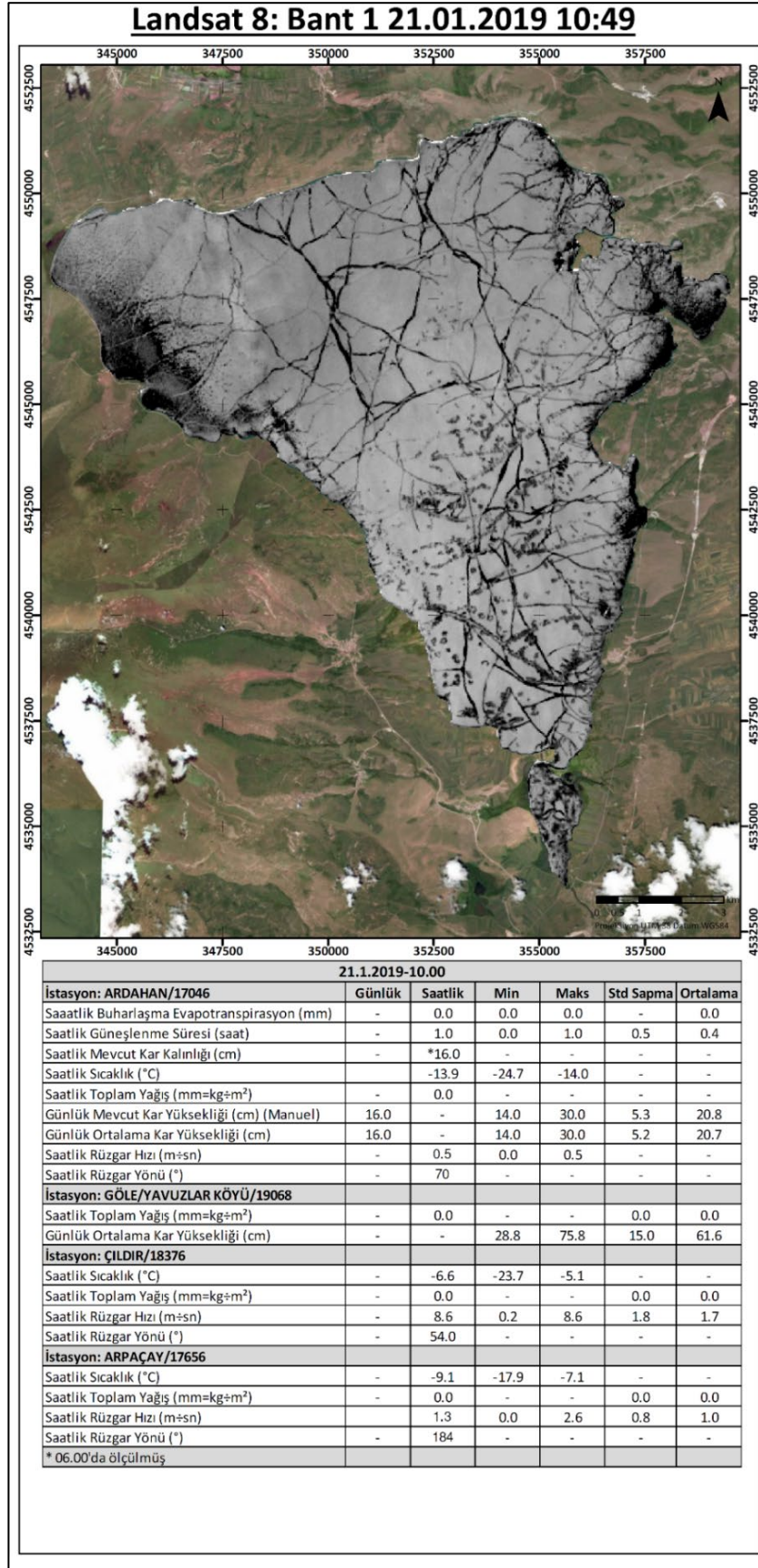
Yıl	Ay	Gün	Sıcaklık			Donma Derece Gün	Toplam Donma Derece Gün
			Min.	Maks.	Ortalama		
2017	2	19	-31	-10,8	-20,4	20,4	935,3
2017	2	20	-24	-7,3	-17	17	952,3
2017	2	21	-27,5	-5,1	-17,7	17,7	970
2017	2	22	-24,1	-5,5	-15,2	15,2	985,2
2017	2	23	-20	-0,9	-11,5	11,5	996,7
2017	2	24	-13,8	0,6	-5	5	1001,7
2017	2	25	-15,4	4,4	-5,4	5,4	1007,1
2017	2	26	-16,2	-0,1	-8,3	8,3	1015,4
2017	2	27	-16,8	3,7	-8	8	1023,4
2017	2	28	-11,2	0,3	-6	6	1029,4
2017	2	29	-8,9	1,6	-4,2	4,2	1033,6

EK II



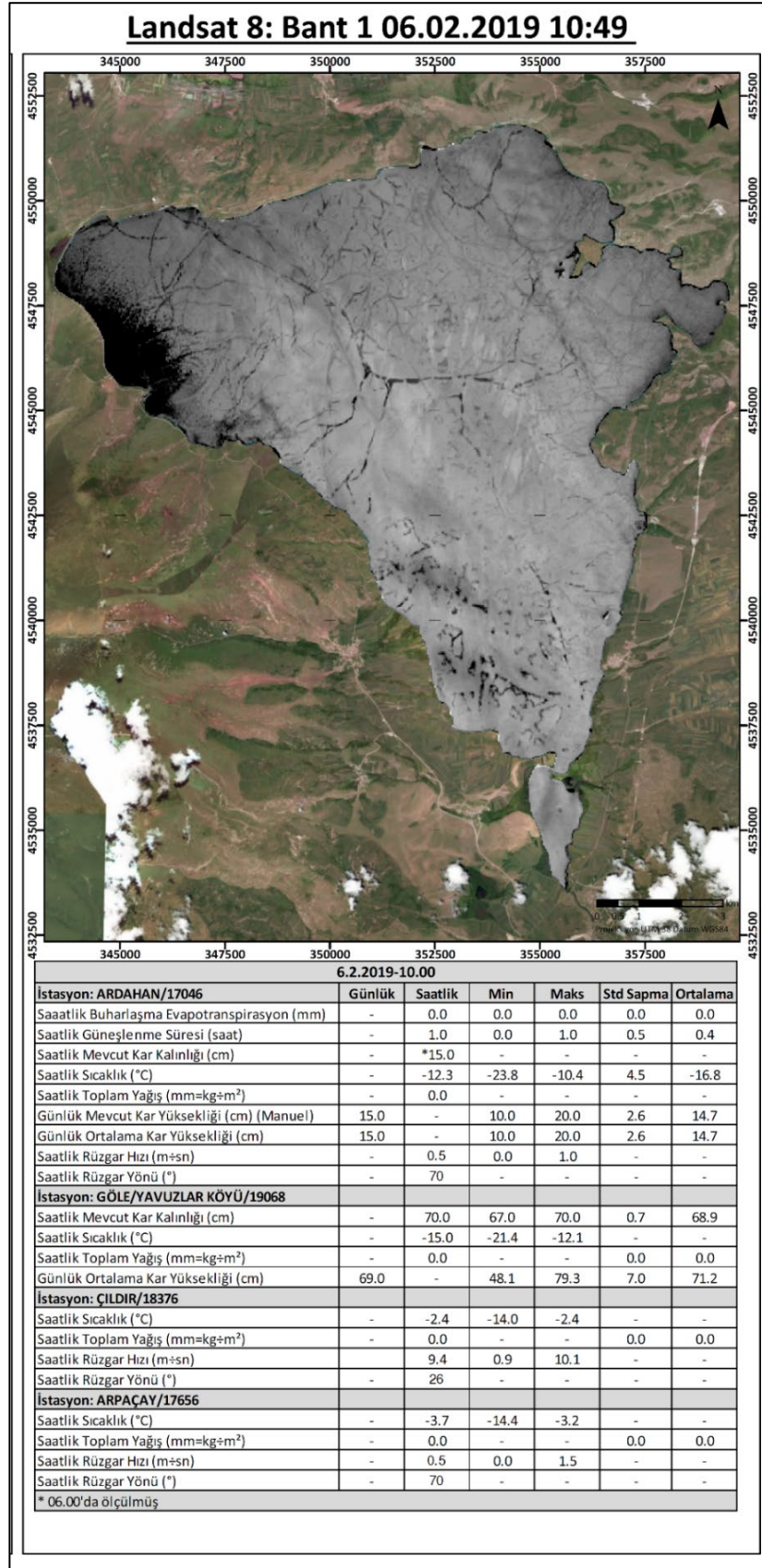
Şekil Ek I. 2018 Aralık ayına ait B1 bandı ile oluşturulmuş donmuş göl yüzeyi

EK III



Şekil Ek III. 2019 Ocak ayına ait B1 bandı ile oluşturulmuş donmuş göl yüzeyi

EK IV



Şekil Ek III. 2019 Şubat ayına ait B1 bandı ile oluşturulmuş donmuş göl yüzeyi

Submarine earthquakes in South-West Anatolia until the 18th century and their probable seismic sources

Güney-Batı Anadolu'da 18. yüzyıla kadar olan denizaltı depremleri ve olası kaynakları

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 6 Sayı: 2 (2020) 181-190

Murat Ersen AKSOY^{1,*} 

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 48000, Muğla, Türkiye

ABSTRACT

Submarine earthquakes in South West Anatolia's offshore region are a major threat to the coastal settlements therein. Many cities on Turkish and Greek territory suffered from earthquakes through historical time. The social and economic impact of these events have been documented in several historical earthquake catalogues. This article provides an analysis for the historical earthquakes from B.C. 2000 until the 18th century for the offshore region of SW Anatolia (Muğla Province). The summary consists of 17 earthquakes with intensities ranging from VII to X. A

significant gap of earthquakes exists between the 6th and the 15th century (883 years). Available damage records concentrate on Rhodos and Kos island, with little information for the surrounding coastal region. Nevertheless, the historical and present day seismicity shows that the islands and coasts in SW Anatolia have experienced several destructive earthquakes between magnitudes of M_w 6 to 8. This fact should be taken into account in seismic hazard assessments and mitigation efforts for the area.

Keywords: Submarine earthquake, Seismic source, fault, Aegean, Mediterranean

Article Info

Received: 02 July 2020

Revised: 21 July 2020

Accepted: 22 August 2020

* (corresponding author)

E-mail: ersenma@mu.edu.tr

ÖZET

Güney Batı Anadolu'nun deniz açıklarında meydana gelen denizaltı depremleri bölgedeki yerleşimler için bir tehdit oluşturmaktadır. Türkiye ve Yunanistan sınırlarında yer alan yerleşimler, tarih boyunca birçok yıkıcı depreme maruz kalmıştır. Bu depremlerin sosyo-ekonomik etkilerine tarihsel deprem kataloglarında yer verilmiştir. Bu çalışma, M.Ö. 2000 ile 18. yüzyıla kadar, güney batı Anadolu'nun (Muğla bölgesi) deniz açıklarında meydana gelen depremlerini incelemektedir. Buna göre, bölgede 17 adet yıkıcı deprem belirlenmiştir. Depremlerin şiddeti 7 ile 10 arasında değişmektedir. Tarihsel kataloglarda, 6. ila 15. yüzyıl arasında 883 yıllık bir deprem kaydı eksikliği belirlenmiştir. Mevcut hasar bilgileri ise genellikle Rodos ve Kos çevresinde odaklanmakta ve çevre kıyı yerleşimleri için çok az bilgi sunmaktadır. Yine de tarihsel ve güncel deprem kayıtları güney batı Anadolu kıyıları ve açıklarındaki adalarda büyüklükleri M_w 6 ila 8 arasında değişen yıkıcı depremlerin meydana geldiğini göstermektedir. Bu durum bölgede yürütülecek deprem tehlikesi belirleme ve azaltma çalışmalarında dikkate alınmalıdır.

Anahtar sözcükler: Denizaltı depremi, Deprem kaynağı, fay, Ege, Akdeniz

1. INTRODUCTION

Submarine earthquakes and related mass-movements are noteworthy geo-hazards for coastal settlements and related infrastructure. Offshore earthquakes above a certain magnitude cause significant damage to such areas. The Aegean and Mediterranean coasts of south-west Anatolia (Muğla Province) have suffered from such earthquakes throughout history. This paper aims to summarize the historical seismicity of submarine earthquake from B.C. 2000 until the 18th century in the Muğla Province and discuss their potential sources.

1.1. Tectonic Setting

SW Anatolia is part of the Anatolian platelet, which is bounded by two large strike-slip plate boundary faults (Figure 1); the North Anatolian Fault (NAF) and the East Anatolian Fault (EAF). Anatolia moves westwards at a rate of 20 mm/yr. due to the convergence of the Eurasian, African and Arabian plates (Reilinger *et al.*, 2006). The African plate subducts northward below the Anatolian plate along the Aegean and Cyprean arcs (Bozkurt, 2001 and references therein). The Aegean

arc is Europe's seismically most active area and the source of several destructive earthquakes throughout history (Ambraseys, 2009).

The main seismic sources in the region are the Pliny-, Strabo- and Rhodos transform faults, Fethiye Burdur Fault Zone, Gökova fault, (Yolsal-Çevikbilen and Taymaz, 2012; Papazachos, 1999).

2. MATERIAL AND METHOD

Several catalogues exist for the historical seismicity of the Mediterranean and Aegean region (Ambraseys, 2009; Soloviyev *et al.*, 2000; Pınar and Lahn 1952; Tan *et al.*, 2008; Guidoboni *et al.*, 1994, Guidoboni and Komatsi, 2005; Soysal *et al.*, 1981). The work of Ambraseys (2009), is a multidisciplinary analysis of the seismicity of the entire Mediterranean area and the Middle East, covering the earthquake activity from of the last 4000 years. Guidoboni *et al.*, (1994) is a catalogue for the Mediterranean region covering the time-span from B.C. 760 to AD 10th c. The seismicity post AD 10th c. until the 15th c. has been summarized in Guidoboni and Comastri (2005). The historical seismicity of Turkey

has been revised by Tan *et al.*, (2008) where earthquakes since B.C. 2000 are available. Below is a summary and a discussion of historical earthquakes for

south-west Anatolia coastal area. Particular emphasizes were given to shocks that were likely caused by offshore seismic sources.

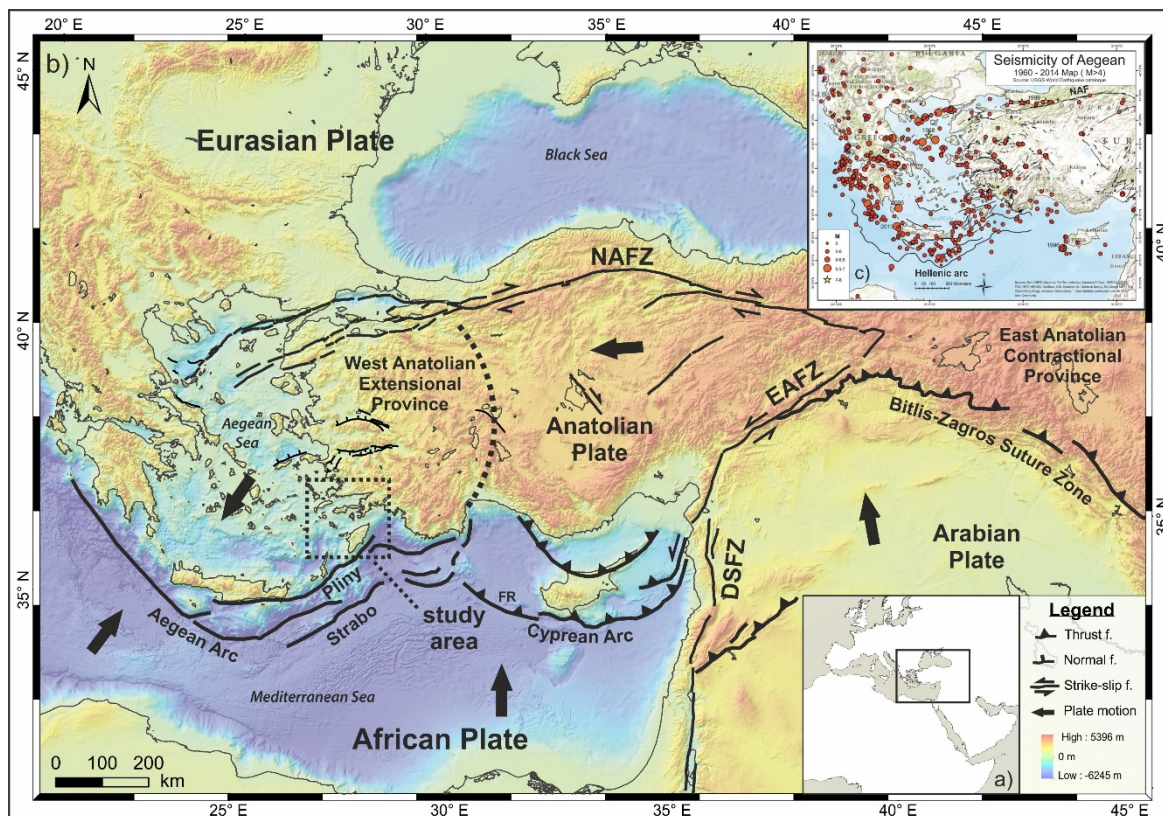


Figure 1. The Anatolian plate lies within the convergence zone between Eurasia and Africa (a, b). The collision of the Arabian plate with Anatolia causes a westward escape tectonism, together with a subduction along the Aegean and Cyprian arcs, Anatolia experiences a clockwise rotation. The complex tectonic setting of SW Anatolia (dashed box) causes earthquakes of different order of magnitude. In the figure the digital elevation and bathymetry model is SRTM30PLUS (Becker *et al.* (2009), faults are from Yolsal-Çevikbilen and Taymaz (2012), the seismicity in “b” is from USGS (2014) World earthquake catalogue.

3. RESULTS

3.1. Historical Seismicity

B.C. 412-411 Kos:

The record corresponds to the island of Kos and was described as an event that totally destroyed Kos. Following the earthquake the city was sacked by the Spartan commander. Villagers describe the

earthquake as the severest event in living memory (Ambraseys, 2009; Guidoboni *et al.*, 1994).

B.C. 227 Rhodes, Caria, Lycia:

This is a large earthquake that has been reported mainly in Rhodes. Damage of the Colossus of Helios (Rhodos; one of the seven wonders of the World) has been

reported by several contemporary accounts. Besides, many cities of Caria and Lycia region are mentioned to have suffered damage (Guidoboni *et al.*, 1994; Ambraseys, 2009). According to Strabo the earthquake destroyed the lighthouse-statue of Collosus of Rhodos, the fortress and landing pier. Ships were destroyed too (Soloviev *et al.*, 2000). This is most likely an offshore earthquake within the Hellenic arc and is accompanied by a tsunami.

B.C. 199-198 Dodecanese, Rhodes, Caria:

This is an earthquake in the Aegean Sea that hit Dodecanese, Rhodes and other cities of Minor Asia (Anatolia). Walls and towers collapsed in Rhodes-Camirus. Similarly, damage of walls was reported in Panamara, a city close to Yatağan – Bağyaka (Guidoboni *et al.*, 1994; Ambraseys 2009, Soloviev *et al.*, 2000). Ambraseys (2009) notes that despite existing records fall into the same time period, it is difficult to attribute references to one single shock.

B.C. 24 Kos:

An earthquake hit the Kos island causing extensive destruction. The city was completely re-build (Ambraseys, 2009). Guidoboni *et al.* (1994) reports this event to B.C. 27 when Laodicea (Denizli), Thiatyra (Manisa) were also struck by an earthquake.

46-47 Miletus - Bodrum

Ambraseys (2009) attributes this event to Miletus, while mentioning that some records claim damage in Halicarnassus due to an earthquake. Guidoboni *et al.* (1994) expand the affected area including Ephesus, Loadicea, Kos and Samos. The source is not clearly identifiable, but probably lies inland somewhere in the Menderes graben.

A.D. 141/142 Gökova, Kos, Rhodos:

After Guidoboni *et al.* (1994) the date (142-144) and the earthquake epicentre area are not well constrained for this event. Nevertheless, extensive damage for the entire Caria region is reported within all contemporary accounts. Ambraseys (2009) provides a better constrain and documents that these records correspond to two separate events.

AD 141 Gökova: The first shock probably occurred in the Gulf of Gökova, because Stratonicea was severely damaged and received a large sum of financial support from the Emperor Antoninus for rebuilding the city (Ambraseys, 2009). Kos, Simi and Rhodes have also suffered from this shock. According to Altunel *et al.* (2003), Knidos has also been affected from an earthquake within the same time period.

AD 142 Kos, Rhodos, Dodecanese: A second large shock has affected a very wide area in southwest Turkey including the island Cos, Rhodes and Dodecanese. The distribution of damage covers nearly the entire Caria and Lycia regions. Stratonicea suffered probably from both events and was therefore heavily damaged. Ambraseys (2009) provides details on the timing of the shock and extension of the damage. Therefore, the description of the second indicate a large magnitude earthquake $M > 7.5$ that most probably occurred offshore in the Mediterranean along the Hellenic arc.

AD 465 July 6 Knidos,

An earthquake caused damage to Knidos and Kos, the event affected also Ionia and Cycladic islands (Ambraseys, 2009). At Knidos, part of the city walls collapsed. Kos was totally destroyed (Guidoboni *et al.*, 1994). Altunel *et al.* (2003) documented archaeological evidence of the destruction in Knidos.

AD 515 Rhodes,

An earthquake caused large destruction in the Rhodes island, killing many people (Ambraseys, 2009). In fact, more earthquake are mentioned for Rhodes at the same interval (Guidoboni *et al.*, 1994).

AD 554-558 Kos

An earthquake and followed tsunami

almost destroyed completely the Kos island. Stone houses were ruined, while mud or unbacked brick houses survived the shaking. The height of the sea-waves are described as enormous swallowing many buildings and sweeping away habitants (Guidoboni *et al.*, 1994; Ambraseys, 2009).

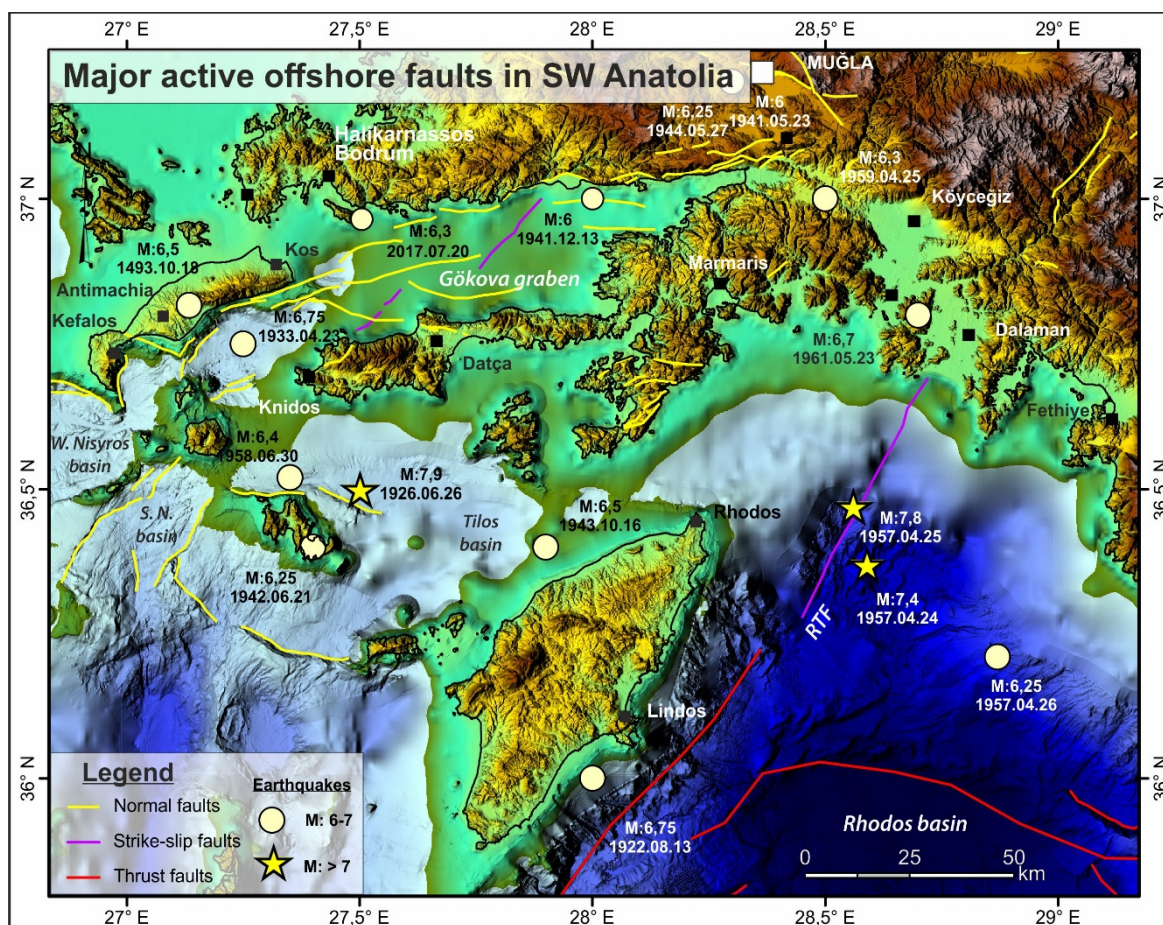


Figure 2. There are several seismic sources offshore of SW Anatolia that caused large and destructive earthquakes within the islands and coastal settlements. The seismicity of the instrumental period by Tan *et al.*, (2008) for 1900 to present allows a better constrain for their source faults compared. In the figure, the digital elevation and bathymetry model is from EMODnet, faults are compiled from Yolsal-Çevikbilen and Taymaz (2012), Ganas *et al.*, (2017), Tiryakioğlu *et al.*, (2018), İçsan *et al.*, (2013), Kurt *et al.*, (1999) Ocakoğlu *et al.*, (2018) and Nomikou and Papanikolaou (2011). RTF: Rhodos Transform fault.

The association of a tsunami indicates that the earthquake occurred on an offshore fault, if not causing a sub-marine landslide. Between the 554 and 1437 there are no earthquakes reported in catalogues for this area (Ambraseys, 2009, Guidoboni *et al.*, 1994; Guidoboni and Comastri, 2005).

AD 1437 Kos

There is limited information on the event, reporting an earthquake destroyed buildings and castles (Ambraseys, 2009). The event is not mentioned in Guidoboni and Comastri (2005).

AD 1481 May 3 – December 18, Rhodes

Guidoboni and Comastri (2005) reports a

sequence of large shocks that occurred on 3 May, 3 October, 17, 18 (2 or 3 events), 19 December 1481 all affecting Rhodes. Among these events only the 3 May event caused a tsunami and the second shock of 18 December caused serious damage in Rhodes. Same events are mentioned by Ambraseys (2009), however he writes that on the 18th there were three earthquakes and the damage was from the third event. Both authors mention about fissures and ground openings during the 18 December event.

Interestingly only on the 3 May event tsunami waves hit Rhodes city. Three-meter high waves hit a ship against cliffs and sunk it.

Table 1: Historical earthquakes that caused damage in the coastal areas of SW Anatolia. 1- Ambraseys, 2009, 2- Guidoboni *et al.*, 1994; 3- Guidoboni and Comastri, 2005, 4- Soloviev *et al.*, 2000. Mag=Ms, Io: Intensity from AFAD Historical Earthquake Catalogue and Soysal *et al.*, (1981); Possible source faults abbreviations: a- Rhodes Transform Fault, b- Pliny-Strabo Trench faults, c- Rhodes basin margin faults, d-faults near Nisyros, e- Northern Gökova graben faults, f- southern Gökova graben faults; g- Kos faults see figure 1 and 2 for location.

Date	Affected locations*	Mag.	Io	Possible Source	Ref
BC 412-411	Kos		VIII	e,f,g	1,2
BC 227 ⁺	Rhodos, Caria, Lycia		X	a,b,c	1,2,4
BC 199-198 ⁺	Dodecanese, Rhodos, Caria		VIII	a,b,c	1,2,4
BC 24	Kos			e,f,g	1,2
46-47	Miletus (Bodrum)		VIII	e	1,2
141 ⁺	Gökova, ,Stratonicea, Knidos		VIII	e	1,2
142	Kos, Rhodos, Dodecanese, entire Caria and Lycia	7.5	VIII	a,b,c	1,2,4
06.07.465	Knidos		VII	d,f	1,2
515	Rhodos		VII	a,b,c	1,2
554-558	Kos		X	e,f, g	1,2,4
883 year gap of any seismicity record					
1437	Kos			e,f, g	1,3
3.05.1481	Rhodos		VIII	a,b,c	1,3
03.10.1481	Rhodos			a,b,c	1,3
18.12.1481	Rhodos			a,b,c	1,3
18.12.1481	Rhodos		IX	a,b,c	1,3
19.12.1481	Rhodos			a,b,c	1,3
18.10.1493	Kos (Bodrum)		IX	e,f,g	1,3

AD 1493 October 18 Kos

The earthquake hit mainly Kos and caused heavy damage to dwellings and the fortifications also in the other villages of Kos (Asfendiou, Kefalos, Antimachia, Kokkino and Pili). The earthquakes seems to have affected Bodrum too and probably the famous mausoleum of Halicarnassus collapsed for the last time during this event (Ambraseys, 2009; Guidoboni and Comastri, 2005)

3.2. Instrumental Seismicity

During the instrumental time period, (~80 years) observatories recorded 9 shocks with M_w 6-7 and 3 events with M_w : >7. The epicenters of these shocks are given in figure 2. The Rhodos Transform Fault (RTF) and its southern continuation is the source of two M_w >7 earthquakes. The epicenter of the other M_w 7.9 shock however is in the Tilos basin, closely located to two other M_w 6.4 and 6.3 earthquakes. There are five M_w >6 shocks in the Gökova graben and Kos area.

4. DISCUSSIONS

The historical earthquake catalogues enable evaluating the level and distribution of the damage and assign and intensity value for the events. The intensity consequently allows an approximation of the order of earthquake magnitude. However, epicenter and source fault estimations with historical data involves ambiguity. Nevertheless, knowing the approximate magnitude of an historical earthquake may allow determining a suitable dimension for the responsible fault using scaling laws (Wells and Coppersmith, 1994). If multiple faults exist in the region, the ambiguity remains if not the earthquake may be attributed to that fault.

The history of SW Anatolia dates back almost for 5000 years. The available historical earthquake data for the regions is

however limited to the last 2500 years with a large period of 880 years with no record. The period coincides within the division of the Roman Empire and the rule of the East Roman Empire in the region. The absence of information may be related to this event. The timing of the events varies among catalogues, particularly many earthquakes in Soysal *et al.*, (1981) were on different dates compared to the modern work of Ambraseys (2009). In addition, historical accounts report damage largely for Kos and Rhodos while information for other important coastal settlements such as Bodrum, Fethiye, Dalaman, Gökova, Marmaris, Datça, Tilos, Lindos and Nisyros are limited or do not exist.

Although, the unbalanced distribution of information hinders the assessment of the source faults, some consideration and classification of source areas is possible (Figure 1, 2, Table 1). The length of the fault in the Kos and Gökova area are suitable for M_w >6 earthquakes (Wells and Coppersmith, 1994). The Gökova Graben consists of several normal faults, along its Northern and Southern margins. Besides, some authors suggest left lateral strike-slip faulting, limiting the Gökova basin (İşcan *et al.*, 2013). The faults NE of Kos are another important source for large earthquakes. The most recent event in this area is the 20 July 2017 Bodrum-Kos earthquake (M_w 6.3; Ganas *et al.*, 2017). Information on offshore faults in the Tilos basin are very limited. The North and South of Nisyros island is bounded by normal faults (Nomikou and Papanikolaou, 2011). Two major seismic sources exist in the North. The total length of these faults is about 40 km and may likely the source of the 1958 M 6.4 event but is unlikely to produce the 1926 M.7.9 shock (Figure 1). A source for major earthquake, exceeding M_w 7, are the faults along the Pliny-Strabo trenches and the Rhodos basin. Therefore such large earthquakes in the study area are most

likely produced by these plate boundary faults. The most recent M_w 7.8 and 7.4 earthquakes that hit Fethiye and Rhodos area occurred most likely on the Rhodos Transform fault.

The historical catalogues and present day events also document that earthquakes in these offshore areas are associated with secondary effects. Tsunamis have been documented for the B.C. 227 and AD 554 earthquakes. Besides, the 2017 Bodrum-Kos earthquake (M 6.3) triggered a small tsunami that did not cause any casualties but economic loss by inundating coastal facilities.

5. CONCLUSIONS

A comprehensive analysis in historical catalogues for the time period of B.C. 2000 until 19th century for SW Anatolia and Greece region showed that numerous earthquakes hit the area severely; resulting in both loss of life and economy.

The catalogues provide information on 17 events. The available intensities for the earthquakes have been summarized in Table 1. Significant difference of dates and intensities are observed among the catalogues; which require further analysis. No record of seismicity was found for the period of AD 558 to AD 1434, a period of 883 years. Further studies are required in order to understand if this gap is due to the absence of seismicity or the historical record.

The present day seismicity shows that the majority of earthquakes may be at the order of M_w 6-7, however can reach up to M_w 7.8 in the region. The seismic sources can be classified into tectonic sub-region. The faults at the Pliny-Strabo trenches and the Rhodos basins form the plate boundary of the subduction between Africa and Anatolian plate. Therefore very large earthquakes ($M_w > 7$) occur most likely on these faults. The Gökova graben and the adjacent Kos offshore area consist of

several E-W oriented S and N dipping normal faults. These faults are sources for earthquakes of M_w 6-7. Similarly the North and the South of Nisyros island consist of several normal faults that can produce earthquakes of similar magnitude (M_w 6-7).

The coastal area and islands of SW Anatolia and Greece are major tourist attraction points. In both countries, tourism contributes largely to the economic income. Environmental and economic factors attract also more people to region and increases the permanent population. Therefore, the assessment and mitigation of earthquake and related geohazards are critical challenges for the economic, social and environmental sustainability of this region.

ACKNOWLEDGEMENTS

The historical seismicity analysis for the entire onland and offshore regions of Muğla was performed as a part of the Muğla Sıtkı Koçman University Research Fund project 17/288

DISCLOSURE STATEMENT

The author declare there is no conflict of interest.

ORCID ID

Murat Ersen AKSOY:

 <https://orcid.org/0000-0002-7778-2018>

6. REFERENCES

- Reilinger, R.E., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R., Ozener, H., Kadirov, F., Guliev, I., Stepanyan, R., Nadariya, M., Hahubia, G., Mahmoud, S., Sakr, K., ArRajehi, A., Paradissis, D., Al-Aydrus, A., Prilepin, M., Guseva, T., Evren, E., Dmitrova, A., Filikov, S.V., Gomez, F., Al-Ghazzi, R., Karam, G., (2006). GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *J. Geophys. Res.* 111(B05411), <https://doi.org/10.1029/2005JB004051>
- Bozkurt, E., (2001). Neotectonics of Turkey – a synthesis. *Geodinamica Acta* 14: 3-30.
- Ambraseys, N.N. (2009). *Earthquakes in the Mediterranean and Middle East: a multidisciplinary study of seismicity up to 1900*, Cambridge University Press.
- Yolsal-Çevikbilen, S., Taymaz, T., (2012). Earthquake source parameters along the Hellenic subduction zone and numerical simulations of historical tsunamis in the Eastern Mediterranean. *Tectonophysics* 536–537: 61-100.
- Papazachos, B.C., Papaioannou, C.A., Papazachos, C.B., Savvaïdis, A.S., (1999), Rupture zones in the Aegean region. *Tectonophysics* 308: 205-221.
- Soloviev, S.L., Solovieva, O.N., Go, C.N., Kim, K.S., Shchetnikov, N.A., (2000). *Tsunamis in the Mediterranean Sea 2000 B.C.-2000 A.D.*, 13, 239 p. Springer, Netherlands.
- Pınar, N., Lahn, E. (2001). *Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu*, T.C., Bayındırlık Bakanlığı.
- Tan, O., Tapırdamaz, M.C., Yörük, A., (2008). The Earthquake Catalogues for Turkey. *Turkish J. Earth Sci.* 17: 405-418.
- Guidoboni, E., Comastri, A., Traina, G. (1994). *Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to the 10th century: Rome*, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 504 p.
- Guidoboni, E., Comastri, A., (2005). Catalogue of earthquakes and tsunamis in the Mediterranean area from the 11th to the 15th century, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., and Altınok, Y. 1981. Historical Earthquake Catalogue of Turkey and Surrounding Area (2100 B.C. – 1900 A.D.), TÜBİTAK report TBAG-341 (in Turkish).
- Altunel, E., Stewart, I.S., Piccardi, L., Barka, A.A., (2003). Earthquake faulting at ancient Cnidus, SW Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 12: 137-151.
- EMODnet Digital Bathymetry, (2018). *EMODnet Bathymetry Consortium*. <https://doi.org/10.12770/18ff0d48-b203-4a65-94a9-5fd8b0ec35f6>
- Ganas, A., Elias, P., Valkaniotis, S., Briole, P., Kapetanidis, V., Kassaras, I., Barberopoulou, A., Argyrakı, P., Chouliaras, G., Moshou, A., (2017). Co-seismic deformation and preliminary fault model of the July 20, 2017 M6.6 Kos earthquake, Aegean Sea, National Observatory of Athens, (Athens), June 30, 2017.
- Tiryakioğlu, İ., Aktuğ, B., Yiğit, C.Ö., Yavaşoğlu, H.H., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç., Poyraz, F., Taneli, E., Bulut, F., Doğru, A., Özener, H., (2018). Slip distribution and source parameters of the 20 July 2017 Bodrum-Kos earthquake (Mw6.6) from GPS observations. *Geodinamica Acta* 30: 1-14.
- İşcan, Y., Tur, H., Gökaşan, E., (2013). Morphologic and seismic features of the Gulf of Gökova, SW Anatolia: evidence of strike-slip faulting with compression in the Aegean extensional regime. *Geo-Marine Letters* 33: 31-48.
- Kurt, H., Demirbağ, E., Kuşçu, İ., (1999). Investigation of the submarine active tectonism in the Gulf of Gökova, southwest Anatolia–southeast Aegean Sea, by multi-channel seismic reflection data. *Tectonophysics* 305: 477-496.
- Nomikou, P., Papanikolaou, D., (2011). Extension of active fault zones on Nisyros volcano across the Yali-Nisyros Channel based on onshore and offshore data. *Marine Geophysical Research* 32: 181-192.
- Wells, D.L., Coppersmith, K.J., (1994). New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 84: 974-1002.

Becker, J.J., Sandwell, D.T., Smith, W.H.F., Braud J., Binder, B., Depner, J., Fabre, D., Factor, J., Ingalls, S., Kim, S-H., Ladner, R., Marks, K., Nelson, S., Pharaoh, A., Trimmer, R., Von Rosenberg, J., Wallace, G., Weatherall, P., (2009). Global Bathymetry and Elevation Data at 30 Arc Seconds Resolution: SRTM30_PLUS, *Marine Geodesy* 32(4): 355-371.

Ocakoğlu, N., Nomikou, P., İşcan, Y., Loreto, M.F., Lampridou, D., (2018). Evidence of extensional and strike-slip deformation in the offshore Gökova-Kos area affected by the July 2017 Mw6.6 Bodrum-Kos earthquake, eastern Aegean Sea. *Geo-Marine Letters* 38: 211-225.

U.S. Geological Survey, (2014). *Search Earthquake Catalog*, <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>, Accessed Date: 22 June 2014

**Financial Performance Analysis in Maritime Transportation Through Sector
Balance Sheets of the Central Bank of the Republic of Turkey**

**T.C. Merkez Bankası Sektör Bilançoları Üzerinden Deniz Yolu Yük
Taşımacılığının Finansal Performans Analizi**

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 6 Sayı: 2 (2020) 191-206

Özlem DOĞAN^{1,*} 

¹İskenderun Teknik Üniversitesi, Barbaros Hayrettin Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü

ABSTRACT

Maritime transport; It is the most preferred type of transportation because it is cheap, it offers the opportunity to transport large quantities of cargo at once and is safe, and especially freight transportation is carried out in this way in our country and in the world. Maritime transport is highly affected by global economic fluctuations and these effects can be traced through financial ratios. Financial ratio analyzes are important for both business owners and individuals and organizations outside of the business in terms of being the financial performance indicators of the relevant sector. The aim of this study is to determine the financial performance of maritime transport companies between 2014 and 2016 by the ratio analysis method. In this context, the financial ratios shared under

the heading - H-502 Sea and Coastal Waters Freight Transportation, which are among the Central Bank of the Republic of Turkey Sector Statistics, were determined and the financial performance of the sector was interpreted based on these ratios. The study is limited to the financial indicators of maritime freight transport between 2014-2016 as it is current data. As a result of the study, it has been determined that the liquidity and leverage ratios of the sector are within the generally accepted limits, and the turnover ratios follow a stable course. The sector's emphasis on the use of foreign resources has also increased the interest payment burden and this situation negatively affected the profit margin of the enterprises.

Keywords: Maritime Transport, Ratio Analysis, Financial Analysis.

Article Info

Received: 11 August 2020

Revised: 12 September 2020

Accepted: 14 September 2020

* (corresponding author)

E-mail: ozlem.dogan@iste.edu.tr

ÖZET

Deniz yolu taşımacılığı; ucuz olması, büyük miktarlardaki yükleri tek seferde taşıma imkânı sunması ve güvenli olması nedenleriyle en çok tercih edilen taşıma türü olup ülkemizde ve dünyada özellikle yük taşımacılığı bu yolla yapılmaktadır. Deniz yolu taşımacılığı küresel ekonomik dalgalanmalardan oldukça etkilenmekte olup bu etkiler finansal oranlar üzerinden izlenebilmektedir. Finansal oran analizleri, ilgili sektörün finansal performans göstergeleri olmaları açısından hem işletme sahiplerine hem de işletme dışındaki kişi ve kuruluşlar için önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı, 2014-2016 yılları arasında deniz yolu yük taşımacılığı yapan işletmelerin finansal performanslarını oran analizi yöntemiyle ortaya koymaktır. Bu kapsamda, TCMB sektör istatistikleri arasında yer alan, “H – 502 Deniz ve Kıyı Sularında Yük Taşımacılığı başlığında paylaşılan finansal oranlar tespit edilmiş ve bu oranlar üzerinden sektörün finansal performansı yorumlanmıştır. Çalışma güncel veri olması dolayısıyla deniz yolu yük taşımacılığının 2014-2016 yılları arası finansal göstergeleri ile sınırlandırılmıştır. Çalışma sonucunda sektörün likidite ve kaldıraç oranlarının genel kabul görmüş sınırlar içerisinde olduğu, devir hızı oranlarının ise durağan bir seyir izlediği tespit edilmiştir. Sektörün yabancı kaynak kullanımına ağırlık vermesi faiz ödeme yüklerini de artırmış ve bu durum işletmelerin kar marjını olumsuz etkilemiştir.

Anahtar sözcükler: Deniz Yolu Taşımacılığı, Oran Analizi, Finansal Analiz

1. GİRİŞ

Ulaşım ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi ile küreselleşme sonucu ülke sınırlarının ortadan kalkması, ürünlerin üretildiği yer ile tüketileceği yer arasında hızlı bir şekilde hareket edebilme kabiliyeti kazandırmıştır. Ülkelerin ürettikleri ürünlerin özellikle dış piyasada büyük miktarlarda ve güvenli bir şekilde taşınması ihtiyacı taşımacılık sektörünün gelişmesini sağlamıştır. Ayrıca sadece ülkelerin ihtiyacı olan ürünlerin sağlanmasının yanı sıra yük taşıma hizmetinin geliştirilmesine yönelik getirilen çözümler ile taşımacılık bir sektör haline gelmiş ve ülke ekonomilerinden önemli bir pay almaya devam etmektedir. Dünya ticaretinde taşımacılık faaliyetleri demir yolları, kara yolları, hava yolları, boru hattı taşımacılığı ve deniz yolları başta olmak üzere tüm bu taşımacılık türlerinin bir araya getirildiği kombine

taşımacılık sistemleri de kullanılmaktadır. Taşımacılık türleri arasında en ucuz maliyetle yüksek miktarlardaki taşımacılık faaliyeti şüphesiz ki deniz yolu ile yapılmaktadır.

Son yüzyılda yaşanan siyasi ve teknolojik gelişmeler dünyada denizcilik sektörünü de yakından etkilemiş ve önemini artırmıştır. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak, denizcilik sektörünün en önemli unsuru olan gemilerin daha büyük kapasiteli ve süratli olarak üretilmeye başlanması sektörün hızlı gelişmesine önemli katkılar sağlamıştır. Ülkelerin denizyolu taşımacılığını tercih etmelerinin en önemli nedenler şöyle sıralanabilir (Elbirlik, 2008:13):

- Ucuz, güvenilir ve büyük miktarlarda yük taşınmasına elverişli bir taşıma yöntemi olması dolayısıyla kıtalararası taşımacılığa elverişli ve tercih edilen bir yöntemdir.

- Taşıma sırasında, kat edilen mesafeye göre kullanılan enerji miktarının düşük olması sebebiyle maliyeti diğer taşımacılık yöntemlerine göre daha düşüktür.
- Ekonomik olması dünya ticaretinde önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Deniz yolu taşımacılığında, kuru yük, sıvı yük ve farklı özellikteki ürünlerin kolay ve güvenilir bir şekilde taşınmasını sağlayan konteynır gibi farklı büyüklükte ve özellikte yükler kıtalararası taşınmaktadır. Genel olarak yükler, dökme yükler, genel yükler, özel yükler ve ticari olmayan yükler olarak sınıflandırılabilir. Genel yükler, konteynır ve araçların taşındığı ro-ro taşımacılığı ile yapılmaktadır. Dökme yükler; tankerlerle taşınan petrol ve kimyevi maddeler ile kereste, maden cevheri, kömür, demir, çelik, çimento gibi kuru dökme yüklerden oluşmaktadır. Soğutmalı gemilerle taşınan meyve, sebze, et, balık, çiçek, bunun yanında canlı hayvan, sıvılaştırılmış petrol gazı ve doğal gaz tankerleri gibi yükler özel yük gemileri ile taşınmaktadır. Ayrıca

deniz yolu taşımacılığında yük dışında yolcu taşımacılığı yapan kruvaziyer gemileri de faaliyet göstermektedir. Deniz yolu taşımacılığının bu avantajlarının yanı sıra en önemli dezavantajı, işletmelerin esas ticari faaliyet gelirini oluşturan navlun bedellerinin dünya gemi işletmeciliği piyasasının iniş çıkışlarından kolayca etkilenmesi ve işletmelerin bu bedellerin üzerinde bir fiyat belirlemesi durumunda bir süre sonra iş kaybı tehlikesi ile karşı karşıya kalmalarıdır. Dolayısıyla, işletmelerin taşımacılık maliyetlerinin seviyesi artsa dahi, dünya piyasalarındaki her türlü siyasi, sosyal ve ekonomik olaylardan etkilenen navlun bedelleri artmadığı takdirde işletmeler zararla karşı karşıya kalmaktadır. (Çakı, 2012:46). İşletmelerin istenilen karlılıklara ulaşmaları için navlun bedellerini diledikleri gibi arttıramamaları sebebiyle maliyet tasarrufu sağlayıcı önlemler almaları gerekmektedir. Dünya deniz yolu taşımacılığında yük tipine göre taşımacılığın yıllar itibariyle değişimi Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Yük Tipine Göre Dünya Deniz Yolu Taşımacılığının Yıllara Göre Dağılımı (URL-1, 2015)

Deniz Yolu Taşımacılığı (Milyon Ton)	2014	2015	2016	2014/2015	2015/2016
Demir Cevheri	1337	1353	1353	%1.2	%0
Kömür	1213	1155	1164	%-4.8	%0.8
Tahıl	432	438	455	%1.4	%4
Dökme Yük	1713	1736	1763	%1.3	%1.6
Ham Petrol	1796	1867	1924	%4	%3.1
Petrol Ürünleri	996	1056	1100	%6.3	%3.9
Gaz	320	327	339	%2.2	%3.6
Kimyasal	265	273	284	%3	%4
Konteynır	1639	1691	1766	%3.1	%4.5
Diğer Kuru	825	847	871	%2.7	%2.8
Toplam	10536	10745	11019	%2	%2.5

Yıllar itibariyle yük tipleri incelendiğinde en fazla gelişimin konteynır taşımacılığında olduğu görülmektedir. Konteynır taşımacılığı ile birçok farklı özelliğe sahip olan yüklerin güvenilir ve diğer taşımacılık tiplerine nazaran daha

kolay taşınabilmektedir. Konteynır taşımacılığını birçok sektörün hammaddesi olma özelliği taşıyan kimyasal ürünler ve petrol ürünleri izlemektedir. En düşük gelişim trendi ise kömür taşımacılığında yaşanmıştır. Burada kömür cevherinin bir

enerji kaynağı olarak çevreye verdiği zarar sebebiyle daha az tercih edilir hale gelmesinin de bir etkisi olduğu yorumunu yapmak mümkündür. Deniz yolu taşımacılığının en maliyetli unsuru olan gemiler, sahiplerine de dünya ticaretinde

önemli bir pay ve prestij kazandırmaktadır. Dünya deniz yolu taşımacılığında kullanılan gemi tiplerine göre yıllar itibariyle en hızlı gelişim konteynır taşımacılığında yaşanmıştır.

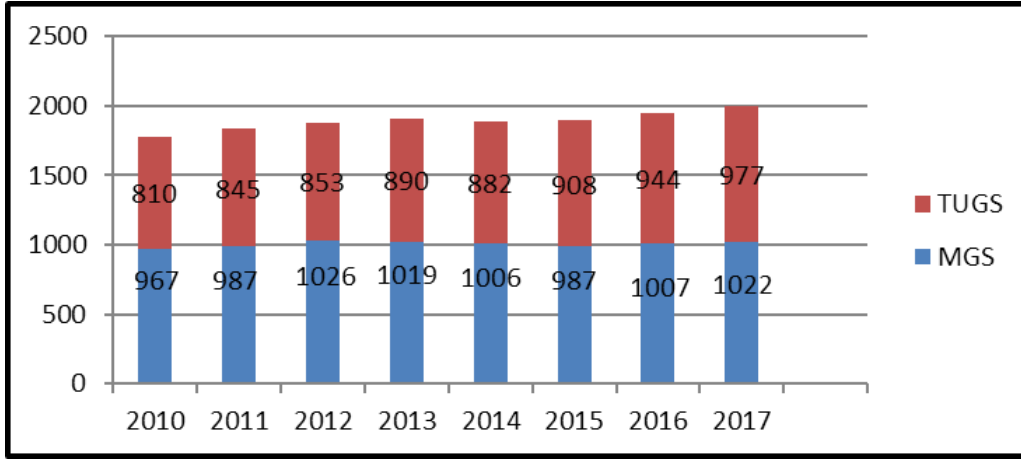
Tablo 2. Dünya Deniz Ticaret Filosunun Ülkelere Göre Sahiplik Durumu (URL-2, 2016)

Sıra	Ülke	Gemi Sayısı			DWT		
		Milli Bayrak	Yabancı Bayrak	Toplam	Milli Bayrak	Yabancı Bayrak	Toplam
1	Yunanistan	728	3.408	4.136	64.704.141	228.383.091	293.087.231
2	Japonya	835	3.134	3.969	28.774.119	200.206.090	228.980.209
3	Çin	3.045	1.915	4.960	74.106.227	84.778.140	158.884.367
4	Almanya	240	3.121	3.361	11.315.790	107.865.615	119.181.405
5	Singapur	1.499	1.054	2.553	61.763.603	33.548.770	95.312.373
6	Hong Kong	854	594	1.448	67.522.162	19.853.100	87.375.262
7	Güney Kore	795	839	1.634	62.726.629	62.726.629	78.834.194
8	ABD	782	1.213	1.995	8.155.717	52.123.421	60.279.138
9	İngiltere	332	997	1.329	5.247.009	46.194.091	51.441.100
10	Bermuda	14	404	418	503.077	47.950.084	48.453.161
11	Norveç	858	996	1.854	17.576.954	30.610.893	48.187.847
12	Tayvan, Çin	122	776	898	5.094.232	41.047.112	46.141.345
13	Almanya	398	562	960	16.079.319	22.235.206	38.314.525
14	Monaco		320	320		29.892.471	29.892.471
15	Türkiye	562	978	1.540	8.311.987	19.639.445	27.951.433

Deniz yolu taşımacılığında ülkelerin sahip olduğu gemi sayıları incelendiğinde, sektörün en önemli oyuncusunun Çin olduğu göze çarpmakta olup, Çin'i Yunanistan ve Japonya izlemektedir. Türkiye 2016 yılı istatistiklerinde 15. sırada yer alarak her geçen yıl payını artırma yönünde uygulamalar yapmaktadır.

2. TÜRKİYE'DE DENİZ YOLU TAŞIMACILIĞININ GENEL DURUMU

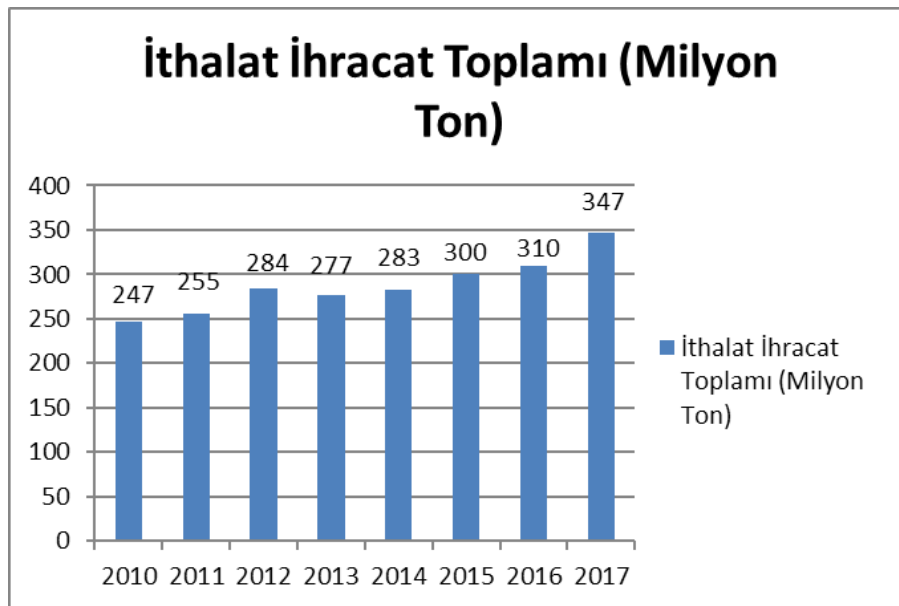
Türkiye üç tarafı denizlerle çevirili bir ülke olarak deniz yolu taşımacılığında önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte deniz yolu taşımacılık faaliyeti, kullanılan araçların yüksek maliyetli olması sebebiyle büyük yatırımlar gerektirmektedir. Yıllar itibariyle Türk bayraklı gemi sayısında artış yaşanmıştır. Bu artışla ilgili olarak durum Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 1. Türk Bayraklı Filo Adet Gelişimi (150 Gt Ve Üzeri) (Adet), (URL-3, 2018)

Milli Gemi Sicili'nde (MGS) kayıtlı gemilerin sayısı Türk Gemi Sicili'ne (TUGS) kayıtlı gemi sayısından daha fazladır. Türk bayraklı gemi filosunun toplam bazda 2010 yılından 2017 yılına kadar yüzde 12,5'lik bir büyüme kaydettiği görülmüştür. Milli Gemi Sicili'ne kayıtlı gemi filosu ise 2010-2017 yılları arasında yaklaşık yüzde 6, Türk Gemi Sicili'ne kayıtlı gemi sayısında ise yaklaşık yüzde 22'lik bir büyüme olduğu görülmektedir. Ülkemiz sahip olduğu coğrafik şartlar sebebiyle denizcilik alanında kendini

güçlendirecek oldukça önemli fırsatlara sahiptir. Kıtalar arası taşımacılıkta önemli geçiş yolları üzerinde bulunması da lojistik bir güce sahip olmanın önünü açmaktadır. Ülkemizde deniz yolu ile kıtalar arası yük taşımacılığının yanı sıra ülke suları içerisinde düzenli hatlarla yolcu, yük ve araç taşımacılığı da yapılmaktadır. Ülkemizin sahip olduğu Türk bayraklı gemilerin ithalat ve ihracat kayıtlı yük taşımacılığında taşınan yük miktarlarına göre yıllık gelişimi Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 2. Denizyolu Dış Ticaret Taşımaları (Milyon Ton) (URL-3, 2018)

Ülkemizin deniz yolu yük taşımacılığındaki gelişimi izlendiğinde yıllar itibariyle sürekli bir artış trendinin olduğu görülmektedir.

3. LİTERATÜR TARAMASI

İşletmelerin finansal performansını ortaya koyabilmek amacıyla yapılan oran analizlerine yönelik yapılmış çalışmalara literatürde oldukça sık rastlanmaktadır. Ancak bu çalışmaların en önemli özelliği, işletmelerin son durumunu görebilmek için finansal performans analizlerinin güncel tutulması gerekliliğidir. Her yıl yaşanan politik, siyasi, ekonomik olaylar her sektörü farklı etkilemekte dolayısıyla işletmelerin finansal durumu bu gelişmelere paralel olarak farklı tepkiler vermektedir.

Acar'ın (2003) çalışmasında, tarımsal işletmelerin finansal performans analizi için gerekli bilgiyi sağlayacak oranlar tespit edilmiştir. Çalışmada referans değerler ve kârlılık, likidite, borç ödeme gücü ve verimliliğin tespiti için, anahtar göstergeler olarak finansal oranlar kullanılarak örnek bir işletme üzerinde uygulamalar yapılmıştır.

Lin vd. (2010) çalışmalarında rasyo analizlerinin işletmelerin finansal durumlarını ortaya koyabilmeleri ve benzer işletmelerle kıyaslayabilmeleri açısından önemli olduğunu tespit etmiştir. Çalışmada, bir işletmenin finansal tablolarını rakipleriyle ve sektör ortalamalarıyla karşılaştırmak için, veri zarflama analizi ve faaliyet tabanlı maliyetleme yöntemlerinin güçlü yönleri kullanılarak birbirine entegre edildiği bir sistem oluşturulmaya çalışılmıştır. Kıyaslama yatırımcıların ve alacaklıların bir firmanın sektördeki göreceli konumunu daha iyi anlamalarına ve yatırım / borç verme kararlarını daha bilinçli bir şekilde yapmalarına yardımcı olacaktır.

Hoffman ve Lampe (2012), yaptıkları çalışmada lojistik hizmeti verenleri finansal rasyoları kullanarak karşılaştırmışlardır. Araştırmada dünyanın farklı yerlerinden

150 işletmenin finansal bilgileri analiz edilmiş likidite varlık yapılarının farklılığı ortaya koyulmuştur. Ayrıca karlılığı artırmak için yüksek net kar marjı oranına ve varlık devir hızına odaklanmak gerektiği tespit edilmiştir.

Dursun ve Erol (2012) çalışmasında, deniz yolu yük taşımacılığı sektörünün finansal performansının tespitine yönelik 2008-2010 yılları TCMB sektör bilanço istatistikleri kullanılarak finansal analiz ve yorumlar yapılmıştır. Çalışmada sektörde aktif kârlılığının %1 seviyelerinde olduğu buna karşılık toplam net satışlar içerisinde üretim maliyetlerinin % 85 seviyelerine kadar yükseldiği tespit edilmiştir.

Karadeniz (2016) hastane alt sektöründe TCMB bilanço istatistiklerinden faydalanarak işletmelerin finansal performanslarını analiz etmiştir. Hastane sektörünün 2011-2013 yılları arasındaki TCMB bilanço istatistiklerinin kullanılarak yorumlandığı çalışmada, finansal performansın tespiti için likidite, finansal yapı, varlık kullanım ve karlılık oranları yorumlanmış ve işletmelerin değerlerini maksimize etmeye yönelik öneriler getirilmiştir. Karadeniz vd. (2016)

çalışmalarında turizm alt sektörlerinin finansal performansı, gri ilişkisel analiz tekniği kullanılarak analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Çalışmada turizm sektörü, bu sektör altında yer alan 6 alt sektörle temsil edilmiş ve analiz için TCMB'nin 2012-2014 yılları arasında yayınlanan sektör bilanço istatistikleri kullanılmıştır.

Başdeğirmen ve Tunca (2017) çalışmalarında lojistik sektöründe faaliyet gösteren işletmeler için gri ilişkisel analiz tekniği kullanarak finansal performans analizi yapmıştır. Çalışmada Capital 500 listesinde açıklanan lojistik sektörü işletmeleri ele alınmıştır. Çalışmada gri ilişkisel analiz sonucu sektörün finansal performansını etkileyen en önemli kriterin aktifler ve öz sermaye olduğu ortaya çıkmıştır.

Deran ve Erduru (2018) tarafından kara yolu ve deniz yolu yük taşımacılığı sektörlerinin finansal performanslarını

analiz etmeye yönelik yapılan çalışmada, 2013-2015 yıllarına yönelik yayınlanan TCMB sektör bilanço istatistikleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda ilgili yıllarda deniz yolu yük taşımacılığı sektörünün likidite ve finansal yapısının, karayolu yük taşımacılığı sektörüne göre daha güçlü olduğu ancak kârlılık ve varlıklarını etkin kullanabilme açısından daha zayıf olduğu tespit edilmiştir.

4. ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Deniz yolu taşımacılığının uluslararası bir faaliyet olması dolayısıyla bu sektörde faaliyet gösteren işletmelerin karlılıkları, hem ulusal hem de küresel çapta ortaya çıkabilecek finansal krizlerin de etkisi altındadır. İşletmelerin, olası bu finansal krizler karşısında hızla önlem alabilmelerinin yolu öncelikli olarak kendi finansal durumlarını iyi okuyabilmelerinden geçmektedir. İşletmelerin gerek ortakları, gerek yatırımcıları gerekse işletmeye kredi verenler açısından işletmenin finansal durumunu ifade etmede çok kullanılan göstergelerden biri de finansal oran analizlerinden elde edilen sonuçlardır. Finansal oran analizleri işletmelerin varlık ve kaynaklarının etkin kullanımından, borç ödeyebilme yeteneğine, kar yaratabilme kabiliyetine kadar birçok farklı alanda işletmeyle ilgili taraflara bilgi sağlayabilmektedir. İşletmelerin finansal performanslarının tespiti işletme yöneticilerinin finansal planlama ve karar almalarında destek olacak önemli bilgiler taşımaktadır. Bununla birlikte işletmeye kredi verenler açısından verilen kredilerin geri ödenebilme durumunun tespiti işletmenin risklilik düzeyi gibi konularda önemli göstergelerdir. Ayrıca potansiyel yatırımcılar için de işletmelerin finansal performansı yatırımcıların sahip oldukları fonları en iyi nasıl değerlendirebileceklerine yönelik ipucu sağlar (Karadeniz, 2016:1130). Uluslararası risklere oldukça açık olan deniz yolu taşımacılığı işletmelerinde,

yöneticilerin finansal kararlarında destek sağlayacak olan oran analizleri, hem işletmeler hem de işletme dışındaki kuruluşlar için önem taşımaktadır.

Oran analizleri, hem işletme içerisinde (yönetici ve ortaklara) hem de işletme dışında yer alan paydaşlar (potansiyel yatırımcı, bankalar vb.) için, işletmenin finansal durumunu tespit etmek amacıyla kullanılan bir teknik olup işletmelerle ilgili birçok finansal kararın alınmasında destek sağlayacak önemli göstergelerdir. Oran analizi, hesap veya hesap grupları arasında matematiksel bir ilişki kurularak işletmenin ekonomik ve mali yapısı, karlılık ve çalışma performansı ile ilgili bir yargıya varılmasını sağlamaktadır. Oran analizlerinden sağlıklı bir sonuç elde edebilmek için, işletmenin geçmiş dönem oranları, genel kabul görmüş ölçüler ya da işletmenin faaliyette bulunduğu sektör standartları gibi kıstasların göz önüne alınması önemlidir (Akdoğan ve Tenker, 2007:640)

İşletmelerin faaliyet sonuçlarını anlama ve değerlendirme açısından oran analizleri oldukça faydalı bir yöntem olup işletmenin gelecekteki olası finansal ihtiyaçlarının belirlenmesi ve planlanmasında büyük katkı sağlamaktadır (Kıran, 2013:45). Bu çalışmanın amacı, deniz yolu yük taşımacılığı alt sektörünün 2014-2016 yılları arasındaki finansal performansını, TCMB tarafından açıklanan sektör bilanço istatistiklerinde yer alan oran analizleri üzerinden yorumlayarak ortaya koymaktır. Ayrıca çalışma deniz yolu yük taşımacılığında faaliyet gösteren işletmelerin finansal durumlarının ortaya konması ve ilerleyen dönemlerde alınabilecek finansal kararlar için veri oluşturması açısından önem taşımakla birlikte son güncel verilerin kullanılmış olması bakımından da önem arz etmektedir. Bu sebeple sonraki çalışmalar için de güncel kaynak olma özelliği taşımaktadır.

5. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ VE SINIRLILIKLARI

Bu çalışmada, TCMB tarafından açıklanan 2014-2016 yılları sektör bilanço istatistikleri kapsamında yer alan finansal oran analizleri kullanılarak deniz yolu yük taşımacılığı alt sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin finansal performansı yorumlanmıştır.

TCMB, çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerle ilgili finansal gelişmelerin takibi ve ilgililere kapsamlı ve düzenli bilgi sağlanması amacıyla finansal oran analizleri yayınlamaktadır. Yapılan analizlerde, Avrupa Birliğinde ekonomik faaliyetlerin istatistiksel olarak sınıflandırılmasında kullanılan Pan-Avrupa sınıflandırma sistemi kullanılmakta olup, bu sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerin gönüllülük esasına göre göndermiş oldukları yıllık finansal tablo verilerinden yararlanılarak “Sektör Bilançoları” olarak yayınlanmaktadır. Söz konusu raporda çeşitli sektörlerden çok sayıda işletmeye ait veriler yer almakta ve türlü kriterlere göre araştırmacıların kullanımına sunulmaktadır (Karadeniz *vd.*, 2016:106).

Çalışma kapsamında, TCMB bilanço istatistiklerinde yer alan H-502 Deniz ve Kıyı Sularında Yük Taşımacılığı alt sektörünün 2014-2016 yıllarındaki finansal performansını ortaya koymak amacıyla; işletmelerin likidite performanslarını değerlendirmek üzere 5, finansal yapıları için 16, devir hızlarını değerlendirmek için 5 ve karlılık oranları için 6 olmak üzere toplam 32 finansal oran kullanılmıştır. TCMB sektör bilanço istatistikleri olarak yayınlanan raporda, Deniz ve Kıyı Suları Yük taşımacılığı alt sektörü finansal istatistiklerinin elde edildiği işletmeler,

NACE sınıflandırılmasında “ deniz veya kıyı sularında işletilmek için tasarlanan gemilerle yapılan yük taşımacılığı ve benzer gemilerin kullanılması halinde büyük göller vb. yerlerdeki yük taşımacılığı yapan işletmeler” olarak tanımlanmıştır. Bu işletmeler, tarifeli olsun ya da olmasın deniz ve kıyı sularında yük taşımacılığı, mavnalar, petrol kuleleri vb.nin çekme ve itme yöntemi ile taşınması ile deniz ve kıyı sularında yük taşımacılığı amacıyla teknelerin mürettebatıyla beraber kiralanması faaliyetleri yürütmektedir.

Çalışmanın kısıtları, kullanılan finansal oranların 2014-2016 yılları arasını kapsamaması ve finansal performansa ait oranların 50 işletmeden elde edilmiş olmasıdır. Ancak TCMB tarafından yayınlanan istatistikler 3 yıllık zaman dilimlerinde açıklanmaktadır ve 2018 yılının yer aldığı son 3 yıl henüz açıklanmamıştır. Ayrıca TCMB tarafından hazırlanan bu raporlar işletmelerin gönüllü olarak paylaştıkları bilgiler doğrultusunda hazırlanmaktadır. Dolayısıyla her 3 yıllık periyotta bilgilerini paylaşan işletme sayıları değişmektedir. Bu durum sınırlı sayıda işletmeden alınan bilgilerle çalışmalar yapılmasına sebep olmaktadır.

6. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde TCMB bilanço istatistiklerinden alınan Deniz Yolu Yük Taşımacılığı alt sektörünün 2014-2016 yılları arasındaki finansal oranları incelenmiştir. Likidite oranları, genel itibariyle işletmelerin kısa dönemli borç ödeme kabiliyetlerini, çalışma sermayelerinin yeterliliğini ölçmeye yarayan oranlardır.

Tablo 3. Deniz Yolu Yük Taşımacılığı Likidite Oranları (URL-4, 2019)

Likidite Oranları	Hesaplama	2014	2015	2016
Cari Oran	Dönen Varlıklar/KVYK	1,32	1,13	1,01
Asit Test Oran	Dönen Varlıklar- Stoklar /KVYK	1,23	0,99	0,91
Nakit Oran	Hazır Değerler+ Menkul Kıymetler/KVYK	0,17	0,20	0,19
Diğer Likidite Oranları	Kısa Vadeli Alacaklar/Dönen Varlık Oranı	75,7	65,3	65,8
	Kısa Vadeli Alacaklar/Aktif Top.	23,6	17	20,4

Likidite bir varlığın paraya çevrilme maliyeti ve hızının bir göstergesidir. Bir varlığın düşük maliyetle ve kısa vadede nakde dönüşme derecesi o varlığın likiditesini yükseltmekte olup bir işletmenin en likit varlığı paradır. Likidite oranları, özellikle işletmeye borç veren ya da verecek olan finans kuruluşlar açısından, işletmenin kısa dönemli borçlarını ödeyebilme yeteneğini göstermesi sebebiyle önemli oranlardır. Likidite oranları, likidite derecesine göre cari oran, asit test oran ve nakit oran olarak 3 oranla incelenmektedir.

Cari oran, işletmelerin kısa vadeli borçlarını sahip olduğu dönen varlıkları ile karşılama derecesini gösterir. Bu oranın düşük çıkması işletmenin borç ödeme güçlüğüne düşebileceğinin; yüksek çıkması ise elindeki likit varlıkları iyi yönetemediği ve atıl fon kaynağı olduğunun bir göstergesidir. Cari oranın genellikle 2 olması istenen durumdur. Ancak gelişmekte olan ülkelerde bu oranın altına bir miktar inilmesi normal karşılanmaktadır (Çabuk ve Lazol, 2013: 203). Tablo 3 yıllar itibariyle incelendiğinde, işletmeler istenilen oranı yakalayamamış ve giderek azalan bir trend ortaya çıkmıştır.

Asit test oran, işletmelerin dönen varlıkları içerisinde nakde dönüşme hızı nispeten daha düşük olan stoklar kaleminin çıkarılmasıyla elde edilir. Bu oran, işletmelerin stokları olmadan kısa dönemli borç ödeme kabiliyetini göstermektedir ve 1 olması istenen durumdur. Deniz yolu yük taşımacılığı alt sektöründe, yıllar itibariyle

asit test oran giderek azalış göstermiş ve 2015 ve 2016 yıllarında istenilen 1 oranı sağlanamamıştır.

Nakit oran, işletmelerin sahip oldukları nakit varlıklarla kısa dönemli borçlarını ödeyebilme kabiliyetinin bir göstergesidir. İşletmenin stoklarını nakde dönüştüremediği durumlarda kısa vadeli borçlarını ödeyebilme durumunu ölçmede önemli bir orandır. Oranın düşük çıkması işletmenin kısa dönemde nakit sıkışıklığı yaşayabileceğine bir işaret olması sebebiyle işletmeye borç verecekler daha yüksek bir borçlanma maliyeti ortaya çıkarabilirler. Genel kabul görmüş oran 0,2 seviyeleridir. Yıllar itibariyle incelendiğinde sektör sadece 2015 yılında istenilen durumu yakalamış 2014 ve 2016 yılları arasında bu oranın altında seyretmiştir.

Deniz yolu yük taşımacılığı sektörüyle ilgili diğer oranlar; kısa vadeli alacakların dönen varlıklara ve aktif toplamına oranıdır. Kısa vadeli alacakların dönen varlıklara oranı işletmenin dönen varlık yapısı içerisinde kısa vadeli alacakların payını göstermektedir. Yapılan incelemede 2014 yılında 0,75; 2015 yılında 0,65 ve 2016 yılında ise 0,66 olarak gerçekleşmiştir. İşletmelerin dönen varlıkları içerisinde kısa vadeli alacaklarının payı oldukça büyüktür. Bu durum işletmelerin kısa vadede sürekli fon bulabilmeleri açısından olumlu bir durumdur ancak alacaklarını tahsilatta sıkıntı yaşaması halinde işletmelerin kısa dönemde finansal zorluklar yaşamalarına

sebepler olabilecektir. Sektörde kısa vadeli alacakların işletmelerin aktif toplamında 2014 yılında %23,6, 2015 yılında %17, 2016 yılında ise %20,4'lük bir paya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Deniz yolu yük taşımacılığı sektörüne ilişkin açıklanan finansal yapı oranları, yabancı kaynaklar ile öz kaynak arasındaki

ilişkiyi göstermekte olup işletmelerin nasıl finanse edildiğini, kredi verenlerin emniyet paylarının yeterliliğini göstermektedir (Ercan ve Ban, 2005:43). Deniz yolu yük taşımacılığı sektörünün 2014-2016 yılları arasındaki durumu Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Deniz Yolu Yük Taşımacılığı Sektörü Finansal Yapı Oranları (URL-4, 2019)

Finansal Yapı Oranları	Hesaplama	2014	2015	2016
Yabancı Kaynak Oranı	Yabancı Kaynak/Aktif Top	0,54	0,58	0,64
Öz Kaynak Oranı	Öz Kaynak/Aktif Top.	0,45	0,42	0,37
Kısa Vadeli Yabancı Kaynak Oranı	Kısa Vd.li Yabancı Kaynak/Pasif Top.	0,24	0,23	0,31
Uzun Vadeli Yabancı Kaynak Oranı	Uzun Vd.li Yabancı Kaynak/ Pasif Top.	0,31	0,35	0,33
Maddi Duran Varlıklar Oranı	Maddi Duran Varlıklar/Uzun Vd.li Yab. Kaynaklar	1,17	0,97	0,92
Maddi Duran Varlıklar Oranı	Maddi Duran Varlıklar/ Öz Kaynaklar	0,80	0,82	0,83
Banka Kredileri Oranı	Banka Kredileri/Aktif Top.	0,37	0,41	0,42
Banka Kredileri Oranı	Banka Kredileri/ Yabancı Kaynaklar Top.	0,67	0,71	0,66
Faiz Karşılama Oranı	FAVÖK/ Faiz Giderleri	2,1	0,89	0,88
Diğer Finansal Yapı Oranları	Öz Kaynak/Yabancı Kaynaklar top.	0,83	0,72	0,58
	Kısa Vadeli Yabancı Kaynak/Pasif Top.	0,24	0,23	0,31
	Dönen Varlıklar/Aktif Toplamı	0,31	0,26	0,31
	Uzun Vadeli Yab. Kaynaklar / Devamlı Sermaye Oranı	0,41	0,46	0,47
	Duran Varlıklar / Yabancı Kaynaklar Toplamı Oranı	1,26	1,26	1,09
	Duran Varlıklar / Öz Kaynaklar Oranı	1,52	1,77	1,89
	Duran varlıklar / Devamlı Sermaye Oranı	0,89	0,96	0,99

Sektörün finansal kaldıraç oranı ile temsil edilen, işletme varlıklarının yabancı kaynaklarla finanse edilme oranı, yıllar itibariyle artış göstermiştir. Genel kabul gören oranın %50 olduğu göz önüne alındığında işletme varlıklarının yabancı kaynaklarla finanse edilme oranları artmıştır. İşletme varlıklarının ne kadarının öz kaynaklarla finanse edildiğini gösteren öz kaynak oranı incelendiğinde, yıllar itibariyle bir düşüş söz konusudur. İşletmeler için olumlu kabul edilen durum

işletme varlıklarının yarısının borçlarla kalan yarısının ise öz kaynaklarla finanse edilmesidir. Sektörün öz kaynak-yabancı kaynak dengesi açısından durumu borçlar tarafında artış, öz kaynakların payında ise azalış yolunda ilerlemektedir. İşletmelerin borç yapısı içerisinde kısa ve uzun vadeli borçlarının durumu incelendiğinde ise kısa vadeli borçlanmalarda bir artış, uzun vadeli borçlanmalarda ise durağan bir seyir söz konusu olmuştur. Maddi duran varlıkların ne kadarının yabancı kaynaklarla ne

kadarının öz kaynaklarla karşılandığını görmek için, maddi duran varlıkların yabancı kaynaklara ve öz kaynaklara oranı dikkate alınmıştır. Yıllar itibariyle maddi duran varlıkların finansmanında yabancı kaynakların oranı artarken öz kaynakların oranı azalmaktadır. İşletmelerin banka kredileriyle varlıklarının ve borçlarının ne kadarını karşıladığı incelendiğinde işletmelerin, aktiflerinin banka kredileriyle karşılanma oranı yıllar itibariyle artış göstermiştir. Banka kredilerinin işletmelerin borçlanmaları içerisindeki payına bakıldığında ise 2014'ten 2015'e geçildiğinde bir artış yaşanmış ancak 2016 yılında tekrar düşüş göstermiştir. Ancak genel anlamda işletmelerin borçlanma yapılarının ağırlıklı olarak banka kredilerinden oluştuğunu söylemek mümkündür. Faiz karşılama oranı işletmelerin faiz ve vergi öncesi karları ile faiz giderlerini kaç kez karşılayabildiklerini göstermektedir (Ercan ve Ban, 2005:44). Sektör işletmelerinin durumu incelendiğinde yıllar itibariyle faiz karşılama oranı giderek düşüş göstermiştir. 2014 yılı için işletmeler faiz ödemelerini FAVÖK ile 2 kez çevirebilirken 2015 ve 2016 yılı için oran 1'in altına inmiştir. Sektörün finansal performansına ilişkin diğer finansal yapı oranları içerisinde öz kaynak-yabancı kaynak dengesinin yabancı kaynaklar yönünde artış gösterdiği görülmektedir. Sektörde öz kaynakların yabancı kaynaklara oranı 2014 yılında %83 iken 2016 yılında %58'ler seviyesine düşmüştür. Bu durum sektörde öz kaynak finansmanından dış kaynak finansmanına doğru bir yönelim olduğunu

desteklemektedir. Bunun göstergelerinden biri, kısa vadeli yabancı kaynakların pasif toplamı içerisindeki payında meydana gelen artıştır. 2014 yılı itibariyle sektördeki kısa vadeli borçların pasif toplamındaki payı %23 iken 2016 yılında %30 seviyesine yükselmiştir. Ayrıca sektörün uzun vadeli yabancı kaynakların devamlı sermayeye oranı 2014-2016 yılları arasında %40'tan %47 seviyelerine doğru bir yükseliş göstermiştir. Buna karşılık işletmeye likidite sağlayan dönen varlıkların aktif toplam içerisindeki payı 2015 yılında bir düşüş göstermiş 2016 yılında 2014 seviyesi olan %31'e geri sağlanmıştır. Devamlı sermaye işletmelerin uzun vadeli yabancı kaynakları ile öz kaynaklarının toplamından oluşmaktadır. Sektör işletmelerinde bu toplam içerisindeki uzun vadeli yabancı kaynakların oranı giderek artmıştır. Sektördeki duran varlık yapısı incelendiğinde, duran varlıkların yabancı kaynaklara oranı giderek azalmış ancak öz kaynaklara oranı ise artış göstermiştir. Bunun sebebi sektörde yabancı kaynak kullanımının artarak öz kaynağın pasifler içerisindeki payının azalması gösterilebilir. Duran varlıkların devamlı sermayeye oranı ise 2014-2016 yılları arasında %10'luk bir artış göstermiştir. Deniz yolu yük taşımacılığı sektörünün devir hızı oranları işletmelerin faaliyetlerinde sahip olduğu varlıkları ne derece etkin kullandığının bir göstergesidir. Sektör devir hızlarının 2014-2016 yılları arasındaki durumu Tablo 5'te yer almaktadır:

Tablo 5. Deniz Yolu Yük Taşımacılığı Sektörü Devir Hızı Oranları (URL-4, 2019)

Devir Hızı Oranları	Hesaplanma	2014	2015	2016
Alacak Devir Hızı	Satışlar/Alacaklar	4,8	4,3	4,7
Maddi Duran Varlık Devir Hızı	Net Satışlar / Maddi Duran Varlıklar (Net)	1,3	1,5	1,7
Öz Kaynaklar Devir Hızı	Net Satışlar / Öz Kaynaklar	1	1,2	1,4
Aktif Devir Hızı	Net Satışlar / Aktif Toplamı	0,5	0,5	0,5
Çalışma Sermayesi Devir Hızı	Çalışma Sermayesi Devir Hızı	1,5	1,9	1,7

Sektörün alacaklarını yılda kaç kez tahsil edebildiğini gösteren alacak devir hızı yıllar itibariyle büyük değişiklikler göstermemiştir. Ortalama tahsilat süresi 76-84 gün arasında gerçekleşmektedir. Maddi duran varlık devir hızı işletmenin satışları ile duran varlıklarını kaç kez geri kazanabildiğini göstermektedir. Yıllar itibariyle sektörün maddi duran varlık devir hızı artış göstermiştir. Buradan hareketle, işletmelerin duran varlıklarını daha etkin kullanma eğiliminde olduklarını söylemek mümkündür. Öz kaynak devir hızı işletmelerin öz kaynaklarını ne derece etkin kullandığını göstermekte olup sektör oranları artış eğilimindedir. Ancak finansal yapı oranları içerisinde yer alan öz

kaynakların yabancı kaynak toplamına oranının giderek azaldığı dikkate alındığında orandaki artışın öz kaynakların azalmasıyla da sağlanabileceği ihtimalini ortaya çıkarmaktadır. İşletmelerin aktiflerinin ne derece verimli kullandığını aktif devir hızı oranına bakarak yorumlamak mümkündür. Yıllar itibariyle sektör aktif devir hızını aynı oranda tutmuştur. Buradan sektörün aktiflerinin yarısı kadar bir satış yapabildiği yorumu yapılabilir. Oran yükseldikçe, işletmelerin yatırımlarının verimlilik derecesi artacaktır. Deniz yolu yük taşımacılığı sektörünün finansal performansını ortaya koyan bir diğer gösterge karlılık oranlarıdır. Sektörün karlılık oranları Tablo 6’da gösterilmiştir

Tablo 6. Deniz Yolu Yük Taşımacılığı Sektörü Karlılık Oranları (URL-4, 2019)

Karlılık Oranları	Hesaplanma Şekli	2014	2015	2016
Öz Sermayenin Kazanma Gücü (ROE)	Net Kar/ Öz Kaynaklar	9,7	(1,9)	(1,7)
Ekonomik Rantabilite	FAVÖK/ Pasif Top.	8,7	5	3,5
Aktif Karlılık Oranı	Net Kar / Aktif Top.	4,4	(0,8)	(0,8)
Brüt Satış Kar Marjı	Brüt Satış Karı/ Net Satışlar	10,6	13,4	11,4
Faaliyet Kar Marjı	Faaliyet Karı/ Net Satışlar	2,9	5,3	3,2
Net Kar Marjı	Net Kar / Net Satışlar	9,4	(1,5)	(1,2)

Sektörün öz kaynaklarının karlılıktaki payını gösteren ROE incelendiğinde yıllar itibariyle bir azalış söz konusudur. 2015 ve 2016 yıllarında öz kaynakların kar getirme oranı negatife dönüşmüştür. Hissedarlar açısından işletmeye yatırdıkları 1 TL'lik sermayenin ne kadarlık getiri sağladığını göstermesi açısından bu oran önemlidir.

Sektöre 2015 yılı itibariyle öz kaynaklardan kar elde edilememiş ve 2016 yılında da durum devam etmiştir. Sektörün ekonomik karlılığı incelendiğinde yıllar itibariyle pozitif değerler almasına rağmen ciddi bir düşüş yaşanmıştır. Sektörün aktif karlılığı işletmelerin aktiflerinin ne derece karlı kullanıldığını göstermektedir. Bu oran sektör işletmeleri için yıllar itibariyle düşüş göstermiş 2015 ve 2016 yılı için zararlıdır. Deniz yolu yük taşımacılığının satışlarının brüt kar, faaliyet karı ve net kara dönüşümünü incelendiğinde genel anlamda bir düşüşten söz etmek mümkündür. Sektörün brüt kar marjı incelendiğinde 2015 yılında bir yükselme 2016 yılında ise bir düşüş gözlenmiştir. Faaliyet kar marjı incelendiğinde ise sektörde 2014 yılında yüksek faaliyet giderleri (Ar-Ge Giderleri, Pazarlama Satış ve Dağıtım Giderleri, Genel Yönetim Giderleri) yapılmış dolayısıyla faaliyet kar marjı ile brüt kar marjı arasında ciddi bir fark oluşmuştur. 2015 yılı itibariyle faaliyet giderleri daha az gerçekleşmiş ve faaliyet karı yükselmiştir. 2016 yılında yine faaliyet giderleri yüksek olması dolayısıyla 2015 yılına göre daha düşük bir faaliyet kar marjı ortaya çıkmıştır. Sektörün net kar marjı incelendiğinde 2014 yılı karlı geçmiş olmasına rağmen 2015 ve 2016 yılı zararlı kapatılmıştır. Faaliyet kar marjı pozitif olmasına rağmen net kar marjının düşük olması ve hatta zarara dönüşmesi olağan ya da olağan dışı gider ve zararlar ile faiz giderlerinin yüksek olması olasılıklarını ortaya çıkarmaktadır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deniz yolu yük taşımacılığı dünya ticaretinde önemli bir yere sahip olmanın

yanı sıra küresel çapta meydana gelen her türlü finansal krizden hızlı etkilenmektedir. Bu olumsuzluklardan ancak finansal yapısı güçlü, olası krizleri öngörebilen, zamanında ve doğru kararlar alabilen işletmeler çıkabileceklerdir. Dolayısıyla işletmelerin finansal yapılarını iyi değerlendirebilmeleri hem işletme için hem de işletme dışındaki ilgili taraflar için önem kazanmaktadır. İşletmelerin finansal performanslarının değerlendirilmesinde kullanılan ölçütlerden biri de oran analizleridir.

Bu çalışmada deniz yolu yük taşımacılığı sektörünün 2014-2016 yılları arasındaki finansal performansı analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda işletmelerin likidite, finansal yapı, devir hızları ve karlılık oranları ışığında finansal performansları değerlendirilmiştir.

Likidite açısından değerlendirildiğinde, sektörün genel kabul görmüş likidite oranlarını sağlayamadığı tespit edilmiştir. Sektör işletmelerinin 2015 ve 2016 yıllarında genel itibari ile tüm likidite oranlarında bir düşüş gözlenmiştir. Bu durum işletmelerin ilerleyen dönemlerde kısa vadeli borçlarını ödeme konusunda sıkıntı yaşamasına sebep olabileceği yönünde bir işaret vermektedir. Sektörde alacakların, dönen varlıklar içerisindeki payı yüksektir ve devir hızları incelendiğinde kısa vadeli alacaklar ortalama 78 günde tahsil edilmektedir. İşletmenin tahsilatta yaşayabileceği olumsuzluklar kısa dönemde nakit sıkışıklığına sebep olabilecektir.

Sektör kaldıraç oranları açısından değerlendirildiğinde, 2014-2016 yılları arasında genel olarak işletmelerin, varlıklar finansmanında öz kaynak-yabancı kaynak dengesinden yabancı kaynaklara doğru bir kayma söz konusudur. Kaldıraç oranının gelişmiş ülkelerde %50, gelişmekte olan ülkelerde %70'lere kadar çıktığı; öz kaynak oranının ise gelişmiş ülkelerde %50, gelişmekte olan ülkelerde ise %30'lara kadar düşmesi kabul edilebilmektedir (Çabuk ve Lazol, 2010: 212). Dolayısıyla sektörün kaldıraç oranlarının istenilen oranları sağlayabildiği görülmektedir.

İşletmelerin pasifleri içerisindeki uzun vadeli borçlarının payının kısa vadeli borçlardan yüksek olmasından hareketle, sektörün borçlanma stratejisinin daha çok uzun vadeli den yana olduğunu söylemek mümkündür. Sektörde banka kredileri finansman aracı olarak daha çok tercih edilmekte olup toplam kaynaklar içerisindeki payı 2015 yılında artış göstermiş, 2016 yılında 2014 seviyelerine düşmüştür: Sektörün finansal kaldıraç oranının kredi bulmada yeterli seviyelerde olması işletmelerin kolayca kredi elde edebilmesini sağlamaktadır. Bu durumda, finansman kaynağı olarak banka kredilerini kullanmayı tercih eden sektörün, farklı finansal enstrümanlardan yararlanma konusunda yetersiz kaldığını söylemek mümkündür.

Sektörün varlıklarını etkin kullanabilme derecesini gösteren devir hızları 2014-2016 yılları arasında durağan bir seyir izlemiştir. Alacak devir hızı yıllar itibariyle önemli bir değişim göstermemiş, maddi duran varlıkların devir hızında ise artış gözlenmiştir. Sektörün satışları maddi duran varlıklarının 1.5 katı seviyelerindedir. Sektörün satışları ile öz kaynakları karşılayabilme oranı da yıllar itibariyle artış göstermiştir. Buradaki artışta işletmelerin öz kaynakların yabancı kaynaklara oranla azalmasının da etkisi mevcuttur. Sektör, aktif devir hızı açısından değerlendirildiğinde ise yıllar itibariyle bir değişim söz konusu olmamıştır. İşletmenin satışları aktiflerinin yarısını karşılamaktadır.

Sektör karlılık oranları açısından değerlendirildiğinde özellikle 2015 ve 2016 yıllarında genel olarak olumsuz bir tablo çizildiğini söylemek mümkündür. İşletmelerin, öz kaynaklarını etkin kullanmada yetersiz kaldığı 2015 ve 2016 yıllarında ortaya çıkan negatif sonuçlarla ortaya çıkmıştır. Ekonomik rantabilite yıllar itibariyle düşüş seyrindedir. Sektörün aktif karlılığı 2015 ve 2016 yılları arasında negatif değer almıştır. Brüt kar marjı, faaliyet kar marjı ve net kar marjı değerlendirildiğinde genel anlamda düşüş

yaşanmıştır. Brüt kar marjı, yıllar itibariyle düşüş ve yükseliş göstermiş 2016 yılında nispeten 2014'e göre yükseliş kaydedilmiştir. Faaliyet karı, sektörde faaliyet giderlerin artış ve azalışına bağlı olarak değişim göstermiştir. Net kar marjı incelendiğinde sektör 2015-2016 yıllarını zararla sonuçlandırmıştır. Bu durum işletmelerin son yıllarda olağan/olağandışı kar/zarar dengesizliğinden kaynaklanmaktadır. Buna ek olarak son yıllarda sektörün daha fazla yabancı kaynak kullanımına gitmesi işletmelerin faiz ödeme yüklerini de artırmış dolayısıyla işletmelerin karlılıkları üzerinde negatif etki yaratmıştır.

Çalışma sonuçları nispeten Dursun ve Erol (2012)'un çalışma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Ancak birebir mukayese etmek mümkün olmamaktadır. TCMB bilanço istatistikleri 3 yıllık verilerle gerçekleştirilmekte olup işletmelerin gönüllü olarak verdikleri bilgiler doğrultusunda hazırlanmaktadır. Her istatistik döneminde veri sağlanan işletme sayısı farklılaşmaktadır. Bu nedenle yapılan çalışmalarda kullanılan değerlerin farklı olması farklı analiz ve yorumların yapılmasına neden olmaktadır. Deran ve Erduru'nun (2018) çalışmalarında, deniz yolu yük taşımacılığı sektöründe tahsilat sürelerine dikkat edilmesi, aktif karlılığının artırılması için önlemler alınması gerektiğine değinilmiş olup yapılan çalışmayla yakın sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte son yayınlanan finansal oran verileri üzerinden hareket edilmesi sebebiyle diğer çalışmalardan farklılaşmaktadır.

Deniz yolu yük taşımacılığı sektörünün 2014-2016 yılları arasındaki finansal performans verilerine dayanarak aşağıdaki öneriler getirebilir:

- Sektörün likiditesi giderek düşüş göstermiştir. İşletmeler, kısa vadede ödeme gücüne düşmemek için likiditeye önem vermelidir. İşletmelerde alacakların uzun sürelerde tahsil edilmesi söz konusu olduğundan, tahsilat politikalarının

yeniden yapılandırılmaları yerinde olacaktır.

- Sektör yabancı kaynak-öz kaynak dengesini korumaya çalışmakla beraber varlıkların finansmanında yabancı kaynakların etkisi giderek artmaktadır. Sektörün banka kredisi yoluyla borçlanmayı tercih etmesi sebebiyle ödeme politikalarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Nitekim son iki yılın zararlı kapatılması işletmeleri finansal açıdan zor durumda kalabileceğinin bir göstergesidir.
- İşletmeler fon bulmada ağırlıklı olarak banka kredisi tercih etmektedir. Borçlanma maliyetleri de dikkate alınarak işletmelerin riskleri minimize edebilmesi için farklı finansal enstrümanların da kullanılabilirliği araştırılmalıdır.
- Sektörün aktif karlılığı oldukça düşük seviyelerdedir. İşletmeler, varlıklarını kar yaratmada etkin olarak kullanabilecekleri stratejiler geliştirmeye çalışmalıdır.
- İşletmelerin karlılıklarını artırabilmeleri açısından satış maliyetleri ve dönem giderlerinin önemi büyüktür. Bunun en önemli sebebi deniz yolu yük taşımacılığında navlun bedellerinin belirlenmesinde işletmelerin piyasa fiyatlarına bağlı olmalarıdır. Dolayısıyla sektör işletmelerinin istedikleri karlılık seviyelerine ulaşmaları için öncelikli olarak hizmet maliyetlerini ve akabinde dönem giderlerini etkileyen maliyet unsurlarını iyi analiz etmeleri ve bu unsurlarla ilgili olarak tasarruf sağlayıcı tedbirler almaları gerekmektedir.

AÇIKLAMA BİLDİRİMİ

Yazar bu makalede çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

ORCID Numarası

Özlem DOĞAN:

 <https://orcid.org/0000-0002-5752-9031>

8. KAYNAKLAR

Elbirlik, G. (2008). Türk Lojistik Sektöründe Denizyolu Taşımacılığının Önemi ve Sorunları, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Çakı, S., (2012). Deniz Ulaştırma İşletmelerinde Maliyet Türlerinin Tespit Edilmesi Üzerine Bir Çalışma. *Dayanışma Dergisi* 43.

URL-1, Deniz Sektörü Raporu-2015, (2015). 25.08.2019, <https://www.denizticaretodasi.org>.

URL-2, Unctad, Review Of Maritime Reports, (2016). 25.08.2019, <https://unctad.org/>.

URL-3, Ulaşan ve Erişen Türkiye, Türkiye Alt Yapı ve Ulaştırma Bakanlığı, (2018). 25.08.2019, <https://www.uab.gov.tr>.

Acar, M., (2003). Tarımsal İşletmelerde Finansal Performans Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 20: 21-37.

Lin, W-C., Liu, C.F., Chu, C.W., (2010). Financial Statement Analysis and Activity-Based Costing Analysis for Shipping Industry: A Data Envelopment Analysis Approach. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 8: 246-260.

Hoffman, E., Lampe, K., (2012). Financial Statement Analysis Of Logistics Service Providers: Ways Of Enhancing Performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 43(4): 321-342.

Dursun, A., Erol, S., (2012). Denizyolu Yük Taşımacılığı Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların Finansal Yapı Analizi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 16(3): 367-382.

Karadeniz, E., (2016). Hastane Hizmetleri Alt Sektörünün Finansal Performansının İncelenmesi: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Sektör Bilançolarında Bir Uygulama. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi* 19(2): 101-114.

Başdeğirmen, A., Tunca, M.Z., (2017). Lojistik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin Finansal Performanslarının Gri İlişkisel Analiz İle Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 22(2): 327-340.

Deran, A., Erduru, İ., (2018). Karayolu Ve Denizyolu Yük Taşımacılığı Sektörlerinin Finansal Performans Analizi: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Sektör Bilançoları Üzerine Bir Araştırma. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi* 11(3): 479-503.

Akdoğan, N., Tenker, N. (2007). *Finansal Tablolar ve Mali Analiz Teknikleri*, Ankara, Gazi Kitabevi.

Kıran, S. (2013). Finansal Oran Analizi İle Kredi Risk Yönetimi: Bir Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Karadeniz, E., Koşan, L., Günay, F., Dalak, S., (2016). Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Turizm Alt Sektörlerinin Finansal Performanslarının Ölçülmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi* 9(44): 1117-1134.

URL-4, T.C. Merkez Bankası Bilanço İstatistikleri, (2019). 25.08.2019, <https://www.tcmb.gov.tr>.

Çabuk, A., Lazol, İ. (2013). *Mali Tablolar Analizi*, Bursa, Ekin Basım Yayın Dağıtım.

Ercan, M.K., Ban, Ü. (2005). *Finansal Yönetim*, Ankara, Gazi Kitabevi.

Resistance Analyses of A Traditional Black Sea Type Fishing Ship with CFD in Calm Water

Geleneksel Karadeniz Tipi Balıkçı Gemisinin HAD ile Sakin Sudaki Direnç Analizleri

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 6 Sayı: 2 (2020) 207-223

Dursun SARAL^{1,*}, Ercan KÖSE¹

¹Karadeniz Technical University, Sürmene Faculty of Marine Sciences, Department of Naval Architecture and Marine Engineering

ABSTRACT

The forms of fishing vessels are shaped according to the fishing cultures of the nations, the sea conditions which are operated, and the type of fishing gears. Therefore, each country's fishing vessel is unique, and its forms are different from each other.

The study presented, resistance analyses of a Black Sea type fishing boat, which is designed regarding the forms of fishing vessels built in the Sürmene Yeniay-Çamburnu (Mahno) shipyards of the Black Sea Region, is investigated with Computational Fluid Dynamics (CFD). The fishing vessel is 35.6 meters long. Resistance analyses are made in calm water and in the range of Fn 0.028-0.420 values (1-15 knots).

Resistance values, obtained from CFD

calculations, are presented. Wave pattern, which are occurred on the ship surface and the free water surface, are shown. The wave pattern, which are formed by the Black Sea type fishing vessel form, are interpreted by comparing them with the wave systems of similar ships.

It is determined that the economic service speed of the traditional Black Sea type of fishing vessel is around 11 knots (Fn 0.308) considering the resistance graphic and wave characteristics, which are obtained outcomes of CFD calculations. It is emphasized that bulb optimization should be done to increase economic speed.

Keywords: Black Sea Type Fishing Ship, Computational Fluid Dynamics, CFD, Resistance, Wave Pattern

Article Info

Received: 28 August 2020

Revised: 16 October 2020

Accepted: 17 October 2020

* (corresponding author)

E-mail: dursunsaral@ktu.edu.tr

ÖZET

Balıkçı gemilerinin formları milletlerin balıkçılık kültürlerine, çalışılan deniz koşullarına, yapılan balıkçılık türüne göre şekillenir. Bu yüzden her ülkenin balıkçı gemisi kendine özgüdür ve formları birbirinden farklıdır.

Sunulan çalışmada, Karadeniz Bölgesi Sürmene Yeniay-Çamburnu (Mahno) tersanelerinde inşa edilen balıkçı teknelerinin formlarına göre tasarlanan Karadeniz tipi bir balıkçı teknesinin direnç analizi Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) ile incelenmiştir. Balıkçı teknesi 35.6 metre uzunluğundadır. Direnç analizleri sakin suda ve F_n 0.028-0.420 değerleri (1-15 knot) aralığında yapılmıştır.

Yapılan HAD hesaplamaları sonucunda elde edilen direnç değerleri verilmiştir. Tekne yüzeyindeki dalga yapısı ve serbest su yüzeyinde oluşan dalga paternleri gösterilmiştir. Karadeniz tipi balıkçı teknesi formunun oluşturduğu dalga paternleri, benzer gemilerin dalga sistemleri ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

HAD sonucunda elde edilen direnç grafiği ve dalga karakteristikleri göz önüne alındığında, geleneksel Karadeniz tipi balıkçı teknelerinin ekonomik servis hızının yaklaşık 11 deniz mili (F_n 0.308) olduğu belirlenmiştir. Ekonomik hızı artırmak için yumrubaş optimizasyonunun yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Anahtar sözcükler: Karadeniz Tipi Balıkçı Gemisi, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, HAD, Direnç, Dalga Paterni

1. GİRİŞ

Her kültürün balıkçı gemisi balık avcılığı yapılan denize göre şekillenmiştir. Balıkçı gemilerinin formları artan balıkçılık ihtiyaçları ve teknolojinin getirdiği avantajlarla tarih içinde sürekli bir gelişme halindedir. Ancak her ne kadar formlarda gelişme görülse de nesilden nesile oluşturulan formun dışına çıkılmamakta, mevcut formlar üzerinde iyileştirmeler ve geliştirmeler yapılmaktadır.

Her ülkenin kendine özgü bir balıkçı gemisi formu olduğu gibi Türkiye’de, balıkçılık daha çok Karadeniz’de yapıldığı için, Karadeniz’e özgü bir balıkçı gemisi formu geliştirilmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi Sürmene Yeniay-Çamburnu (Mahno) tersanelerinde tarih boyunca inşa edilip geliştirilen bu form “Geleneksel Karadeniz Tipi Balıkçı Gemisi” (GKTBG) olarak adlandırılabilir.

Türkiye’de 1980’li yıllara kadar ahşap

olarak 15 metreye kadar üretilen balıkçı gemileri bu tarihten sonra çelikten imal edilmeye başlanmış ve günümüzde boyları 60 metreye kadar inşa edilir olmuşlardır (Saral, 2016).

1980’li yıllara kadar Türkiye sularında kendine has özellikleri ile Taka, Çektirme ve Almetro tipi balıkçı tekneleri kullanılırken bu tarihten sonra motorlu teknelerin yaygınlaşması ile Taka ve Çektirme tipleri kullanım dışı kalmış, zamanın ihtiyaçlarına göre geliştirilen Almetro tipi ise bugün kullanılan GKTBG’nin ana formunu oluşturmuştur. 2000’li yıllara kadar genelde 40 metreden küçük inşa edilen GKTBG formları bu yıllardan sonra önce Akdeniz’e ve 2010 yılından sonra Atlas Okyanusu’na balık tutulmaya gidilmesi nedeni ile 60 metreye kadar inşa edilir olmuşlardır.

GKTBG’de yaşam mahallerinin önde bulunması nedeni ile formun başa meyil yapmasını önlemek için 2005 yılından sonra bu balıkçı gemileri, forma özel geliştirilen

yumrubaşlar ile inşa edilmeye başlanmıştır. Zamanla bu yumrubaşlı formların direnç üzerindeki olumlu etkileri görülmüş ve aynı makine gücü ile balıkçı gemilerinin %10 oranında daha hızlı yol aldığı görüldüğünden günümüzde bütün GKTBG'ler yumrubaşlı inşa edilir olmuşlardır.

1920'li yıllarda ilk temelleri atılan sayısal analizler, zamanla bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ile, 2000'lerde kullanılması kolay, daha hızlı ve verimli hesaplama yapabilen ticari yazılımlara dönüşmüştür (Saral, 2016).

1990'lı yıllardan itibaren RANS denklemleri ve çok sayıda türbülans modelleri kullanılarak gemi etrafındaki akış problemleri HAD yazılımları sayesinde daha doğru bir yaklaşımla ve efektif bir şekilde çözülmeye başlanmıştır (Özdemir, 2007). İlk başta askeri ve teknik önemi olan savaş gemilerinin, sonra ticari önemi olan konteyner, kargo, Ro-Ro ve yük gemilerinin ve son olarak günümüzde balıkçı gemilerinin direnç analizlerinde HAD yazılımları kullanılmaktadır. Gemi formlarının direnç karakteristiklerinin analiz edilebilmesi için yaygın olarak Ansys Fluent ve StarCCM+ gibi HAD yazılımları kullanılmaktadır.

Balıkçı gemisi formlarında HAD ile direnç hesaplamalarını konu alan bazı akademik çalışmalar şöyledir.

Setyawan *vd.* (2010) tarafından balıkçı gemilerinde yakıttan tasarruf etmek amacıyla çoklu gövde formu üzerinde araştırmalar yapılmıştır. 12.9 metre boyunda tek gövdeli olmak üzere biri yuvarlak sintineli diğeri keskin çeneli olmak üzere iki adet balıkçı gemisi ile, aynı boyda biri simetrik diğeri asimetric olmak üzere iki katamaran balıkçı gemisinin, toplamda dört farklı balıkçı gemisi formunun, Ansys CFX programı ile HAD analizleri yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda toplam direnç değerleri karşılaştırıldığında F_n 0.478 değerinde en az dirence keskin çeneli tek gövdeli formun sahip olduğu, direnç değerleri artarak bunu yuvarlak sintineli tek gövde, simetrik katamaran ve

asimetric katamaran formunun takip ettiği belirtilmiştir.

Samuel *vd.* (2015) tarafından Endonezya'nın Cilacap bölgesinde kullanılan 8.72 metre boyundaki tek gövdeli bir balıkçı teknesinin ve bu gövdenin eşi yapılarak oluşturulan katamaranın 1:10 ölçeğindeki modellerinin sakin sudaki direnç analizleri Maxsurf programındaki İnce Cisim Teorisi (Slender Body Theory) ve Tdyn kodlu HAD yazılımı ile yapılmıştır. Katamaran gövdeli formun tek gövdeli forma göre iki kat daha fazla yük taşıyabildiği ancak tekne direncinin ise dört kat daha fazla arttığı tespit edilmiştir.

Li *vd.* (2016) tarafından 49.5 m boyundaki bir orkinos paraketa (tuna longline) balıkçı gemisinin, 1:12 oranında modeli yapılarak, hem model direnç deneyleri hem de HAD programı ile sakin sudaki direnç analizleri yapılmıştır. Buna ek olarak teknedeki orijinal yumrubaşın, en kesit değerleri korunarak, boyu %15 oranında azaltılarak, %25 ve %50 oranında artırılarak oluşturulan modellerinin HAD ile direnç analizleri yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen toplam direnç değerleri karşılaştırıldığında %50 uzatılmış yumrubaşın yaklaşık %5 oranında direnci düşürdüğü, %15 oranında kısaltılmış yumrubaşın ise direnci artırdığı tespit edilmiştir.

Abramowski ve Sugalski (2017) tarafından 17.5-29.8 metre boylarındaki dokuz adet Polonya balıkçı gemisi incelenmiş ve bu formlardan seçilen iki tanesine silindir (O) ve nabla (∇) tipli yumrubaş uygulamaları yapılmıştır. Elde edilen formların direnç analizleri OpenFOAM HAD programı ile yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen toplam direnç değerleri karşılaştırıldığında, silindir (O) tipli yumrubaşın toplam direnci %14 oranında, nabla (∇) tipli yumrubaşın ise %16 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Kim *vd.* (2018) tarafından 8.72 metre boyundaki Endonezya'nın Cilacap bölgesinde kullanılan geleneksel katamaran balıkçı teknesine, Kracht (1978) yöntemine göre tasarlanmış delta (Δ), nabla (∇) ve

eliptik (O) yumrubaş uygulamaları yapılarak HAD analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda nabla (∇) tipi yumrubaşın servis hızında balıkçı teknesinin toplam direncini yaklaşık %10 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Saral vd. (2018) tarafından İTÜ Balıkçı Gemileri Serisi formlarından 148/3, 148/4, 148/8 ve 148/9 kodlu balıkçı teknelerine delta (Δ), nabla (∇) ve eliptik (O) tipli yumrubaş uygulamaları yapılarak oluşturulan on altı formun StarCCM+ programı ile HAD analizleri yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda, 10 knot servis hızında, yumrubaşlı formların toplam direnç değerleri yumrubaşsız formlarinkiler ile karşılaştırıldığında toplam direnç değerlerinin; tekne narinlik katsayısı 0.405 olan 148/3 ve 148/8 kodlu teknelerde yaklaşık %10, tekne narinlik katsayısı 0.495 olan 148/4 ve 148/9 kodlu teknelerde ise yaklaşık %13 daha az olduğu tespit edilmiştir.

Bahatmaka ve Kim (2019) tarafından Java Adası'nın kuzeyinde ve güneyinde çalışan iki adet Endonezya geleneksel balıkçı teknesinin sakin suda Fn 0.40, Fn 0.60 ve Fn 0.80 değerlerindeki direnç analizleri açık kaynak kodlu HAD programı OpenFOAM kullanılarak yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen direnç grafikleri karşılaştırıldığında aynı Fn değerlerinde adanın kuzeyinde kullanılan boyu 17.65 m, genişliği 4.00 m ve su çekimi 1.75 m olan balıkçı teknesinin, adanın güneyinde kullanılan boyu 20 m, genişliği 4.80 m ve su çekimi 1.2 metre olan balıkçı gemisinden daha fazla direnç değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Java Adası'nın güneyinde kullanılan balıkçı teknelerinin direnç açısından formlarının daha elverişli olduğu belirtilmiştir.

Raju vd. (2020) tarafından 20 metrelik bir geleneksel orkinos paraketa (tuna longline) gemisine delta (Δ), nabla (∇) ve eliptik (O) yumrubaş formları eklenmiştir. Yumrubaşsız, delta (Δ), nabla (∇) ve eliptik (O) yumrubaşlı formların Star CCM+ programı ile sakin suda Fn 0.34 değerinde direnç analizleri yapılmıştır. Hesaplanan

toplam direnç değerleri karşılaştırıldığında, eliptik (O) yumrubaşlı formun toplam direnç değerinin, yumrubaşsız forma göre %5.35 daha az olduğu tespit edilmiştir. Toplam direnç değerinde en fazla düşüşü sağlayan eliptik (O) tipi yumrubaşın, tuna paraketa gemileri için en uygun yumrubaş formu olduğu belirtilmiştir.

Yapılan çalışmanın amacı geleneksel Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin HAD yardımı ile 1-15 knot (Fn 0.028-0.420) hız aralığındaki direnç ve dalga yapma özelliklerini ve de optimum ekonomik servis hızı değerini tespit etmektir.

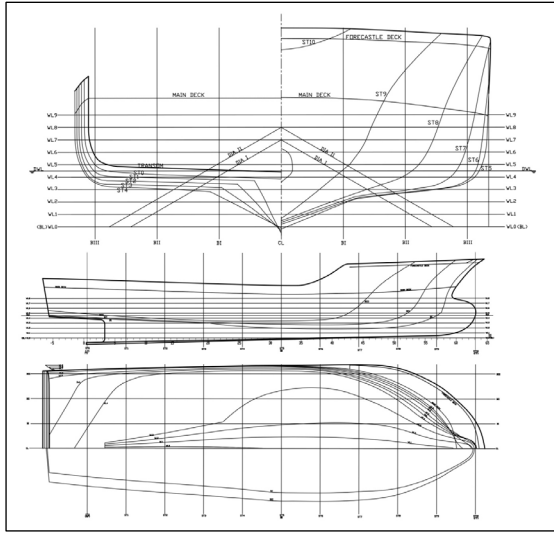
Makale şöyle düzenlenmiştir: Bölüm 2'de GKTBG'nin genel özellikleri ve endaze planı sunulmuştur. Bölüm 3'te HAD analizlerinin temelini oluşturan ve kullanılan matematiksel modellere yer verilmiştir. Bölüm 4'te GKTBG için yapılan HAD analizlerinin doğrulaması KCS modeli üzerinde yapılmıştır. Bölüm 5'te GKTBG HAD analiz dosyalarının nasıl hazırlandığı açıklanmıştır. Bölüm 6'da yapılan HAD analizlerinin sonuçları sunulmuş, teknenin yüzeyinde ve serbest su yüzeyinde oluşan dalga deformasyonları incelenerek GKTBG'nin direnç ve dalga analizi yapılmıştır. Bölüm 7'de ise elde edilen çıkarımlar özetlenmiştir.

2. GKTBG'NİN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ

Yapılan çalışmada kullanılan GKTBG'nin formu geleneksel usullere göre Çamburnu tersanelerinde inşa edilmiş Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin formları referans alınarak oluşturulmuş bir formdur. GKTBG'nin geometrik özellikleri Tablo 1'de verilmiş ve endaze planı Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 2'de ise Karadeniz Bölgesi Trabzon ili Sürmene ilçesinde bulunan Çamburnu tersane alanında inşa edilmekte olan bir Karadeniz tipi balıkçı gemisi görülmektedir.

Tablo 1. GKTBG'nin geometrik özellikleri

Özellik	Değer
L	35.600 (m)
L _{WL}	34.341 (m)
L _{BP}	31.280 (m)
B	13.320 (m)
T	1.800 (m)
C _B	0.258
C _M	0.507
C _{WP}	0.798
C _{Pi}	0.602
L/B	2.673
B/T	7.400
LCB (+K1ç)	1.698 (m)
S _w	400.882 (m ²)

**Şekil 1.** GKTBG'nin endaze planı**Şekil 2.** Çamburnu tersane alanında inşa edilmekte olan bir Karadeniz tipi balıkçı gemisi (Fotoğraf yılı: 2013. Dursun Saral)

3. MATEMATİKSEL MODEL

3.1. Yönetici Denklemler

Bu çalışmada, yönetici denklemleri çözmek için bir kararsız Reynolds-Ortalama Navier-Stokes (URANS) yöntemi kullanılmıştır. Kütle ve momentum korunumu denklemleri HAD yazılımı Star-CCM+ ile çözülmüştür. Sıkıştırılabilir akışlar için ortalama süreklilik ve momentum denklemleri tensör notasyonunda ve Kartezyen koordinatlarda sırasıyla Denklem 1 ve 2'de verilmiştir.

$$\frac{\partial(\rho \bar{u}_i)}{\partial x_i} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial(\rho \bar{u}_i)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \bar{u}_i \bar{u}_j + \rho \overline{u'_i u'_j}) = -\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial(\rho \bar{\tau}_{ij})}{\partial x_j} \quad (2)$$

Burada; ρ yoğunluk, \bar{u}_i hız vektörünün ortalama Kartezyen bileşenleri, $\rho \overline{u'_i u'_j}$ Reynolds gerilmeleri ve p ise ortalama basınçtır. $\bar{\tau}_{ij}$ ise ortalama viskoz gerilme tensörü bileşenleridir ve Denklem 3'te verilmiştir.

$$\bar{\tau}_{ij} = \mu \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) \quad (3)$$

Burada μ dinamik viskozitedir.

3.2. Türbülans Modeli

Bu çalışmada, üç tane varyasyonu bulunan $k-\varepsilon$ türbülans modelinin en gelişmiş hali olan "Gerçeklenebilir $k-\varepsilon$ Modeli" (Realizable $k-\varepsilon$ Model) kullanılmıştır. "Gerçeklenebilir $k-\varepsilon$ Modeli" türbülans kinetik enerji taşınım denklemi (Denklem 4) ve türbülans dağılım oranı taşınım denklemi (Denklem 5) olmak üzere iki denklemlilik bir modeldir.

Shih vd. (1995) tarafından geliştirilmiş taşınım (transport) denklemleri şöyledir:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho k u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k + G_b - \rho \varepsilon - Y_M + S_K \quad (4)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \varepsilon) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \varepsilon u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + \rho C_1 S_\varepsilon - \rho C_2 \frac{\varepsilon^2}{k + \sqrt{V \varepsilon}} + C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} C_{3\varepsilon} G_b + S_\varepsilon \quad (5)$$

3.3. HAD Yöntemi Kullanılarak Direnç Analizinin Yapılması

Star-CCM+ yazılımı yüzey üzerinde hesaplanan toplam kuvveti; dik kuvvetler ve teğet kuvvetler olmak üzere iki bileşene ayırmaktadır (CD-Adapco, 2014).

Bir yüzeydeki kuvvet Denklem 6'ya göre hesaplanır:

$$f = \sum_f (f_f^{pressure} + f_f^{shear}) n_f \quad (6)$$

Burada, f yüzeyinde olmak üzere; $f_f^{pressure}$ yüzey üzerindeki basınç kuvveti vektörü, f_f^{shear} yüzey üzerindeki kesme kuvveti vektörüdür. n_f ise kuvvetin hesaplanacağı yönü belirten kullanıcı tanımlı bir yön vektörüdür.

4. GKTBG HAD ANALİZLERİ İÇİN REFERANS HAD HESAPLAMASI

HAD ile direnç hesaplamalarında sonuç değerlerine hücre (mesh) boyutu, zaman adımı, türbülans modeli gibi birçok değişken etki etmektedir. HAD analizi sonucunda elde edilen direnç değerinin gerçek değere yakınlığı model direnç deneyleri ile kontrol edilebilir. Eğer model direnç deneyi sonucu varsa hücre boyutu ve çözücünün zaman adımı değiştirilerek HAD hesaplama sonucunun deney değeri ile örtüşmesi sağlanabilir. Ancak elde direnç deneyi sonuç değerleri yoksa, model direnç deneyi verileri olan ve ona göre HAD analizi yapılan bir çalışmada kullanılan simülasyon parametreleri referans alınarak, deney verisi olmayan bir geminin HAD ile

direnç analizi benzetim yolu ile büyük bir doğrulukla yapılabilir.

GKTBG'nin model direnç deneyi verileri olmadığı için birçok akademik çalışmada (Carrica *vd.*, 2011; Tezdogan *vd.*, 2015; Ozdemir *vd.*, 2016; Islam *vd.*, 2017) doğrulayıcı referans olarak kullanılan KRISO Container Ship (KCS Hull) (URL-1, 2020) HAD analizlerinde kullanılan simülasyon parametreleri (ağ boyutları, zaman adımı, türbülans modeli, vb.) GKTBG HAD hesaplamalarında referans olarak alınmıştır.

KCS ve modelinin özellikleri Tablo 2'de, HAD analizlerinde kullanılan suyun ve havanın özellikleri Tablo 3'te ve KCS modeli için yapılan HAD hesaplamalarının sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 2. KCS'nin geometrik özellikleri (URL-1, 2020)

		Gemi	Model
Ölçek		1	31.6
L _{BP}	(m)	230.0	7.2786
L _{WL}	(m)	232.5	7.3577
B _{WL}	(m)	32.2	1.0190
D	(m)	19.0	0.6013
T	(m)	10.8	0.3418
C _B		0.6505	0.6505
∇	(m ³)	52030	1.6490
S _w	(m ²)	9539	9.5528
Fn		0.260	0.260
U	(m/s)	12.345	2.196

Tablo 3. Kullanılan suyun ve havanın fiziksel özellikleri (URL-2, 2020)

		Su	Hava
ρ	(kg/m ³)	999.5000	1.18415
γ	(m ² .s)	1.131x10 ⁻³	1.855x10 ⁻⁵

Tablo 4'ten görüleceği üzere Fn 0.108'de hata miktarı % 7.12 iken, Fn 0.260'ta % 0.72 ve Fn 0.282'de % 3.14 olmaktadır.

KCS modelinde kullanılan simülasyon parametreleri GKTBG formlarının analizlerinde referans olarak kullanıldığı için, HAD hesaplamaları sonucunda ortaya çıkan hata miktarları da birbirine yakın olacaktır. GKTBG HAD hesaplamaları sonucunda elde edilen direnç değerlerinin

gerçek direnç değerleri ile arasında en kötü ihtimalle % 7, en iyi ihtimal ile % 1 oranında farkın olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 4. KCS HAD analiz sonuçları

U _m (m/s)	F _n	R _n	C _T (x10 ³)		Fark %
			Model	HAD	
0.915	0.108	5.23x10 ⁶	3.796	3.523	7.19
1.281	0.152	7.33x10 ⁶	3.641	3.379	7.20
1.647	0.195	9.42x10 ⁶	3.475	3.282	5.56
1.922	0.227	1.10x10 ⁷	3.467	3.346	3.48
2.196	0.260	1.26x10 ⁷	3.711	3.684	0.72
2.379	0.282	1.36x10 ⁷	4.501	4.360	3.14

5. GKTBG FORMUNUN HAD ANALİZ DOSYALARININ AYARLANMASI

Geminin simetrik, dolayısı ile etrafındaki akışın da simetrik olması nedeni ile çözüm süresini azaltmak için, yarım model uygulaması benimsenerek HAD analizleri yapılmıştır.

5.1. Hesaplama Hacminin Boyutlarının Belirlenmesi

Hesaplama hacminin boyutları, benzer çalışmalar (Saral *vd.*, 2018) ve HAD programının kullanma kılavuzunda (CD-Adapco, 2014) gemi etrafındaki akış problemleri için tavsiye edilen ölçütler baz alınarak ayarlanmıştır.

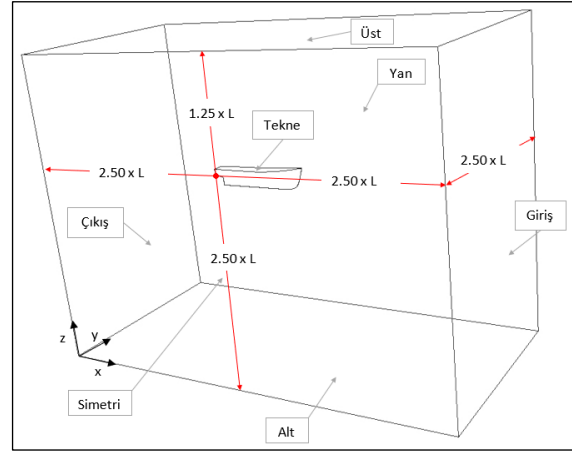
Hesaplama hacminin boyutu, gemi kış kaimesinin yüklü su hattı ile kesişme noktası sıfır noktası (0, 0, 0) kabul edilerek, L tam boy olmak üzere Şekil 3'te gösterildiği gibi; +X ve -X yönünde 2.50xL, +Y yönünde 2.50xL, -Z yönünde 2.50xL ve +Z yönünde 1.25xL olmak üzere belirlenmiştir. Bu şekilde hesaplama hacmi için 178x89x133 metre boyutlarında bir dikdörtgenler prizması oluşturulmuştur.

5.2. Ağ Yapısının Oluşturulması

Serbest su yüzeyli akışlarda düzgün altı yüzlü (hexahedral) elemanlar, diğer ağ yapı elemanlarına göre daha tutarlı sonuç verdiği

için tercih edilmiştir.

Kullanılan HAD programının ağ oluşturma modellerinden; yüzeyler ağlarını oluşturmak için "Surface Remesher", yüzey ağlarına bağlı olarak hacimsel ağ oluşturmak için "Trimmer" ve tekne yüzeyinde sınır tabaka katmanlarını oluşturmak için ise "Prism Layer Mesher" seçenekleri seçilmiştir.



Şekil 3. Hesaplama hacminin boyutları ve yüzeylerin adları (Saral, 2016)

Genel ağ yapısını oluşturmak için tekne yüzeyinde hâkim minimum ağ boyutu (x eksenini doğrultusunda) olan Δx , yapılan KCS HAD hesaplamalarından elde edilen tecrübeler sonucu 1-10 knot aralığında 0.127 m ($L/\Delta x = 270$), 11-13 knot aralığında 0.114 m ($L/\Delta x = 300$) ve 14-15 knotta ise 0.104 m ($L/\Delta x = 330$) olarak belirlenmiştir.

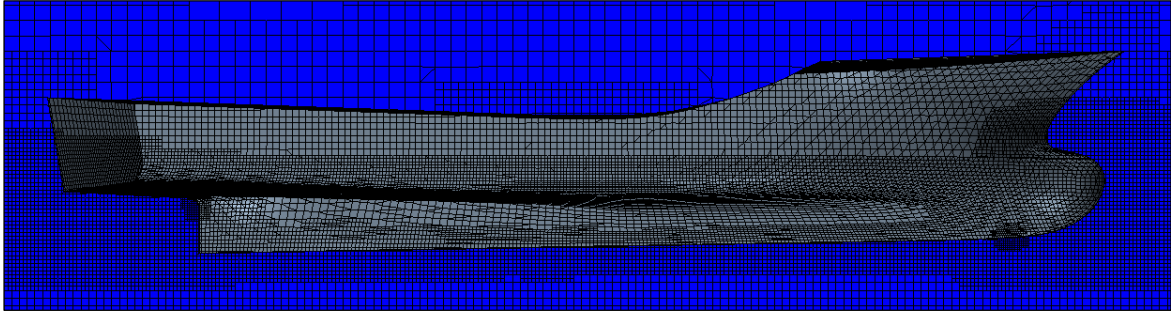
Tekne yüzeyindeki oluşturulan ağ yapısının korunarak ağdaki toplam eleman sayısının düşürülmesi ve böylece çözüm süresinin kısaltılması için blok ağ yapısı mantığı uygulanmıştır. Tekne yüzeyindeki minimum ağ boyutu korunarak uç sınırlara doğru her biri bir öncekinin iki katı olmak üzere dört ağ yapısı bloğu oluşturulmuştur. Yani tekne yüzeyinde minimum ağ boyutu 0.127 m iken sınırlarda ağ boyutu 2.032 m'dir. Aynı şekilde serbest yüzeyde oluşan dalgaları daha iyi hesaplayabilmek için üç adet blok katmanı, dalga profilinin daha iyi oluşabilmesi için de üç adet dalga izi blok katmanı oluşturulmuştur.

Yapılan ağ oluşturma hesapları sonucunda

oluşan ağ yapısının eleman sayısı Tablo 5’te Şekil 4’te gösterilmiştir. verilmiş ve oluşan ağ yapısı görüntüsü de

Tablo 5. Oluşan ağ yapılarının eleman sayıları

Hız [U]		Fn	Hücre Sayısı	Yüzey Sayısı	Köşe Sayısı	L/ Δx	Δx (m)
(knots)	(m/s)						
1	0.514	0.028	400110	1201194	434429	270	0.127
2	1.029	0.056	401203	1204480	435458		
3	1.543	0.084	402105	1207285	436475		
4	2.058	0.112	404387	1214085	438954		
5	2.572	0.140	404672	1214846	439166		
6	3.087	0.168	405031	1216081	439721		
7	3.601	0.196	405303	1216941	440102		
8	4.116	0.224	405601	1217792	440368		
9	4.630	0.252	405726	1218211	440555		
10	5.144	0.280	405717	1218194	440548		
11	5.659	0.308	525032	1575962	567134	300	0.114
12	6.173	0.336	525889	1578523	568110		
13	6.688	0.364	525685	1577926	567911		
14	7.202	0.392	626773	1881776	674134	330	0.104
15	7.717	0.420	626840	1881961	674201		



Şekil 4. HAD analizlerinde kullanılan GKTBG’ye ait ağ yapısı

5.3. Sınır Şartlarının Belirlenmesi

Hesaplama hacminin sınırları Şekil 3’te gösterildiği gibi; Giriş, Çıkış, Üst, Alt, Simetri ve Yan olmak üzere isimlendirilmiştir. GKTBG’nin formunu temsil eden yüzeyler ise Tekne olarak adlandırılmıştır.

Hesaplama hacminde tekne formunun sabit olduğu ve hacmin içinde -X yönünde bir akışın geldiği varsayılarak HAD analizleri yapılmıştır.

Şekil 3’te gösterilen Giriş, Çıkış, Üst, Alt, Simetri, Yan ve Tekne yüzeylerinin sınır şartları Tablo 6’da verilmiştir.

Giriş sınırında hız girişi sınır şartı, hesaplama hacmine akış -x yönünde girdiği için tanımlanmıştır. Üst, Alt ve Yan

sınırlarda akışkan hızı, potansiyel akış hızına eşit olacağı için sınır şartı hız girişi olarak seçilmiştir. HAD hesaplamaları yarım model uygulaması benimsenerek yapıldığı için Simetri sınırına Simetri eksen şartı kullanılmıştır. Çıkış sınırında, hesaplama hacminin içinde gerçekleşen olaylar sonucu çıkışta oluşan hız, basınç vb. değerler bilinmediği için basınç çıkışı sınır şartı seçilmiştir. Karadeniz tipi balıkçı gemisinin formunu temsil eden Tekne sınırına duvar sınır şartı atanarak, gemi yüzeyinde akış hızı bileşenlerinin sıfır olduğu kabul edilmiştir.

Tablo 6. Yüzeylerin sınır şartları

Sınır Adı	Sınır Şartı
Giriş	Hız Girişi (Velocity Inlet)
Çıkış	Basınç Çıkışı (Pressure Outlet)
Üst	Hız Girişi (Velocity Inlet)
Alt	Hız Girişi (Velocity Inlet)
Simetri	Simetri Eksenini (Symmetry Plane)
Yan	Hız Girişi (Velocity Inlet)
Tekne	Duvar (Wall)

5.4. Fiziksel Modellerin Belirlenmesi

Serbest yüzeyde oluşan dalga profilini analiz edebilmek için çözüm üç boyutlu olarak tanımlanmıştır.

Zaman türevinin ayrıklaştırılması için hesaplama zamanı olarak kapalı değişken zaman (implicit unsteady) seçilmiştir.

Hesaplama hacminde gerçek ortamdaki gibi hava ve su olmak üzere iki farklı akışkan bulunduğu Euler çok fazlı (Euleran Multiphase) komutu ile Tablo 7’de verilen deniz suyunun ve havanın fiziksel özellikleri HAD programında tanımlanmıştır.

Tablo 7. Kullanılan deniz suyunun ve havanın fiziksel özellikleri (URL-2, 2020)

		Deniz Suyu (18°C)	Hava
ρ	(kg/m ³)	1025.3210	1.18415
μ	(Pa.s)	1.131x10 ⁻³	1.855x10 ⁻⁵

Serbest su yüzeyindeki etkilerin analizlerde yer alıp, toplam direnç değerlerinin daha tutarlı bir şekilde elde edilebilmesi için çoklu faz modellerinden, Hirt ve Nichols (1981) tarafından geliştirilen, Akışkan Hacmi Metodu (Volume of Fluid, VOF) seçilmiştir.

Yapılan analizlerde Reynolds sayısı $1.60 \times 10^7 - 2.24 \times 10^8$ aralığında yani tekne etrafındaki akış türbülanslı olduğu için viskoz rejim seçeneklerinde türbülanslı akış seçilmiştir. Türbülanslı akış modellerinden ise Gerçeklenebilir $k - \varepsilon$ Modeli (Denklem 4 ve 5) seçilmiştir.

HAD hesaplamalarında sıkıştırılmaz ve çok fazlı akışlarda ideal sonuçlar verdiği için çözüm algoritması olarak Ayrılmış

Akım (Segregated Flow) belirlenmiştir. HAD analizlerinde, hesaplama hacminde, gerçek ortam koşullarını sağlayabilmek için yerçekimi ivmesi (gravity) $-z$ yönünde 9.81 m/s^2 olarak tanımlanmıştır.

5.5. Çözücünün Parametreleri ve Analiz Durdurma Kriterleri

Hesaplama zamanı olarak kapalı değişken zaman seçildiğinden her analiz için çözücünün zaman adımı (time step) Courant-Friedrichs-Lewy (CFL) sayısının değeri 1 kabul edilerek Denklem 7’ye göre hesaplanmıştır. Denklem 7’ye göre hesaplanan zaman adımları Tablo 8’de verilmiştir.

$$CFL = \frac{U \Delta t}{\Delta x} \quad (7)$$

Burada; CFL Courant-Friedrichs-Lewy sayısı, U akışkanın genel hızı, Δt zaman adımı ve Δx ise tekne yüzeyindeki en küçük ağın x eksenini yönündeki uzunluğudur.

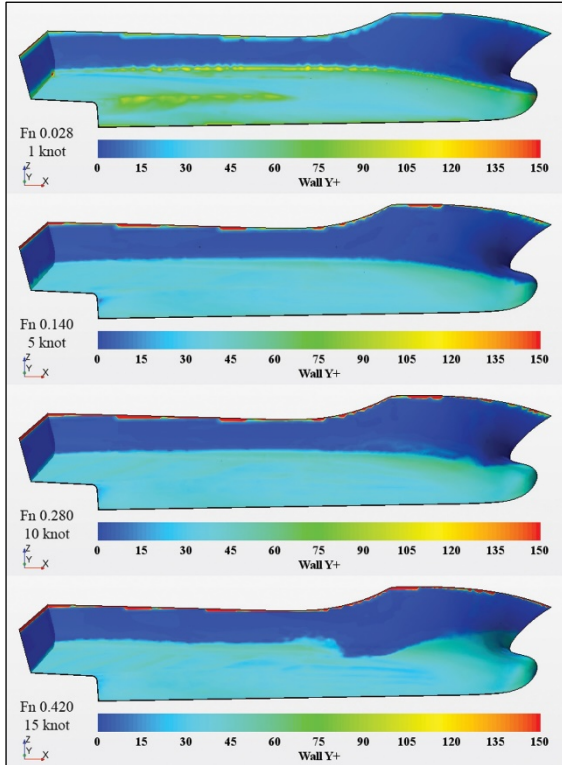
Tablo 8. Çözücünün (solver) zaman adımları (time steps)

Fn	U (m/s)	Δt (s)	Δx (m)
0.028	0.51444	0.24724	0.12719
0.056	1.02889	0.12362	
0.084	1.54333	0.08241	
0.112	2.05778	0.06181	
0.140	2.57222	0.04945	
0.168	3.08667	0.04121	
0.196	3.60111	0.03532	
0.224	4.11556	0.03090	
0.252	4.63000	0.02747	
0.280	5.14444	0.02472	
0.308	5.65889	0.02023	0.11447
0.336	6.17333	0.01854	
0.364	6.68778	0.01712	
0.392	7.20222	0.01445	0.10406
0.420	7.71667	0.01349	

Yapılan çalışmada her zaman adımı için maksimum iç iterasyon sayısı 10 olarak seçilmiş ve HAD analizleri gerçekleştirilmiştir. Fiziksel zaman olarak her analiz 120. saniyede sonlandırılmıştır.

6. HAD ANALİZ SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Sınır tabakayı doğru bir şekilde çözümlmek ve su akışının olduğu tekne yüzeyinde y^+ değerlerinin $30 < y^+ < 120$ aralığında kalmasını sağlamak için Tekne yüzeyi boyunca gerilme faktörleri 1.5 olan 6 kat düzgün altı yüzlü hücre yerleştirilmiştir. Belirtilen y^+ aralığında kalmak için y^+ değeri 75 seçilerek sınır tabaka hücreleri oluşturulmuştur. HAD analizleri sonucunda 1, 5, 10 ve 15 knot hızlarında elde edilen y^+ değerleri Şekil 5'te gösterilmiştir. Düşük hızlarda 75 civarında olan y^+ değerleri yüksek hızlarda 40 değerlerine kadar düştüğü gözlemlenmiştir. Bütün HAD analizlerinde y^+ değerlerinin $30 < y^+ < 120$ aralığında kaldığı görüldüğünden hesaplamalarda sınır tabakanın doğru bir şekilde modellendiği söylenebilir.



Şekil 5. 1, 5, 10 ve 15 knot hızlarındaki y^+ değerleri

HAD hesaplamaları 120 saniye esas alınarak yapılmıştır. 1-15 knot hız

aralığında her bir hız için toplam direnç değerlerinin fiziksel zamana göre değişimi Şekil 6'da gösterilmiştir. Şekil 6'dan görüleceği üzere her hız değeri için toplam direnç değerleri belli bir saniyeden sonra periyodik dalgalanmalar göstererek yakınsamıştır.

1-15 knot aralığındaki her bir hız için sürtünme, basınç ve toplam direnç değerleri 80-120 saniyeler arasında elde edilen direnç değerlerinin aritmetik ortalamaları alınarak tespit edilmiştir.

HAD hesaplamaları sonucunda belirtilen kritere göre elde edilen direnç değerleri ve direnç katsayıları Tablo 9'da verilmiştir. Fn-Direnç değerlerinin grafiği ise Şekil 7'de gösterilmiştir.

Şekil 7'deki Fn-Direnç grafiği incelendiğinde, sürtünme direnci eğrisinin Fn 0.280 (10 knot) kadar düzgün arttığı, Fn 0.280 – 0.308 (10-11 knot) arasında yatay çizdiği Fn 0.308-0.336-0.364 (11-12-13 knot) aralığında hızla arttığı, Fn 0.364-0.392 (13-14 knot) aralığında yine yatay çizip Fn 0.392-0.420 (14-15 knot) değer aralığında ise yeniden hızlı bir artış eğilimi sergilediği görülmektedir.

Şekil 8'de, Fn 0.280 (10 knot) ve Fn 0.308 (11 knot) değerlerinde, tekne yüzeyindeki dalga deformasyonları incelendiğinde, Fn 0.308 değerinde yumrubaşın suya gömülmesiyle sürtünme direncinin artacağı görülsede baş omuzluklarda oluşan dalga çukurlarının sürtünme direncinin aşırı artmasını önleyip, yatay çizmesini sağlamıştır. Yani tekne yüzeyindeki ıslak alan önemli bir değişikliğe uğramamıştır. Yine aynı durum Fn 0.364-0.392 (13-14 knot) değerlerindeki dalga paternlerinde görülmektedir. Fn 0.336-0.364 (12-13 knot) değerlerinde baş bodoslamada dalga yüksekliğinin artması ile tekne ıslak yüzeyinin artmasından dolayı sürtünme direncinde büyük artışların olduğu görülmektedir.

Basınç direnci Fn 0.280 (10 knot) değerine kadar düzgün artış gösterirken, bu değerden sonra artış hızı aşırı artmaktadır. Bu duruma, suyun giderek yumrubaşın üzerine çıkması ve baş bodoslamadan yukarı doğru

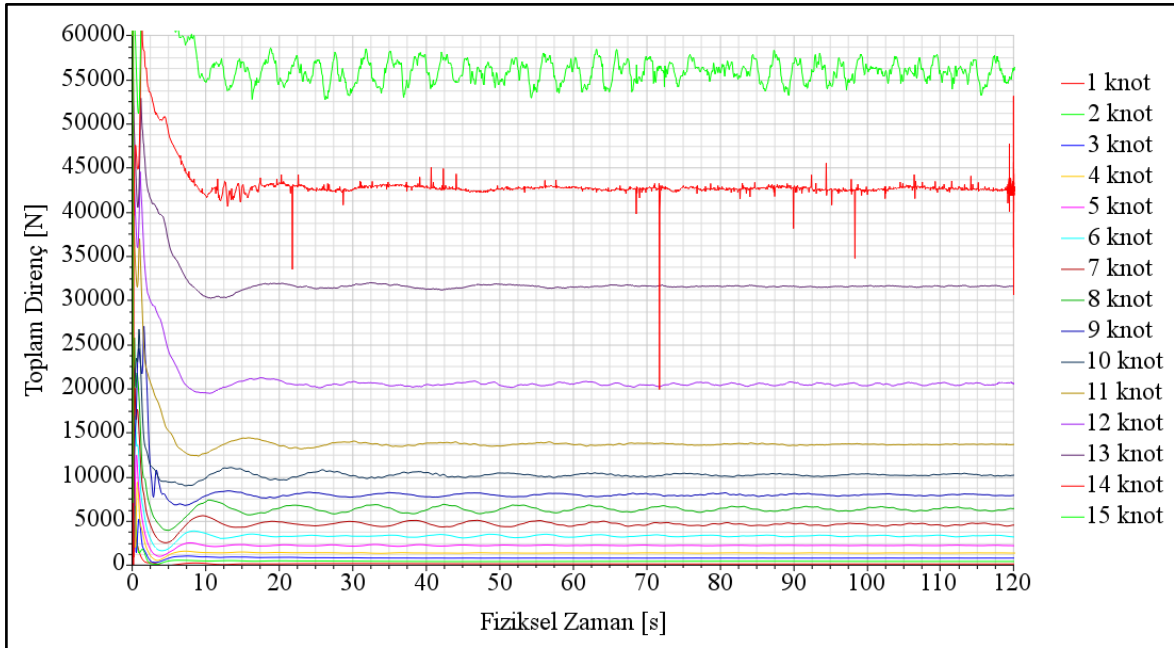
tırmanması ile tekne giriş açısının ve dolayısı ile suyun ilk karşılaştığı tekne hacminin artmasının neden olduğu söylenebilir.

Toplam direnç artışlarına bakıldığında ise Fn 0.308 (11 knot) değerinde toplam direnç 13.677 kN iken %50 artış göstererek Fn 0.336 (12 knot) değerinde 20.520 kN olmakta, yine Fn 0.364 (13 knot) değerinde Fn 0.336'ya göre %54 artış göstererek 31.581 kN olmaktadır. Fn 0.392 – 0.420 (14-15 knot) değerlerinde ise ortalama toplam direnç artış hızı ise yaklaşık %33 oranındadır.

Geleneksel Karadeniz tipi balıkçı gemileri belli bir hızdan sonra yarı kayıcı özellik gösteren forma sahip olduklarından bu özelliklerinin Fn 0.364 (13 knot) değerinden

sonra ortaya çıktığı Şekil 8'den görüldüğü üzere söylenebilir. Bu özellikleri sadece sürtünme direncinin artışı engellemenekte, ancak ağır tonajları nedeni ile basınç dirençlerinde aşırı artışa sebep olmakta, sonuç olarak toplam dirençlerinde sürtünme direncinin azalış etkisi görülememektedir.

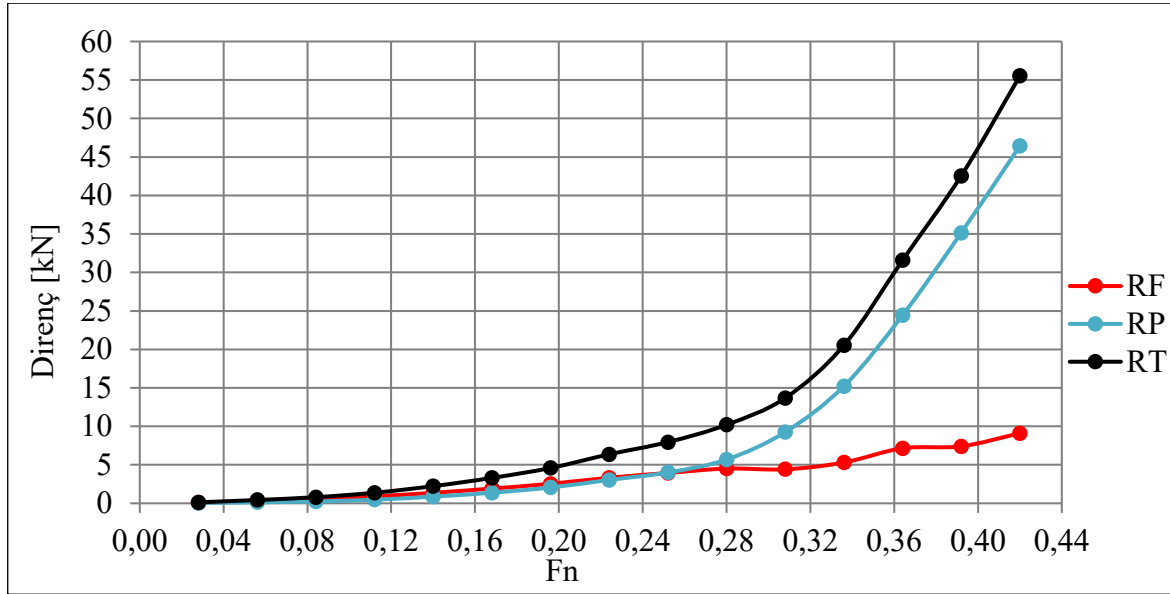
Toplam direnç değeri içinde sürtünme ve basınç dirençlerinin oranları karşılaştırıldığında; Fn 0.028 (1 knot) değerinde toplam direncin %79'unu sürtünme direnci, %21'ini ise basınç direnci oluştururken bu oran Fn 0.140 (5 knot) değerinde %61'e %39, Fn 0.280 (10 knot) değerinde %44'e %56, Fn 0.420 değerinde ise (15 knot) %16'ya %84 olarak görülmektedir.

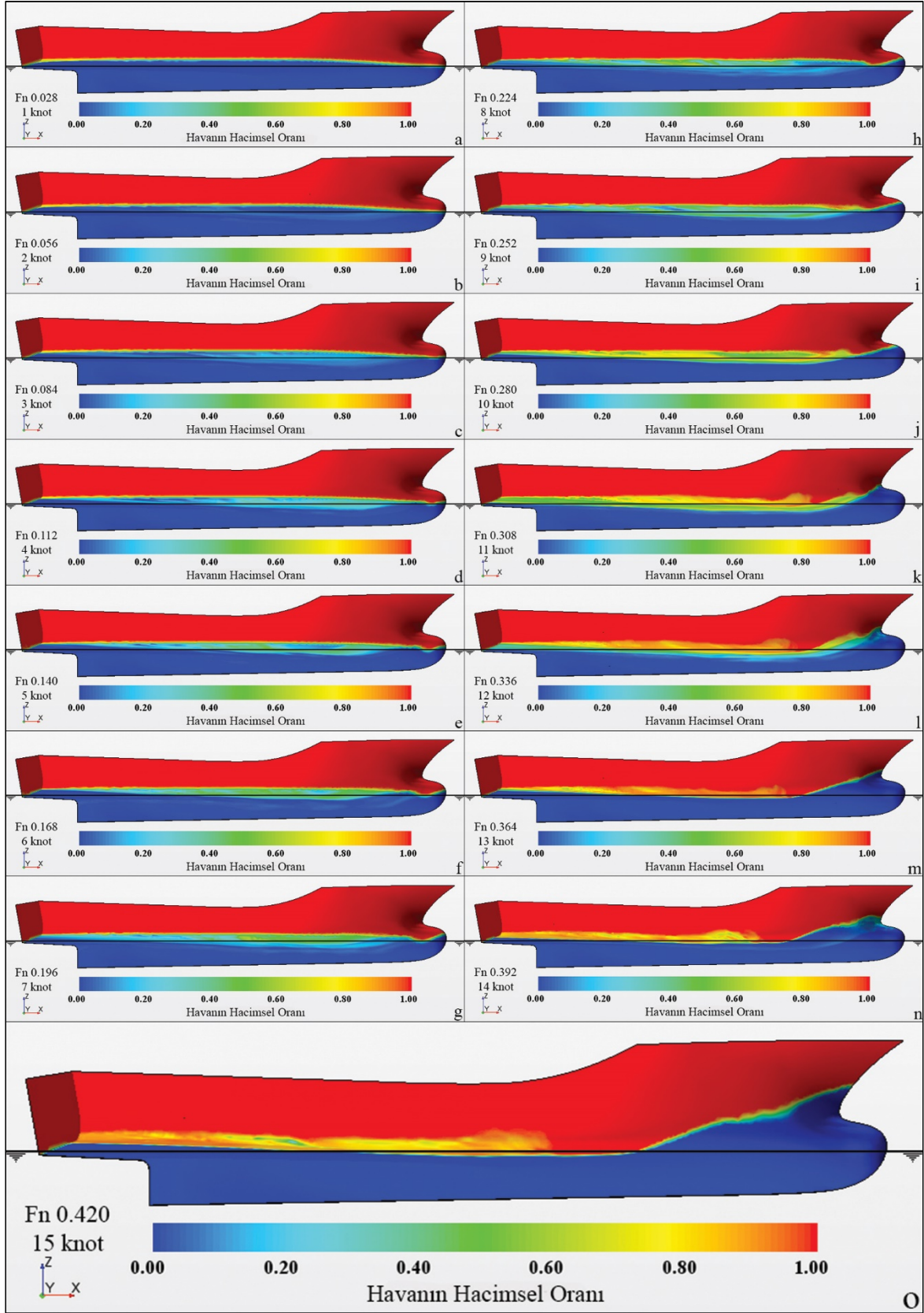


Şekil 6. HAD hesaplamalarında 120 saniye boyunca toplam direnç değişiminin fiziksel zamana bağlı grafiği

Tablo 9. HAD hesaplamaları sonucunda elde edilen sürtünme, basınç ve toplam direnç değerleri ve direnç değerlerinin katsayıları

Hız [U]		Froude Sayısı	Sürtünme Direnci	Basınç Direnci	Toplam Direnç	Sürtünme Direnç Katsayısı	Basınç Direnç Katsayısı	Toplam Direnç Katsayısı
(knot)	(m/s)	F_n	R_F (N)	R_P (N)	R_T (N)	C_F [$\times 10^3$]	C_P [$\times 10^3$]	C_T [$\times 10^3$]
1	0.514	0.028	104	28	132	3.837	1.030	4.867
2	1.029	0.056	297	135	432	2.726	1.243	3.969
3	1.543	0.084	554	246	800	2.262	1.003	3.265
4	2.058	0.112	903	472	1375	2.076	1.086	3.162
5	2.572	0.140	1365	867	2232	2.008	1.275	3.283
6	3.087	0.168	1922	1377	3299	1.964	1.407	3.371
7	3.601	0.196	2536	2058	4594	1.903	1.544	3.447
8	4.116	0.224	3328	3042	6370	1.912	1.748	3.660
9	4.630	0.252	3945	4007	7952	1.791	1.819	3.610
10	5.144	0.280	4515	5692	10207	1.660	2.093	3.753
11	5.659	0.308	4420	9257	13677	1.343	2.813	4.156
12	6.173	0.336	5303	15217	20520	1.354	3.886	5.240
13	6.688	0.364	7154	24427	31581	1.556	5.315	6.871
14	7.202	0.392	7408	35139	42547	1.390	6.592	7.982
15	7.717	0.420	9099	46428	55527	1.487	7.588	9.075

**Şekil 7.** F_n -Sürtünme Direnci (RF), Basınç Direnci (RP) ve Toplam Direnç (RT) Grafiği



Şekil 8. 1-15 knot hız aralığında tekne yüzeyinde oluşan dalga paternleri

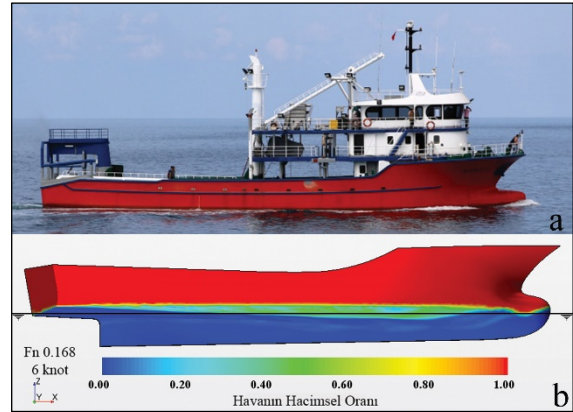
HAD analizleri sonucunda GKTBG'nin tekne yüzeyinde 1-15 knot hız aralığında oluşan dalga paternleri Şekil 8'de gösterilmiştir.

Şekil 8 incelendiğinde hızın artması ile Fn 0.112 (4 knot) değerinden sonra yumrubaş omuzluklarında gözle görülür bir bozulma (çukurlaşma) başlamaktadır. Yumrubaşın oluşturduğu negatif basınç Fn 0.224 (8 knot) değerine kadar etkin olmakta, bu değerden sonra görece yumrubaş önünde az miktarda dalga yüksekliğinin artış hızı yükselmekte ve yumrubaşın oluşturduğu negatif basınç etkisini kaybetmektedir. Fn 0.252 (9 knot) değerinden sonra yumrubaş önündeki dalga yüksekliği giderek artmakta, sancak ve iskele baş omuzluklarda akım hızlanarak tekne yüzeyinden ayrılmaya başlamaktadır. Fn 0.308 (11 knot) değerinden sonra dalga yüksekliği yumrubaşı tamamen sulara gömmekte ve hız arttıkça yumrubaş etkinliğini kaybetmekte ve dalga yapmada negatif etki yaparak dalga yüksekliğini baş bodoslamadan sancak ve iskele baş omuzluklara kadar artırmaktadır. Tekne baş bodoslamasında artan su yüksekliği, omuzluklardan sonra derin dalga çukurları oluşturmaktadır. Bu durum tekne boyunca akışın sürekliliğini bozmakta, sintine dönümünden omurgaya doğru kabarcıklı ve girdaplı bir akım oluşturarak teknenin direncini aşırı artırmaktadır.

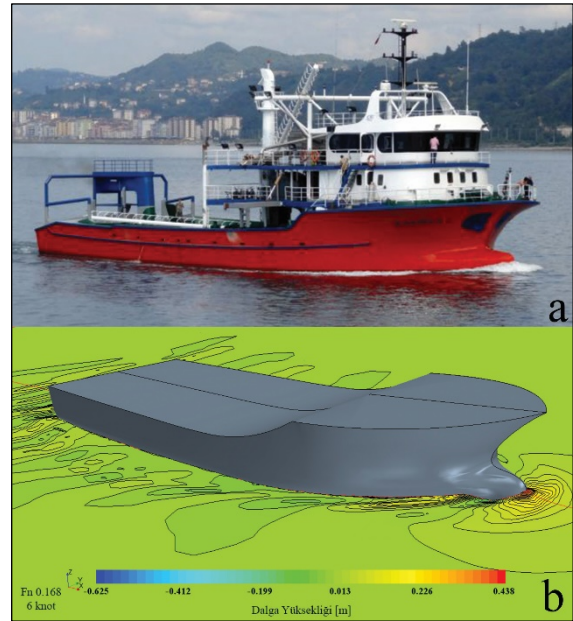
Geleneksel usullere göre inşa edilmiş Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin oluşturduğu dalga paternleri ile HAD hesaplamaları sonucu elde edilen dalga paternlerinin karşılaştırılması Fn 0.168 (6 knot) değeri için Şekil 9'da ve Şekil 10'da, Fn 0.252 (9 knot) değeri için Şekil 11'de, Fn 0.308 (11 knot) değeri için Şekil 12'de ve Fn 0.392 (14 knot) değeri için Şekil 13'te gösterilmiştir.

Şekil 9 ve Şekil 10'dan görüleceği üzere Fn 0.168 değerinde yumrubaş önünde dalga tepesi oluşmaya başlarken, yumrubaş bitiminde dalga çukuru oluşmakta ve hemen artında omuzluklarda yine dalga tepesi oluşmaya başlamaktadır. Bu değerden sonra Şekil 8'de görüleceği üzere yumrubaş önündeki dalga tepesinin yüksekliği

artarken, yumrubaş bitimindeki dalga çukuru etkisini kaybetmektedir.

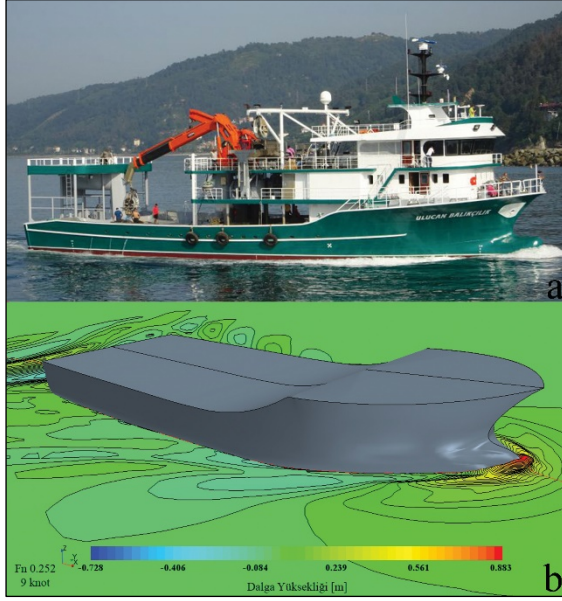


Şekil 9. Fn 0.168 (6 knot) değerinde tekne yüzeyinde oluşan dalga paterni: Kasirga 2 (a) (URL-3, 2020), HAD analizi (b)

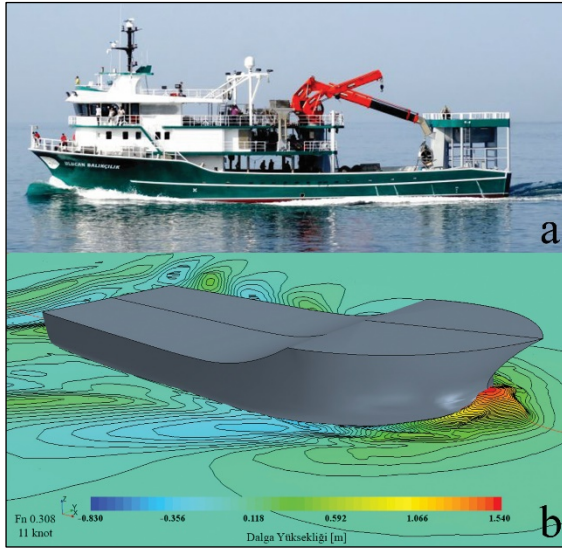


Şekil 10. Fn 0.168 (6 knot) değerinde serbest su yüzeyinde oluşan dalga paterni: Kasirga 2 (a) (URL-3, 2020), HAD analizi (b)

Şekil 11'de Fn 0.252 değerinde ise yumrubaş önündeki dalga yüksekliği hızla artmakta ve bu değerden sonra Şekil 12'de görüleceği üzere Fn 0.308 değerinde yumrubaş tamamen sulara gömülmektedir.



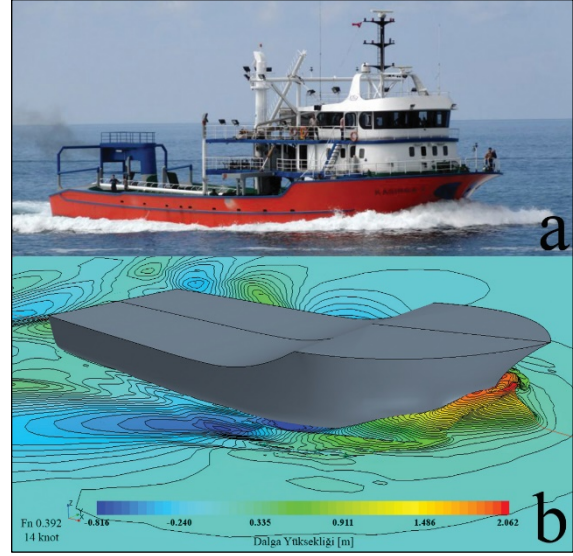
Şekil 11. Fn 0.252 (9 knot) değerinde oluşan dalga paterni: Ulucan Balıkçılık (a) (URL-4, 2020), HAD analizi (b)



Şekil 12. Fn 0.308 (11 knot) değerinde oluşan dalga paterni: Ulucan Balıkçılık (a) (URL-4, 2020), HAD analizi (b)

Şekil 13'ten görüleceği üzere tekne Fn 0.392 değerinde tamamen kendi oluşturduğu girdaplı dalga sistemi içinde yüzmektedir.

Tekne formundan dolayı oluşan dalganın yüksekliği Fn 0.168'de 0.438 m, Fn 0.252'de 0.883 m, Fn 0.308'de 1.540 m ve Fn 0.392'de 2.062 m olmaktadır.



Şekil 13. Fn 0.392 (14 knot) değerinde oluşan dalga paterni: Kasırga 2 (a) (URL-3, 2020), HAD analizi (b)

Fn-direnç grafiği ile tekne ve serbest su yüzeyinde oluşan dalga paternleri incelemelerinde, geleneksel usullere göre inşa edilmiş Karadeniz tipi balıkçı gemisi formlarının ekonomik servis hızının 11 knot civarında olduğu ortaya çıkmaktadır.

Karadeniz tipi balıkçı gemisi formlarının ekonomik servis hızını artırmak için akışın hızlanıp tekne yüzeyinden ayrılmaya başladığı baş omuzluklarda ve yüksek hızlarda üzerini suyun tamamen kaplayarak tekne direncini artıran yumrubaş formunda optimizasyon yapılması gerekmektedir.

7. SONUÇLAR

Geleneksel usullere göre inşa edilmiş Karadeniz tipi balıkçı gemilerinin direnç ve dalga yapma karakteristiklerini anlamak için Sürmene Yeniay-Çamburnu tersanelerinde üretilen balıkçı gemilerinden referans alınarak oluşturulan 35.6 metrelik bir balıkçı teknesi formunun Fn 0.028-0.420 (1-15 knot) değerleri arasındaki direnç analizleri için suda HAD yardımı ile yapılmıştır.

HAD ile elde edilen Fn-direnç grafiği ile tekne ve serbest su yüzeyindeki dalga paternleri incelenerek geleneksel usullere göre inşa edilen Karadeniz tipi balıkçı

gemilerinin dalga karakteristikleri hakkında çıkarımlar yapılmıştır. Yapılan tespitler sonucu bu tip balıkçı gemilerinin ekonomik seyir hızının 11 knot civarında olduğu bulunmuştur. Ekonomik servis hızının artırılması için yumrubaş formunun optimizasyonu önerilmiştir. Bu çalışma ile geleneksel usullere göre inşa edilmiş Karadeniz tipi balıkçı gemisi formlarının avantajları ve dezavantajları ortaya çıkarılmıştır.

İSİMLENDİRME VE BİRİMLER

B: Genişlik [m]
B_{WL}: Su hattındaki maksimum genişlik [m]
B/T: Genişlik/Su çekimi oranı
CFD: Computational Fluid Dynamics
CFL: Courant-Friedrichs-Lewy sayısı
C_B: Tekne narinlik katsayısı
C_F: Sürtünme direnç katsayısı
C_M: Orta kesit narinlik katsayısı
C_P: Basınç direnç katsayısı
C_{PI}: Prizmatik katsayı
C_T: Toplam direnç katsayısı
C_{WP}: Su hattı alan katsayısı
C_μ: Türbülans modelinin kritik bir katsayısı
D: Derinlik [m]
Fn: Froude sayısı
GKTBG: Geleneksel Karadeniz Tipi Balıkçı Gemisi
G_b: Sıcaklık farklarından dolayı oluşan yoğunluk değişimine bağlı olarak türbülans kinetik enerjisi üretimi
G_k: Ortalama hız gradyenlerinden dolayı türbülans kinetik enerji üretimi
HAD: Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği
KCS: KRISO Container Ship
L: Tam boy [m]
LCB: Sephiye merkezinin boyuna konumu [m]
L_{BP}: Dikeyler arası boy [m]
L_{WL}: Su hattı boyu [m]
L/B: Tam boy/Genişlik oranı
R_F: Sürtünme direnci [N]
R_n: Reynolds sayısı
R_p: Basınç direnci [N]

R_T: Toplam direnç [N]
S_k: Kullanıcı tarafından tanımlanan kaynak terim
S_w: Islak yüzey alanı [m²]
S_e: Kullanıcı tarafından tanımlanan kaynak terim
T: Su çekimi [m]
U: Hız [m/s]
U_m: Model hızı [m/s]
URANS: Reynolds-Ortalama Navier-Stokes
VOF: Volume of Fluid
Y_m: Sıkışabilen türbülans çalkantılardaki genişlemenin bütün yayılmaya etkisi
ρ: Kütleli Yoğunluk [kg/m³]
γ: Kinematik Viskozite [m².s]
μ: Dinamik Viskozite [Pa.s]
Δx : minimum ağ boyutu [m]
Δt : zaman adımı [s]
∇: Deplasman hacmi [m³]

AÇIKLAMA BİLDİRİMİ

Yazarlar bu makalede çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

ORCID Numaraları

Dursun SARAL:

 <https://orcid.org/0000-0003-1029-7007>

Ercan KÖSE:

 <https://orcid.org/0000-0002-3874-6516>

8. KAYNAKLAR

Saral, D., (2016). Yumrubaşın Balıkçı Gemilerinin Direncine Olan Etkisinin Sistemik Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Özdemir, Y., H., (2007). Gemi Etrafındaki Akışın Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.

Setyawan, D., Utama, I. K., Murdijanto, M., Sugiarto, A., Jamaluddin, A., (2010). Development of Catamaran Fishing Vessel. *IPTEK The Journal for Technology and Science* 21(4): 167-173.

- Samuel, S., Iqbal, M., Utama, I.K.A.P., (2015). An Investigation into The Resistance Components of Converting A Traditional Monohull Fishing Vessel into Catamaran Form. *International Journal of Technology* 6(3): 432-441.
- Li, C., Wang, Y., Chen, J. 2016. Study on The Shape Parameters of Bulbous Bow of Tuna Longline Fishing Vessel, 5th International Conference on Energy and Environmental Protection (ICEEP 2016), 17-18 Eylül 2013, s. 250-255, Shenzhen.
- Abramowski, T., Sugalski, K., (2017). Energy Saving Procedures for Fishing Vessels by Means of Numerical Optimization of Hull Resistance. *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie* 49(121): 19-27.
- Kim, D.J., Iqbal, M., Bahatmaka, A., Prabowo, A. R., (2018). Bulbous Bow Applications on A Catamaran Fishing Vessel for Improving Performance, In: "MATEC Web of Conferences", 159, s. 1-6, EDP Sciences.
- Kracht, A.M., (1978). Design of Bulbous Bows, Transactions. *SNAME* 86: 197-217.
- Saral, D., Aydin, M., Kose, E., (2018). A Systematic Investigation of The Effects of Various Bulbous Bows on Resistance of Fishing Boats. *Brodogradnja* 69(2): 93-117.
- Bahatmaka, A., Kim, D.J., (2019). Numerical Approach for The Traditional Fishing Vessel Analysis of Resistance by CFD. *Journal of Engineering Science and Technology* 14(1): 207-217.
- Raju, M.S.P., Sivabalan, P., Thamby, T., Saravanan, B., (2020). Effect of Bulbous Bow on Resistance of a Tuna Longliner. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)* 11(2): 136-145.
- Shih, T.H., Liou, W.W., Shabbir, A., Yang, Z., Zhu, J., (1995). A New $k-\epsilon$ Eddy-Viscosity Model for High Reynolds Number Turbulent Flows Model: Development and Validation. *Computers Fluids* 24(3): 227-238.
- CD-Adapco, (2014). User Guide, Star-CCM+ Version 9.04, CD-Adapco.
- Carrica, P.M., Fu, H., Stern, F., (2011). Computations of Self-Propulsion Free to Sink and Trim and of Motions in Head Waves of the KRISO Container Ship (KCS) model. *Applied Ocean Research* 33(4): 309-320.
- Tezdogan, T., Demirel, Y.K., Kellett, P., Khorasanchi, M., Incecik, A., Turan, O., (2015). Full-Scale Unsteady RANS CFD Simulations of Ship Behaviour and Performance in Head Seas Due to Slow Steaming. *Ocean Engineering* 97: 186-206.
- Ozdemir, Y.H., Cosgun, T., Dogrul, A., Barlas, B., (2016). A Numerical Application to Predict The Resistance and Wave Pattern of KRISO Container Ship. *Brodogradnja* 67(2): 47-65.
- Islam, H., Rahaman, M.M., Akimoto, H., Islam, M.R., (2017). Calm Water Resistance Prediction of A Container Ship Using Reynolds Averaged Navier-Stokes Based Solver. *Procedia Engineering* 194: 25-30.
- URL-1, KRISO Container Ship (KCS), (2020). 16.07.2020, https://t2015.nmri.go.jp/kcs_gc.html
- URL-2, Fresh Water and Seawater Properties, (2020). 16.07.2020, <https://www.itte.info/media/7989/75-02-01-03.pdf>
- Hirt, C.W., Nichols, B.D., (1981). Volume of Fluid (VOF) Method for The Dynamics of Free Boundaries. *Journal of Computational Physics* 39(1): 201-225.
- URL-3, Kasirga 2, (2020). 20.07.2020, <https://www.basarangemi.com.tr/ships/balik-avci/kasirga-2>
- URL-4, Ulucan Balıkçılık, (2020). 20.07.2020, <https://www.basarangemi.com.tr/ships/balik-avci/ulucan-balikcilik>

Evaluation of Antalya Cruise Port Project in Terms of Location Selection Criteria and Responsible Tourism

Antalya Kruvaziyer Liman Projesinin Yer Seçim Kriterleri ve Sorumlu Turizm Açısından Değerlendirilmesi

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 6 Sayı: 2 (2020) 224-238

Sonay Zeki AYDIN¹, Fevzi BİTİKTAŞ^{2,*}, İsmet BALIK¹

¹Akdeniz Üniversitesi Kemer Denizcilik Fakültesi, Antalya

²Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi, Balıkesir

ABSTRACT

Known as one of the world's most important tourism center Antalya, as of 2019, \$ 9.2 billion to Turkey's tourism income has been the province with the greatest overall contribution. Standing out in hotel tourism with the advantage of sea, sand, and sun, Antalya province actually offers great potential in terms of cruise tourism both with its location in the Mediterranean and its natural, historical and cultural wealth. However, it is observed that Antalya province cannot get the share it deserves from cruise tourism compared to other Mediterranean destinations. On the other hand, in 2007 within the scope of the tourism strategies announced by the Republic of Turkey Ministry of Culture and Tourism, it has come to the agenda to build a cruise port in Antalya in order to diversify tourism and increase tourism revenues.

Even though important steps were taken towards the realization of the cruise port project by the Antalya Metropolitan Municipality, it was criticized by the local people and various non-governmental organizations, especially for the port location. This study evaluates the latest cruise port project within the framework of location selection criteria and responsible tourism. The restructuring of the Antalya cruise port in a way that does not impair the life quality of the city and local people and does not threaten future generations is important for the economic, social, and cultural interests of both Turkey and Antalya.

Keywords: Antalya cruise ports, marine tourism, responsible tourism, Mediterranean, tourism revenues.

Article Info

Received: 03 September 2020

Revised: 13 September 2020

Accepted: 14 September 2020

* (corresponding author)

E-mail: fevzibitiktas@gmail.com

ÖZET

Dünyanın en önemli turizm merkezlerinden biri olarak görülen Antalya, 2019 yılı itibariyle \$ 9.2 milyarla Türkiye'nin genel turizm gelirlerine en fazla katkıda bulunan il olmuştur. Deniz, kum ve güneş avantajıyla otelcilik turizminde öne çıkan Antalya ili aslında hem Akdeniz'deki konumu ve hem de sahip olduğu doğal, tarihi ve kültürel zenginlikleriyle kruvaziyer turizmi açısından da büyük bir potansiyel barındırmaktadır. Ancak Antalya ilinin diğer Akdeniz ülkesi destinasyonlarına kıyasla kruvaziyer turizminden hak ettiği payı alamadığı gözlemlenmektedir. Diğer taraftan 2007 yılında T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından açıklanan turizm stratejileri kapsamında turizmin çeşitlendirilmesi ve turizm gelirlerinin artırılması amacıyla Antalya'da kruvaziyer liman yapılması gündeme gelmiştir. Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından kruvaziyer liman projesinin hayata geçirilmesine yönelik önemli adımlar atılmaya çalışılsa da özellikle liman yer seçimine yönelik yerel halk ve çeşitli sivil toplum kuruluşları tarafından eleştirilmiştir. Bu çalışma en son gündeme gelen Antalya kruvaziyer liman projesini liman yer seçim kriterleri ve sorumlu turizm çerçevesinde değerlendirmektedir. Antalya kruvaziyer liman projesi, kentin ve yerel halkın yaşam kalitesini bozmayacak ve gelecek nesilleri tehdit etmeyecek bir şekilde yapılaştırılması koşuluyla hem Türkiye'nin hem de Antalya ilinin ekonomik, sosyal ve kültürel çıkarları açısından büyük bir fırsat sunmaktadır.

Anahtar sözcükler: Antalya kruvaziyer limanı, deniz turizmi, sorumlu turizm, Akdeniz, turizm gelirleri.

1. GİRİŞ

Kruvaziyer turizmi, uluslararası turizmin en hızlı büyüyen dallarından biri olarak görülmektedir. 2018 yılında kruvaziyer turizminde %7'lik bir artış yaşanmış ve dünya genelinde toplam 28.5 milyon yolcuya hizmet verilmiştir (CLIA, 2020). 2019 yılı sonu itibariyle son 10 yılda sürekli artan bir talep eğrisine sahip olan dünya kruvaziyer pazarında Akdeniz suları en yoğun seyahat edilen ikinci bölge olmuştur (FCCA, 2017). Bölgedeki bu yoğun talebin temel nedeni destinasyonların sahip olduğu cazibe merkezleridir (Deniz, 2017: 3).

Cazibe merkezleri kruvaziyer limanlara olan talebi doğrudan şekillendirmektedir. Bu yüzden kruvaziyer liman yatırımları stratejik bir yapıda ele alınmalıdır. Aksi durumda hem beklenen talep karşılık bulamamakta hem de yanlış yatırımlarla destinasyon bölgelerinde kalıcı hasarlar

verilebilmektedir. Günümüzde özellikle çevre bilincinin artmasıyla birlikte öne çıkan sorumlu turizm ve sürdürülebilirlik yaklaşımlarıyla bu tür olumsuzlukları en aza indirmek mümkündür (Polat, 2015: 438). Bu noktada kruvaziyer turizmine konu olan turistler, yerel halk ve sivil toplum kuruluşları da dahil tüm paydaşların bilinçli bir şekilde sorumluluk alarak birlikte hareket etmesi önem arz etmektedir (Hacıoğlu ve Yetim, 2019: 44).

Akdeniz çanağında en uzun kıyıya sahip ülkelerden biri olan Türkiye'nin kruvaziyer turizmine yönelik önemli birçok cazibe merkezleri bulunmaktadır. 2007 yılında T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı'nca yayınlanan raporda Türkiye'nin 2023 turizm stratejileri kapsamında turizmin çeşitlendirilmesi ve geliştirilmesi amacıyla yeni kruvaziyer liman projeleri gündeme gelmiştir (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2007: 65). Bu projelerden biri de Antalya

krvaziyer liman projesidir. Türkiye'nin sahip olduğu potansiyel (Akpınar ve Bitiktaş, 2016: 1) ve bölgedeki kruvaziyer talebin artacağına yönelik projeksiyonlar (DenAr, 2017: 57) göz önünde bulundurulduğunda bu projenin büyük bir fırsat olduğu anlaşılmış ve özellikle 2017 yılından itibaren önemli girişimlerde bulunulmuştur. Ancak fizibilite çalışmaları sonuçlanan kruvaziyer liman projesi yerel halk ve çeşitli sivil toplum kuruluşlarında ekolojik ve sosyo-kültürel kaygılar doğurmuştur. 2020 yılı itibarıyla ise projeye yönelik halen somut bir adım atılmamıştır. Diğer taraftan Türkiye'de son yıllarda artan güvenlik kaygısı kruvaziyer hatların Türkiye'yi rotalarından çıkarmasına neden olmuş (Yağcı, 2017) ve Antalya dahil Türkiye'deki tüm kruvaziyer limanlara olan talep çok sert düşüş yaşamıştır. Bu durum Antalya kruvaziyer liman projesinin ekolojik ve sosyo-kültürel (Klein, 2011: 107) kaygılarına ek olarak ekonomik risk unsurunu da öne çıkarmıştır.

Bu çalışmada sorumlu turizm (responsible tourism) ve kruvaziyer liman kriterleri çerçevesinde Antalya'da en son gündeme gelen kruvaziyer liman projesine yönelik kavramsal bir değerlendirme yapılmıştır. Çalışmada akademik yaklaşımlar eşliğinde sektörel haberler, basın bildirgeleri ve resmî kurumların hazırlandığı raporlar başta olmak üzere ikincil veri kaynaklarından yararlanılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde Türkiye ve Dünya kruvaziyer pazarlarına yönelik son gelişmeler belirtilmiş ve Antalya ilinin mevcut kruvaziyer istatistikleri ortaya konulmuştur. Üçüncü kısımda ise sorumlu turizm ve kruvaziyer liman olma kriterleri konusuna değinilmiştir. Çalışmanın bir sonraki aşamasında da en son gündeme gelen Antalya kruvaziyer liman projesi sorumlu turizm ve kruvaziyer liman kriterleri altında tartışılmıştır. Çalışma sonuç bölümü ile tamamlanmıştır.

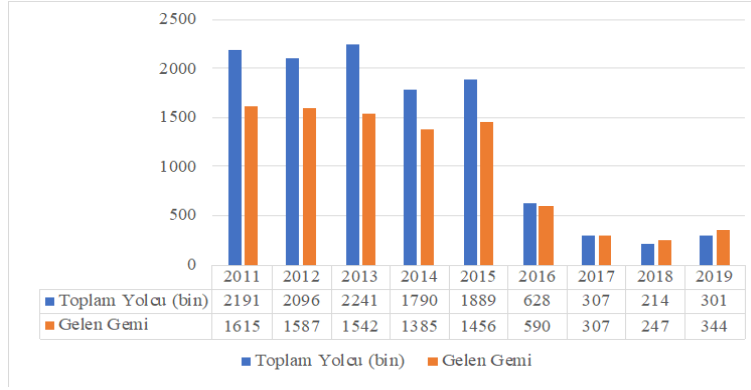
2. KRVAZİYER PAZARLARINDA GÜNCEL GELİŞMELER

Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütü (UNWTO) Dünya Turizm Barometresi verilerine göre, uluslararası turizm talebi 2018 yılında %6 artarken, kruvaziyer turizmi aynı süreçte yaklaşık %7'lik bir artışla 28.5 milyon yolcuyla ağırlamıştır. Sektörün ayrıca 2018 yılı verilerine göre \$ 150 milyarlık bir ekonomi yarattığı tahmin edilmektedir (CLIA, 2020). Diğer taraftan Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz çanağı, Karayipler'den (%34.4) sonra en fazla kruvaziyer seyahatin gerçekleştiği bölgedir (%17.3).

Deniz turizmi gelirleri başta kruvaziyer yolcu ve liman harcamaları olmak üzere, yat limanı, ticari yat, gulet, günü birlik gezi tekneleri, dalış turizmi ve su üstü faaliyet gelirlerinden oluşmaktadır (Deniz Ticaret Odası Dergisi, 2017: 16). Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) verilerine göre 2019 yılında Türkiye'nin toplam turizm geliri \$ 34.5 milyar olmuştur (TUİK, 2020). Deniz Ticaret Odası (DTO) verilerine göre ise aynı yıl toplam deniz turizmi gelirleri yaklaşık \$ 7.2 milyar olarak hesaplanmıştır (DTO, 2020). Bu rakamlar ışığında Türkiye'de deniz turizmi gelirleri, genel turizm gelirlerinin yaklaşık %20'sine karşılık geldiği söylenebilir.

Diğer taraftan 2014 yılında Yunanistan'da yaşanan kriz ve grevler ve sonrasında 2016 yılı küresel kriz ve terör algısının etkisiyle kruvaziyer hatlar rotalarını Akdeniz'den uzak doğu sularına yönlendirmeye başlamıştır (Deniz Ticaret Odası Dergisi, 2017: 17). Böyle bir dönemde üzerine bir de Türkiye'de artan güvenlik kaygılarıyla kruvaziyer hatların birçoğunun Türkiye'yi rotalarından çıkarmasına neden olmuştur.

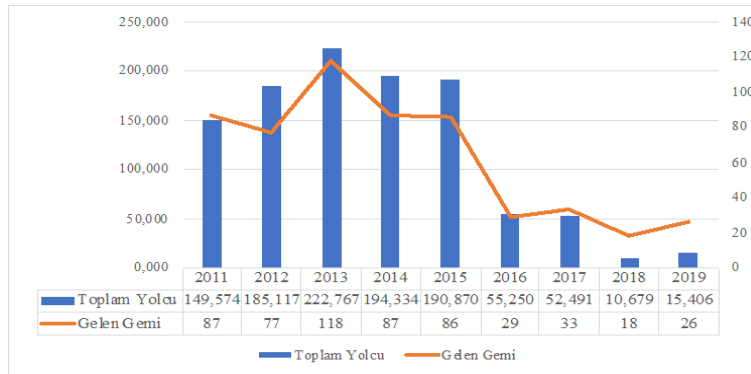
Türkiye'de büyük bir gelişme gösteren kruvaziyer limanlar 2016 yılından itibaren yolcu ve sayıları bakımından ciddi düşüşler yaşamıştır. Tablo 1'de 2011-2019 yılları arasında Türkiye kruvaziyer limanlarına gelen toplam yolcu ve gemi sayıları görselleştirilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'ye Gelen Kruvaziyer Gemi ve Yolcu Sayıları (Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü, 2020).

Kruvaziyer limanlara olan bu genel düşüş Antalya'da bulunan kruvaziyer terminallerini de doğrudan etkilemiştir. Şekil 2'de 2011-2019 yılları arasında

Antalya'da faaliyet gösteren Port Akdeniz kruvaziyer terminali ve Alanya Limanı kruvaziyer terminaline gelen gemi ve yolcu sayıları görselleştirilmiştir.



Şekil 2. Antalya Kruvaziyer Terminallerine Gelen Gemi ve Yolcu Sayıları (Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü, 2020)

3. KRUVAZİYER VE SORUMLU TURİZM

Literatüre ilk defa doğal yaşam pazarlamasıyla giren (Hacıoğlu ve Yetim, 2019: 44) sorumlu turizm kavramı başta ekoturizm ve sürdürülebilir turizm olmak üzere, yeşil turizm, düşük etkili turizm, alternatif turizm gibi ifadelerle de anılabilmektedir (Akpınar ve Bulut, 2010: 1576). Bu kavramların her biri aslında çevreyi koruma, yerel halkın refahını devam ettirme ya da doğal alanlara karşı sorumluluk gibi benzer amaçlara hizmet etse de farklılaştığı noktalar bulunmaktadır (Kaypak, 2012: 13). Sürdürülebilir turizm geniş anlamda aslında

bir turizm türü değildir. Sürdürülebilir turizm, turizmin tüm türleri için geçerli olması beklenen temel bir koruma yaklaşımıdır. Sürdürülebilir turizmde asıl amaç çevrenin ve ekonomik faydanın uzun dönemlere yayılacak şekilde kullanımının sağlanmasıdır. Sürdürülebilirlik kavramı gelecek nesilleri de göz önünde bulunduran, fırsatları koruyan ve geliştiren bir niteliğe sahiptir (Erdoğan, 2014: 3, 5). Dünya Turizm Örgütü (World Tourism Organization, UNWTO)'ne göre çevresel kaynakları en uygun şekilde tüketmek, ekolojik dengeyi bozmamak, doğal ve kültürel mirasları ve biyolojik çeşitliliği korumaya yardımcı olmak, sağlam ve uzun vadeli ekonomik faaliyetler yürütmek,

istikrarlı istihdam ve gelir sağlamak ve tüm paydaşlara sosyo-ekonomik hizmetler sunmak sürdürülebilir turizmin en temel görevlerindedir (UNEP and UNWTO, 2005: 11, 12).

1980'lerin ortalarında ortaya çıkan ekolojik turizm ya da ekoturizm ise doğa temelli alternatif bir turizm türü olarak anılmaktadır. Ekoturizm doğayı koruma ve bozmama amacıyla (Kaypak, 2012: 12) aslında sürdürülebilir turizm özelliği taşır. Ekoturizm bir kavram olarak ekonomik faydaların etik ve eşit dağılımına karşılık gelirken, faaliyet olarak doğal alanları ziyaret anlamı taşımaktadır. Farklı bir tanımlamaya göre ise ekoturizm doğa odaklı, koruma ve muhafazayı konu alan, kültür, fayda, eğitim ve etik konuları da içine alan bir turizm türüdür (Erdoğan, 2014: 3, 7).

Zaman içerisinde turizm taleplerinin artmasıyla yeni ihtiyaçlar ortaya çıkmış ve turizmde ekolojik ve sürdürülebilir nitelikler yetersiz kalmıştır. Bu yetersizliğin en önemli sebebi ekoturizmin ve sürdürülebilir turizmin "sorumluluk" olgusunu yeteri kadar öne çıkaramayıdır. Turizmde paydaşların sadece işletme yöneticilerinden oluşmadığı, aynı zamanda turistlerin ve yerel halkın da içinde bulunduğu bir topluluk olarak hareket etmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda sorumlu turizm, ilgili faaliyetlerdeki tüm aktörlerin (devlet, sivil toplum kuruluşları, turistler, yerel halk ve diğer paydaşlar) bilinçli bir şekilde ve tam sorumluluk alarak hareket etmesine odaklanmaktadır (Hacıoğlu ve Yetim, 2019: 44). 2002 yılında Güney Afrika'da Sürdürülebilir Gelişme Dünya Zirvesi (Johannesburg, 26 Ağustos- 4 Eylül 2002) öncesi Cape Town'da açıklanan "Güzergâhlarda Sorumlu Turizm" bildirgesine göre sorumlu turizm esasları şunlardır (Cape Town Turizm Departmanı, 2019: 2);

- Ekonomik, sosyal ve çevresel sorunların etkisini azaltır
- Yerel halka ekonomik katkı sağlar ve toplumun refahını artırır
- Çalışma şartlarını iyileştirir

- Yerel halka bölgeleri söz hakkı tanır
- Doğal ve kültürel mirasın korunmasına yardımcı olur
- Yerel halk ve turistler arasında doğru iletişim ve anlamlı ilişki kurma fırsatı sunar
- Engelli bireylerin turizme erişimini kolaylaştırır
- Kültürel hassasiyet, saygı ve güven tesis eder.

Sorumlu turizm şu üç temel kategoride ilkelere sahiptir; ekonomik, sosyal ve çevresel unsurlar (UNEP and UNWTO, 2005: 162). Bu ilkeler kruvaziyer turizmi açısından ele alındığında bir takım olumlu ve olumsuz algılar ortaya çıkabilmektedir (CESD, 2006: 93). Bu algılar Tablo 1'de özetlenmiştir

Tablo 1. Kruvaziyer Turizmin Algılanan Olumlu ve Olumsuz Etkileri (CESD, 2006: 93)

Etkiler	Olumlu	Olumsuz
Ekonomik	- Yatırım ve gelirlerin artışı - İstihdam artışı - Altyapı gelişimi	- Düşük harcama düzeyi - Ziyaretlerin gerçekleşmesindeki uyumsuzluklar
Sosyo-Kültürel	- Kültürler arası paylaşım	- Uyuşturucu ve suç oranlarında artış, - Arazi fiyatlarının yükselmesi - Aşırı kalabalıklaşma - Trafik yoğunluğu
Çevresel	-	- Aşırı kalabalıklaşma - Kaynaklara kısıtlı ulaşım, gürültü ve çevre kirliliği

Diğer turizm türlerinde olduğu gibi kruvaziyer turizmde de gelecek nesiller, yerel halkın yaşam kalitesi ve pazar yapısı gibi unsurlar gözetilmeden, sadece işletme çıkarlarına göre kısa vadeli hedefler çerçevesinde yapılan yanlış yatırımlar geri döndürülemez hasarlara yol açabilmektedir. Bu yüzden etkisi uzun süreli olan kruvaziyer liman yatırımlarına yönelik adımlar sorumlu

turizm çerçevesinde değerlendirilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Sorumlu turizmin temel ilkeleri kruvaziyer turizminin ekonomik, sosyal ve çevresel unsurları altında bir sonraki bölümde ele alınmıştır.

3.1. Ekonomik Unsurlar

Kruvaziyer endüstrisi destinasyonlarda kısa süreli olumlu ekonomik etkiler yaratsa da, orta ve uzun vadede olumsuzluklara neden olabilmektedir. Özellikle büyük yatırımlara konu olan kruvaziyer limanlardan beklenen geri dönüş alınamayabilmektedir. Bu durum uzun vadede maliyet ve fayda dengesi açısından da olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir (Polat, 2015: 441, 442).

Diğer taraftan kruvaziyer hatlar tek bir destinasyona bağlı kalmak zorunda değildir. Destinasyon ülkelerinde olası bir doğal ya da politik kargaşa, talebin farklı bölgelere kaymasına neden olabilmektedir. Bu bağlamda kruvaziyer turizminin son derece kırılğan bir yapıda olduğunu belirtmek gerekir. (Deniz, 2017: 10).

Kruvaziyer turizminin destinasyon bölgesindeki ekonomik etkisi limanın ana liman ya da uğrama limanı olma durumuna da bağlıdır. Ana liman kruvaziyer seyahatin başladığı ve bittiği limanlardır. Uğrama limanı ise ara durak (transit) olarak hizmet veren limanlardır. Her iki amaca hizmet veren hibrit limanlar da bulunmaktadır.

Uğrama limanlarında kruvaziyer yolcular genellikle on saatten az zaman harcamaktadır (Brida ve Zapata-Aguirre, 2009: 215). Kruvaziyer turistlerin kısıtlı sürede konaklama ve diğer birçok hizmetten yararlanamıyor oluşu uğrama limanlarındaki harcamalarını en aza indirmektedir. Ana limanlarda ise ekonomik etki daha fazla olmaktadır. Yapılan bir araştırmaya göre ana liman özelliği taşıyan Miami kruvaziyer limanında yolcular ortalama 1.6 gün konaklamakta ve gecede ortalama \$ 63 harcamaktadır (Klein, 2005: 10).

Diğer taraftan liman masrafları ve vergiler ekonomik katkı sunsa da kruvaziyer limanların rekabetçi gücünde kritik etkiye

sahiptir (Deniz, 2017: 10). Örneğin Büyükipekçi ve Gök (2016)'ün yaptığı araştırmaya göre Batı Akdeniz bölgesinde Türkiye'nin rakibi olan Yunanistan, kruvaziyer gemiler için daha cazip bir vergilendirme yapısına sahiptir. Yapılan bir hesaplama göre Türkiye ve Yunanistan destinasyonları arasında ortalama gemi uğrama maliyetleri Türkiye için \$ 20,087, Yunanistan için \$ 6,876 olmuştur. Yani Türkiye'ye uğrayan bir kruvaziyer gemiden alınan vergi miktarı Yunanistan'ın üç katı kadardır. Yunanistan'ın, Türkiye'nin neredeyse dört katı kadar yolcu ve gemi ağırlamasının önemli nedenlerinden biri de uyguladığı bu düşük vergilendirme sistemi olduğu düşünülmektedir (Büyükipekçi ve Gök, 2016: 36).

3.2. Sosyo-Kültürel Unsurlar

Sosyo-kültürel açıdan kruvaziyer limanlar ilk olarak "toplumsal taşıma kapasitesi (social carrying capacity)" konusu ile gündeme gelmektedir. Toplumsal taşıma kapasitesi destinasyon bölgesindeki yöre halkının ve ziyaretçilerin kalabalık toleransı ya da rahatsız hissetmeyecekleri en fazla insan yoğunluğu olarak ifade edilmektedir. Kalabalık algısı kişilik tipi, cinsiyet türü, kültürel hatta mesleki özelliklerden etkilenen dinamik bir doğaya sahiptir (De Ruyck vd., 1997: 822).

Kruvaziyer gemiler limanlara anlık olarak binlerce insan getirir ve bu insanlar ortak kullanım alanlarında yüksek yoğunluklara neden olabilmektedir. Gemi sayısı arttıkça bu yoğunluğun derecesi daha da etkileyici düzeylere ulaşabilmektedir. Bu durum bölgesindeki yerel halkın ani kalabalığa karşı tolerans düzeyini zorlayabilmektedir. Söz konusu yoğunluk bölgenin yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Kısıtlı zamana sahip yolcular kısa sürede en iyi turistik deneyimi elde etme güdüsüyle yerel halk ile olan etkileşimini yüzeysel ve niteliksiz düzeyde tutabilmektedir (Ayazlar ve Ayazlar, 2016: 10).

Bir diğer konu da kruvaziyer limanların bölgede homojenleşmeye neden olmasıdır. Kruvaziyer limanlar belli bir dereceye kadar

homojen olmak durumundadır ancak bu durum turist odaklı ürün çeşitliliğini de beraberinde getirmektedir. Özellikle büyük işletmeler açısından ekonomik bir katkı sunuyor olsa da kültürel anlamda yozlaşmaya neden olabilmektedir. Örneğin Alaska'nın Ketchikan isimli küçük bir kentinde kruvaziyer limandan kaynaklı 43 adet kuyumcu mağazası bulunmaktadır. Takı üretimi on yıl öncesine kadar yöre halkı tarafından sağlanmaktayken günümüzde bu pazarı büyük mağazalar ele geçirmiş durumdadır (Klein, 2011: 113).

Bir diğer konu da yerel deneyimlerin bozulma durumudur. Kruvaziyer turistlerin varış noktalarındaki yerel ve kültürel deneyim beklentileri, özellikle yoğun talebin olduğu dönemlerde karşılanamamaktadır. Çoğu kez bölgeye özel ürünler otantik özelliklerini yitirmekte ve hatta sahte ürünler ortaya çıkabilmektedir (Ayazlar ve Ayazlar, 2016: 10). Aynı şekilde turist yoğunluğunun fazla olduğu zamanlarda bölgedeki üreticiler ürünlerini kalitesiz bir yapıda ya da daha yüksek fiyatla satma arayışına girebilmektedir. Bu durum hem turistlerin o anki deneyimlerine hem de bölgenin markasına zarar verebilmektedir. Sosyal etkileri yerel halk kadar ziyaretçiler açısından da değerlendirmek mümkündür. Türkiye'de yapılan bir araştırmaya göre, Kuşadası'na gelen turistlerin talep etmemelerine rağmen halı, kuyum ve seramik pazarlarına götürüldükleri, yerel esnafın satış yapmak için turistleri rahatsız edici davranışlarda bulunabildikleri, eksik iletişime maruz kalabildikleri ve yeterli güvenlik hizmeti edinemedikleri gibi durumlar ortaya çıkabilmektedir (Oğuzbalan ve Kızılırmak, 2017: 1020). Bu gibi durumlar hem destinasyon markasını zedelemekte hem de sosyo-kültürel kaygılara neden olabilmektedir.

3.3. Çevresel Unsurlar

Kruvaziyer endüstrisi dünya denizlerine en fazla atık üreten oluşumlardan biri olarak görülmektedir. Özellikle kruvaziyer gemiler dünya deniz ticareti filosunun %1'ine karşılık geliyor olmasına rağmen, atıkların

%25'inden sorumludur (Butt, 2007: 591). Büyük ve lüks kruvaziyer gemiler çevrenin korunması açısından büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Ortalama bir kruvaziyer yolcu günde yaklaşık üç kilogram atık üretmektedir. Bunlara lağım çamurları ve yağlı sular da (Polat, 2015: 443) eklendiğinde denizler için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (United States Environmental Protection Agency, US EPA)'nın tahminine göre 3 bin kişilik bir yolcu gemisi haftada yaklaşık 800 bin litre lağım suyu üretmektedir. 2014 yılında yolcu gemileri, okyanusa 3 milyar litreden fazla işlenmemiş lağım atığı bırakmıştır (Webmaster, 2019).

Yüzen küçük şehirler olarak anılan kruvaziyer gemiler ekolojik bir ayak izine de sahiptir. Kruvaziyer gemilerin motorları, küresel ve yerel kükürt oksit (SO_x), azot oksit (NO_x) ve partikül madde (PM) emisyonlarına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Havada oluşan bu kirlilik ayrıca iklime ve sağlığa zararlı olan kurum emisyonlarını (siyah karbon) da içermektedir (Soot-Free for the Climate, 2012: 5).

Aynı şekilde kruvaziyer gemilerin karbon salınımları da etkileyici boyutlardadır. Ortalama bir kruvaziyer geminin yolculuk süresince ortaya çıkardığı CO₂ emisyonu, bir tren yolculuğundan bin kat daha fazla (Webmaster, 2019) olabilmektedir. Daha da etkileyici olan ise bir kruvaziyer geminin bir yılda bir milyon otomobil kadar partikül madde yayabildiği gerçeğidir (Farand, 2017). Transport & Environment (2019)'un yaptığı bir araştırmaya göre, Carnival Corporation & PLC kruvaziyer gemilerin 2017 yılında Avrupa denizlerinde salındığı kükürt dioksitin, tüm Avrupa'daki yaklaşık 260 milyon yolcu aracından on kat daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Günümüzde Avrupa'da kruvaziyer gemi hava kirliliğine en fazla maruz kalan ülkeler; İspanya, İtalya, Yunanistan, Fransa ve Norveç'tir. Kruvaziyer gemilerin en fazla uğrak yaptığı Barselona, Palma Mallorca ve Venedik kentleri ise en kirli bölgeler olmuştur

(Transport & Environment, 2019). Ancak kruvaziyer gemilerden kaynaklı bu yoğun hava kirliliğinin Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (IMO), 1 Ocak 2020 tarihinden itibaren uluslararası sulardaki emisyonların düşürülmesine yönelik yürürlüğe soktuğu "Düşük Kükürt Yönetmeliği" ile en az seviyelere indirileceği belirtilmektedir (IMO, 2020).

4. KRUVAZİYER LİMAN KRİTERLERİ

Kruvaziyer limanların en temel özelliği cazibe merkezleri ile olan ilişkisidir. Endüstriyel hizmet üreten denizcilik sektörünün altında yer alan kruvaziyer turizmi son tüketiciye hizmet sağlıyor olmasıyla benzersiz bir konuma sahiptir. Ancak bir kruvaziyer seyahatte destinasyon seçim kararını gemi operatörleri belirlemektedir. Yani son tüketici konumundaki kruvaziyer yolcular ya da turistler hatların önceden belirlediği rotalarda seyahatlerini gerçekleştirirler. Bu durumdan dolayı kruvaziyer limanların asıl müşterisinin kruvaziyer hatlar olduğu söylenebilir. Kruvaziyer hatlar rotalarına ekleyecekleri limanları sahip olduğu cazibe merkezlerine ve ulaşım imkanlarına göre (Muslu, 2018: 217) değerlendirmektedir. Limanlar kruvaziyer hatların müşterisi konumunda olsa da, kruvaziyer hatlara olan talebi son tüketiciler belirlediğinden limanların cazibe merkezleriyle olan ilişkisi dolaylı bir önem arz etmektedir.

Deniz turizmi endüstrisi uluslararası rekabetin en yoğun yaşandığı sektörlerin başında gelmektedir. Kruvaziyer hatların beklentilerini karşılamayan veya stratejilerine ayak uydurmayan limanların ayakta kalması mümkün değildir (Oral vd., 2011: 664). Bu bağlamda kruvaziyer hatların destinasyon limanı seçimine yönelik birtakım kriterler ön plana çıkmaktadır. Bu kriterlerin en başında limanın konumu yer almaktadır. Kruvaziyer gemilerin limanlardan en yüksek faydayı edinebilmesi için liman yer seçim kriterleri hayati bir önem taşımaktadır. Akademik

yazında kruvaziyer limanların yer seçim kriterlerine yönelik hazırlanmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Oral vd. (2014) kruvaziyer liman yer seçiminde öne çıkan altı unsuru aşağıdaki şekilde sıralamıştır (Oral vd., 2014: 303);

- Turizm: doğal, tarihi ve kültürel alanlara (cazibe merkezlerine) yakınlık
- Liman kullanıcıları: kruvaziyer hatların hizmet beklentileri
- Çevre: fiziksel, kimyasal ve biyolojik şartlar
- Sosyo-Ekonomik: bölge nüfusu, ticaret ve eğitim düzeyi
- Alt yapı: ulaşım imkanları, enerji, su ve konaklama durumu
- Mühendislik özellikler: jeolojik, topografik, oşinografik ve meteorolojik şartlar

Kruvaziyer limanların yer seçimi kritik öneme sahip ve karmaşık bir sorundur. Yatırım kararları sırasında ekonomi, çevre, insan hayatı ve toplumsal etki gibi önemli unsurlar göz önünde bulundurulmalıdır. Demirel ve Yücenur (2011) kruvaziyer liman kriterlerini stratejik, teknik, ekonomik ve sosyal koşullar kapsamında ele almıştır. Bunlar;

- Stratejik koşullar; cazibe merkezlerine yakınlık, turizm pazarına yakınlık ve genişleme olanağı
- Teknik koşulları; meteorolojik özellikler, su derinliği, rıhtım uygunluğu, dalga etkileri ve kıyı şeridinin uygunluğu
- Ekonomik koşullar; yatırım, işletme ve tutundurma maliyeti
- Sosyal koşullar; ulaşım imkanları ve eğitim durumu

UNCTAD (2011) ise kruvaziyer ana limanı olma özelliklerini belirtmiştir. Aslında uğrama ve ana liman arasında birçok yönden benzerlik bulunsa da (emniyetli, güvenli, rahat ve ilgi çekici yerlerin yanı sıra yeterli, uygun maliyetli olanaklar gibi) başarılı bir ana limanı ayırt eden önemli kriterler şunlardır (UNCTAD, 2011: 10);

- Üst düzey liman hizmetleri ve cazip bir şehir
- Modern ve verimli bir havaalanı
- Çekici turistik mekanlar ve

güzergahlar

- Gelişmiş kent merkezi;
- Erişilebilirlik

McCalla (1998) ise liman seçimini iki ana başlık altında incelemiştir; saha (site) ve durum (situation) kriterleri. Tablo 2’de kruvaziyer limanlarda beklenen saha ve durum şartları özetlenmiştir. Örnek liman, çalışmanın yapıldığı 1998 yılının şartlarına uygun saha ve durum özelliklerini içermektedir. Günümüzdeki limanlar için gemilerin büyümesi ve kruvaziyer yolcu davranışlarındaki ve beklentilerindeki değişikliklerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Tablo 2. Kruvaziyer liman özellikleri (McCalla, 1998)

Limana Sahası	Limana Durumu	Bölgesi
- Üst düzey liman olanakları	- İki havaalanı (45 dakika mesafede)	
- 4 gemi yanaşma yeri	- En iyi plaj, su sporları ya da ada turu imkanı.	
- 2 orta büyüklükte kruvaziyer geminin yanaşabileceği bir iskele	- Misafirperver yerel halk.	
- Büyük kruvaziyer gemiler için yanaşma yeri	- Tarihi mekanlar	
- Özel terminal	- Resif ve torpik ormanlar	
- Merkez, restoran ve otellere yürüme mesafesi ya da kısa yolculuk olanağı	- Merkeze ve turistik alanlara kolay ulaşım	
- Pilotaj, römorkaj, gümrük, acenta, ve yakıt olanakları		
- Gelgit sınırlamasının olmaması		
- 9.6 m draft		

Oral vd. (2014) kruvaziyer liman yer seçim kriterleri daha güncel ve detaylı olarak ele almıştır. Bu kriterler aşağıda özetlenmiştir (Oral vd., 2014: 303-305);

- Liman yatırım ve işletme sürecinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik çevreye zarar vermemeli. Seçilen bölge olası kısa süreli olumsuz etkileri tolere edebilmeli.
- Seçilen bölge koruma statüsündeki yerler (milli park, tabiat ya da sit alanı, kültür varlıkları ve miraslar vb.) içinde yer

almamalı. Yaban hayat, orman ve tarım alanlarını tehdit edecek konumda olmamalı.

- Kentlin cazibe noktalarına yakın ve ulaşım, mesafe ve konfor açısından uygun olmalı
- Seçilen bölge sosyo-ekonomik şartlarıyla (gelişmişlik, eğitim, alışveriş olanakları) turizme uygun olmalı.
- Bölgenin temel altyapısı (elektrik, su, yol vb.) uygun olmalı
- Liman geri sahasında yoğun kentsel yapılanma olmamalı (yerel halkın yaşam alanlarının önünü kapatmaması ve rahatsızlık vermemesi için).
- Seçilen bölgenin deniz ulaşım özellikleri (deniz trafiği, manevra imkanı, yük ve yolcu yoğunluğu gibi) elverişli olmalı. Her türlü meteorolojik koşul ve deniz şartında emniyetli olmalı.
- Coğrafik özellikleri kruvaziyer liman için elverişli bir konumda olmalı. Geri saha topografik açıdan alan kazanmak için yoğun hafriyat gerektirmemeli. Benzer şekilde uygun su derinliği için yüksek hacimli tarama gerektirmemeli.
- Bölgenin meteorolojik ve iklim şartları uygun olmalı. Her türlü hava koşulunda ve deniz şartında emniyetli olmalı.
- Jeolojik bakımdan bölge (fay hatları, yapısal ve tektonik oluşumlar, zemin uygunluğu ve doğal şartlar) yatırıma uygun olmalı
- Seçilen bölgenin oşinografik karakteristiği (dalga, akıntı, gel-git miktarı, kimyasal ve biyolojik özellikler) liman yapılanmasına elverişli olmalı.

5. ANTALYA KRUVAZİYER LİMAN PROJESİ

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı’nın 2007 yılında yayınladığı Türkiye Turizm Stratejisi 2023 Eylem Planı raporuyla deniz turizminin geliştirilmesi ve kruvaziyer limanlara özel önem verilmesi amacıyla Türkiye’nin belli bölgelerine kruvaziyer liman yapılması gündeme gelmiştir (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2007: 55). Bu kapsamda projelendirilen limanlardan bir

tanesi de Antalya kruvaziyer liman projesidir. Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin üstlendiği projede, 2017 ve 2018 yılları arasında önemli aşamalar kaydedilmiş olsa da 2020 yılı son çeyreği itibariyle halen somut bir adım atılamamıştır. 2017 yılında kruvaziyer limanın yapı-işlet-devret modeliyle Şekil

3'te görselleştirilen Kemerağzı- Kundu Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişim Bölgesinde yer alan Lara Birlik plajında yapılacağı (TRT Haber, 2017) ve 300 dönümlük bir arazi üzerinde yaklaşık bir kilometre sahil genişliğinde olacağı duyurulmuştur.



Şekil 3. Antalya'da en son gündeme gelen kruvaziyer limanı proje alanı

Proje bölgesinin güçlü yanları; Kundu ve Belek gibi turizm bölgelerine ve otellerine yakın olması, şehir merkezine ulaşım kolaylığı, havaalanına yakın olması ve dolayısıyla da bir ana liman kriteri olarak kruvaziyer seyahate başlama ve bitiş noktası olabilmeye özelliği taşımasıdır. Limanın 300 metreden büyük dört kruvaziyer geminin aynı anda yanaşabileceği şekilde planlandığı ve ayrıca 420 adet yat kapasiteli bir marina, ticari alanlar ve bir de otel barındıracağı açıklanmıştır. Ayrıca limanın cazibesini arttırmak için mendireğinin açıkta olacağı ve karaya geçişin bir tüp geçit sağlanacağı belirtilmiştir (DHA, 2017a). Proje ile Antalya iline yılda bir milyondan fazla kruvaziyer turist kazandırılması hedeflenmiştir. Yapılan fizibilite çalışmaları neticesinde yatırım maliyetinin yaklaşık 815 milyon TL olması tahmin edilen projenin 11 yılda kendini geri ödemesi öngörülmüştür (DenAr, 2017: 1). 2018 yılının son çeyreğinde yapılan ihalede \$ 300 milyonluk bir yatırımla Hong Kong ve Çin menşeli iki şirketin projeye ortaklaşa

talip olduğu açıklanmıştır (Deniz Haber Ajansı, 2018).

Limana projesiyle ilgili bu son güncel gelişmelerin ardından 2019 yılında 31 Mart Mahalli İdareler Genel Seçimleri ile birlikte Antalya Büyükşehir Belediyesi yönetimi el değiştirmiş ve sonrasında da projeye ilgili bir açıklama yapılmamıştır. 2019 yılı ortası Antalya Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü ve Nazım Plan Müdürlüğü'ne yapılan ziyarette edinilen bilgilere göre ise, yeni belediye yönetiminin kruvaziyer liman projesini rafta beklettiği ve liman yerleşim planının yeniden ele alınacağı ve değerlendirileceği belirtilmiştir.

5.1. Antalya Kruvaziyer Liman Projesinin Sorumlu Turizm ve Liman Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi

Uluslararası Çevre Eğitim Vakfı (Foundation for Environmental Education, FEE)'nin Avrupa, Asya, Kuzey ve Güney Amerika, Afrika ve Okyanusya'dan 47 farklı ülkenin üye olduğu mavi bayrak

uygulamasının (Blue Flag, 2019) verilerine göre Türkiye 463 mavi bayrak plajıyla İspanya ve Yunanistan'dan sonra, dünyanın en çok mavi bayrak sahibi üçüncü ülkesidir. Türkiye'deki bu 463 mavi bayrak plajın 202'si Antalya, 102'si Muğla ve 49'u da İzmir'de bulunduğu (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2019: 40, 42) göz önünde bulundurulduğunda, aslında Antalya'nın, gerek Türkiye'nin gerekse Dünya'nın en temiz ve en değerli denizsel çevreye sahip kentlerinden biri olduğu söylenebilir.

Antalya ilinin sahip olduğu temiz denizsel çevresi ve bölgenin hali hazırda yüksek turizm gelirleri dikkate alındığında sorumlu turizm yaklaşımı önem kazanmaktadır. Özellikle yanlış bir planlama ile sonuçlanan liman yapılaşması gemilerden kaynaklı emisyon ve olası çevresel atıkların etkisiyle hem yerel halk hem de turizm tesisleri açısından büyük bir risk doğurabilir. Kruvaziyer gemilerin en fazla uğradığı Barselona ve Venedik gibi kentlerde yaşanan gemi kaynaklı kirlilik vakaları göz önünde bulundurulduğunda, kruvaziyer limanın Antalya şehrinin mavi bayrak plajlarına ve turizm tesislerine etkisi uzun sürebilecek zararlar verebileceği durumu iyi hesap edilmelidir.

Çeşitli haber kaynaklarından edinilen bilgilere göre en son gündeme gelen kruvaziyer liman projesinin, bölgeye verebileceği zararlara ilişkin birçok sivil toplum kuruluşu ve yerel halk hem fikir olmuş ve hayata geçirilmesine karşı çıkmıştır. Ayrıca konuya ilişkin açılan bir davada bilirkişi heyeti projenin uygun olmadığını raporlamıştır. Bilirkişi raporuna göre bölgenin söz konusu liman yapılaşmasıyla zarar göreceği, karasal yapıların bölgenin halka açık plajına engel olacağı ve alanın kuzeyinin doğal sit alanı olduğu ve bu alana zarar verebileceği belirtilmiştir (DHA, 2019). Diğer taraftan anayasanın 43. maddesi ve Kıyı Kanunu'nun 5. maddesinde "*Kıyılar, Devletin hüküm ve tasarrufu altındadır. Kıyılar, herkesin eşit ve serbest olarak yararlanmasına açıktır, kıyı ve sahil şeritlerinden yararlanmada öncelikle kamu*

yararı gözetilir" düzenlemesi bulunmaktadır. Buna göre kamu yararı paralelinde olan sorumlu turizm kapsamında, söz konusu liman projesinin sorun oluşturabileceği düşünülmektedir. Her ne kadar liman mendireğinin kıyı şeridinden uzakta konumlandırılması planlansa da, uzun vadede bu bölgenin kara tarafında istenmeyen yapılaşmalar söz konusu olabileceği ve bölgenin doğasının zarar görebileceği tahmin edilmektedir.

Sorumlu turizmin en önemli kriterlerinden bir diğeri de yerel halka kendi yaşamlarını etkileyen kararlarda söz hakkının tanınıyor olmasıdır. Projenin gündeme geldiği dönemde basına yansıyan haberlere göre Antalya kruvaziyer liman projesinde yerel halk ve paydaşlar için çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) bilgilendirme toplantısının yapılmadığı belirtilmektedir (DHA, 2017b). Bu durum sorumlu turizm esaslarına aykırıdır ve gelecekte öngörülemez sorunlara yol açabileceği düşünülmektedir.

Diğer taraftan sorumlu turizm esaslarına göre yerel halkın turizm faaliyetlerinden ekonomik kalkınma ve refah sağlaması beklenmektedir. Ancak projenin yer aldığı Lara bölgesi Antalya ilinin en gelişmiş ve refah düzeyinin en yüksek olduğu bölgedir. Bölgede kültürel ve tarihi cazibe merkezlerinden çok turizm tesisleri, otel ve alışveriş merkezleri yer almaktadır. Ayrıca bölgenin kökeni seracılıktan gelmektedir ve gelişmiş alanlardan geri kalan kısımlarda da halen tarım faaliyetleri uygulanmaktadır. Bu bağlamda kruvaziyer limanın bölgeye ekonomik katkıdan çok bozulma ve yozlaşmaya neden olabileceği düşünülmektedir.

Antalya ilinde hali hazırda faaliyet gösteren iki kruvaziyer terminal bulunmaktadır. Bu terminaller Şekil 2'de görüleceği üzere yolcu ve gemi sayısı bakımından ciddi kayıplar yaşamıştır. Bu durumun temel nedeninin güvenlik kaygısı olduğu belirtilmiştir. Ancak 2016 yılı öncesi için de bir kapasite sıkıntısının olmadığı gözlemlenmektedir. Mevcut terminallerin normal şartlarda, diğer kruvaziyer limanlara

kıyasla yeterli sayıda gemi ve yolcu ağırlayamamasının temel nedeninin altyapı ve konum bazlı dezavantajlar olduğu düşünülmektedir. Örneğin T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (2019) denizcilik istatistiklerine göre 2019 yılı krizine rağmen Kuşadası'na 181 bin, Çeşme'ye 49 bin, Marmaris'e 36 bin kruvaziyer yolcu gelirken, Port Akdeniz kruvaziyer terminaline hiç gemi gelmemiştir. Kruvaziyer turizmin dibe vurduğu bir dönemde bile diğer limanlara belirli ölçüde talebin devam etmesinin en önemli sebebi, kapasite değil limanın cazibe merkezleri ile olan ilişkisine dayanmaktadır. Oysaki Antalya ili genel turizmde olduğu gibi kruvaziyer turizmde de üstünlük sağlayabilecek birçok cazibe merkezine sahiptir. Söz konusu liman projesinin bu cazibe merkezleriyle kolay etkileşimde bulunabileceği bir konuma inşa edilmesi kritik önem arz etmektedir.

Son olarak çalışmanın çerçevesini oluşturan sorumlu turizm ve kruvaziyer liman kriterlerince desteklenen, Antalya Meslek Odaları Eşgüdüm Kurulu'nun 2017 yılında Lara kruvaziyer liman projesi ile ilgili kaygılarını dile getirdiği (DHA, 2017b) basın açıklaması aşağıda özetlenmiştir (Antalya Tabip Odası, 2017);

- Proje yerel halkın faydalandığı dört kilometrelik kıyı şeridi ve doğal sit alanı olan kent parkını kapsamaktadır. Bu durum yerel halk ve turistik tesislerin denizle olan bağına riske atmaktadır
- Hızla artan nüfus ve gelecek nesiller düşünüldüğünde halk plajına liman yapılması kamu yararına olmayacaktır.
- Bölgenin doğal yapısı kruvaziyer liman yapımına uygun değildir
- Liman için gerekli olacak dalga kıranın ve dolgusunun bölgenin deniz ekosistemini bozabilir. Deniz akıntılarının önüne set oluşturarak kirlenmeye ve yosunlaşmaya neden olabilir
- Kara ve deniz taraflı yapılaşmalar (otel, destek ve hizmet binaları vb) bölge kumulları ve bitki örtüsü ve diğer canlılar için risk oluşturabilir

- Gemi atıkları denizsel çevreye zarar verebilir
- Olası bir gemi kazasında deniz kirliliği oluşabilir ve bu kirliliğin tesisler bölgesindeki kumsallara etkisi çok uzun süreli olabilir
- Bölgenin su derinliği mevsime göre değişmektedir ve bu yüzden sık sık basenin taranması ve temizlenmesi gerekecektir. Bu tür operasyonlar mavi bayraklı bir plaj konumundaki bölgenin çevresel tahribatına neden olabilir.
- Kruvaziyer gemilerin yaşayabileceği 20 metrelik su derinliği kıyından bir kilometre açıktadır. Karaya erişim için yüksek maliyetli bir yatırım gerektirecektir.

6. SONUÇ

Çalışmada öne çıkarılan sorumlu turizm ve kruvaziyer liman kriterleriyle en son gündeme gelen Antalya kruvaziyer liman projesi değerlendirilmiş ve en uygun proje için nelere dikkat edilmesi gerektiğinin altı çizilmiştir. Türkiye'nin turizm başkenti olan Antalya ilinin mevcut turizm avantajları, gelecek nesiller, yerel halkın yaşam kalitesi ve paydaşların çıkarları göz önünde bulundurulduğunda söz konusu projenin sorumlu turizm yaklaşımıyla devam ettirilmesinin hayati bir önem taşıdığı anlaşılmıştır.

Sorumlu turizmin öne çıkan kriterlerinden biri yerel halka ve paydaşlara söz hakkı tanıyor olmasıdır. Söz konusu proje yönelik kaygıların başında çevresel konular gelmektedir. Mavi bayrak sularıyla öne çıkan bir kentin denizsel bölgesine yapılacak yanlış bir müdahale deniz olanaklarına, kumsallara ve haliyle bölgenin turizmine uzun süreli olumsuz etkiler yapabilir.

Kruvaziyer limanın yapılacağı bölgede gelecekte çeşitli yapılaşmaların olabileceği ve bu durumun da bölgenin homojenleşmesine neden olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. En son gündeme gelen proje alanının özellikle geri sahasında bulunan sit alanı gibi doğal alanların uzun

vadede tahrip edilmesi söz konusu olabilir. Hali hazırda gelişmiş bir bölgede yanlış bir yapılanma ekonomik faydadan çok bozulma, yozlaşma, kalabalık ve haliyle turizm yoğunluğundan dolayı da yükselen fiyatlar, çevresel tahribat, denizle bağının kısıtlanması ve yaşam kalitesinin düşmesi gibi olumsuz sonuçlar doğurabilir.

Liman yatırımları yüksek maliyet gerektiren ve varlığını nesiller boyu sürdüren yapılarıdır. Bundan dolayı bu tür yapılaşmalar sadece mühendislik hesaplamalarıyla ya da ekonomik fırsatlarıyla değil, yatırımın yapılacağı bölgedeki sosyal, kültürel ve doğal unsurlar ele alınarak değerlendirilmelidir. Antalya kruvaziyer liman projesinin kentin ve yerel halkın yaşam kalitesini bozmayacak ve gelecek nesilleri tehdit etmeyecek bir şekilde yapılaştırılması koşuluyla hem Türkiye'nin hem de Antalya ilinin ekonomik, sosyal ve kültürel çıkarları açısından büyük bir fırsat sunmaktadır. Gelecekteki araştırmalar Antalya kruvaziyer liman projesi için yerel halk ve paydaşların da görüşü alınarak en uygun yerleşim yerinin neresi olabileceğine dair kapsamlı bir saha araştırması yürütebilir.

AÇIKLAMA BİLDİRİMİ

Yazarlar bu makalede çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ORCID Numaraları

Sonay Zeki AYDIN:

 <https://orcid.org/0000-0002-1422-6049>

Fevzi BİTİKTAŞ:

 <https://orcid.org/0000-0002-4761-6457>

İsmet BALIK:

 <https://orcid.org/0000-0003-2168-8572>

7. KAYNAKLAR

CLIA (Cruise Lines International Association), (2020). State of The Cruise Industry Outlook, 10.08.2020, <https://cruising.org/-/media/research-updates/research/state-of-the-cruise-industry.ashx> adresinden alınmıştır.

FCCA (The Florida-Caribbean Cruise Association), (2017). Cruise Industry Overview, <http://www.fcca.com/downloads/2017-Cruise-Industry-Overview-Cruise-Line-Statistics.pdf> adresinden alınmıştır.

Deniz, M., (2017). Kruvaziyer Turizminin Türk Turizm Sektörü Açısından Değerlendirilmesi. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi* 3: 1-13.

Polat, N., (2015). Technical innovations in cruise tourism and results of sustainability. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 195: 438-445.

Hacıoğlu, T., ve Yetim, A.Ç., (2019). Sorumlu Turizm Algısının Turist Davranışlarına Etkileri: Fethiye Destinasyonuna Yönelik Bir Araştırma. *Turizm ve Arastırma Dergisi* 8(1): 42-69.

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, (2007). Türkiye Turizm Stratejisi 2023. Eylem Planı 2007-2013, <https://www.ktb.gov.tr/Eklenti/906,ttstratejisi2023pdf.pdf?0> adresinden alınmıştır.

Akpınar, E., Bitiktaş, F., 2016. Türkiye'deki Kruvaziyer Limanlarının Mevcut Durumu, Potansiyeli ve Gelişimine Yönelik Öneriler. III. Ulusal Deniz Turizmi Sempozyumu, 26-27 Şubat 2016, İzmir. DOI: 10.18872/DEU.b.U.DTS.2016.0015

DenAr, (2017). Antalya Kruvaziyer ve Yat Limanı Projesi Fizibilite Raporu, http://antalya.bel.tr/Content/UserFiles/Files/Duyuru_Etkinlikler/Antalya%20FIZIBILITE%20RAPORU-KALKINMA%20BAKANLIGI.pdf adresinden alınmıştır.

Yağcı, S., (2017). Turizmde en ağır darbeyi kruvaziyer aldı, İstanbul'a gemi uğramaz oldu!, 15.10.2019, <https://www.dunya.com/ekonomi/turizmde-en-agir-darbeyi-kruvaziyer-aldi-istanbula-gemi-ugramaz-odu-haberi-351845> adresinden alınmıştır.

Klein, R.A., (2011). Responsible cruise tourism: Issues of cruise tourism and sustainability. *Journal of Hospitality and Tourism Management* 18(1): 107-116. DOI: 10.1375/jhtm.18.1.107

Deniz Ticaret Odası Dergisi, (2017). Rakamlarla Denizcilik Sektörü ve İstatistikleri Mart Sayısı Eki, https://www.denizticaretodasi.org.tr/Media/Shared_Documents/DenizTicaretidergisi/mart_ek_2017.pdf adresinden alınmıştır.

- Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü (2020). 2011-2019 Yıllık İstatistikleri. <https://atlantis.udhb.gov.tr> adresinden alınmıştır.
- TUIK, (2020). Turizm İstatistikleri, I. Çeyrek: Ocak-Mart, 01.09.2020, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33672> adresinden alınmıştır.
- DTO, (2020). Denizcilik Sektör Raporu, 01.09.2020, https://www.denizticaretodasi.org.tr/media/SharedDocuments/sectorraporu/sector_raporu_tr_2020.pdf adresinden alınmıştır.
- Akpınar, E., Bulut Y., 2010. Ülkemizde Alternatif Turizm Bir Dalı Olan Ekoturizm Çeşitlerinin Bölgelere Göre Dağılımı ve Uygulama Alanları. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Cilt: 4, s.1575-1594.
- Kaypak, Ş., (2012). Ekolojik turizm ve sürdürülebilir kırsal kalkınma. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 2012(1): 11-29.
- Erdoğan, N. (2014). Sosyal Çevre Bilimleri, In: "Ekoturizm, Turizm, Çevre ve Sürdürülebilirlik", (H. Reyhan, A. Mutlu, H. Doğan, A. Reyhan Eds.), Siyasal Kitabevi, s. 143-185, Ankara.
- UNEP (United Nations Environment Programme) and UNWTO (World Tourism Organization), (2005). Making Tourism More Sustainable-A Guide for Policy Makers, <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/dtix0592xpa-tourismpolicyen.pdf> adresinden alınmıştır.
- Cape Town Turizm Departmanı, (2019). Responsible Tourism in CapeTown, http://resource.capetown.gov.za/documentcentre/Documents/Graphics%20and%20educational%20material/Responsible_tourism_bro_web.pdf adresinden alınmıştır.
- CESD, (2006). Cruise Tourism in Belize: Perceptions of Economic, Social & Environmental Impact, <https://www.responsibletravel.org/docs/Cruise%20Tourism%20in%20Belize%20-%20Full%20Report.pdf> adresinden alınmıştır.
- Brida, J.G., Zapata-Aguirre, S., (2009). Cruise tourism: economic, socio-cultural and environmental impacts. *International Journal of Leisure and Tourism Marketing* 1(3): 205-226.
- Klein, R.A. (2005). *Playing off the ports: BC and the cruise tourism industry*, Canadian Centre Policy Alternatives.
- Büyükipekçi, S., Gök, B., (2016). Akdeniz Çanağındaki Kruvaziyer Turizm Rakiplerinden Türkiye ve Yunanistan'ın Liman Vergilendirmelerinin Karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu Dergisi* 18(2): 21-40.
- De Ruyck, M.C., Soares, A.G., McLachlan, A., (1997). Social carrying capacity as a management tool for sandy beaches. *Journal of Coastal research* 822-830.
- Ayazlar, R., Ayazlar, G., 2016. Kruvaziyer Turizmde Sürdürülebilirlik Yaklaşımı. III. Ulusal Deniz Turizmi Sempozyumu, DOI: 10.18872/DEU.b.UDDS.2016.0014
- Oğuzbalaban, G., Kızıllırmak, İ., (2017). Türkiye'ye Kruvaziyer Gemilerle Seyahat Eden Ziyaretçi Yorumlarının Analizi: Cruise critic. Com (Kuşadası Örneği). *Journal Of International Social Research* 10(50).
- Butt, N., (2007). The impact of cruise ship generated waste on home ports and ports of call: A study of Southampton. *Marine Policy* 31(5): 591-598.
- Webmaster, (2019). Each Day A Cruise Ship Emits As Much Pollution As A Million Cars, 15.10.2019, <https://greenworldwarriors.com/2019/01/28/each-day-a-cruise-ship-emits-as-much-pollution-as-a-million-cars/> adresinden alınmıştır.
- Soot-Free for the Climate, (2012). Background paper, Soot emissions from cruise ships, https://en.nabu.de/imperia/md/content/nabude/verkehr/131111-background_cruise_ships_2012.pdf adresinden alınmıştır.
- Farand, C., (2017). Air quality on cruise ship deck 'worse than world's most polluted cities', investigation finds, 10.10.2019, https://www.independent.co.uk/news/world/pollution-cruise-ships-po-oceania-higher-piccadilly-circus-channel-4-dispatches-a7821911.html?fbclid=IwAR3i6vJf2QKhBM_Ibcg_kqS74Kv6hyxuw7vQjMgosQHb9Gj1V6iMYaaLevg adresinden alınmıştır.
- Transport & Environment, (2019). One Corporation to Pollute Them All Luxury cruise air emissions in Europe, https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/One%20Corporation%20to%20Pollute%20Them%20All_English.pdf adresinden alınmıştır.
- IMO, (2020). Sulphur 2020 – cutting sulphur oxide emissions, 13.08.2020, <http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Sulphur-2020.aspx> adresinden alınmıştır.

- Muslu, A. (2018). Kruvaziyer Liman Organizasyonlarında Inovasyon Yönetimi için Öneriler. In: "International Conference on Intelligent Transportation Systems (BANU-ITSC'18)", s. 217-220.
- Oral, E.Z., Baran, H., Kaya, M.G., 2011. Ege Bölgesi Kruvaziyer Liman Yatırımları. 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, s. 657-664.
- Oral, E.Z., Coşar, Y., Danacı, A., Esmer, S., 2014. Kruvaziyer Limanlarında Yer Seçimi. 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, s. 297-308.
- Demirel, N.Ç. & Yücenur, G.N. (2011). The cruise port place selection problem with extended VIKOR and ANP methodologies under fuzzy environment. In: "Proceedings of the World Congress on Engineering", Vol. 2, pp. 6-8.
- UNCTAD, (2011). *Unctad Monographs on Port Management: The economic impact of cruise ports: The case of Miami*. United Nations, Newyork and Geneva.
- McCalla, R.J., (1998). An investigation into site and situation: Cruise ship ports. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie* 89(1): 44-55.
- TRT Haber, (2017). Kruvaziyer Liman Projesi ihaleye hazır, 12.10.2019, <https://www.trthaber.com/haber/ekonomi/kruvaziye-r-liman-projesi-ihaleye-hazir-333651.html> adresinden alınmıştır.
- DHA, (2017a). Lara'ya kruvaziyer limanı, <http://www.hurriyet.com.tr/laraya-kruvaziyer-limani-40580716> adresinden alınmıştır.
- Deniz Haber Ajansı, (2018). Antalya Kruvaziyer ve Yat Limanı Projesi'ne ilk talip çıktı, 09.10.2019, <https://www.denizhaber.net/antalya-kruvaziyer-ve-yat-limani-projesine-ilk-talip-cikti-haber-84936.htm> adresinden alınmıştır.
- Blue Flag, (2019). Blue Flag Website, 14.10.2019, <https://www.blueflag.global/> adresinden alınmıştır.
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, (2019). 2019 Ocak-Haziran Mavi Bayrak İstatistikleri, 10.10.2019, <https://yigm.ktb.gov.tr/Eklenti/64688.turizm-istatistikleri--ocak-haziran-2019-2pdf.pdf?0> adresinden alınmıştır.
- DHA, (2019). Bilirkişi, Lara'da liman ve Boğaçay'da konutu uygun görmedi, 12.10.2019, <https://www.dha.com.tr/son-dakika/bilirkişi-larada-liman-ve-bogacayda-konutu-uygun-gormedi/haber-1681207> adresinden alınmıştır.
- DHA, (2017b). Eşgüdüm'den kruvaziyer liman uyarısı, 13.10.2019, <http://www.hurriyet.com.tr/esgudumden-kruvaziyer-liman-uyarisi-40691709> adresinden alınmıştır.
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, (2019). Denizcilik İstatistikleri, Kruvaziyer İstatistikleri, https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/istatistik_kruvaziye.aspx adresinden alınmıştır.
- Antalya Tabip Odası, (2017). Antalya Meslek Odaları Eşgüdüm Kurulu, Lara Kruvaziyer Liman ve Avm Projesi Hakkında Basın Açıklaması Yaptı, https://www.jmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=10400&tipi=17&sube=2#.XaQ1rC17FQI adresinden alınmıştır.

Effect of different time and temperature on fatty acid composition of trout waste hydrolyzed by Alkali Protease enzyme

Alkali Proteaz enzimi ile hidrolize olan alabalık atığının yağ asidi kompozisyonu üzerine farklı süre ve sıcaklığın etkisi

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 6 Sayı: 2 (2020) 239-251

Koray KORKMAZ^{1,*}, **Bahar TOKUR¹**

¹Ordu University, Fatsa Faculty of Marine Sciences, Department of Fisheries Technology Engineering, 52400, Fatsa, Ordu

ABSTRACT

The raw material consisted of combinations of viscera, backbone and digestive tract and was hydrolysed with Alcalase enzyme at different time and temperature and determined fatty acid compositions of extracted oil from these waste. As a result of study, the major fatty acids in trout waste oil were C16:0 (palmitic acid), stearic acid (C18:0), oleic acid (C18:1n-9c), linoleic acid (C18:2n6), linolenic acid (C18:3n3), palmitoleic acid (C16:1), linoleic acid (C18:2n-6c), eicosapentaenoic acid (C20:5n-3, EPA) and docosahexaenoic acid (C22:6n-3, DHA). The highest and lowest DHA and EPA concentrations of trout waste

oil were obtained by hydrolysis at 40 °C for 4 hour and 50 °C 30 min. (4.37 % DHA and 1.62% EPA) and at 50°C for 30 minute and 50 °C for 4 hour (5.11% DHA and 1.91% EPA), respectively. The reaction time had significant effects on the fatty acid compositions of extracted oil fraction. It can be recommended that the waste can be an important additive that can meet the fatty acid requirement of human and the cultivated species.

Keywords: Alcalase, hydrolysate, fatty acids, oil, trout waste.

Article Info

Received: 23 October 2020

Revised: 25 November 2020

Accepted: 25 November 2020

* (corresponding author)

E-mail: koraykorkmaz@odu.edu.tr

ÖZET

Hammaddeyi iç organlar, iskelet ve sindirim sistemi atıkları oluşturmaktadır. Farklı zaman ve sıcaklıklarda Alcalase enzimi ile hidrolize edilmiş ve bu atıklardan ekstrakte edilen yağın yağ asidi bileşimleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, alabalık atık yağındaki başlıca yağ asitleri C16: 0 (palmitik asit), stearik asit (C18: 0), oleik asit (C18: 1n-9c), linoleik asit (C18: 2n6), linolenik asit (C18: 3n3), palmitoleik asit (C16: 1), linoleik asit (C18: 2n-6c), eikosapentaenoik asit (C20: 5n-3, EPA) ve dokosaheksaenoik asit (C22: 6n-3, DHA)'tir. Alabalık atığından hidroliz yöntemi ile elde edilen yağın, en yüksek ve en düşük DHA ve EPA oranları 40 °C'de 4 saat ve 50 °C'de 30 dakika hidroliz ile elde edilmiştir (% 4.37 DHA ve % 1.62 EPA) ve 50 °C'de 30 dakika ve 50 °C'de 4 saat (sırasıyla % 5.11 DHA ve % 1.91 EPA). Reaksiyon süresinin, ekstrakte edilen yağ fraksiyonunun yağ asidi bileşimleri üzerinde önemli etkileri olmuştur. Atığın insan ve yetiştirilen türlerin yağ asidi ihtiyacını karşılayabilecek önemli bir katkı maddesi olabileceği önerilebilir.

Anahtar sözcükler: Alkalaz, hidrolizat, yağ asitleri, yağ, alabalık atıkları.

1. INTRODUCTION

A large amount of solid wastes consisting of heads, tails, bones, skin, and viscera are discarded by the fish slaughtering and filleting operations (Šližyte *et al.*, 2005; Gbogouri *et al.*, 2006). These waste is estimated that more than 70% of the total fish captures are processed, which may represent up to 50% of the total fish weight (Shahidi, 2007). For various purposes, optimal utilization of these products is becoming increasingly due to contains valuable food component, one of which is fish oil (Šližyte *et al.*, 2005).

In comparison to other animal and vegetable, fish oil has been considered as the most important source of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acid, especially eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5, n-3) and docosahexaenoic acid (DHA, C22:6, n-3), which cannot be synthesized by human beings (Gbogouri *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2017). Therefore, Polyunsaturated fatty acids (PUFAs) are important source of essential dietary components for maintaining health and for used in aqua feeds as supply of long chain omega-3s fatty

acids for aquaculture (Kery and Murphy, 2007; Chow, 2000; Routray *et al.*, 2018).

Researchers have been extensively studied a suitable extraction procedure for the production of high quality fish oil from fish waste resulting from the fish processing plant (Chantachum *et al.*, 2000; Gbogouri *et al.*, 2006; Wu and Bechtel, 2008; Rubio-Rodríguez *et al.*, 2012; Nguyen *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2020). Recently, enzymatic reaction with proteases hydrolysis is one of the most efficient methods to obtain crude oil from fish waste since it can be simpler and cheaper regarding investment cost and energy expense (Rubio-Rodríguez *et al.*, 2010; Nguyen *et al.*, 2013). Moreover, those methods do not require organic solvents and high temperatures when compared to main oil extraction method, which are usually used are wet rendering and dry rendering methods (Liaset *et al.*, 2003; Rubio-Rodríguez *et al.*, 2010; Routray *et al.*, 2018).

Many commercial proteases from animal, plant, or microbial sources have been widely used such as Alcalase, Flavourzyme, Neutrase, Protamex, epsine, papain, , Corolase PN-L, Corolase 7089 to enzymatic

hydrolysis (Nguyen *et al.*, 2020). As an endopeptidase that can break peptide bonds of nonterminal amino acids, alcalase has been reported efficient for extraction of oil from fish waste by researchers (Šližyte *et al.*, 2005; Hathwar *et al.*, 2011; Mahmoud *et al.*, 2008). Gbogouri *et al.* (2006) demonstrated that Alcalase was the most efficient enzyme regarding oil yield from fresh salmon heads. Batista *et al.* (2009) concluded that Alcalase was efficient for oil extraction from sardine by-products. Similarly, Linder *et al.* (2010) found the highest oil recovery from ground salmon heads at middle temperature (55 °C) using Alcalase. The aim of this work was to evaluate the effect of different time and temperature on fatty acids composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) waste by enzymatic hydrolysis of using alkali protease.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. MATERIALS

In the study, the waste (skeleton, fin, head, skin and internal organs) of rainbow trout (*Onchoryncus mykiss*), which emerged as the most fish waste in the Black Sea region, was obtained from aquaculture businesses in Ordu province in March.

The wastes were vacuum packed in packages of 1 and 5 kg and placed in foam boxes in ice, brought to Ordu University Fatsa Faculty of Marine Sciences Department of Fisheries Technology Engineering and stored at -40 ° C until protein hydrolyzate was obtained.

2.2.METHODS

2.2.1. Enzymatic Hydrolysis

Trout waste, which was stored in 5 kg packages in frozen state, was minced after thawing at room temperature by using a meat grinder (Empero E.M.P.12.01.P). Then, to ensure the inactivation of endogenous enzymes, the wastes was heated at 90°C for 20 minutes in a water bath (Memmert WNB 22). The minced fish

meat, whose enzymes were inactivated, was homogenized (IKA T 25) by adding distilled water at a ratio of 1: 1 after cooling. For the alkaline protease enzyme 1%, three different temperatures were determined as 40°C, 50°C and 60°C for the optimization process. In the hydrolysis stage, alkaline protease, different enzyme times of 30 min, 1, 4 and 8 hours were determined for optimum product efficiency. It was applied to terminate the hydrolysis in samples with a certain time and temperature for at 85°C for 10 minutes. The cooled hydrolysis solution, then it was separated into phases by centrifuge (Sigma 3-30K) at 4100 rpm for 20 min. 4 different phases were formed: the upper phase, the light protein, the second phase, the proteinaceous phase, and the last phase, the insoluble matter phase. The fatty acid composition was analyzed from the oil phase formed in the top phase of the hydrolyzed solution.

2.2.2.Lipid Analyses

Lipid was analyzed according to the method by Bligh and Dyer (1959). Accordingly, a total of 22.11% lipid was determined in the trout waste used (Korkmaz and Tokur, 2019).

2.2.3. Fatty Acid Analysis

Fatty acid methyl esters from extracted lipid were analysed by Ichihara *et al.* (1996) method. 4ml of 2M KOH and 2ml of n-heptane were added on 25 mg of extracted oil sample. Then it was mixed in vortex for 2 minutes at room temperature and centrifuged at 4000 rpm for 10 minutes and the heptane layer was taken for analysis in gas chromatography (GC) device.

The fatty acids composition was carried out using GC (Gas chromatographic) with flame ionization detector (FID) and auto sampling (Perkin Emler, USA) with SGE column at 30m x 0.32mm ID x 0.25µm film thickness. Injector and detector temperatures were set to 220 ° C and then 280°C respectively. Meanwhile, the temperature of the oven was kept at 140°C

for 5 minutes. Afterwards, it was brought up to 200°C by increasing 4°C every minute, and by increasing 1 ° C per minute from 200°C to 220°C. Sample amount is 1 ml and carrier gas control is provided to be at 16 ps. Split application was carried out at a ratio of 1:50. Fatty acids were identified by

comparing the FAME mixture consisting of standard 37 components depending on their arrival times. The results of the two GC analysis performed in the same way are expressed in % with ± standard deviation values.

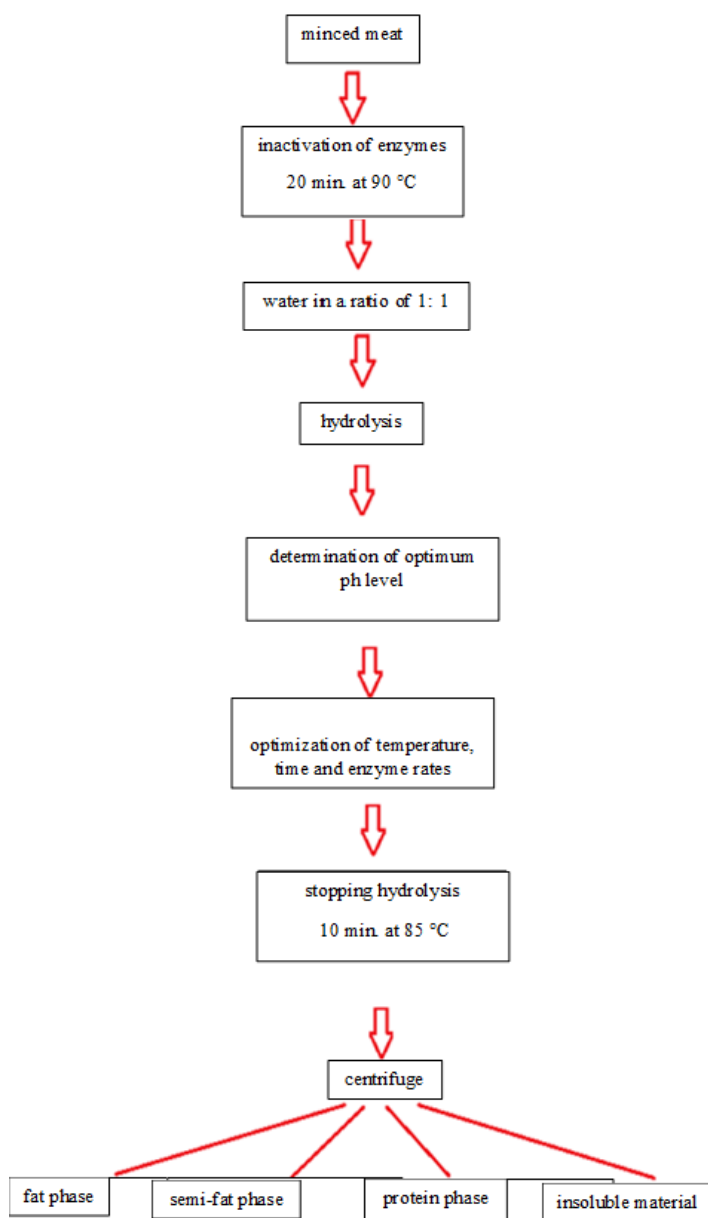


Figure 1. Hydrolyzate production flow chart in optimization of fish waste with alkaline protease enzyme

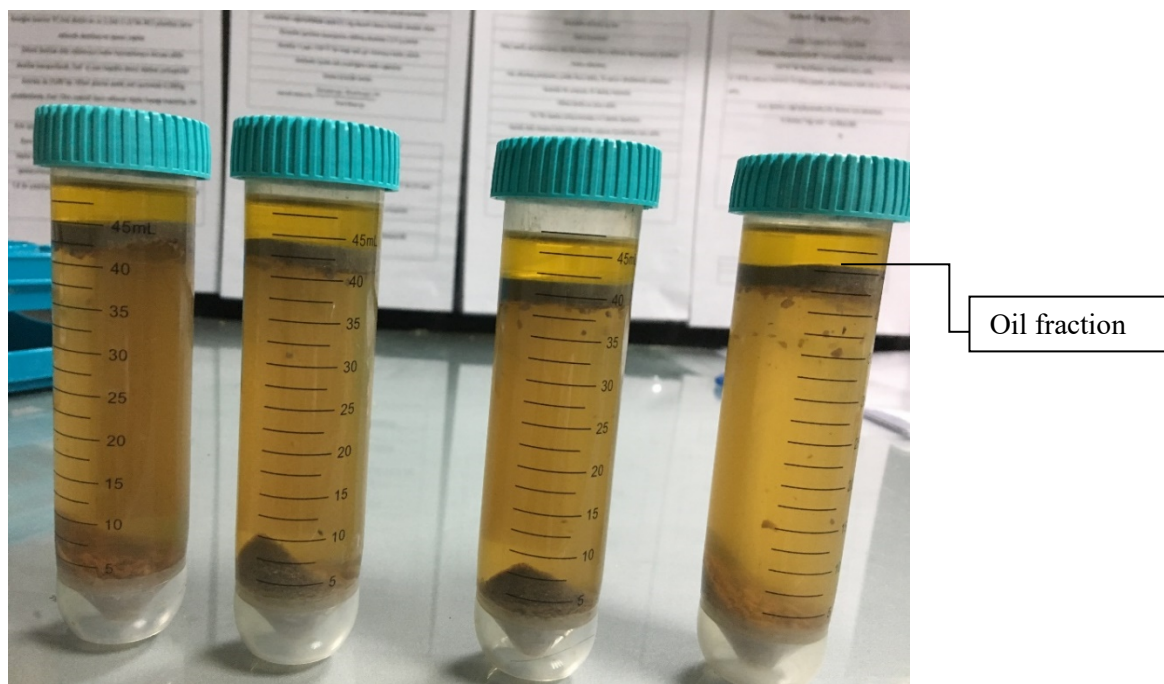


Figure 2. Oil fraction of extracted trout waste by using alcalase enzyme

2.2.4. Statistical Analysis

Duncan multiple comparison test (One-way Anova at $p < 0.05$ significance level) was applied using the SPSS 16.0 package program to determine the effect of time and temperature on the fatty acid determination of the oil phase formed in the top phase of

protein hydrolysate solution (Duncan and Beverly, 1955).

3 .RESULTS and DISCUSSION

The effects of different times on fatty acid composition of hydrolyzed fish wastes are shown in Table 1,2, and 3.

Table 1. Effects of Different Times at 40°C, 50°C and 60°C of Hydrolyzed Trout Wastes on Fatty Acid Composition(% total fatty acids)

Fatyacids	40°C			
	Time			
	30'	1h	4h	8h
C12:0	0,05±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a
C14:0	2,23±0,01 ^a	2,24±0,01 ^a	2,28±0,00 ^b	2,24±0,00 ^a
C15:0	0,23±0,00 ^a	0,23±0,00 ^a	0,27±0,02 ^b	0,23±0,00 ^a
C16:0	14,27±0,06 ^a	14,46±0,02 ^b	15,47±0,01 ^c	14,43±0,00 ^b
C17:0	0,25±0,00 ^a	0,25±0,00 ^a	0,27±0,00 ^b	0,25±0,00 ^a
C18:0	4,44±0,03 ^a	4,51±0,01 ^b	4,88±0,03 ^c	4,51±0,02 ^b
C20:0	0,27±0,00 ^a	0,28±0,00 ^a	0,30±0,00 ^b	0,28±0,00 ^a
C22:0	0,14±0,00 ^a	0,14±0,00 ^a	0,15±0,00 ^a	0,14±0,00 ^a
C24:0	0,06±0,00 ^a	0,07±0,00 ^a	0,07±0,00 ^a	0,06±0,00 ^a
ΣSFA	21,94±0,11 ^a	22,21±0,04 ^b	23,74±0,06 ^c	22,19±0,01 ^b
C16:1	3,89±0,02 ^b	3,87±0,00 ^b	3,82±0,00 ^a	3,87±0,00 ^b
C18 :1n9t	0,08±0,00 ^a	0,08±0,01 ^a	0,09±0,00 ^a	0,08±0,00 ^a
C18:1n9c	39,24±0,12 ^b	39,15±0,03 ^b	37,14±0,10 ^a	39,20±0,02 ^b
C20:1	2,61±0,00 ^b	2,59±0,02 ^b	2,45±0,02 ^a	2,60±0,02 ^b
C22:1n9	0,31±0,05 ^b	0,27±0,00 ^{ab}	0,24±0,00 ^a	0,27±0,00 ^{ab}
C:24:1	0,33±0,00 ^a	0,33±0,00 ^a	0,31±0,00 ^a	0,33±0,00 ^a
ΣMUFA	46,46±0,19 ^b	46,28±0,00 ^b	44,05±0,13 ^a	46,34±0,00 ^b
C18:2n6c	18,09±0,01 ^b	17,99±0,01 ^a	19,17±0,06 ^c	17,97±0,00 ^a
C18:3n6	0,28±0,00 ^a	0,28±0,00 ^a	0,24±0,00 ^a	0,28±0,00 ^a
C18:3n6	3,26±0,01 ^b	3,27±0,02 ^b	3,05±0,03 ^a	3,27±0,01 ^b
C20:2	1,49±0,00 ^a	1,48±0,00 ^a	1,53±0,00 ^a	1,48±0,00 ^a
C22:2	0,16±0,00 ^a	0,15±0,00 ^a	0,15±0,00 ^a	0,15±0,00 ^a
ΣPUFA	23,28±0,02 ^b	23,18±0,01 ^a	24,13±0,09 ^c	23,15±0,01 ^a
C20:3n6	0,57±0,00 ^a	0,57±0,00 ^a	0,52±0,00 ^a	0,56±0,00 ^a
C20:3n3	0,40±0,00 ^a	0,40±0,00 ^a	0,37±0,00 ^a	0,40±0,00 ^a
C20:4n6	0,46±0,01 ^a	0,46±0,01 ^a	0,45±0,00 ^a	0,46±0,00 ^a
C20:5n3	1,87±0,01 ^b	1,85±0,01 ^b	1,64±0,03 ^b	1,87±0,01 ^a
C22:6n3	5,01±0,06 ^a	5,03±0,01 ^a	5,11±0,06 ^a	5,02±0,02 ^a
ΣHUFA	8,31±0,08 ^b	8,32±0,02 ^b	8,09±0,09 ^a	8,30±0,01 ^b
Σn3	7,29±0,07 ^a	7,29±0,02 ^a	7,12±0,09 ^a	7,28±0,01 ^a
Σn6	22,66±0,03 ^a	22,57±0,00 ^a	23,42±0,09 ^b	22,54±0,01 ^a
n3/n6	0,32±0,00 ^b	0,32±0,00 ^b	0,30±0,00 ^a	0,32±0,00 ^b
EPA/DHA	0,37±0,01 ^b	0,37±0,00 ^b	0,32±0,00 ^a	0,37±0,00 ^b

* Different letters in the same line indicate the differences at 0.05 significance level.

Table 2. Effects of Different Times at 50°C of Hydrolyzed Trout Wastes on Fatty Acid Composition (% total fatty acids)

Fatyacids	50°C			
	Time			
	30'	1h	4h	8h
C12:0	0,05±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a
C14:0	2,03±0,00 ^a	2,18±0,00 ^b	2,21±0,00 ^c	2,22±0,00 ^c
C15:0	0,21±0,00 ^a	0,22±0,00 ^b	0,23±0,00 ^b	0,23±0,00 ^b
C16:0	14,28±0,00 ^a	14,41±0,00 ^{ab}	14,62±0,00 ^c	14,55±0,00 ^{bc}
C17:0	0,23±0,00 ^a	0,24±0,00 ^a	0,25±0,00 ^a	0,25±0,00 ^a
C18:0	4,77±0,00 ^b	4,57±0,00 ^a	4,56±0,00 ^a	4,52±0,00 ^a
C20:0	0,27±0,00 ^a	0,28±0,00 ^a	0,28±0,00 ^a	0,28±0,00 ^a
C22:0	0,13±0,00 ^a	0,14±0,00 ^a	0,14±0,00 ^a	0,14±0,00 ^a
C24:0	0,06±0,00 ^a	0,06±0,00 ^a	0,06±0,00 ^a	0,07±0,00 ^a
ΣSFA	22,03±0,03 ^a	22,15±0,15 ^{ab}	22,41±0,03 ^c	22,30±0,05 ^{bc}
C16:1	3,67±0,00 ^a	3,82±0,02 ^b	3,86±0,00 ^c	3,87±0,00 ^c
C18 :1n9t	0,08±0,00 ^a	0,08±0,00 ^a	0,08±0,00 ^a	0,07±0,00 ^a
C18:1n9c	39,39±0,00 ^{bc}	39,47±0,12 ^c	38,85±0,07 ^a	39,02±0,27 ^{ab}
C20:1	2,54±0,00 ^a	2,38±0,31 ^a	2,50±0,02 ^a	2,55±0,04 ^a
C22:1n9	0,25±0,00 ^a	0,26±0,00 ^b	0,27±0,00 ^b	0,27±0,00 ^b
C:24:1	0,27±0,00 ^a	0,31±0,00 ^b	0,32±0,00 ^b	0,32±0,00 ^b
ΣMUFA	46,18±0,00 ^b	46,31±0,17 ^b	45,89±0,09 ^a	46,11±0,31 ^b
C18:2n6c	19,23±0,03 ^c	18,41±0,09 ^b	18,10±0,02 ^a	18,05±0,06 ^a
C18:3n6	0,26±0,00 ^a	0,27±0,00 ^a	0,28±0,00 ^a	0,28±0,01 ^a
C18:3n6	3,20±0,01 ^a	3,19±0,12 ^a	3,29±0,01 ^a	3,27±0,03 ^a
C20:2	1,56±0,00 ^c	1,50±0,00 ^b	1,47±0,00 ^a	1,47±0,01 ^a
C22:2	0,15±0,00 ^a	0,15±0,00 ^a	0,15±0,00 ^a	0,15±0,00 ^a
ΣPUFA	24,41±0,02 ^c	23,52±0,03 ^b	23,29±0,03 ^a	23,23±0,08 ^a
C20:3n6	0,56±0,00 ^a	0,56±0,00 ^a	0,58±0,00 ^a	0,57±0,01 ^a
C20:3n3	0,38±0,00 ^a	0,40±0,00 ^b	0,40±0,00 ^b	0,40±0,00 ^b
C20:4n6	0,45±0,00 ^a	0,46±0,00 ^a	0,47±0,00 ^a	0,46±0,01 ^a
C20:5n3	1,62±0,01 ^a	1,80±0,01 ^b	1,91±0,01 ^c	1,89±0,06 ^{bc}
C22:6n3	4,37±0,01 ^a	4,80±0,03 ^b	5,06±0,02 ^c	5,03±0,13 ^c
ΣHUFA	7,38±0,00 ^a	8,01±0,05 ^b	8,41±0,03 ^c	8,35±0,22 ^c
Σn3	6,37±0,00 ^a	6,99±0,05 ^b	7,37±0,03 ^c	7,31±0,19 ^c
Σn6	23,71±0,03 ^c	22,89±0,03 ^b	22,72±0,03 ^{ab}	22,64±0,12 ^a
n3/n6	0,27±0,00 ^a	0,30±0,00 ^b	0,32±0,00 ^c	0,32±0,01 ^c
EPA/DHA	0,37±0,00 ^a	0,38±0,00 ^a	0,38±0,00 ^a	0,38±0,00 ^a

* Different letters in the same line indicate the differences at 0.05 significance level.

Table 3. Effects of Different Times at 60°C of Hydrolyzed Trout Wastes on Fatty Acid Composition (% total fatty acids)

Fatty acids	60°C			
	Time			
	30'	1h	4h	8h
C12:0	0,05±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a
C14:0	2,24±0,00 ^a	2,22±0,02 ^a	2,22±0,00 ^a	2,24±0,01 ^a
C15:0	0,23±0,00 ^a	0,23±0,00 ^a	0,23±0,00 ^a	0,23±0,00 ^a
C16:0	14,37±0,06 ^a	14,54±0,04 ^b	14,40±0,07 ^{ab}	14,49±0,01 ^{ab}
C17:0	0,24±0,00 ^a	0,25±0,00 ^a	0,25±0,00 ^a	0,26±0,00 ^a
C18:0	4,49±0,03 ^a	4,57±0,00 ^b	4,53±0,03 ^{ab}	4,57±0,00 ^b
C20:0	0,28±0,00 ^a	0,28±0,00 ^a	0,28±0,00 ^a	0,28±0,00 ^a
C22:0	0,14±0,00 ^a	0,14±0,00 ^a	0,14±0,00 ^a	0,13±0,01 ^a
C24:0	0,06±0,00 ^a	0,07±0,00 ^a	0,07±0,00 ^a	0,07±0,00 ^a
ΣSFA	22,11±0,10 ^a	22,35±0,02 ^b	22,18±0,12 ^{ab}	22,32±0,00 ^{ab}
C16:1	3,86±0,01 ^a	3,90±0,00 ^b	3,88±0,01 ^{ab}	3,89±0,02 ^{ab}
C18 :1n9t	0,08±0,00 ^a	0,09±0,00 ^a	0,09±0,00 ^a	0,09±0,00 ^a
C18:1n9c	39,19±0,03 ^a	38,88±0,30 ^a	39,11±0,06 ^a	39,07±0,04 ^a
C20:1	2,59±0,00 ^a	2,54±0,03 ^a	2,58±0,00 ^a	2,61±0,05 ^a
C22:1n9	0,26±0,00 ^a	0,29±0,00 ^b	0,28±0,00 ^{ab}	0,29±0,00 ^b
C:24:1	0,33±0,00 ^a	0,33±0,00 ^a	0,33±0,00 ^a	0,34±0,00 ^a
ΣMUFA	46,31±0,05 ^a	46,02±0,34 ^a	46,27±0,07 ^a	46,28±0,11 ^a
C18:2n6c	18,05±0,04 ^a	18,02±0,07 ^a	18,00±0,02 ^a	17,94±0,05 ^a
C18:3n6	0,28±0,00 ^a	0,29±0,01 ^a	0,29±0,00 ^a	0,28±0,00 ^a
C18:3n6	3,27±0,02 ^a	3,25±0,01 ^a	3,26±0,02 ^a	3,24±0,00 ^a
C20:2	1,48±0,00 ^a	1,48±0,01 ^a	1,49±0,00 ^a	1,49±0,01 ^a
C22:2	0,15±0,00 ^a	0,16±0,00 ^a	0,16±0,00 ^a	0,16±0,00 ^a
ΣPUFA	23,22±0,06 ^a	23,20±0,08 ^a	23,19±0,05 ^a	23,12±0,05 ^a
C20:3n6	0,57±0,00 ^a	0,58±0,01 ^a	0,58±0,00 ^a	0,58±0,00 ^a
C20:3n3	0,40±0,00 ^a	0,40±0,01 ^a	0,41±0,00 ^a	0,41±0,00 ^a
C20:4n6	0,46±0,00 ^a	0,47±0,01 ^a	0,47±0,00 ^a	0,46±0,00 ^a
C20:5n3	1,88±0,01 ^a	1,90±0,07 ^a	1,87±0,00 ^a	1,85±0,02 ^a
C22:6n3	5,04±0,00 ^a	5,07±0,16 ^a	5,04±0,02 ^a	4,99±0,04 ^a
ΣHUFA	8,36±0,01 ^a	8,42±0,24 ^a	8,36±0,01 ^a	8,28±0,05 ^a
Σn3	7,33±0,01 ^a	7,38±0,22 ^a	7,32±0,01 ^a	7,24±0,05 ^a
Σn6	22,62±0,06 ^a	22,61±0,11 ^a	22,59±0,05 ^a	22,51±0,07 ^a
n3/n6	0,32±0,00 ^a	0,33±0,01 ^a	0,32±0,00 ^a	0,32±0,00 ^a
EPA/DHA	0,37±0,00 ^a	0,37±0,00 ^a	0,37±0,00 ^a	0,37±0,00 ^a

* Different letters in the same line indicate the differences at 0.05 significance level.

The predominant fatty acids in oils extracted from trout waste were C16:0 (palmitic acid), stearic acid (C18:0), oleic acid (C18:1n-9c), linoleic acid (C18:2n6), linolenic acid (C18:3n3), palmitoleic acid (C16:1), linoleic acid (C18:2n-6c), eicosapentaenoic acid (C20:5n-3, EPA) and docosahexaenoic acid (C22:6n-3, DHA). Yeşilayer and Genç (2013) who compared the fatty acid composition of wild brown trout and farmed rainbow trout were

reported similar results for fatty acid composition of farmed rainbow fillets. DHA (22:6 n-3) was found the highest highly unsaturated fatty acids (HUFA) in oil extracted from trout waste by using alcalase (ranged between 4.37% and 5.11%). The results presented are similar to Yeşilayer and Genç (2013) who reported 5.8% docosahexaenoic acid (DHA) values for farmed rainbow trout fillet. However, Kołakowska *et al.* (2006) and Fiori *et al.*

(2012) found higher amount of DHA content in rainbow trout waste material. Hixson *et al.* (2014) studied the effect of dietary camelina oil on fatty acid composition of farmed rainbow trout muscle. They found that the percentage of DHA in trout muscle decreased from 14.1% to 6.6% by almost half with the addition of camelina oil in trout feed. Most studies have shown that the proportions of EPA and DHA are decreased in fish feed diets containing vegetable oils (Alasalvar *et al.*, 2002; Pickova and Mørkøre, 2007; Simopoulos, 2002). These results may explain why trout waste oil contain lower DHA content.

EPA (C20:5n-3) ranged between 1.62% and 1.91% in trout waste oil. Kołakowska *et al.* (2006) reported 1.4 % EPA in oil extracted from the by products of the rainbow trout. Babajafari *et al.* (2017) also found 1.76 % EPA in oil recovered from trout head by using concentrated protease.

The highest and lowest DHA and EPA concentrations were obtained trout waste oil hydrolyzed at 40°C for 4 hour and 50°C 30 min. (4.37 % DHA and 1.62% EPA) and at 50°C for 30 minute and 50 °C for 4 hour (5.11% DHA and 1.91% EPA), respectively. Although there seems to be differences between different times and temperatures, the values were found to be quite close to each other. Similarly, Głowacz-Różyńska *et al.* (2016) reported the close content of PUFA and EPA+DHA in oils of salmon by products obtained different extraction methods (cold extraction, high temperature extraction and enzymatic hydrolyze).

According to the U.S. Food and Drug Administration, fish oil up to 3 grams daily is “generally recognized as safe” (GRAS) as a food (Liu *et al.*, 2019). Although the recommended intake for eicosapentaenoic acid (C20:5 n-3; EPA) and docosahexaenoic acid (C22:6 n-3; DHA) shows a discrepancy between the different scientific panels, only consumption of 1000 mg of trout waste oil would be more than sufficient to meet human nutritional requirements with respect

to the amount of DHA and EPA (Zhang *et al.*, 2019).

The highest amount of fatty acids detected in the oil fractions extracted from trout waste were total monounsaturated fatty acids (44,05%-46,46%) followed by total polyunsaturated fatty acids (23,12%-24,41%) and total saturated fatty acids (21.94%- 23.74%). Similar result have been found by Routray *et al.* (2018) who studied fatty acid profile of the salmon by products oil extracted by using enzymatic protein hydrolysis. Similarly, Gbogouri *et al.* (2006) showed that the highest fatty acids were monounsaturated fatty acids (39.9-40.8%) followed by polyunsaturated fatty acids (32.3-35.4%). and saturated fatty acids (24.7-27.3%) in fish oil extracted from salmon head by using proteolytic enzyme. Routray *et al.* (2018) stated that the percentage fatty acids composition of the extracted salmon waste were differed as the composition of resultant oil differs with quality of raw material, storage methods, processing techniques and extraction techniques. Moreover, the fatty acid composition of the white muscle from Atlantic salmon very much reflects the salmon’s dietary lipid (Torstensen *et al.*, 2000). Thus, the fatty acid composition of the salmon oil will depend on the lipid sources used in the feed production (Liaset *et al.*, 2003).

Total unsaturated fatty acids were ranged between 76.26%-78.06% of total fatty acids. Consequently, those oils are important source of unsaturated fatty acids. Kołakowska *et al.* (2006) reported similar value (about 77.1% unsaturated fatty acids). Similar results have also been reported by Fiori *et al.* (2012) for oil from trout by products (Głowacz-Różyńska *et al.* (2016) for oil from salmon by products.

The n-3/n-6 ratio in oil from trout waste changed between 0.27 to 0.33. Johansson *et al.* (2000) also found lower n-3/n-6 ratio (0.20) for fatty acid composition of rainbow trout fillet. On the other hand, n-3/n-6 ratio were found higher for rainbow trout waste than our findings by Fiori *et al.* (2012) and

Kořakowska *et al.* (2006). The reason why the n-3 / n-6 ratio was low in this study was thought to be due to the high percentage of linoleic acid in the fatty acid profile of oil. The higher amount of linoleic acid in farmed trout were also found by Yeşilayer and Genç (2013) with respect to aquafeed ingredients, which plant oils used in the commercially produced fish feed contain higher amount of n-6 fatty acid (Hixson *et al.*, 2014).

Fish oil as a source of *omega-3* fatty acids has been increasingly applied for its different health beneficial effects. In this study, trout waste are also a useful source of essential fatty acids linoleic and α -linolenic acids. Routray *et al.* (2018) reported that oil from salmon by-products is also a significant source of omega-3 fatty acids and omega-6 fatty acids, as also observed in the current case, which have several beneficial effects including effectiveness against cardio-vascular disorders (Lou *et al.*, 2011), auto-immune disorders, psychiatric ailments (Dyall *et al.*, 2010), various forms of cancer (Rose *et al.*, 1999; Astorg, 2004; Leitzmann *et al.*, 2004). The effectiveness of omega-3/6 fatty acids is attributed to lowering of cholesterol (Lopez-Huertas *et al.*, 2010), anti-inflammatory properties (Simopoulos, 2002; Figueras *et al.*, 2011), romatoid artrit (Wall *et al.*, 2010). Monounsaturated fatty acids include omega-9 fatty acids such as oleic acid, which was observed as a major component in the present case. Oleic acid has been observed to decrease cardiovascular risk through reducing blood lipids, mainly cholesterol (Lopez-Huertas *et al.*, 2010). It also reduces the tendency of cardiovascular stroke as has been associated with consumption of olive oil, where blood plasma of the participants under study contained higher oleic acid (Samieri *et al.*, 2011).

n-3 HUFA requirements for larvae of various marine fish species are reported to range from 0.3 to 39 g kg on a dry basis. According to NRC (1993), the essential fatty acid requirements of fish have been

determined 0.8-1% linolenic acid for rainbow trout (Watanabe *et al.* 1982; Castell *et al.*, 1972) and 0.5% EPA and DHA in sea bream (Yone *et al.*, 1976), 1% EPA and DHA for sea bass (Buranapanidgit *et al.*, 1988). It can be thought that the waste can be an important additive that can meet the fatty acid requirement of the cultivated fish species.

As a result of 40°C hydrolysis of trout waste, the highest total saturated fatty acids (Σ SFA), total polyunsaturated fatty acids (Σ PUFA), total n6 fatty acids (Σ n-6) were obtained after 4 hours ($p < 0.05$). The lowest ratio of total monounsaturated fatty acids (Σ MUFA), n-3 and n6 fatty acids (n-3 / n-6) and eicosapentaenoic acid (EPA) and decosahexanoic fatty acids (DHA) were detected at 4 hour hydrolysis ($p < 0.05$). On the other hand, it was found that hydrolysis at other times (30 min., 1 hour and 8 hours) did not make a significant difference ($p > 0.05$).

As a result of 50 °C hydrolysis of trout waste, the highest Σ SFA, Σ PUFA and Σ HUFA was obtained after 4 hours, 30 minutes and for 4 and 8 hours, respectively ($p < 0.05$). Statistically, the highest n-3 ratio was found in fish hydrolyzed for 4 and 8 hours ($p < 0.05$). Conversely, it was found that hydrolyzing at 50 °C does not have a statistically significant result with respect to the Σ EPA / DHA ratio in trout wastes ($p > 0.05$).

As a results of 50°C hydrolysis of trout waste, there was no significant effect of different time on total Σ MUFA, Σ PUFA, Σ HUFA, Σ n-3, Σ n-6, Σ n-3 / n-6 and Σ EPA / DHA ratios ($p > 0.05$). However, the highest total saturated fatty acids content obtained in trout waste oil extracted at 60 °C for 1 hour by using alcalase ($p < 0.05$).

Ramakrishnan *et al.* (2013) studied that the fish oil was extracted from mackerel (whole fish and different parts of waste such as tail, fin, head, etc.) using different concentrations of alcalase enzyme (0.5, 1 and 2%) at 55° C and different reaction times (1, 2, 3 and 4 h). They found that the enzyme concentration and the reaction time

had significant effects on the oil yield. In this study, fatty acid composition of oil fraction extracted from trout waste can be effected by enzymatic hydrolyzing at the different time and temperature. Similarly, many studies showed that enzyme concentration, the type of enzyme and reaction time play important roles in the quality and recovery of oil from the fish during the enzymatic extraction of oil with proteases (Linder *et al.* 2005; Hathwar *et al.*, 2011).

4. CONCLUSION

Due to high consumption of trout fish (*Oncorhynchus mykiss*) and its usage in fish processing factories, fish waste could be a better proposition in effectively managing. In this study, the fatty acids composition of trout waste oil extracted by enzymatic hydrolyzing (alcalase) were evaluated with different time and temperature. As a results of this study, trout waste oil can be utilized as a source of oils rich in PUFA which have numerous health benefits at all extracted temperature and time. From this point of view, the trout waste oil might be a useful ingredient in functional foods and animal feed.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by Ordu University Scientific Research Projects AR-1646 and BD-1701.

DISCLOSURE STATEMENT

The authors declare that there is no conflict of interest.

ORCID IDs

Koray KORKMAZ:

 <https://orcid.org/0000-0003-2940-6592>

Bahar TOKUR:

 <https://orcid.org/0000-0002-7087-5801>

5. REFERENCES

- Slizyte, R., Rustad, T., Storrr, I., (2005) Enzymatic hydrolysis of cod (*Gadus morhua*) by-products. Optimization of yield and properties of lipid and protein fractions. *Process Biochemistry* 40: 3680–3692.
- Gbogouri, G.A., Linder, M., Fanni, J., Parmentier, M., (2006). Analysis of lipids extracted from salmon (*Salmo salar*) heads by commercial proteolytic enzymes. *European Journal of Lipid Science and Technology* 108(9): 766-775.
- Shahidi, F. (2007). *Maximizing the Value of Marine by-products*, Boca Ratón (USA), CRC Press.
- Silva, R.V., Oliveira, J.T., Santos, B.L., Dias, F.C., Martinez, A., Lima, C.K., Miranda, A.L., (2017). Long-chain omega-3 fatty acids supplementation accelerates nerve regeneration and prevents neuropathic pain behavior in mice. *Frontiers in Pharmacology* 8: 723.
- Kerry, J.P. & Murphy, S.C. (2007). Physical and chemical properties of lipid by-products from seafood waste. In: “Maximising the value of marine by-products”, Woodhead Publishing, pp. 22-46.
- Chow, C.K. (2000). *Fatty Acids in Foods and their Health Implications*, Second Ed. (revised and expanded), Marcel Dekker Inc., New York–Basel.
- Routray, W., Dave, D., Ramakrishnan, V.V., Murphy, W., (2018). Production of high quality fish oil by enzymatic protein hydrolysis from cultured Atlantic salmon by-products: Investigation on effect of various extraction parameters using central composite rotatable design. *Waste and Biomass Valorization* 9(11): 2003-2014.
- Chantachum, S., Benjakul, S., Sriwirat, N., (2000). Separation and quality of fish oil from precooked and non-precooked tuna heads. *Food Chemistry* 69: 289–294.
- Wu, T.H., Bechtel, P.J., (2008). Salmon by-product storage and oil extraction. *Food Chemistry* 111: 868–871.
- Rubio-Rodríguez, N., Sara, M., Beltrán, S., Jaime, I., Sanz, M.T., Rovira, J., (2012). Supercritical fluid extraction of fish oil from fish by-products: A comparison with other extraction methods. *Journal of Food Engineering* 109(2): 238-248.
- Nguyen, H., Odelola, O.A., Rangaswami, J., Amanullah, A., (2013). A review of nutritional factors in hypertension management. *International Journal of Hypertension* 2013.

- Liu, Y., Ramakrishnan, V. V., Dave, D., (2020). Enzymatic hydrolysis of farmed Atlantic salmon by-products: Investigation of operational parameters on extracted oil yield and quality. *Process Biochemistry* 100: 10-19.
- Rubio-Rodríguez, N., Beltran, S., Jaime, I., de Diego, S.M., Sanz, M.T., Carballido, J.R., (2010). Production of omega-3 polyunsaturated fatty acid concentrates: a review. *Innovat. Food Sci. Emerg. Technol.* 11(1): 1-12.
- Liaset, B., Julshamn, K., Espe, M., (2003). Chemical composition and theoretical nutritional evaluation of the produced fractions from enzymic hydrolysis of salmon frames with Protamex™. *Process Biochemistry* 38(12): 1747-1759.
- Nguyen, T.T., Heimann, K., Zhang, W., (2020). Protein Recovery from Underutilised Marine Bioresources for Product Development with Nutraceutical and Pharmaceutical Bioactivities. *Marine Drugs* 18(8): 391.
- Hathwar, S.C., Bijinu, B., Rai, A.K., Narayan, B., (2011). Simultaneous recovery of lipids and proteins by enzymatic hydrolysis of fish industry waste using different commercial proteases. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 164: 115-124.
- Mahmoud, K.A.S., Linder, M., Fanni, J., Parmentier, M., (2008). Characterisation of the lipid fractions obtained by proteolytic and chemical extractions from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) roe. *Process Biochemistry* 43(4): 376-383.
- Batista, I., Ramos, C., Mendonca, R., Nunes, M.L., (2009). Enzymatic hydrolysis of sardine (*Sardina pilchardus*) by-products and lipid recovery. *J. Aquat. Food Prod. Technol.* 18: 120-134.
- Linder, M., Belhaj, N., Sautot, P., Tehrany, E.A., (2010). From Krill to Whale: an overview of marine fatty acids and lipid compositions. *Oléagineux, Corps gras, Lipides* 17(4): 194-204.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J., (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Phy.* 37: 911-917.
- Korkmaz, K., Tokur, B., (2019). Proximate Composition of Three Different Fish (Trout, Anchovy and Whiting) Waste During Catching Season. *Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi* 5(2): 133-140.
- Ichihara, K.I., Shibahara, A., Yamamoto, K., Nakayama, T., (1996). An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids* 31(5): 535-539.
- Duncan, O.D., Beverly, D., (1955). A methodological analysis of segregation indices. *American Sociological Review* 20: 210-217.
- Yeşilayer, N., Genç, N., (2013). Comparison of proximate and fatty acid compositions of wild brown trout and farmed rainbow trout. *South African Journal of Animal Science* 43(1): 89-97.
- Kořakowska, A., Domiszewski, Z., Kozłowski, D., Gajowniczek, M., (2006). Effects of rainbow trout freshness on n-3 polyunsaturated fatty acids in fish offal. *European Journal of Lipid Science and Technology* 108(9): 723-729.
- Fiori, L., Solana, M., Tosi, P., Manfrini, M., Strim, C., Guella, G., (2012). Lipid profiles of oil from trout (*Oncorhynchus mykiss*) heads, spines and viscera: trout by-products as a possible source of omega-3 lipids. *Food Chemistry* 134(2): 1088-1095.
- Hixson, S.M., Parrish, C.C., Anderson, D.M., (2014). Use of camelina oil to replace fish oil in diets for farmed salmonids and Atlantic cod. *Aquaculture* 431: 44-52.
- Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., Alexis, M., (2002). Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food chemistry* 79(2): 145-150.
- Pickova, J., Mørkøre, T., (2007). Alternate oils in fish feeds. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109(3): 256-263.
- Simopoulos, A.P., (2002). Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *J. Am. Coll. Nutr.* 21(6): 495-505.
- Babajafari, S., Moosavi-Nasab, M., Nasrpour, S., Golmakani, M. T., Nikaein, F., (2017). Comparison of enzymatic hydrolysis and chemical methods for oil extraction from rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*) waste and its influence on omega 3 fatty acid profile. *International Journal of Nutrition Sciences* 2(2): 58-65.
- Głowacz-Różyńska, A., Tynek, M., Malinowska-Pańczyk, E., Martysiak-Żurowska, D., Pawłowicz, R., Kołodziejka, I., (2016). Comparison of oil yield and quality obtained by different extraction procedures from salmon (*Salmo salar*) processing byproducts. *European Journal of Lipid Science and Technology* 118(11): 1759-1767.

- Liu, X., McLachlan, A., Hunter, D., (2019). Vitamin and mineral supplements: The role of supplements and complementary medicines in osteoarthritis: An evidence-based guide to practice. *AJP: The Australian Journal of Pharmacy* 100(1180): 62-68.
- Zhang, T.T., Xu, J., Wang, Y.M., Xue, C.H., (2019). Health benefits of dietary marine DHA/EPA-enriched glycerophospholipids. *Progress in Lipid Research* 75: 100997.
- Torstensen, B.E., Lie, Ø., Frøyland, L., (2000). Lipid metabolites and tissue composition in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.)*effects of capelin-, palm- and oleic acid enriched sunflower oil as dietary lipid sources. *Lipids* 35: 653-664.
- Johansson, L., Kiessling, A., Kiessling, K.H., Berglund, L., (2000). Effects of altered ration levels on sensory characteristics, lipid content and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Quality and Preference* 11(3): 247-254.
- Lou, Y.R., Peng, Q.Y., Li, T., Medvecky, C.M., Lin, Y., Shih, W.J., Lu, Y.P., (2011). Effects of high-fat diets rich in either omega-3 or omega-6 fatty acids on UVB-induced skin carcinogenesis in SKH-1 mice. *Carcinogenesis* 32(7): 1078-1084.
- Dyall, S.C., Michael, G.J., Michael-Titus, A.T., (2010). Omega-3 fatty acids reverse age-related decreases in nuclear receptors and increase neurogenesis in old rats. *Journal of neuroscience research* 88(10): 2091-2102.
- Rose, D.P., Connolly, J.M., (1999). Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. *Pharmacol Ther.* 83(3): 217-244, doi:10.1016/S0163-7258(99)00026-1.
- Astorg, P., (2004). Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids and prostate cancer risk: a review of epidemiological and experimental evidence. *Cancer Causes & Control* 15(4): 367-386.
- Leitzmann, M.F., Stampfer, M.J., Michaud, D.S., Augustsson, K., Colditz, G.C., Willett, W.C., Giovannucci, E.L., (2004). Dietary intake of n-3 and n-6 fatty acids and the risk of prostate cancer. *The American journal of clinical nutrition* 80(1): 204-216.
- Lopez-Huertas, E., (2010). Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. *Pharmacology. Research* 61(3): 200-207, doi:10.1016/j.phrs.2009.10.007.
- Figueras, M., Olivan, M., Busquets, S., López-Soriano, F.J., Argilés, J.M., (2011). Effects of eicosapentaenoic acid (EPA) treatment on insulin sensitivity in an animal model of diabetes: improvement of the inflammatory status. *Obesity* 19(2): 362-369.
- Wall, R., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F., Stanton, C., (2010). Fatty acids from fish: the anti-inflammatory potential of long-chain omega-3 fatty acids. *Nutrition reviews* 68(5): 280-289.
- Samieri, C., Féart, C., Proust-Lima, C., Peuchant, E., Tzourio, C., Stapf, C., Berr, C., Barberger-Gateau, P., (2011). Olive oil consumption, plasma oleic acid, and stroke incidence the three-city study. *Neurology* 77(5): 418-425.
- NRC (1993). *Nutrient requirements of fish*, Washington DC, USA, National Academy Press.
- Watanabe, T., (1982). Lipid Nutrition in Fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 73(1): 3-15.
- Castell, J.D., Sinnhuber, R.O., Wales, J.H., Lee, J.D., (1972). Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms. *J. Nutr.* 102: 77-86.
- Yone, Y. (1976). Nutritional studies of red sea bream. In: "Proceedings of the First International Conference on Aquaculture Nutrition", (K.S. Price, W.N. Shaw & K.S. Danberg, eds.), pp. 39-64, University of Delaware, Lewes/Rehoboth, DE.
- Buranapanidgit, J., Boonyaratpalin, M., Watanabe, T., Pechmanee, T., Yashiro, R. (1988). Essential fatty acid requirement of juvenile seabass *Lates calcarifer*, *Technical paper No. 3. National Institute of Coastal Aquaculture*, 21 pp., Department of Fisheries, Thailand.
- Ramakrishnan, V.V., Ghaly, A.E., Brooks, M.S., Budge, S.M., (2013). Extraction of proteins from mackerel fish processing waste using alcalase enzyme. *Bioprocess Biotech* 3(2).
- Linder, M., Fanni, J., Parmentier, M., (2005). Proteolytic extraction of salmon oil and PUFA concentration by lipases. *Mar. Biotechnol.* 7: 70-76.

Volume: 6 Issue: 2 is indexed by

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

 **INFOBASE INDEX**

 **SIS**
Scientific Indexing Services

 **I2OR**

 **Academic
Resource
Index**
ResearchBib

 **JOURNAL
FACTOR**

 **COSMOS
IMPACT FACTOR**

 **SCIENTIFIC
WORLD INDEX**

 **BASE**
Bielefeld Academic Search Engine

 **ROOTINDEXING**
JOURNAL ABSTRACTING AND INDEXING SERVICE

 **JIFACTOR**

 **CiteFactor**
Academic Scientific Journals